

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

ÉDER BARROS DE ALMEIDA

**A Colaboração de Lavoisier para o desenvolvimento da Sociedade
Industrial do Século XIX: Uma proposta de Oficina Temática**

Rio de Janeiro

2021

ÉDER BARROS DE ALMEIDA

**A COLABORAÇÃO DE LAVOISIER PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE
INDUSTRIAL DO SÉCULO XIX: UMA PROPOSTA DE OFICINA TEMÁTICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI – do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadores:

Profa.Dra Simone Pereira da Silva Ribeiro

Prof. Dr Waldmir Nascimento de Araujo Neto

Rio de Janeiro

2021

CIP - Catalogação na Publicação

Bc BARROS DE ALMEIDA, EDER
A Colaboração de Lavoisier para o desenvolvimento
da Sociedade Industrial de Século XIX: Uma proposta
de Oficina Temática / EDER BARROS DE ALMEIDA. --
Rio de Janeiro, 2021.
146 f.

Orientadora: SIMONE PEREIRA DA SILVA RIBEIRO.
Coorientador: WALDMIR NASCIMENTO ARAUJO NETO.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Instituto de Química, Programa de Pós
Graduação em Química em Rede Nacional, 2021.

1. OFICINA TEMÁTICA. 2. TEORIA DA APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA. 3. LAVOISIER. 4. MAPAS CONCEITUAIS.
I. PEREIRA DA SILVA RIBEIRO, SIMONE, orient. II.
NASCIMENTO ARAUJO NETO, WALDMIR, coorient. III.
Título.

ÉDER BARROS DE ALMEIDA

**A COLABORAÇÃO DE LAVOISIER PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE
INDUSTRIAL DO SÉCULO XIX: UMA PROPOSTA DE OFICINA TEMÁTICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI – do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Química.

Aprovado em: 19/07/2021

Simone Pereira da Silva Ribeiro

Profª. Dra. Simone Pereira da Silva Ribeiro - IQ/UFRJ

Waldmir Nascimento de Araujo Neto

Prof. Dr. Waldmir Nascimento de Araujo Neto – IQ/UFRJ

Roseli Martins de Souza

Profª. Dra. Roseli Martins de Souza – IQ/UFRJ

Alexandre da Silva Antunes

Prof. Dr. Alexandre da Silva Antunes – Colégio Pedro II

Rio de Janeiro

2021

DEDICATÓRIA

Esta dissertação, em primeiro lugar, é dedicada aos professores de Química do Ensino Médio do Brasil, que procuram se reinventar a todo momento no seu trabalho, resgatando, dentro do possível, o interesse dos seus alunos pelo estudo dessa fascinante disciplina.

Também não posso deixar de estender essa dedicatória, a todos aqueles que acreditaram na possibilidade da realização deste projeto, pois apostaram na minha capacidade de concluí-lo. Entre eles, eu destaco, os meus orientadores, professores Simone e Waldmir (Barroco), minhas filhas Lana e Jade e minha companheira Cati.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero agradecer as instituições, UFRJ, IQ/UFRJ e Capes, o que tornou possível a realização do projeto. Também quero agradecer à toda equipe de docentes do PROFQUI, pelo carinho e dedicação dispensada. Não posso esquecer os colegas da turma PROFQUI/2018, pessoas capazes de oferecer muitas sextas-feiras agradáveis.

Um agradecimento especial ao comando diretor e coordenadores do Colégio Militar do Rio de Janeiro, que além de me acolherem com um carinho muito especial como docente, permitiram a realização da aplicação da Oficina Temática, em plena pandemia de Covid -19, destacando as professoras, Major Denise de Oliveira Rosa, Capitão Cinthia Pereira e a Capitão Nathalia da Motta Lopes de Oliveira.

*“Quem perdeu o trem da história por querer.
Saiu do juízo sem saber.
Foi mais um covarde a se esconder.
Diante de um novo mundo”*

Beto Guedes, “Canção do Novo Mundo”.

RESUMO

ALMEIDA, Éder Barros de. **A COLABORAÇÃO DE LAVOISIER PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE INDUSTRIAL DO SÉCULO XIX: UMA PROPOSTA DE OFICINA TEMÁTICA** Rio de Janeiro, 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

O desinteresse dos alunos do ensino médio pelas Ciências Naturais, como a Química, tem desafiado os professores a tornarem as suas aulas mais atraentes. Como exemplo, apesar da restrição das estruturas curriculares, professores têm procurado ensinar Química num contexto mais interdisciplinar. Porém, em muitos casos, a precariedade das condições de trabalho, a falta de contexto social para os alunos, bem como excessiva teoria, ainda são fatores que promovem o desinteresse. Desta forma, o objetivo deste trabalho é descrever o projeto, desenvolvimento, produção e realização de uma Oficina Temática denominada “A Química mudando a Sociedade”. Este projeto foi realizado com alunos do ensino médio do “Colégio Militar do Rio de Janeiro” no Rio de Janeiro, Brasil. Através do projeto, foi desenvolvido um estudo interdisciplinar, investigando a relação das contribuições científicas, especialmente as de Antoine - Laurent Lavoisier (1743-1794), e as mudanças sofridas pela sociedade do século XIX durante a Revolução Industrial. A prática da Educação à Distância (EAD), por meio de videoaulas, assim como os instrumentos para a avaliação da aprendizagem dos alunos como os mapas conceituais, foram embasados na Teoria da Aprendizagem Significativa proposta inicialmente por David Ausubel (1918-2008). Toda a experiência adquirida nesta Oficina Temática foi registrada em videoaulas explicativas e em um *eBook*, que é o produto desta dissertação. Este projeto pedagógico, embora não seja obrigatório na estrutura curricular da escola, inclui um vasto conjunto de competências na área das Ciências Naturais, propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ministério da Educação do Brasil.

Palavras-chave: Oficina Temática, Teoria da Aprendizagem Significativa, Lavoisier, Mapas Conceituais.

ABSTRACT

ALMEIDA, Éder Barros de. **A COLABORAÇÃO DE LAVOISIER PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE INDUSTRIAL DO SÉCULO XIX: UMA PROPOSTA DE OFICINA TEMÁTICA**. Rio de Janeiro, 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

The lack of interest by high school students regarding Natural Sciences, such as Chemistry, has challenged teachers to turn their classes more attractive to those students. As an example, despite the restriction of curricular structures, teachers have been trying to teach Chemistry in an interdisciplinary context. However, in many cases, the precariousness of working conditions, the lack of social contexts for the students as well as disciplines with excessive theory, are still factors promoting this lack of interest. In this way, the objective of this work is to describe the project, development, production, and realization of a Thematic Workshop called “A Química Mudando a Sociedade”. This project was performed with high school students from the “Colégio Militar do Rio de Janeiro” in Rio de Janeiro, Brazil. Through the project, an interdisciplinary study was developed, investigating the relationship of scientific contributions, especially those of Antoine - Laurent Lavoisier (1743-1794), and the changes suffered by the 19th century’s society during the Industrial Revolution. Home schooling, through online classes, as well as the instruments to assess student learning as concept maps, were based in the Theory of Meaningful Learning initially proposed by David Ausubel (1918-2008). All the experience acquired through this Thematic Workshop was recorded on explanatory video-classed and an eBook, which is the product of this dissertation. This pedagogical project, even though not being mandatory in the school’s curricular structure, includes a broad set of skills, in the area of Natural Sciences, proposed as the Common National Curricular Base (Base Nacional Comum Curricular (BNCC) of the Ministry of Education from Brazil.

Keywords: Thematic Workshop, Meaningful Learning Theory, Lavoisier, Concept Maps,

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC: Base Nacional Comum Curricular

CTSA: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

EAD: Educação à Distância

IDEB: Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

IFAM: Instituto Federal de Educação do Amazonas

MEC: Ministério da Educação e Cultura

PCN: Parâmetros Curriculares Nacionais.

PIBID: Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Teorias da Aprendizagem	21
Figura 2. Esquema de aprendizagem de ausubel.....	23
Figura 3. Esquema de Transformação da Aprendizagem Mecânica em Significativa	25
Figura 4. Exemplo de Mapa Conceitual	29
Figura 5. Atividades realizadas numa Oficina Temática.....	34
Figura 6. Antoine Laurent Lavoisier e Marie Anne Lavoisier, quadro de Jacques – Louis David	41
Figura 7. Calorímetro de Gelo, Tratado Elementar de Química, Lavoisier, 1798.	51
Figura 8. Ilustração usada por Dalton em <i>New System of Chemical Philosophy</i>	53
Figura 9. Esquema de acesso à Oficina Temática.	58
Figura 10. “Sala Lavoisier”, Google Classroom.	60
Figura 11. Pastas da “Biblioteca Virtual”.....	60
Figura 12. Etapas da Oficina Temática.	61
Figura 13. Eventos da Etapa 1	62
Figura 14. Cronograma da Oficina Temática	63
Figura 15. Esquema sobre a Aprendizagem Mecânica	64
Figura 16. Esquema sobre a Aprendizagem Significativa.....	64
Figura 17. Atividades da Etapa 2	66
Figura 18. Materiais e Atividades da Etapa 3.....	69
Figura 19. Etapas de uma Oficina Temática visando a Avaliação Significativa.....	76

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1. Formação da ferrugem segunda a Teoria do Flogístico.....	43
Equação 2. Recuperação do Ferro, substância original, segundo a Teoria do Flogístico.....	44
Equação 3. Decomposição do óxido mercúrico ou óxido de mercúrio (II).....	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. A Ciência antes de Lavoisier.....	42
Quadro 2. Colaborações de Henry Cavendish e Joseph Priestley.....	44
Quadro 3. Aplicativos utilizados na Oficina Temática.....	59
Quadro 4. Questões da AV1.....	65
Quadro 5. Descrição dos Textos da Etapa 2.....	67
Quadro 6. Descritores dos Vídeos da Etapa 2.....	68
Quadro 7. Descritores dos vídeos e textos da Etapa 3.....	70
Quadro 8. Questões da AV2.....	71
Quadro 9. Questionário de Opinião dos Alunos, PO.....	72
Quadro 10. Alunos da oficina temática.....	75
Quadro 11. Característica dos descritores da AV1.....	77
Quadro 12. Resultados da AV1.....	78
Quadro 13. Respostas dos Alunos, Avaliação Virtual 1, AV1, 1ª Série.....	79
Quadro 14. Respostas dos Alunos, Avaliação Virtual 1, AV1, 2ª Série.....	80
Quadro 15. Respostas dos Alunos, Avaliação Virtual 1, AV1, 3ª Série.....	81
Quadro 16. Respostas da AV2, Primeira Série.....	84
Quadro 17. Respostas da AV2, Segunda Série.....	86
Quadro 18. Respostas da AV2, Terceira Série.....	88
Quadro 19. Resultado da AV2 quanto ao Critério de Aprendizagem.....	92
Quadro 20. Descritores propostos para a avaliação dos mapas conceituais.....	94
Quadro 21. Critérios de pontuação e classificação de Mapas Conceituais.....	95
Quadro 22. Pesquisa de Opinião dos Alunos, PO, Questão 05, Primeira Série.....	97
Quadro 23. Pesquisa de Opinião dos Alunos, PO, Questão 05, Segunda Série.....	97
Quadro 24. Pesquisa de Opinião dos Alunos, PO, Questão 05, Terceira Série.....	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estudo da Lei da Conservação das Massas.....	46
Tabela 2 Estudo da Lei das Proporções Definidas	48
Tabela 3. Respostas em números absolutos da AV1, considerando os descritores.....	83
Tabela 4. Características de Aprendizagem na AV2.....	92
Tabela 5. Resultado da avaliação dos Mapas Conceituais, Avaliação Virtual 3, AV3.....	95
Tabela 6. Resultado da Pesquisa de Opinião dos Alunos, PO, Questões 01, 02, 03 e 04	99

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	18
1.1. A interdisciplinaridade, os estudos de química e história	18
1.2. A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel	20
1.3. Passando da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa	24
1.4. Formas de acesso à aprendizagem.....	27
1.4.1. Mapas conceituais	28
1.5. Experiências do uso da aprendizagem significativa no ensino	29
1.6. A aplicação de oficinas temáticas no ensino de química e a aprendizagem significativa	33
1.7. O uso da ferramenta do Powerpoint® no ensino.....	38
1.8. A colaboração científica de Lavoisier para o desenvolvimento da sociedade industrial do século XIX.....	40
1.8.1. A Química antes de Lavoisier	41
1.8.2. A Teoria de Flogisto (ou Flogístico)	43
1.8.3. A Lei da Conservação de Massa	43
1.9. Descobertas científicas decorrente dos trabalhos de Lavoisier	46
1.9.1 A Lei das Proporções Definidas (Lei de Proust).....	47
1.9.2. A Lei das Proporções Múltiplas (Lei de Dalton).....	49
1.9.3. Lavoisier e a calorimetria, Teoria do Calórico x Teoria Mecanicista.....	50
1.9.4. O Atomismo.....	51
1.9.5. A influência da Lei de Lavoisier na transformação da sociedade do século XIX...55	
2. JUSTIFICATIVA.....	56
3. OBJETIVO GERAL.....	57
3.1. Objetivos específicos	57
4. METODOLOGIA.....	58
4.1. Ferramentas disponíveis para a realização da oficina temática.....	58
4.2 A oficina temática no ambiente virtual	59
4.3. Etapas da oficina temática	61
4.3.1. Etapa 1	62

4.3.2. Etapa 2	66
4.3.3. Etapa 3	69
4.3.4. Etapa 4	72
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	74
5.1. Etapa 1 – Inscrição na oficina temática.....	74
5.2. Avaliação da presença de subsunçores nas respostas dos alunos à avaliação virtual 1, AV1	75
5.3. Análise dos critérios de aprendizagem nas respostas dadas pelos alunos às avaliações virtuais 2, AV2	83
5.4. Análise das respostas dos alunos às avaliações virtual 3, AV3.....	93
5.5. Pesquisa de opinião dos alunos, PO	96
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
APÊNDICES	112
APÊNDICE A. A elaboração de videoaulas pelo aplicativo <i>power point</i> ®	112
APÊNDICE B. Texto de química I (TQ1)	117
APÊNDICE C. Texto de química II (TQ2)	121
APÊNDICE D. Slides da 1ª reunião da oficina temática	125
APÊNDICE E. Slides da 2ª reunião da oficina temática	130
APÊNDICE F. Slides da 3ª reunião da oficina temática	132
ANEXOS	136
ANEXO A. Registro fotográfico da etapa 1.....	136
ANEXO B. Avaliação virtual 3, AV3, Primeira série.....	137
ANEXO C. Avaliação virtual 3, AV3, Segunda série	140
ANEXO D. Avaliação virtual 3, AV3, Terceira série	143

1. INTRODUÇÃO

1.1. A Interdisciplinaridade, os estudos de Química e História

É grande a quantidade de alunos de Ensino Médio que apresentam dificuldades no estudo da Química. Esse fato está relacionado, de forma objetiva, à falta de aplicabilidade cotidiana do conteúdo que está sendo ensinado atualmente na maioria das escolas (CARDOSO *et al.*, 2000; SILVA *et al.*, 2008; SILVA, 2011).

A Química que é ministrada no Ensino Médio não dispõe de uma utilidade efetiva na transformação do aluno como indivíduo (CHASSOT, 2004). O número reduzido de horas de aula, a ausência de aulas práticas, na maioria dos casos, e temas pouco relacionados com o cotidiano do indivíduo compõem os motivos capazes de justificar a dificuldade dos professores em ministrar aulas de Química atualmente (MILLER, 1983; MATTHEWS, 1994; TRASSI *et al.*, 2001; SILVA, 2011).

A valorização do estudo das Ciências Sociais, como a História e a Geografia, por exemplo, relacionando com as Ciências Naturais, Física, Química e Biologia, segundo diversos autores, pode colaborar significativamente com o desenvolvimento do pensamento científico, pois fortalece as ideias e os fatos que constituem o progresso do conhecimento. O Ensino de Ciências da Natureza no século XX foi marcado pela falta de conexão entre a atividade científica e a atividade social. A presença da História, acompanhada de seus elementos filosóficos, é uma ferramenta que dará ao aluno a resposta de como um determinado conhecimento científico foi desenvolvido, e como a sociedade se modificou com ele. Eles entendem que o professor, comprometido com esse tipo de trabalho, sentirá a necessidade de acesso a algumas competências contidas nas disciplinas de História e Filosofia (MATTHEWS, 1994; HANSEN, 2002; LOPES, 1993; SCHNETZLER, 2002; CEBULSKI *et al.*, 2008; SANTOS, 2013).

“Neste contexto podemos afirmar que a história tem sim o papel de humanizar o ensino em uma sociedade que valoriza mais a tecnologia do que o papel do homem, mas seria bastante interessante que pudéssemos aglutinar as duas visões. Isto é, trazer para a sala de aula uma visão mais humanizada do mundo, mas também mostrar que este mundo inserido na técnica e imbuído de ciência tem uma relação muito íntima com sua própria história”. (AQUINO, p.24, 2017)

Formar cidadãos cada vez mais completos em suas habilidades e competências tem sido um esforço das autoridades brasileiras em Educação (MACKDANZ, *et al.*, 2016). Oficialmente a legislação brasileira sobre Educação, através de seus documentos norteadores publicados pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC) apresentam textos que contemplam a necessidade de uma ação interdisciplinar que permita o uso dos elementos históricos e filosóficos no Ensino de Ciências da Natureza. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) se referem às Ciências da Natureza e ao Ensino de Química, através do seguinte descritor:

” Na interpretação do mundo através das ferramentas da Química, é essencial que se explicita seu caráter dinâmico. Assim, o conhecimento químico não deve ser entendido como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, mas sim uma construção da mente humana, em contínua mudança. A História da Química, como parte do conhecimento socialmente produzido, deve permear todo o ensino de Química, possibilitando ao aluno a compreensão do processo de elaboração desse conhecimento, com seus avanços, erros e conflitos”. (PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS, parte III, p. 31, 2000)

Percebe-se a forte valorização à interdisciplinaridade pelos autores do texto dos PCN. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento elaborado mais recentemente, apresenta o seguinte descritor para essa questão:

” Os conhecimentos conceituais associados a essas temáticas constituem uma base que permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais”. (BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR, p.548, 2017)

A BNCC, como se pode perceber, aborda a interdisciplinaridade entre as áreas de conhecimento de forma mais implícita, generalizando no seu contexto, mas não ignorando a necessidade desta relação interdisciplinar.

Além da interdisciplinaridade entre as áreas de conhecimento, a escolha de uma metodologia de Aprendizagem mais adequada que foque, por exemplo, na construção de um novo conhecimento através dos conhecimentos prévios do aluno, pode elevar o interesse do aluno pelo ensino de Química, facilitando a prática docente. Nesta temática existe a Teoria da Aprendizagem Significativa que é uma teoria de aprendizagem que se baseia numa interação substantiva e não arbitrária, e foi proposta por David Ausubel em 1963. Sua principal característica é a relevância do conhecimento preexistente do aluno para a sua realização. A ocorrência da Aprendizagem Significativa, pode ser observado quando ocorre a mudança de linguagem do aluno em relação a um conhecimento apresentado. Através da conexão cognitiva

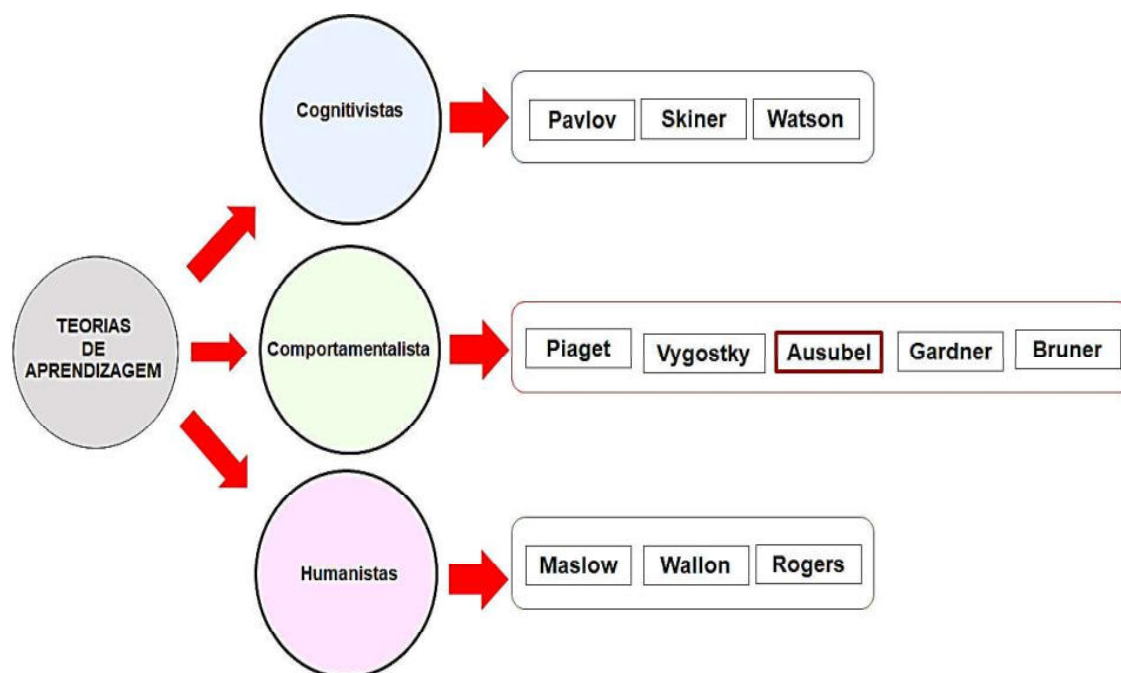
entre os conhecimentos previamente adquiridos, que são conhecidos nesta Teoria de Aprendizagem com os subsunçores e o conhecimento novo, o aluno constrói uma síntese dessas informações, fazendo o uso de uma linguagem própria capaz de ser transmitida para outras pessoas como uma informação internalizada por ele. Esse tipo de aprendizagem se contrapõe à Aprendizagem Mecânica, onde o aluno simplesmente memoriza a informação contida no conhecimento apresentado (MOREIRA, 2011).

1.2. A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel

David Paul Ausubel nasceu no Brooklyn em Nova York. Filho de imigrantes judeus conviveu o seu início de vida escolar dentro de um modelo de escola onde o castigo, humilhações e até cárcere para meninos era permitido. Na vida adulta, ele se graduou num curso de pré-médico pela Universidade da Pensilvânia com especialização em Psicologia e depois em Medicina pela Universidade de Middlesex. Suas residências acadêmicas, realizadas em diversos estabelecimentos, foram no campo da Psiquiatria. Tornou-se PhD em Psicologia do Desenvolvimento pela Universidade de Colúmbia. Dentre as publicações sobre Psicologia da Educação, devemos destacar Psicologia da aprendizagem verbal, 1963, e Psicologia Educacional, 1968. Nessa última, Ausubel descreve os fundamentos da Teoria da Aprendizagem Significativa. O trabalho docente, principalmente o seu desempenho em sala de aula sempre foi uma grande preocupação de Ausubel em seus estudos e publicações (RONCA, 1994).

Um estudo apresentou a classificação das Teorias de Aprendizagem que surgiram no século XX (CASANOVA *et al.*, 2018). As teorias são classificadas em Cognitivas, Comportamentalistas e Humanistas, como apresentado na Figura 1, onde é possível observar de forma simplificada, a associação entre as correntes de pensamento das Teorias de Aprendizagem associadas aos seus principais autores.

Figura 1. Teorias da Aprendizagem.



Fonte: Adaptado de TAVARES *et al.*, 1985.

O início da vida escolar de Ausubel, fez com que ele se transformasse num crítico ferrenho do método de ensino adotado pelas escolas chamadas de tradicionais. Ausubel, descreve que esse tipo de aprendizado não releva o conhecimento que o aluno possa ter adquirido anteriormente. Desta forma, o aluno fica limitado a decorar os conceitos ensinados e a repeti-los quando indagado numa avaliação. Ausubel, chamou esse tipo de aprendizagem de Aprendizagem Mecânica. Em geral, o resultado obtido por esse tipo de aprendizagem é a procura de uma resposta fidedigna, “decorada”, ao máximo, da informação absorvida. Ausubel, não estabelece um conflito aparente entre a Aprendizagem Mecânica e a que ele denomina de Aprendizagem Significativa. Entende-se que a Aprendizagem Mecânica, devido à sua forma primitiva de ocorrência, é importante para a construção de elementos de aprendizagem previamente adquirida, o que Ausubel chama de Subsúnciores da Estrutura Cognitiva, que pode facilitar no futuro o processo de Aprendizagem Significativa. Contudo, Ausubel salienta que a Aprendizagem Mecânica limita, de certa forma, a retenção do conhecimento, ou seja, o do conteúdo é mais rapidamente esquecido pelo aluno com o passar do tempo, além dele apresentar pouca familiaridade, ou até mesmo, afetividade, com o conjunto de linguagem específico do conhecimento que foi adquirido anteriormente. Moreira e outros autores afirmam que a grande

maioria das escolas faz uso deste processo de Aprendizagem (MOREIRA, 1992; MOREIRA, 2000; JESUS *et al.*, 2004; PINHEIRO, 2020).

A Aprendizagem Significativa seria, então, o resultado da superposição construtiva das informações novas que chegam ao indivíduo, o aluno, com as informações que ele adquiriu anteriormente. Esse resultado dessa transformação, é observado em caráter individual, mesmo que a transmissão dessa nova informação seja feita num ambiente coletivo.

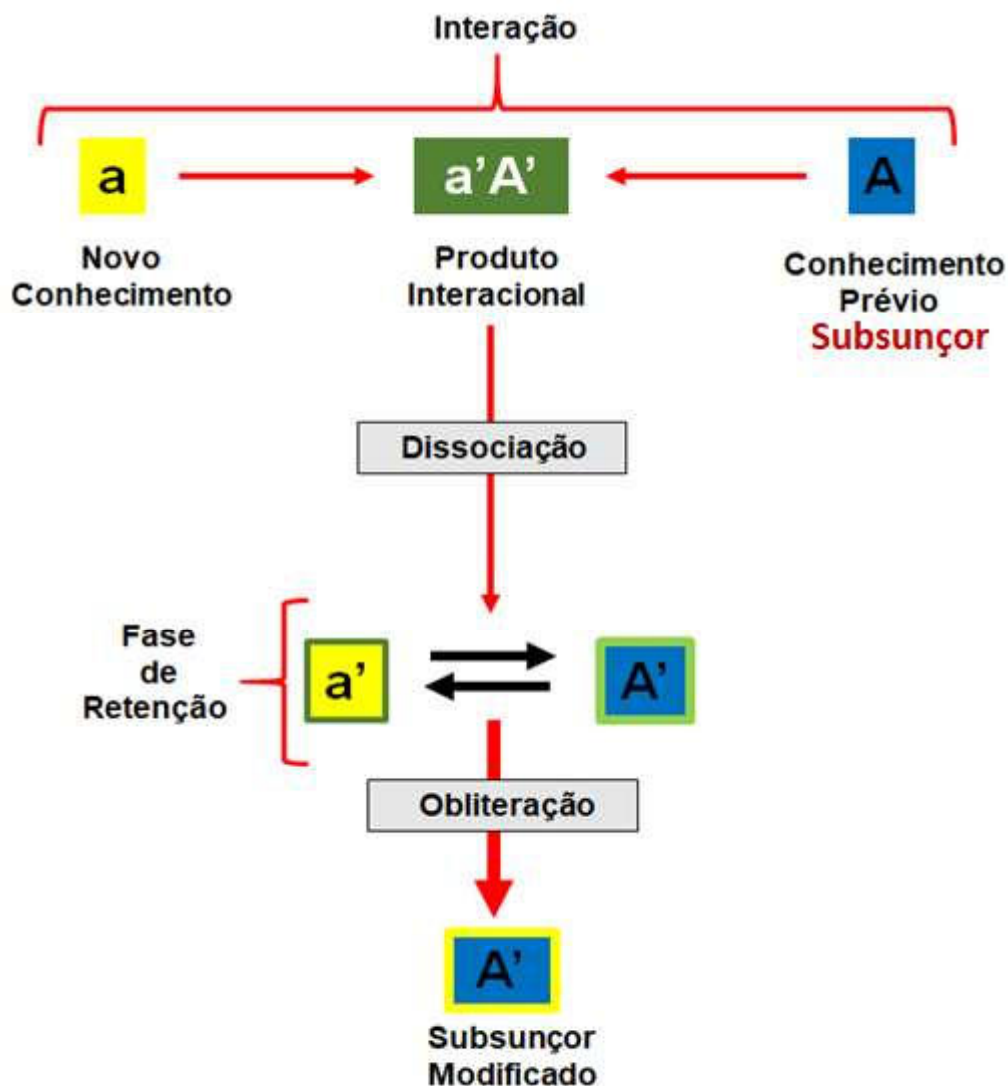
O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece.” (AUSUBEL *et al.*, 1980, p.137)

Além disso, o aprendizado deve ser de forma interativa, não arbitrária. Ele deve fazer uma reconciliação integradora, reorganizando a estrutura cognitiva. O resultado obtido por esse tipo de aprendizagem se dá, quando aluno consegue oferecer uma explicação dotada de uma interpretação, como também, a apropriação do conhecimento adquirido, através do uso de uma linguagem própria, procurando explicar fenômenos, conceitos e teorias com suas palavras, porém apropriadas ao tema apresentado (MOREIRA, 2011; MANCINI, 2015; MASINI, 2016).

Além disso, não se pode, efetivamente, diferenciar materiais de aprendizado em Significativos e Não Significativos. Porém, um material que permita dar a oportunidade ao aluno de fixar, em seu universo cognitivo, “ideias – âncoras”, um material que permita um canal de correlação com outras informações adicionais futuras, certamente ele tem grande probabilidade de realizar o papel de um Material Significativo. Outrossim, na Teoria da Aprendizagem Significativa, quando um aluno apresenta, inicialmente, um desejo espontâneo para relacionar um novo aprendizado que será apresentado com o que ele já possui, pode-se dizer que este aluno está predisposto para uma Aprendizagem Significativa. Neste ponto é importante destacar a importância da clareza semântica do termo predisposição apresentado, com a motivação do aluno (MOREIRA, 2011).



Para Ausubel, só é possível a Aprendizagem Significativa quando na Estrutura Cognitiva do aluno, encontramos um conjunto informações que foram armazenadas anteriormente. A esse conjunto de informações, Ausubel deu o nome de Subsúcores ou Ideias Âncoras (MOREIRA, 2000, JESUS *et al.*, 2004). De uma maneira mais simplificada, a estrutura de aprendizagem, segundo Ausubel, pode ser mais bem esclarecida pelo esquema apresentado na Figura 2.

Figura 2. Esquema de aprendizagem de ausubel.



Fonte: Adaptado de MOREIRA, 2011

No esquema apresentado por MOREIRA (2011), que reflete o pensamento de Ausubel, o aluno apresenta um conhecimento prévio, **A**, o subsunçor. Então, é apresentado a ele o conhecimento novo, **a**, dotado de um conjunto de informações e linguagens novas. O encontro desses conhecimentos se dá em seu espaço cognitivo através de um fenômeno denominado de interação. Nesse momento, há a formação de um intermediário cognitivo **a'A'**. A simbologia **a'A'** mostra que os conhecimentos **a**, e **A** foram modificados de certa forma. Na fase seguinte, denominada de dissociação, o intermediário é desfeito gerando os conhecimentos **a'** e **A'**.

A última fase, a obliteração, é a fase em que o aluno se apropria da Aprendizagem Significativa, que é a transformação de  em .

Um Organizador Prévio pode se apresentar na forma de materiais didáticos reais, mas também, na forma de aprendizados imateriais, como debates e conversas realizadas em sala de aula. Moreira esclarece melhor esse conceito, ao afirmar, que as discussões provocadoras de um determinado tema, muito usadas para deslocar o aluno de sua zona de conforto, de forma que se possa plantar um conjunto de dúvidas e perguntas, seria um exemplo bem evidente de Organizador Prévio (MOREIRA, 2011).

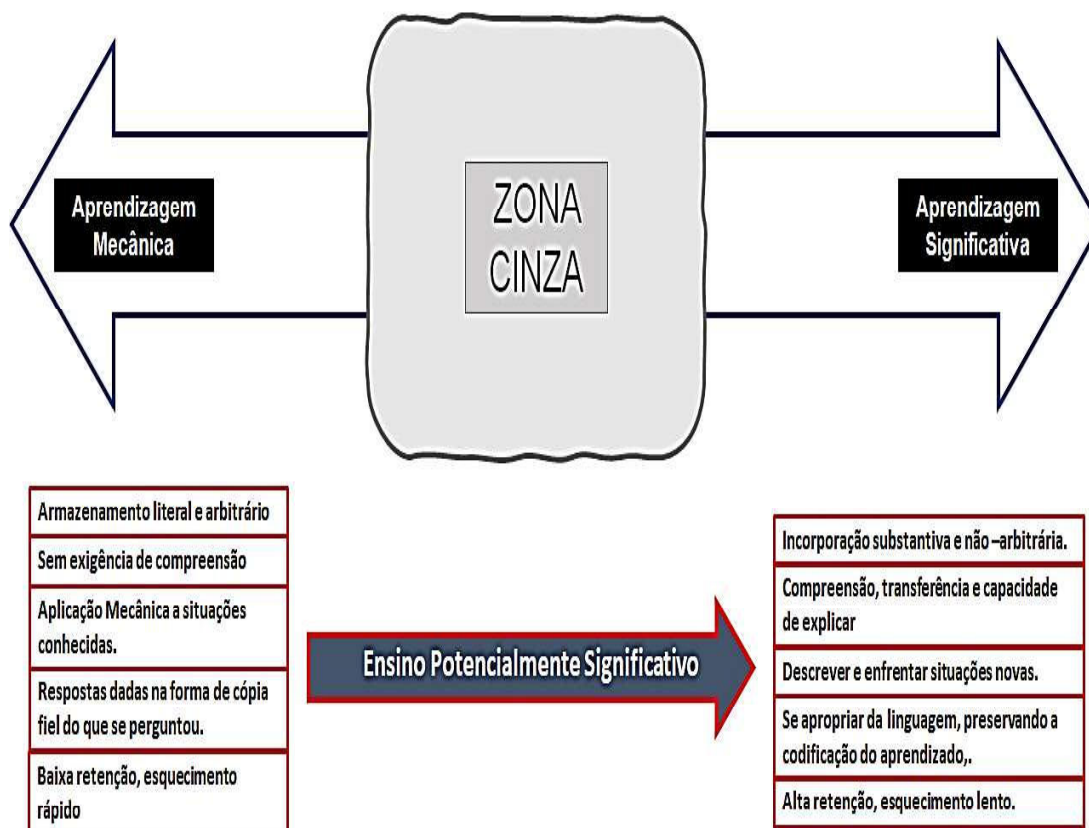
1.3. Passando da Aprendizagem Mecânica para a Aprendizagem Significativa

A passagem de uma Aprendizagem Mecânica para Significativa requer algumas peculiaridades. Uma delas, é a qualidade dos subsunçores, e a outra é a predisposição de aprendizagem do aluno adquirida a cada passo do processo. Uma vez que estas condições não sejam aceitas, certamente, o resultado será uma Aprendizagem Mecânica. A obtenção de um subsunçor modificado, após a retenção, como mostra a Figura 2, é o que indica o alcance da Aprendizagem Significativa.

Além disso, a Aprendizagem Significativa é lenta e progressiva. A construção de um subsunçor e a aquisição de qualidades de aprendizado como: captação, internalização, diferenciação e reconciliação de significados, reforça uma morosidade da Aprendizagem Significativa. Além disso, aulas bem explicadas e alunos aplicados, não são, necessariamente, elementos que colaboram com a ocorrência de uma Aprendizagem Significativa (GOWIN, 1981; VERGNAUD, 1990; MOREIRA, 2011).

Assim, a passagem da Aprendizagem Mecânica para Significativa requer um processo complexo de transformação do indivíduo em sua cognição. Dentro de seu universo cognitivo ocorre essa transformação, e ela se faz através de uma região de alta capacidade de aprendizagem denominada Zona Cinza, apresentado na Figura 3.

Figura 3. Esquema de Transformação da Aprendizagem Mecânica em Significativa.



Fonte: Adaptado de MOREIRA, 2011.

Na Figura 3 o processo de transformação que é verificado na estrutura cognitiva do aluno, que leva à percepção da passagem da Aprendizagem Mecânica para a Aprendizagem Significativa, não se faz instantaneamente. A Zona Cinza, observada no esquema da Figura 3, seria uma região de cognição intermediária, onde ocorre uma espécie de equalização dos elementos de aprendizagem. É um momento de conflito cognitivo, pois o aluno precisa de um tempo para aprender a fazer uso de novas ferramentas mentais de aprendizagem. A Aprendizagem Mecânica é um tipo de aprendizagem que sempre nos é exposta, independentemente da faixa etária. Se por um lado, a Aprendizagem Mecânica está presente nas ações mais primitivas de aquisição de conhecimento, por outro, Aprendizagem Significativa não está. Ela é construída de forma mais lenta e gradual e o aluno, no ponto de vista cognitivo, certamente condicionado à Aprendizagem Mecânica, necessitará se adaptar a essa nova condição (MOREIRA, 2011).

A passagem da Aprendizagem Mecânica para a Aprendizagem Significativa, pode ser entendida de forma diversificada por outras teorias de aprendizagem. Este fato pode servir como uma corroboração ao que se é proposto pela Teoria da Aprendizagem Significativa. Um

primeiro exemplo a ser citado é a Teoria de Piaget, que estabelece que o desenvolvimento cognitivo do ser humano obedece as etapas relacionadas, prioritariamente determinadas pela sua idade cronológica. Piaget em sua teoria estabeleceu uma relação direta entre a cognição e o amadurecimento das estruturas biológicas do ser humano, e, por isso, o desenvolvimento cognitivo do ser humano atende a um conjunto de quatro etapas. A primeira etapa, denominada de Etapa Sensoriomotora, que é compreendida do nascimento até os dois primeiros anos de idade, é entendida como uma etapa em que a criança desenvolve em sua cognição problemas essencialmente práticos, como pegar um objeto, jogar uma bola etc. É uma fase predominantemente dominada por reflexos inatos como a sucção, por exemplo. A segunda etapa, Etapa Pré-Operatória, etapa compreendida da fase bebê até a primeira infância, em torno dos sete anos de idade, a criança já amadurece no sentido de apresentar esquemas representativos ou simbólicos em sua cognição. O desenvolvimento da fala, que surge nesta fase da vida, permite que ela seja capaz de fazer uma relação entre a ideia denotativa de um ser ou objeto com a conotação como o nome daquilo representa. Por exemplo, a associação com um copo com água e a identificação verbal da criança sobre o que contém no copo. Ou ainda, a identificação de pessoas queridas, verbalizando a associação entre a pessoa com o seu respectivo nome, como a identificação da mãe, por exemplo. A terceira etapa, a Etapa Operatório – Concreta, compreende o período da primeira infância até a chegada da adolescência, por volta dos treze anos de idade, nessa fase, pode ser destacado, um abandono do egocentrismo, muito forte nas fases anteriores, o que se significa que a criança se torna mais interativa e socializada. Nesta fase a criança desenvolve a capacidade de associar a realização de um evento com ações procedimentais prévias, como a necessidade de aquecer a água para fazer café. Também nessa fase, ela é capaz de interrelacionar processos operatórios simples, como entender as operações aritméticas de soma e subtração são opostas, o que quer dizer que ela consegue encontrar uma parcela de uma soma utilizando a subtração como ferramenta de cálculo. A quarta e última etapa, Etapa Operatório – Formal, é considerada uma etapa definitiva segundo essa teoria. Piaget entendia que até chegar nessa etapa, o ser humano se encontra passando por um processo de construção cognitiva, porém, ao chegar nessa fase, ele alcança o seu amadurecimento cognitivo máximo. A principal característica dessa fase é a sua capacidade de estabelecer uma relação lógica entre duas situações, através do raciocínio hipotético-dedutivo. Logo, ele passa a ser capaz de estabelecer hipóteses sobre as diversas situações que ocorrem na sua vida. Este tipo de capacidade cognitiva mostra o seu amadurecimento, quando comparada com a fase anterior (DAVIS *et al.*, 2003).

Um segundo exemplo é a Teoria de Vygotsky. Nesta teoria o desenvolvimento cognitivo do ser humano está associado a mecanismos de apropriação de elementos históricos, sociais e culturais. Assim, as transformações da zona cinza, apresentadas na Figura 3 que ilustram a passagem da Aprendizagem Mecânica para a Significativa, pode ser interpretada como um exercício de construção de elementos hipotéticos presentes no espaço cognitivo de um aluno na fase Operatório – Formal, conforme a Teoria de Piaget. Ou ainda, pode representar um processo de apropriação de elementos históricos, sociais e culturais, preconizado pela Teoria de Vygotsky. Lembrando que tais elementos estão presentes no conteúdo do chamado Conhecimento Novo. Desta forma, pode-se observar a presença de elementos cognitivos contidos nas teorias de Piaget e Vygotsky implantados na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (REGO, 2001).

1.4. Formas de Acesso à Aprendizagem

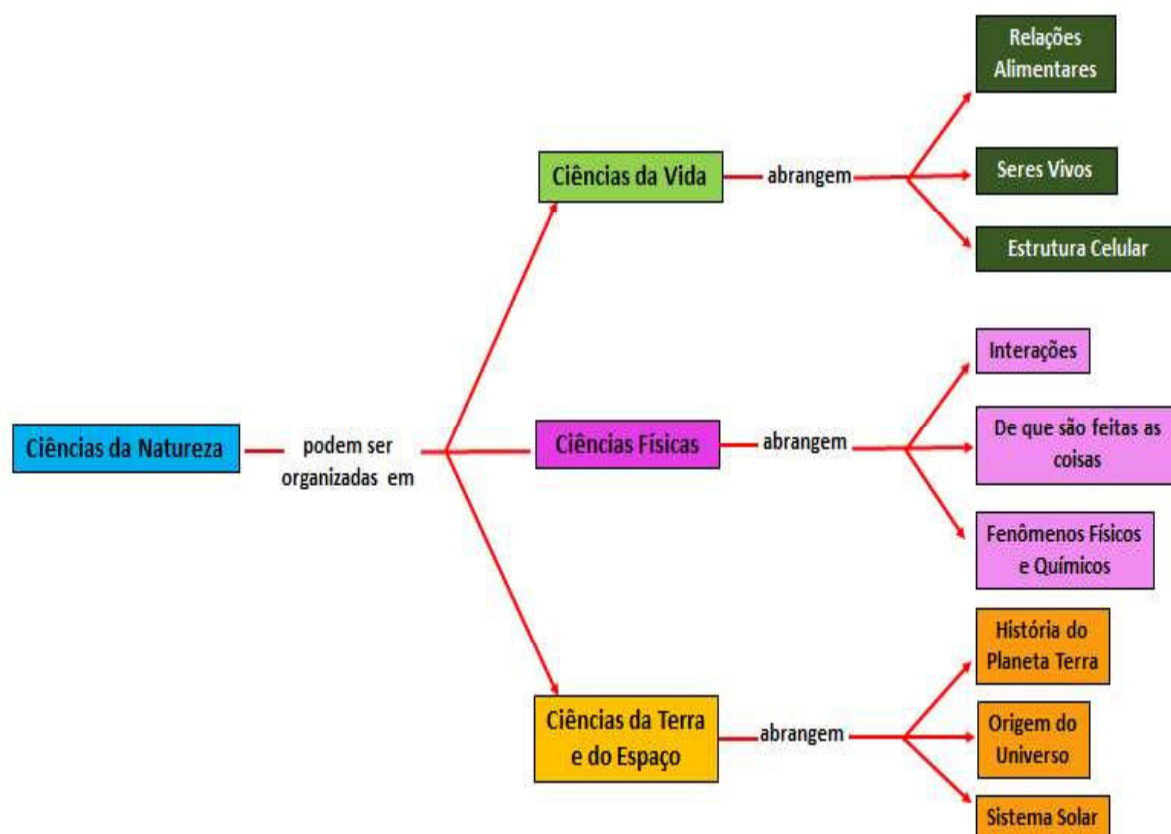
A forma de contato do aluno com o conteúdo de aprendizagem, também foi estudado pelos autores da Teoria de Aprendizagem Significativa. Este contato se dá por dois tipos: a Aprendizagem Receptiva e a Aprendizagem por Descoberta. A Aprendizagem Receptiva pode ser explicada, sucintamente, e através de um exemplo prático, ao acesso do aluno a um novo conhecimento através de uma fonte específica como livros, filmes, vídeos, laboratórios etc. O processo de Aprendizagem Receptiva, apesar do nome, não pode ser confundido com uma aprendizagem passiva que parte exclusivamente do professor. Por outro lado, construir o que está se aprendendo a partir de uma descoberta, sem necessariamente ter um tema pré-estabelecido, seria uma boa descrição para a Aprendizagem por Descoberta. Este tipo de aprendizagem se faz de forma quase que integral na infância do aluno, e que com o seu crescimento, passa a predominar a Aprendizagem Receptiva (MOREIRA, 2011). Ainda segundo Moreira (2011) uma forma de se inferir o aprendizado do aluno, visando uma Aprendizagem Significativa, é a produção pelos alunos de mapas conceituais.

1.4.1. Mapas Conceituais

Os mapas conceituais são instrumentos de aprendizagem na forma de diagramas de significados. Eles são descritos obedecendo a uma hierarquia de conceitos (MOREIRA, 2011). Além disso, os mapas conceituais desenvolvem uma importante função como ferramenta avaliadora, destacando-se, ainda, os conflitos cognitivos gerados no seu processo de estruturação (NOVAK e GOWIN, 1996; SOUZA *et al.*, 2010). Ademais, o mapa conceitual atua como um estruturador do conhecimento, pois permite mostrá-lo com profundidade e extensão (TAVARES *et al.*, 2007). Há um consenso entre alguns autores, no que se refere ao uso exclusivo dos mapas conceituais como ferramenta de aprendizagem. Eles afirmam que a nossa cognição responde mais rapidamente, quando estamos expostos à uma informação visual do que a textual. (NOVAK e GOWIN, 1996; TAVARES, 2007; SOUZA *et al.*, 2010; MOREIRA, 2011).

Para diversos autores os elementos básicos de um mapa conceitual devem apresentar informações contidas em caixas em forma de figuras geométricas, acrescidos de setas indicativas. Eles podem apresentar o seu desenvolvimento no sentido vertical ou horizontal. Deve existir uma região destinada às caixas contendo a “caixa de preposição”, nela deverá conter uma informação, com uma palavra-título ou uma frase, que deverá ter um papel provocativo ao aluno. A caixa de preposição pode estar conectada à, pelo menos uma “caixa de conceito”. Nas caixas de conceito estão contidas as informações que respondem as caixas de preposição. A conexão entre as caixas é por “setas de enlace”. Nelas, estão descritas as “informações de enlace”. Essas informações são pequenas frases contendo termos conectivos. As setas de enlace, também interligam caixas de conceito (FARIA, 1989; MASINI, 2001; SAKAGUTI, 2004; MENEGOLLA, 2006; MOREIRA, 2011). A Figura 4 mostra um exemplo de mapa conceitual que pode ser utilizado em aulas de Biologia para o Ensino Médio. Os Mapas Conceituais compõe uma valiosa ferramenta de aprendizado no sentido de se alcançar uma Aprendizagem Significativa, ao logo de um processo de aprendizagem.

Figura 4. Exemplo de Mapa Conceitual.



Fonte: Adaptado de <http://cecgodoy.net/como-fazer-mapas-conceituais/>, acesso em 01/12/2019.

1.5. Experiências do Uso da Aprendizagem Significativa no Ensino

É grande a quantidade de registros do uso da Teoria da Aprendizagem Significativa no Ensino. Pode-se ter como público – alvo, profissionais de saúde, engenharia, ensino médio e superior entre outros, ou pela disciplina de estudo a ser ensinada. A seguir serão apresentadas algumas publicações que relatam experiências do uso da Teoria da Aprendizagem Significativa no Ensino.

Professores de Matemática relataram uma experiência pedagógica com doze alunos da segunda série do Ensino Médio de uma escola pública, que funciona em horário noturno, em Guaratinguetá, São Paulo. A turma foi escolhida por já ter tido contato com o tema Trigonometria anteriormente. Os alunos deveriam desenhar um círculo trigonométrico e identificar, usando instrumentos de desenho, neste caso, o transferidor, instrumento de desenho totalmente desconhecido dos alunos, relações métricas, projeção de ângulos, o comprimento do seno e do cosseno de alguns deles. Os alunos descreveram as suas respostas, em tabelas e

gráficos correspondentes. Através dos resultados obtidos, os autores destacam alguns erros na construção do gráfico que indicam os ângulos simétricos por projeção, porém não se percebem erros significativos na representação gráfica das funções seno e cosseno. Os autores comentam sobre a necessidade da presença do professor como elemento mediador, principalmente na condução do aluno no caso da resposta inexata, mesmo entendendo que houve de certa forma, alguma aprendizagem. Eles também apontam como uma possível Aprendizagem Significativa, a maior precisão verificada nos gráficos, que foram construídos nas etapas finais da atividade (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Uma outra experiência pedagógica foi realizada por professores de Biologia com trinta e seis alunos de duas turmas de 7º ano de uma Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio, localizada em Alegre, Espírito Santo. O tema foi Biologia Celular, e a estratégia foi apresentar situações como o uso do microscópio, a diferença entre células procariotas e eucariotas e a identificação de organelas celulares. Os autores relatam através da metodologia realizada que foram feitas duas atividades pedagógicas: A primeira, uma aula expositiva, tradicional, apresentando o tema, e uma segunda, apresentando um modelo didático de uma estrutura, escultura, de célula eucariota, com diâmetro de sessenta centímetros, confeccionada com papelão, cola, lápis de cor e tesoura. A avaliação consistiu em um questionário sobre os conceitos apresentados. Ela foi realizada em três momentos: o primeiro, antes da aula expositiva sem o instrumento didático, um segundo, após as aulas apresentadas anteriormente, e um terceiro, após a aula em que o instrumento didático foi inserido na explicação teórica. Os autores observaram uma gradativa apropriação da linguagem dos conceitos biológicos apresentados, da primeira para a terceira apresentação, respectivamente, fato observado pela diminuição da quantidade de erros conceituais apresentados. Os autores evidenciam também a dificuldade dos alunos no aprendizado dos conceitos biológicos, mas ressaltam a importância do uso do recurso didático como um elemento novo de aprendizagem, capaz de alterar, dentro de um processo significativo, aprendizados que estavam anteriormente registrados, provavelmente, de forma mecânica (GUIMARÃES *et al.*, 2016).

Outra experiência pedagógica foi realizada com dezessete alunos de primeira série do Ensino Médio, do ensino noturno, de uma escola pública localizada a aproximadamente vinte quilômetros de Brasília, Distrito Federal. Neste projeto foi feito o uso de modelos de cromossomas, feitos de canudo, para explicar diversos conceitos do tema Divisão Celular. Primeiramente, foi observado, através de filmagens autorizadas, aulas regulares sobre o tema na escola. Em seguida, aplicou-se uma avaliação na forma de um teste, o pré-teste. Após a aplicação do pré-teste, o conteúdo foi apresentado à turma em quatro encontros, fazendo o uso

do modelo didático. A finalização da experiência pedagógica se deu com a aplicação de uma nova avaliação, na forma de um teste, o pós-teste, acrescida de entrevistas semiestruturadas sobre o tema Síndrome de Down. O autor destacou a grande dificuldade encontrada pelos alunos no aprendizado do tema Divisão Celular. Observou-se também, que a introdução dos modelos didáticos causou um melhor resultado no pós-teste comparado com o resultado do pré-teste (BRAGA, 2016).

Um minicurso na área de Química foi realizado com quarenta alunos da 1ª série do Ensino Médio de uma Escola Estadual na cidade de Muzambinho (MG). A metodologia utilizada foi dividida em três etapas. Na primeira, os alunos foram familiarizados aos mapas conceituais, utilizando os temas Estrutura Atômica e Tabela Periódica, necessários para o entendimento do tema Ligações Químicas, e foram explicadas algumas técnicas de confecção de mapas conceituais. Na segunda etapa, o tema Ligações Químicas foi apresentado através de recursos didáticos variados como vídeos, textos, exercícios e modelos em realidade virtual, 3D, em que os alunos usavam óculos de lente colorida para a visualização. Também foram usados modelos moleculares de plástico, bexigas e papelão, capazes de revelar a geometria de moléculas simples, como água, amônia, oxigênio etc. Na terceira etapa, foi feita a aplicação de um questionário de avaliação do curso. Além disso, os alunos produziram mapas conceituais sobre o tema Ligações Químicas, como tarefa do curso. Os mapas conceituais foram avaliados por dois outros docentes, sendo um do Ensino Médio, e o outro do Ensino Superior. Os autores concluíram que a utilização dos recursos didáticos apresentados na segunda etapa, colaborou para uma Aprendizagem Significativa. Porém, eles salientaram, que este tipo de aprendizagem ocorre através de um processo lento e gradual (TRINDADE *et al.*, 2012).

Outra experiência pedagógica na área de Química envolveu quarenta e cinco alunos da segunda série do Ensino Médio de uma escola pública, no município de Eusébio, Ceará. A metodologia adotada pelos autores dividiu o projeto em quatro etapas, denominadas de momento. No primeiro momento, selecionou-se os alunos pertencentes à turma de menor rendimento escolar, para que se realizasse a experiência pedagógica com trabalhos experimentais, reforçando o trabalho já realizado pela professora regular da turma. No segundo momento, foram realizadas resoluções de exercícios sobre o tema Soluções pela professora da turma. Nessa oportunidade, o pesquisador aplicou uma questão extra, denominada QP1, que tinha como objetivo, a identificação dos componentes, soluto e solvente numa solução, obtendo a resposta de vinte e nove alunos. No terceiro momento os alunos da turma foram divididos em dois grupos, G1 e G2. O grupo G1 foi para o Laboratório Educacional de Ciências, e o grupo G2 ficou estudando o conteúdo planejado pela professora da turma. Antes de iniciar,

especificamente as atividades experimentais, os alunos do grupo G1 foram apresentados à vidraria do laboratório, como também, receberam informações sobre normas de segurança em laboratório de Química e a necessidade da constante anotação dos dados observados nos fenômenos apresentados. Em seguida ocorreu uma aula experimental que consistia no preparo de soluções. Uma segunda avaliação, a QP2, questão diferente de QP1, porém com o mesmo objetivo, identificação de soluto e solvente numa solução, foi aplicada aos alunos do grupo G1 nessa oportunidade. Em um quarto momento ocorreu a inversão das atividades dos grupos G1 e G2. Os autores observaram um maior número de acertos na identificação do soluto e do solvente na solução em QP2. E, os autores concluíram que a Aprendizagem Significativa é alcançada com a presença de um elemento didático capaz de evidenciar a Química como uma Ciência Experimental, e que a aula no laboratório foi fundamental, para que os alunos se apropriassem da linguagem específica do tema apresentado (SARAIVA *et al.*, 2017).

Uma outra experiência pedagógica na área de química foi desenvolvida com vinte e dois alunos de uma escola privada, Grupo 1, e vinte e sete alunos de um Colégio Estadual, no Ceará, Grupo 2. O projeto foi dividido em seis etapas, denominadas de Encontros Presenciais. Durante as atividades de cada encontro eram apresentados aos alunos tipos diferentes de polímeros na forma de objetos, ou pedaços de objetos encontrados e utilizados no nosso dia a dia. Os alunos preencheram tabelas com itens como o histórico, propriedades, estrutura básica, reação de obtenção e a reciclagem, contemplando o enfoque da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), nas atividades pedagógicas do Ensino Médio. A avaliação do processo pedagógico ocorreu no sexto encontro presencial, utilizando-se um texto provocativo sobre a importância dos polímeros na vida dos alunos, acompanhado de duas questões. Na primeira o aluno teve que responder, utilizando apenas três palavras ou expressões sobre o que vem a ser polímeros. Já a segunda questão foi uma pequena redação, em que os alunos escreveram um breve parágrafo sobre o conteúdo do tema apresentado. Mesmo percebendo uma grande evolução das respostas apresentadas pelos alunos dos dois grupos, detectando um aprendizado significativo, o autor observou um conjunto pequeno de alunos com dúvida. A este fato, o autor, interpretou que a Aprendizagem Significativa não se fez presente, o que indica que seria um caso de Aprendizagem Mecânica. Além disso, foi destacada a importância do papel mediador do professor no processo de ensino-aprendizagem, como também, a necessidade incessante do uso de novas estratégias de ensino (SANTOS, 2017).

Analisando-se as publicações apresentadas nesta seção, observa-se-se que a introdução de um elemento didático, seja na forma de uma demonstração experimental, de vídeo, de texto explicativo, e, na forma de mapas conceituais, resulta num melhor aprendizado dos alunos.

Outrossim, verifica-se uma tendência considerável para uma Aprendizagem Significativa, em detrimento a uma Aprendizagem Mecânica. Substituir o modelo de aprendizagem, onde o professor é apenas o transmissor do conhecimento e o aluno, o receptor, por um modelo que permita uma ampliação dos conceitos com a inclusão de novas linguagens, estimulando outros receptores cognitivos, além de outros tipos de aprendizagem, torna-se, sem dúvida, uma empreitada encorajadora para os professores comprometidos com uma melhor qualidade de ensino.

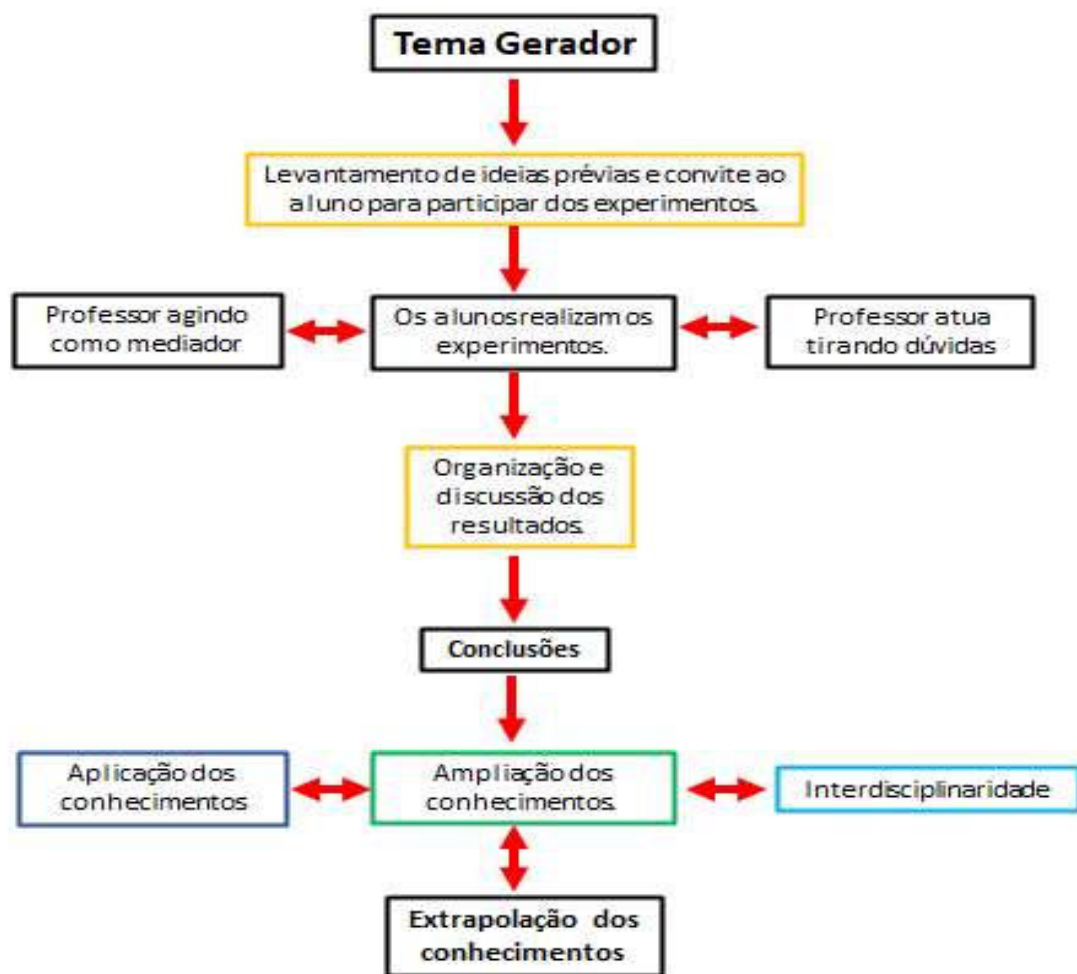
1.6. A Aplicação de Oficinas Temáticas no Ensino de Química e a Aprendizagem Significativa

“Uma oficina temática se caracteriza por apresentar os conteúdos químicos a partir de temas que evidenciam como os saberes tecnológicos e científicos contribuíram e contribuem para a sobrevivência do ser humano, tendo influência no modo de vida das sociedades, a fim de tornar o ensino de química mais relevante para os alunos devido à interligação entre conteúdos e contexto social.” (PANICCI-FILHO *et al.*, 2008).

O uso das Oficinas Temáticas, ou Oficinas de Estudo, como ferramenta de aprendizagem é contemplado por diversos autores. Alguns, por exemplo, destacam a sua importância no estudo das Ciências da Natureza (GAIA *et al.*, 2008). Outros consideram as Oficinas Temáticas como um instrumento construtivista de aprendizagem (DRIVER e OLDHAM, 1986). Ausubel entende que as Oficinas Temáticas são ferramentas capazes de levar os alunos a um conjunto de questionamentos que possam resultar numa Aprendizagem Significativa (DRIVER e OLDHAM., 1986, AUSUBEL, 1980).

Uma Oficina Temática deve apresentar um planejamento didático para a sua execução. A Figura 5 apresenta um esquema que procura facilitar esse planejamento (MARCONDES *et al.*, 2007).

Figura 5. Atividades realizadas numa Oficina Temática.



Fonte: Oficinas Temáticas no Ensino Público visando à Formação Continuada de Professores. (MARCONDES, *et al.*, 2007).

A Figura 5 descreve as etapas de uma Oficina Temática, como também, o papel do professor em cada uma delas. A literatura disponível apresentou diversas experiências de Oficinas Temáticas envolvendo o Temas de Química ou de natureza interdisciplinar com ela. Também foi possível perceber que as Oficinas Temáticas serviram de ferramenta de aprendizagem para grupo de alunos do Ensino Médio, como também do Ensino Superior, dando-se destaque aos cursos de Licenciatura da área de Ciências da Natureza. A seguir, serão apresentadas algumas experiências no uso de Oficina Temáticas.

Alguns professores promoveram uma Oficina Temática que correlacionasse os conteúdos de Funções Orgânicas e Biomoléculas presentes na composição química dos alimentos. A oficina apresentou uma primeira etapa, denominada de 1º Momento Pedagógico – Problemática Inicial - em que cada estudante participante teve que responder um questionário contendo as seguintes perguntas: 1) “O que você sabe sobre os alimentos”? 2) “Por

que nos alimentamos”? 3) “Em sua opinião, do que os alimentos são constituídos”? 4) “Você tem uma alimentação saudável”? 5) “Em sua opinião, do que os alimentos são constituídos”? Essas questões foram discutidas em uma atividade presencial em sala de aula. Essa etapa foi complementada com um exercício, onde os alunos teriam que identificarr as funções orgânicas presentes em seis estruturas moleculares presentes em alimentos. As estruturas foram colocadas num quadro para ser completado pelos alunos com os nomes das funções orgânicas presentes. A segunda etapa, denominada de 2º Momento – Organização e Conhecimento - tinha o objetivo de sistematizar e organizar as funções químicas estudadas na primeira etapa, em macronutrientes (carboidratos, lipídios e proteínas) e micronutrientes (vitaminas e sais minerais). Os alunos receberam um roteiro contendo o diagrama esquemático com essa nova informação. Um novo debate em sala de aula, dando ênfase a função nutricional destas substâncias e a informação da sua presença em diversos tipos de alimentos consumidos pelas pessoas, através de um esquema didático, escrito no quadro de giz, promoveu a síntese integradora dos conteúdos discutidos. A terceira e última etapa, denominada de 3º Momento – Aplicação do Conhecimento - foi dividida em duas fases. Na primeira fase os alunos receberam um novo exercício, em que os alunos tiveram que associar a função química do composto e o seu papel nutricional, classificando-o em macronutriente ou micronutriente, como também, associar com suas respectivas biomoléculas. Na segunda fase os alunos tiveram uma aula experimental, na qual amostras de alimentos foram submetidas a testes de identificação, usando reagentes específicos de grupos funcionais como Benedict, Lugol, Biureto etc. Propriedades como cor e solubilidade também foram verificadas. Esta atividade laboratorial foi iniciada através da apresentação da pergunta provocativa, “Qual a composição Química dos alimentos”? Ao final do experimento, os alunos escreveram um texto sobre o experimento como relatório das observações experimentais. Os autores destacaram o maior interesse dos alunos pelo conteúdo, quando ensinado na forma de Oficina Temática. A questão cotidiana como uma importante estratégia para chamar a atenção do aluno também foi destacada pelos autores, e que este tipo de trabalho, além de científico, apresenta um interessante papel socializador (PAZINATO *et al.*, 2014).

Uma experiência de uma Oficina de Ensino, denominação dada pelos autores, contou com a participação de três professores da Rede Estadual de Ensino do Estado do Paraná, dois estagiários de Licenciatura em Química da Universidade Estadual do Paraná e alunos de três colégios Estaduais do Paraná.. A oficina aborda a temática de Produtos Naturais. No processo de sua elaboração os autores fizeram uso do esquema de elaboração de Oficinas Temáticas proposto por Marcondes *et al.* (2007), conforme a Figura 5. A Oficina Temática inicia usando

o própolis como tema gerador. Os alunos desenvolveram, com o auxílio dos professores e estagiários, equipamento de destilação por arraste de vapor utilizando materiais caseiros como panela de pressão, lata de tinta, mangueiras hospitalares, mangueiras de P.V.C., adaptados à algumas peças laboratoriais, como condensador. A Oficina Temática apresentou cinco etapas de desenvolvimento: A primeira etapa, consistia num questionário para se verificar o conhecimento prévio dos alunos. Cada aluno recebeu uma folha impressa com as seguintes perguntas: 1) “O que você entende por produto natural?” 2) “Você conhece o própolis?” O que você sabe a respeito? De onde ela é obtida?” 3) “Você sabe o que são óleos essenciais? Explique.” 4) “Que tipo de produtos utilizam em sua composição óleos essenciais? Qual o principal método de extração destes óleos?” A segunda etapa, se destinou ao desenvolvimento teórico/científico envolvendo o própolis, óleos essenciais e destilação por arraste de vapor. Além de coletar a opinião dos alunos sobre o tema, essa etapa contou com a apresentação histórica do própolis, a sua utilização cotidiana e terapêutica, sua obtenção, composição química e comercialização. A terceira etapa foi uma etapa experimental que consistia em testes de solubilidade com diversos solventes. Com essa atividade, seria possível para o aluno relacionar a polaridade das substâncias com a sua solubilidade, e, conseqüentemente, o uso desses solventes na separação de óleos essenciais. A quarta etapa, também uma atividade experimental, foi a extração do óleo essencial de eucalipto utilizando o equipamento disponível, descrito acima. Na quinta e última etapa, os alunos receberam um novo questionário contendo as seguintes perguntas: 1) “Qual o principal método utilizado para extrair óleos essenciais?” 2) “Enumere alguns produtos utilizados em sua casa que possuem óleos essenciais em sua composição.” 3) “O que você conseguiu compreender de novo em relação à própolis e sua utilização?” 4) “Por que em escala industrial são utilizados princípios ativos sintéticos ao invés daqueles extraídos de produtos naturais?” Os autores destacaram o grande interesse dos alunos em executar as etapas da Oficina de Estudo. Além disso, eles concluíram que uma Oficina Temática é uma atividade de aprendizagem que deve ser repetida no trabalho docente, e estimularam o seu uso por outros professores (WINKLER *et al.*, 2017).

Uma outra Oficina Temática foi realizada com cinquenta e quatro alunos de segundo e terceiro anos do Ensino Médio, de uma escola pública estadual, localizada no Município de Niterói, no Estado do Rio de Janeiro. Os autores relatam que o desenvolvimento das etapas da Oficina Temática seguiram o esquema proposto na Figura 5. A Oficina Temática apresentou três etapas: A primeira etapa, denominada de Problemática, constituiu na apresentação do tema e verificação dos conhecimentos prévios dos alunos. Nela foram estabelecidos diálogos com os alunos, dando-se destaque para os aspectos históricos, socioeconômicos e ambientais

sobre o Pré-sal. A segunda etapa, através de palestras e apresentação de recursos de multimídia, vídeos, videoaulas e apresentações de slides, foram apresentados os conteúdos curriculares de química, correlacionados com o tema central da Oficina Temática. A terceira e última etapa, denominada de Diagnose, os alunos foram submetidos a um questionário com perguntas relacionadas ao tema como, o uso do petróleo e seus derivados, as consequências ambientais da exploração do petróleo. Também, nesta etapa, foram feitas entrevistas informais aos alunos para avaliar o nível de satisfação do grupo com a aplicação dessa ferramenta de aprendizagem. Os autores, através da análise das respostas obtidas na atividade da terceira etapa da Oficina Temática, concluíram que essa ferramenta de aprendizagem, aumentou de forma significativa o interesse dos alunos pelas aulas de Química, ressaltando, também, a interdisciplinaridade do tema escolhido. Eles também destacaram uma melhora na relação interpessoal dos alunos, transformando o ambiente social, durante a execução da Oficina Temática, informal e prazeroso. Eles também registraram a importância de temas como este no desenvolvimento de competências e o exercício de cidadania pelos alunos (FARIAS *et al.*, 2013).

Além das experiências descritas, existem outras colaborações na área (LOYOLA *et al.*, 2017; GAIA *et al.*, 2008). Todos estes trabalhos mostram a importância da Oficina Temática como uma ferramenta de grande valor para a aprendizagem. Outro ponto que se deve destacar é a presença dos fundamentos da Teoria da Aprendizagem Significativa durante a descrição de cada Oficina Temática apresentada, mesmo que não se observe um registro formal do fato.

Além disso, os diversos recursos tecnológicos disponíveis atualmente são de grande importância para um melhor desenvolvimento de uma Oficina Temática. A tecnologia é uma ferramenta que tem sido usada com grande frequência nas atividades educacionais, principalmente no que se refere aos recursos audiovisuais. O uso do vídeo e do áudio proporciona uma multiplicidade das linguagens, que facilita a comunicação (DA SILVA *et al.*, 2010). Contudo, uma inovação tecnológica não significa, necessariamente, uma inovação pedagógica. É necessário que se modifique a prática pedagógica. Porém, o uso de uma prática pedagógica obsoleta, não se modifica apenas com a mudança dos recursos utilizados. (CORREA, 2002).

1.7. O uso da ferramenta do PowerPoint® no Ensino

Muitos são os aplicativos que podem servir como ferramenta de aprendizagem. Dentre eles, será dado um destaque ao Microsoft PowerPoint®. O Microsoft PowerPoint® é um aplicativo presente na maioria dos computadores atualmente. Ele é muito usado para apresentação de slides em aulas e palestras. Este aplicativo passou a fazer parte do conjunto de aplicativo do Pacote Office para comercialização em 1989 (NISHITANI *et al.*, 2010). O aplicativo PowerPoint®, desde a sua comercialização inicial, passou a ser uma ferramenta importante na educação, quando os recursos tecnológicos, principalmente o uso de computadores e projetores de imagens eletrônicos, passaram a fazer parte da rotina de muitas escolas.

Mesmo apresentando ferramentas mais sofisticadas com o passar do tempo, o PowerPoint® apresenta o seu projeto baseado na capacidade de produção, edição e apresentação de slides (NISHITANI *et al.*, 2010). Além disso, mesmo sofrendo, gradativamente, um processo de substituição por aplicativos considerados mais atuais, o aplicativo PowerPoint® ainda é apontado como um grande recurso de aprendizagem, principalmente nas escolas públicas, que geralmente, apresentam dificuldades para acompanhar o processo de atualização dos recursos tecnológicos (LOPES *et al.*, 2018). As versões mais atualizadas do aplicativo PowerPoint® contém diversas ferramentas de animação, que fornecem a possibilidade de criação e edição de vídeos, e, conseqüente gravação de videoaulas, transformando-o num valioso material de estudo.

Muitas são as colaborações que descrevem a utilização de vídeos, porém o número de publicações que apresentam a elaboração de videoaulas utilizando os recursos contidos no PowerPoint® ainda é muito limitado, mesmo existindo tutoriais explicativos como o de Gula, 2016.

Sendo assim, será apresentado um levantamento de trabalhos que envolvem o uso de vídeo e do aplicativo PowerPoint®, porém de uma forma que se possa priorizar o uso de vídeos e o uso do aplicativo PowerPoint®, sem que haja, necessariamente, uma relação direta e simultânea entre os recursos.

Existem diversos tipos de aplicativos que servem de recursos de áudio e vídeo para se desenvolver o aprendizado de Química no Ensino Médio. O PowerPoint® é um deles, porém existem outros aplicativos como o Prezzi® e Neapod®, considerados mais arrojados em termos de recursos e ferramentas. O avanço tecnológico, que passou a ser de grande importância no

ensino de Química, ajuda no processo de transformação da forma de abordagem no Ensino de Química. (MORENO *et al.*, 2012).

Em outro trabalho os autores destacam as vantagens do uso do PowerPoint®, num contexto histórico da substituição do uso da lousa pelos slides. Foi uma pesquisa, que consistia na satisfação dos estudantes de Graduação do Curso de Ciências Contábeis de uma Instituição Particular de Ensino Superior, localizada na cidade de Curitiba, no Estado do Paraná. A metodologia da pesquisa consistia em dividir os alunos da instituição em grupos. No espaço amostral de alunos, havia grupos que tiveram aulas com o uso da lousa ou de retroprojetor, e outros grupos, através de slides do PowerPoint®. As aulas ministradas continham o mesmo tema a ser desenvolvido. Os autores concluíram que o uso do PowerPoint® facilita o processo de aprendizagem, especialmente, em relação ao tempo de execução da aula. Por outro lado, há uma certa dificuldade de domínio das ferramentas do aplicativo (PANUCCI-FILHO *et al.*, 2011).

Uma Oficina Temática destinada a aluno do curso de Licenciatura em Química teve o objetivo de construir animações no PowerPoint®. A Oficina Temática iniciou uma avaliação diagnóstica, cujo objetivo foi observar a familiaridade dos alunos com o aplicativo. Num segundo momento, os alunos foram apresentados às ferramentas do aplicativo PowerPoint®, dando-se destaque à construção de imagens, como as de vidrarias laboratoriais, e de animações. Na etapa final da Oficina Temática, os alunos apresentaram seus trabalhos feitos com o uso do aplicativo contendo os efeitos obtidos a partir de suas ferramentas. Foi possível simular experimentos de Química, através de animações do aplicativo. Os autores destacaram a boa aceitação dos alunos pelo recurso tecnológico apresentado, considerando o experimento satisfatório em termos do objetivo proposto (LOPES *et al.*, 2018).

O PowerPoint® pode, ainda, ser uma ferramenta valiosa na elaboração de videoaulas, apesar de ainda ser muito pouco explorada para este fim. Através do PowerPoint® com o auxílio de um aparelho celular, é possível a edição de aulas, onde o aluno pode assistir em computadores domésticos ou aparelhos celulares. Uma videoaula, usando o PowerPoint® para a sua edição, apresentou os conceitos de Deslocamento de Equilíbrio Químico (Princípio de Le Chatelier) a alunos de 3º série do Ensino Médio de duas escolas públicas no Rio de Janeiro. A videoaula continha teoria, exercícios e demonstrações experimentais sobre o tema. Os alunos se mostraram entusiasmados com a nova abordagem não só pelo apelo da ferramenta audiovisual, mas pela associação da teoria com a demonstração experimental realizada. (ALMEIDA *et al.*, 2021)

A Oficina de Temática, “A Química Mudando a Sociedade”, desenvolvida nesta dissertação, além de apresentar algumas das características descritas nos trabalhos apresentados nesta seção, contém elementos diferenciais como, a priorização da interdisciplinaridade entre um tema de Química, uma disciplina da área das Ciências da Natureza, e outro de História, que é uma disciplina da área das Ciências Sociais, resguardando, de forma lógica e contemporânea, uma ligação entre eles. Além disso, vale a pena também citar, o uso de aplicativos da rede internet, que, além de apresentarem uma linguagem mais familiar e contemporânea ao aluno, é uma ferramenta que nos permite a oportunidade de realizar as suas atividades no formato de Ensino Remoto, conforme as seções 4 e 5 desta dissertação.

1.8. A Colaboração Científica de Lavoisier para o Desenvolvimento da Sociedade Industrial do Século XIX

Antoine – Laurent Lavoisier nasceu em 26 de agosto de 1746 em Paris, França. De família rica, foi incentivado a estudar Direito, mas o seu interesse pelas Ciências foi maior, principalmente a Química. A Química pensada na forma que conhecemos hoje se deve aos trabalhos de Lavoisier, por isso, Lavoisier é considerado como “Pai da Química Moderna”. O seu grande diferencial em relação aos cientistas de sua época foi o tratamento quantitativo de seus dados experimentais, como também, o uso de uma nomenclatura sistematizada para as substâncias. Fato pouco comum entre os estudiosos de Química desse período, devido à forte influência das práticas da Alquimia. Suas medições precisas contribuíram para grandes feitos como a melhoria da iluminação das cidades e a elaboração de métodos para a produção de salitre, matéria prima para a fabricação da pólvora. Lavoisier colaborou também com o uso do calorímetro, aparelho capaz de medir a quantidade de calor de um sistema fechado. Aparelho desenvolvido e utilizado, de forma pioneira, por ele e Laplace (GREENBERG, 2009).

Foi admitido à Academia Francesa de Ciências aos 23 anos. A sua produção científica aumentou ainda mais após o seu casamento com Marie Anne. Além de uma condição social e financeira bastante superior à sua, Marie Anne se tornou uma companheira de presença marcante em seus estudos e experimentos, Figura 6. Ela possuía o domínio da língua inglesa, muito importante na época, pois as principais publicações científicas vinham da Real Academia Inglesa, fundada muito antes por Isaac Newton e Robert Boyle, como também a habilidade de desenhar os seus experimentos que hoje encontramos em suas publicações. A Lei da Conservação das Massas pode ser considerada a sua principal colaboração para a Ciência, pois com ela derrubou-se a Teoria do Flogístico, o que permitiu uma melhor explicação para a

descrição das reações químicas. Lavoisier era rendeiro, cobrador de impostos, no período mais conturbado da Revolução Francesa. Foi considerado traidor da pátria pelo grupo político recém-empossado na França, sendo assim, ele foi guilhotinado em 8 de maio de 1794 (TRINDADE, 2007; O MUNDO DA CIÊNCIA, 2017).

Figura 6. Antoine Laurent Lavoisier e Marie Anne Lavoisier, quadro de Jacques – Louis David.



Fonte: <https://www.metmuseum.org/pt/art/collection/search/436106>, acesso em 14/05/2020.

1.8.1. A Química Antes de Lavoisier

Até o Século XVII, muitos conceitos entendidos pelos cientistas da atualidade, ainda não estavam totalmente esclarecidos. Ainda não existia a diferença conceitual entre elemento químico e substância química. Alguns metais como cobre e estanho, conhecidos desde os Séculos VIII e IX A.C., não eram considerados dessa forma. Além disso, Robert Boyle, também apresentou experimentos, que provam a necessidade do ar para a manutenção da vida (ROZENBERG, 1983; GREENBERG, 2009; GONICK *et al.*, 2017). O Quadro1 apresenta as principais teorias e experimentos defendidos por outros cientistas antes de Lavoisier.

Quadro 1. A Ciência antes de Lavoisier.

Pensador e/ou Cientista	Período	Colaboração
Aristóteles	384 a.c – 322 a.c	A natureza possuía quatro elementos: água, terra, fogo e ar.
Paracelso	1493 - 1541	A natureza possuía três elementos: mercúrio, enxofre e sal.
Van Helmont	1577 – 1644	Cunhou o termo gás, khaos (chaos), para os materiais que se encontravam no estado gasoso.
Evangelista Torricelli	1608 – 1647	Conseguiu medir o que hoje chamamos de pressão atmosférico através de um aparelho, por ele inventado, denominado barômetro.
Blaise Pascal	1623 – 1662	Conseguiu estabelecer uma relação entre a pressão atmosférica e a altitude.
Otto Von Guerick	1602 – 1686	Através de seus experimentos de pneumática conseguiu desenvolver uma câmara de vácuo e provar que ele consistia na ausência de ar.
Robert Boyle	1627 – 1691	No texto de new experiments phisical – mechanical, de 1662, boyle mostra que a relação entre a pressão e o volume de um gás à temperatura constante, obedece a uma proporção inversa. a lei de boyle, que depois foi confirmada por edme mariotte (1620 – 1684), pode ser representada pela expressão $p_1 \cdot v_1 = p_2 \cdot v_2$ ou $p_1 \cdot v_1^2 = p_2 \cdot v_2^2$, onde, na primeira expressão p é uma pressão qualquer do gás, v é o seu volume correspondente e k, um valor constante e, na segunda expressão 1 é o estado inicial do gás e 2, o estado final.

Fonte: Adaptado de ROZENBERG, 1983; GREENBERG, 2009.

1.8.2. A Teoria de Flogisto (ou Flogístico)

A Teoria do Flogisto, a Teoria do Calórico e a Teoria Atômica fazem parte do conjunto de dúvidas e discussões dos pensadores e cientistas em relatos que vão da Antiguidade até os dias de hoje. Os trabalhos de Lavoisier permeiam, direta ou indiretamente, esses três momentos importantes do desenvolvimento da Ciência.

Tentar explicar surgimento do fogo foi, por muito tempo, uma preocupação dos pensadores que antecederam Lavoisier. Para Heráclito (540 – 475 a.C.) o fogo era entendido como um fator primordial para uma transformação. Já Aristóteles o incluiu no conjunto dos quatro elementos da natureza. Esta preocupação atravessa a História até o século XVII. O seu conceito original foi proposto por Johann Joachim Becher (1635 – 1682), mas a explicação mais consistente desta teoria é atribuída a George Ernst Stahl (1600–1734). Stahl, para explicar os fenômenos oxidativos, combustão, oxidação e redução de metais, fenômenos ligados à técnica da metalurgia, técnica utilizada desde a Antiguidade, associava essas propriedades à presença de um “princípio inflamável” ou “matéria ígnea”, o Flogístico. Quando um pedaço de ferro metálico se transforma em ferrugem (mistura de óxidos de ferro) por oxidação seria uma liberação do Flogístico presente no metal, conforme apresentado na Equação 1 (ROZENBERG,1983; GREENBERG, 2009).

Equação 1. Formação da ferrugem segundo a Teoria do Flogístico.

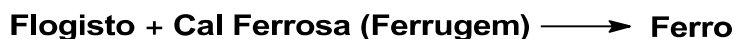


Fonte: ROZENBERG, 1983.

Para os seguidores desta teoria, o Flogístico seria extremamente leve. Esta afirmativa procura se esquivar do aumento da massa durante a transformação, já que na massa da Cal Ferrosa é superior à massa de Ferro.

Para Stahl, as substâncias combustíveis, que produziam massas menores que as iniciais, através do processo de queima, como o carvão e o enxofre, eram consideradas ricas em Flogístico. Quando uma substância rica em Flogístico entra em contato, sob aquecimento, com uma substância não inflamável, essa poderia devolver o Flogístico, recuperando a substância original, como apresentado na Equação 2 (ROZENBERG,1983; GREENBERG, 2009).

Equação 2. Recuperação do Ferro, substância original, segundo a Teoria do Flogístico.



Fonte: ROZEMBERG, 1983.

Outro ponto a ser destacado, é a necessidade da presença do ar atmosférico nessas transformações. Para estes cientistas o ar se combinava com o Flogístico, como se fosse uma reação paralela, logo a ausência deste levaria ao cessamento do processo. A Teoria do Flogístico teve muitos seguidores, dentre eles, pode-se destacar o Henry Cavendish e o Joseph Priestley, cujas colaborações estão descritas no Quadro 2.

Quadro 2. Colaborações de Henry Cavendish e Joseph Priestley.

Pensador e/ou Cientista	período	Colaboração
Henry Cavendish	1731 – 1810	Conseguiu obter o gás hidrogênio através da reação dos ácidos com metais. Ele percebeu que este fenômeno se repetia mesmo com a mudança da natureza do ácido. O hidrogênio, gás recolhido, foi denominado de “ar inflamável”. Cavendish acreditava que os metais perdiam o flogístico para o ar fazendo a ignição do gás hidrogênio. Cavendish conseguiu propor a composição qualitativa da água. A descoberta da água como uma substância química e, não mais um elemento químico, foi creditada aos trabalhos de James Watt (GREENBERG, 2009).
Joseph Priestley	1733 – 1804	Adepto do termo ar, no lugar de gás, Priestley teve uma importante participação no isolamento de diversas substâncias como o ar nitroso (monóxido de nitrogênio), o “ar ácido” (ácido clorídrico anidro ou cloreto de hidrogênio), o “ar alcalino” (amônia). Mas, o maior destaque nesses isolamentos, se deve ao “ar desflogisticado” (oxigênio), obtido através do contato da luz solar com óxido mercúrico. O crédito e a identificação do oxigênio, como elemento, também receberam a colaboração dos trabalhos de Sheele, considerado pela maioria dos estudiosos como o descobridor do oxigênio, e Lavoisier (GREENBERG, 2009).

Fonte: Adaptado de ROZENBERG, 1983; GREENBERG, 2009.

A Teoria do Flogístico, a Teoria do Calórico e a Teoria Atômica compõem as chamadas Teorias Materiais. Estas teorias, sendo as duas últimas discutidas nos itens 1.9.3 e 1.9.4, explicavam a composição, como também, os efeitos energéticos provocados por algum tipo de matéria. Este tipo de pensamento foi comum até o início do século XIX, sustentado ainda na ideia dos quatro elementos. Já a Teoria Atômica, é discutida até os nossos dias (ROZENBERG, 1983; BACHELARD, 2006; GREENBERG, 2009; TAVARES *et al.*, 2010).

1.8.3. A Lei da Conservação da Massa

A Lei da Conservação da Massa foi um passo decisivo na compreensão das reações químicas na forma que são entendidas atualmente. Essa lei foi estudada quatorze anos antes por Mikhail Vasilyevich Lomonossov (1711 – 1765), porém não teve um impacto considerável entre os cientistas da Europa Ocidental. Por volta de 1774, utilizando montagens de aparelhagens laboratoriais e meticulosos processos de pesagens, Lavoisier a eternizou no Tratado Elementar de Química (FRAZÃO, 2019).

Muitas são as formas de enunciar a Lei da Conservação da Massa. Rozenberg (p. 39, 1983) descreve a Lei da Conservação da Massa da seguinte forma: “Num sistema isolado, a massa permanece constante, independente das reações químicas que nele se processam.”

Dentre as muitas reações utilizadas por Lavoisier para a demonstração da Lei da Conservação da Massa, será utilizada como exemplo, a reação de decomposição do óxido mercúrico ou óxido de mercúrio (II). Essa reação foi anteriormente realizada por Priestley que resultou no isolamento do gás oxigênio, porém ele não compreendeu desta forma. Quando o óxido de mercúrio (II), que é um sólido de cor alaranjada é aquecido, ele se decompõe em mercúrio metálico, um líquido prateado e gás oxigênio, que pode ser descrito na conforme a Equação 3.

Equação 3. Decomposição do óxido mercúrico ou óxido de mercúrio (II).



Fonte: Adaptado de KOLTZ, 2009.

Para Lavoisier, o consumo total de aquecimento de 2,16 g de óxido mercúrico, resultará numa massa de mercúrio e oxigênio, cuja a soma será igual a 2,16 g. A Tabela 1 mostra o estudo progressivo dessa reação química com os respectivos valores da massa das substâncias consumidas e produzidas.

Tabela 1. Estudo da Lei da Conservação das Massas.

Tempo	Massas (g)			
	óxido mercúrico	Mercúrio	Oxigênio	Total
Inicial (t0)	2,16	0	0	2,16
t1	1,62	0,5	0,04	2,16
t2	1,08	1,0	0,08	2,16
t3	0,54	1,5	0,12	2,16
Final (t4)	0	2,0	0,16	2,16

Fonte: Adaptado de ROZENBERG, 1983.

Os tempos t1, t2 e t3 descrevem etapas intermediárias da reação. Mesmo nestas etapas, a massa total do conjunto de substâncias permaneceu constante (adaptado KOTZ, 2009).

A Química que entendemos hoje está praticamente apoiada na Lei da Conservação das Massas. Ela influenciou, direta ou indiretamente, em diversas leis e teorias, na Química. Quando uma equação química é escrita, para representar uma reação química, as substâncias envolvidas devem ser representadas por suas fórmulas, e, na maioria dos casos, há a necessidade de balancear a equação química. Se necessário, há a indicação se a reação é endotérmica ou exotérmica, através da descrição da sua variação de entalpia. Todos esses procedimentos citados estão, direta ou indiretamente, relacionados com a Lei de Lavoisier.

1.9. Descobertas Científicas Decorrente dos Trabalhos de Lavoisier

A publicação da Lei da Conservação da Massa influenciou de forma definitiva a Ciência. A Química passou a ser estudada de forma mais quantitativa. Além disso, o conceito de sistema fechado influenciou a explicação de fenômenos físicos, químicos e biológicos. Ficou mais clara, por exemplo, a relação massa *versus* energia na forma de calor, durante a transformação da matéria. Lavoisier, em seus experimentos, ampliou o espectro de observações como medidas das massas das substâncias envolvidas, como também, é a ele atribuída a construção pioneira do Calorímetro, juntamente com Laplace. Este conjunto de descobertas influenciou de forma considerável a sociedade da época. O século XIX, período da História onde fervilharam essas descobertas, é um período em que a sociedade ocidental, passou a ter na atividade industrial a sua mais importante atividade econômica. Isto torna imprescindível o aprimoramento de máquinas para a produção, como também, para o transporte de mercadorias. Com isso, as descobertas científicas serviu de elemento propulsor dessas transformações na sociedade.

1.9.1 A Lei das Proporções Definidas (Lei de Proust)

Joseph Louis Proust (1754–1826) nasceu em Angers, França. Foi contemporâneo de Lavoisier. Filho de um boticário estudou Química e Farmácia, e foi chefe do hospital Salpêtrière, em Paris. No período mais radical da Revolução Francesa, precisou se exilar na Espanha, onde ensinou Química na Academia de Artilharia de Segóvia, em Salamanca e no laboratório de Carlos IV em Madrid. No seu retorno a Paris, em 1816, foi eleito para a Academia de Ciências da França. Além de diversos estudos sobre a urina, ácido fosfórico e alumínio, o que merece maior destaque é a sua colaboração com a Lei das Proporções Definidas, publicada em 1797. Proust, ainda na Espanha, desenvolveu um processo de extração de açúcar das uvas. Quando retornado à França, pesquisou os sais orgânicos. Proust é um dos fundadores da Análise Química (CANO *et al.*, 2009).

A necessidade de se isolar uma substância das demais presentes numa mistura como atividade em Química vem dos tempos dos Alquimistas. Estes, não interpretavam de forma clara a diferença entre elemento e substância, porém eles já faziam uso de processos de separação de misturas que são utilizados até hoje como a filtração, extração, decantação, destilação etc. Boyle associava a pureza de uma substância à resistência apresentada ao material de se decompor ao fogo. Os cientistas do século XVIII e XIX, Lavoisier e Proust em especial, fizeram uso destes processos para se certificarem da exatidão de suas medidas de massa. Mas uma grande dificuldade era entender quando deveriam parar com os processos de separação, pois a substância desejada já se encontrava dentro do grau de pureza desejado. O conceito de Boyle servia à Lavoisier para diferenciar as substâncias elementares, ou substâncias simples, que não sofriam decomposição pela ação do fogo, das não elementares, ou substâncias compostas, que poderiam se decompor em substâncias simples. Entende-se que quanto maior a quantidade de processos de separação de uma mistura, maior será o grau de pureza da substância desejada. Desde o início do século XX, os químicos entendem como critérios de pureza um conjunto de procedimentos necessários para nos certificarmos dessa condição. Dentre eles, podemos destacar: 1) Descrição detalhada de sua preparação, 2) purificação e rendimento, 3) análise elementar e fórmula empírica, 4) ponto de fusão e ebulição, 5) cor e forma cristalina, 6) solubilidade em vários solventes; 7) reações tipicamente exemplares. Ainda hoje, se utilizam alguns dos procedimentos acima, na pesquisa e nas aulas experimentais de química para identificar uma substância e o seu grau de pureza (SCHUMMER, 1998; BELLAS, 2018).

A Lei das Proporções Definidas tem como objetivo descrever a composição quantitativa dos elementos químicos que fazem parte de uma determinada substância pura. Uma forma de escrever seu enunciado, dentre muitas, foi descrita por Rozenberg (p.41, 1983):

“Existe uma razão constante entre as massas de duas (ou mais) substâncias dadas que reagem entre si para originar um determinado produto.” (ROZENBERG, p.41, 1983).

Apesar desta Lei apresentar uma generalização admitindo a possibilidade da participação de substâncias compostas para formar novas substâncias compostas, o seu grande objetivo é alcançado quando as substâncias elementares reagem entre si para originar uma substância composta. Para confeccionar a Tabela 2, foram usados os valores da Tabela 1, porém apenas às linhas referentes aos estados inicial e final, para um melhor entendimento da Lei das Proporções Definidas.

Tabela 2. Estudo da Lei das Proporções Definidas.

Tempo	Massas (g)		
	Óxido mercúrico	Mercúrio	Oxigênio
Inicial	2,16	0	0
Final	0	2,0	0,16

Fonte: Adaptado de ROZENBERG, 1983.

Se as massas de óxido mercúrico consumido e de mercúrio e oxigênio obtidos em outra experiência qualquer forem, respectivamente iguais a m_1 , m_2 e m_3 , é possível estabelecer a seguinte proporção (relação) entre elas:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{2,16}{2,0} ; \quad \frac{m_1}{m_3} = \frac{2,16}{0,16} ; \quad \frac{m_2}{m_3} = \frac{2,0}{0,16}$$

Considerando que o óxido mercúrico é uma substância composta formada pelas substâncias elementares mercúrio e oxigênio, é possível então determinar a composição (ou fórmula) centesimal do óxido mercúrico através do cálculo:

Percentual de mercúrio presente no óxido mercúrico:

$$(\%) \text{ de mercúrio} = \frac{2,0}{2,16} \times 100 = 92,59\%$$

Percentual de oxigênio presente no óxido mercúrico

$$(\%) \text{ de oxigênio} = \frac{0,16}{2,16} \times 100 = (100) - (92,59) = 7,41\%$$

Em termos de Análise Química, a Lei das Proporções Definidas pode nos levar às seguintes conclusões: 1) Que a composição centesimal ou fórmula centesimal do óxido mercúrico, quando puro, é constante e definida. Não existe outra substância formada pela combinação dos elementos mercúrio e oxigênio que apresenta essa proporção em relação às suas massas. 2) Uma amostra contendo os elementos mercúrio e oxigênio que não apresenta essa proporção em massa, ou não será o óxido mercúrico, ou será uma mistura contendo o óxido mercúrico de mercúrio ou oxigênio. Se a análise laboratorial for realizada com os recipientes abertos, devemos descartar a possibilidade do excesso de oxigênio (ROZENBERG, 1983; GREENBERG, 2009).

1.9.2. A Lei das Proporções Múltiplas (Lei de Dalton)

John Dalton (1766–1844) nasceu em Eaglesfield, Inglaterra. Destacou-se no estudo da Química, Física e Meteorologia. Dalton apresentava uma doença que lhe causava dificuldade de distinguir as cores, mais tarde, essa doença recebeu o nome de daltonismo. A colaboração de Dalton para a Ciência tem como principal destaque o retorno do pensamento atomista. Pensamento esse que entendia que toda a matéria seria formada por minúsculas partículas indivisíveis, os átomos, defendida pelos filósofos da Grécia Antiga, Leucipo e Demócrito, que foi pouco estudada nesse intervalo de tempo. A Lei das Proporções Múltiplas, uma lei ponderal para as reações químicas, foi capaz de fornecer uma maior precisão sobre a composição das substâncias. No estudo dos gases, ele publicou uma lei para misturas gasosas, denominada Lei de Dalton para os gases. Esta lei descreve que a pressão parcial de cada gás presente numa mistura gasosa contida num recipiente, à volume e temperatura constantes, é uma fração da pressão total da mistura. Logo a pressão total da mistura será o somatório das pressões parciais dos seus componentes gasosos presentes (PATTERSON, 1970).

A Lei das Proporções Múltiplas é melhor entendida quando se tem duas ou mais substâncias compostas diferentes formadas pelo mesmo elemento químico. Um dos exemplos

usados por Dalton foram as substâncias metano e etano. A composição centesimal do metano é de 75% de carbono e 25 % de hidrogênio, enquanto a do etano, é de 80 % de carbono e 20 % de hidrogênio. A Lei das Proporções Múltiplas de Dalton apresenta em seu enunciado a seguinte descrição: “Existe uma razão de números inteiros e pequenos entre as diferentes massas se uma substância S1 que, separadamente, reage com a mesma massa de outra substância S2.” (ROZENBERG, 1983).

Então, considerando 100 g de cada substância, temos 75 g de carbono e 25 g de hidrogênio, para o metano, e, 80 g de carbono e 20g de hidrogênio, para o etano. Se for fixada a massa de hidrogênio em 20 g, por exemplo, a composição das massas no metano, passa a ser, 60 g de carbono e 20 g de hidrogênio. Percebe-se, então, que as massas de carbono no metano e etano, respectivamente, obedecem a proporção de 3:4 (ROZENBERG, 1983).

1.9.3. Lavoisier e a Calorimetria, Teoria do Calórico X Teoria Mecanicista

A termodinâmica é uma área de estudo que se baseia na transferência de calor. Até o século XVIII se entendia que as grandezas calor e temperatura eram as mesmas. Esta confusão só foi corrigida no final desse mesmo século. Outra discussão que também existia, era se o calor era uma substância, fluídica, ou se era algum tipo de energia, capaz de agitar as partículas das substâncias. Também não existia uma informação exata sobre a quantidade de calor que poderia ser produzido numa transformação, como, por exemplo, a reação de combustão, os aparelhos de medição eram imprecisos.

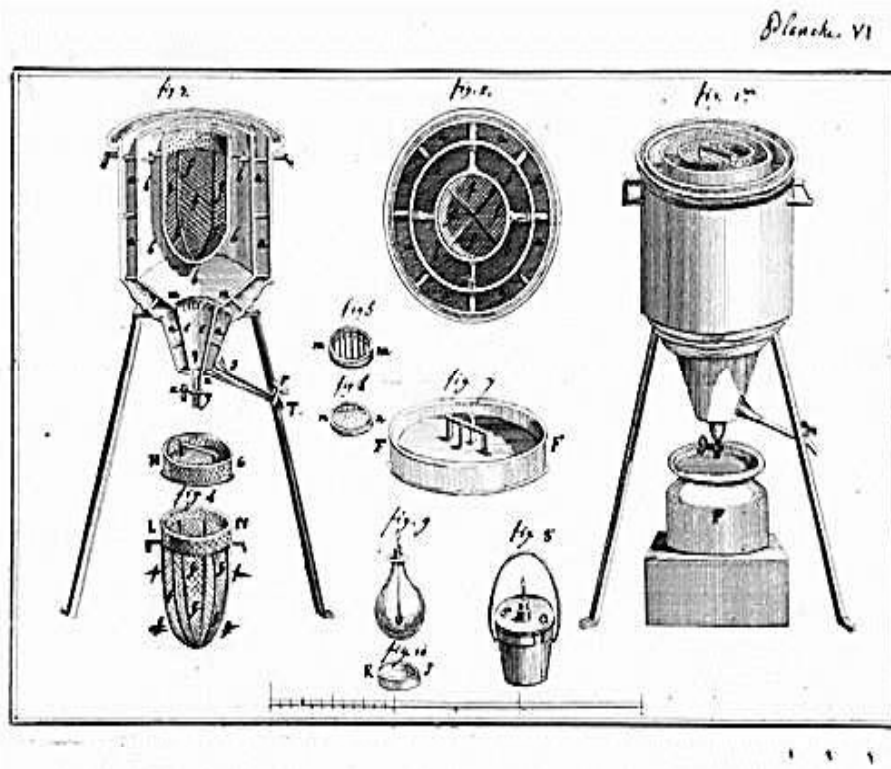
A Teoria do Calórico foi uma teoria material, que entendia que o calor produzido pelas transformações da matéria, como as reações químicas, seria também um tipo de substância de natureza fluídica. Lavoisier quando organizou os elementos e substâncias do seu conhecimento, uma forma primitiva de Classificação Periódica, incluía o Calórico como uma substância elementar.

Contrapondo com a Teoria do Calórico, a Teoria Mecânica, entende que o calor produzido nas transformações da matéria, se deve à energia cinética das partículas, agitação. Laplace e Lavoisier, que anteriormente acreditavam na Teoria do Calórico, foram os seus defensores. O termo Calórico ainda prevaleceu até o meado do século XIX. Ele foi abandonado pelos cientistas, após a publicação das Leis da Termodinâmica e da Teoria Cinética dos Gases (TAVARES, 2010).

Para explicar, e, conseqüentemente, defender a Teoria Mecânica, Lavoisier e Laplace desenvolveram um aparelho que fosse capaz de medir, com boa precisão, a quantidade de calor

numa determinada transformação, através da variação da temperatura observada durante uma determinada transformação, o Calorímetro. Lavoisier e Laplace, pioneiros no uso deste aparelho, desenvolveram o “Calorímetro de Gelo”, Figura 7, que media a capacidade calorífica dos materiais e a quantidade de calor obtida em transformações, pela variação da temperatura do gelo, que servia de fluido condutor de calor (BRITO, 2008; TAVARES, 2010).

Figura 7. Calorímetro de Gelo, Tratado Elementar de Química, Lavoisier, 1798.



Fonte: www.researchgate.net/figure/Lavoisier-and-Laplaces-ice-calorimeter-Plate-VI-with-Madame-Lavoisiers-ink-notations_fig5_226639717, 18/05/2020.

1.9.4. O Atomismo

Pensar que a matéria é formada por minúsculas partículas indivisíveis, é um pensamento que vem desde a Grécia Antiga. Mas isso não quer dizer que esse pensamento era defendido por todos os estudiosos ao longo da história. Aristóteles, 384 a.C. – 322 a.C., atribuiu a Leucipo, que viveu em torno de 500 a.C., a ideia pioneira de uma “Teoria Atômica”. Demócrito, 460 a.C. – 370 a.C., seguidor das ideias de Leucipo, imaginava os “átomos” como estruturas, além de invisíveis, duras, sem cor, sabor e odor. Ele também afirmava que os átomos poderiam possuir diversas formas geométricas, como também, superfícies lisas ou rugosas. Aristóteles, por sua vez, entendia que a matéria apresentava um aspecto contínuo, formada por uma

substância denominada “hylé”, se opondo ao pensamento atomista. A grande e evidente influência de Aristóteles sobre os pensadores, fez com que o pensamento atomista não evoluísse significativamente. Pode-se dizer que o “atomismo” só volta a apresentar uma influência relevante nos trabalhos de Isaac Newton, 1643 – 1627. Em seus trabalhos, Newton, imagina a luz como uma estrutura de natureza corpuscular. Newton defendia que os átomos estavam sujeitos às forças de atração mútua, como as forças gravitacionais. Muitos cientistas contemporâneos a Newton eram partidários das ideias atomistas, o mais destacado seria Boyle com seus estudos sobre os gases apresentado na seção 1.8.1. Muitos estudiosos importantes desse período, como Leibniz (1646 – 1716), matemático, metafísico e teólogo, negavam a possibilidade de existência dos átomos (ROZENBERG, 1983; GREENBERG, 2009).

John Dalton, segundo os registros, era um cientista extremamente preocupado em entender os fenômenos atmosféricos. Era grande a sua dedicação aos estudos de Boyle sobre os gases. A solubilidade dos gases na água ou em outros líquidos estava relacionada com a massa e o número de átomos. Uma corrente de historiadores, afirmam que a comunicação desse estudo, se deu em 1803, perante a Sociedade Literária e Filosófica de Manchester, e já teria abordado o seu pensamento atomista. Porém, o seu registro é de 1808, na obra de *New System of Chemical Philosophy*, Figura 8. Nela, Dalton propõe o que poderia ser chamado de sua “Hipótese Atômica”. Outros historiadores, afirmam que esse comunicado ocorreu em 1810 em palestra proferida na *Royal Institution*. Naquela oportunidade, Dalton teria proposto a Hipótese Atômica na tentativa de explicar o comportamento dos gases. Explicou também a sua Lei dos Gases, usada para misturas gasosas. Ele fazia uso de uma espécie de tabela de “Massas Atômicas Relativas”, massas proporcionais entre os elementos. Na mesma oportunidade, foi também apresentada a Lei das Proporções Múltiplas (DALTON, 1808; ROSCOE *et al.*, 1896; OKY, 2009)

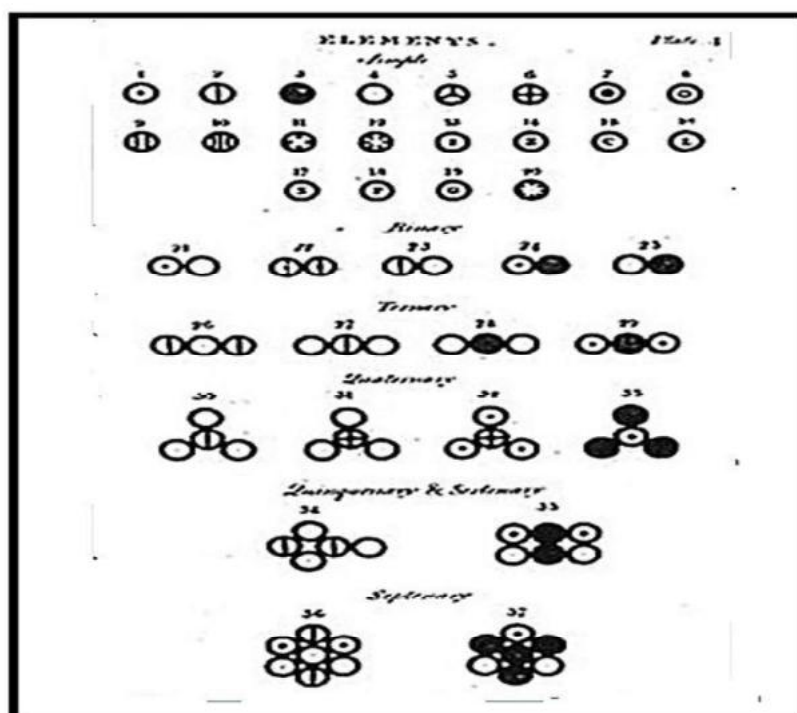
A Hipótese Atômica de Dalton chegou aos nossos dias como uma Teoria Atômica. A grande maioria dos autores, já diante de conceitos mais atuais, descreve em suas publicações um conjunto de premissas atribuídas a essa hipótese, como forma de tornar essa explicação mais didática e objetiva. Por exemplo, Rozenberg, em sua publicação de 1983 descreve sobre a Teoria Atômica de Dalton:

“Toda a matéria é formada por minúsculas partículas indivisíveis e indestrutíveis, os átomos, que conservam a sua individualidade em todas as transformações químicas. Os átomos de um mesmo elemento químico são idênticos entre si, pois apresentam a mesma massa.

Os átomos de diferentes elementos químicos diferentes apresentam massas diferentes. A união de átomos de um mesmo elemento químico dá origem às substâncias elementares ou simples. Porém, a união de átomos de elementos químicos diferentes origina “átomos compostos”, substâncias compostas, numa proporção inteira pequena como 1:1, 1:2, 1:3, 2:3 etc.” (ROZENBERG, p.53, 1983).

Dalton, utilizou uma simbologia própria para os elementos químicos como também para as substâncias como podemos ilustrar na Figura 8.

Figura 8. Ilustração usada por Dalton em *New System of Chemical Philosophy*.



Fonte: <https://pt.thpanorama.com/blog/ciencia/modelo-atmico-de-dalton-postulados.html> 17/05/2020.

No mesmo período da publicação da Hipótese Atômica de Dalton, foram realizadas publicações que, em uma primeira avaliação, contestaram os dados apresentados por Dalton. Gay-Lussac (1778 – 1850), em 1809, publicou a sua Lei Volumétrica, que estabelece uma proporção entre os volumes das substâncias gasosas que participam numa reação química e a quantidade de suas partículas. Essa lei evidencia o fato de que determinadas reações gasosas podem gerar a expansão, como também, a contração do volume total num sistema fechado. Porém, reações como a síntese total da água, provocaram divergências em relação a Dalton.

Para Gay-Lussac, na síntese total da água, considerando os componentes hidrogênio e oxigênio no estado gasoso nas mesmas condições de temperatura e pressão, os volumes consumidos na reação eram de proporção 2:1, respectivamente, e não 1:1 como afirmava

Dalton. Avogadro (1776 – 1856) intensificou os seus estudos num aprimoramento do cálculo das massas relativas entre elementos e substâncias, iniciado por Dalton, como também a relação entre número de partículas e os respectivos volumes das espécies gasosas.

Em 1814, dando continuidade a um artigo de 1811, Avogadro publica o que hoje denominamos de “Hipótese Molecular”, também encontrada nos apontamentos de Ampère de 1814. Essa hipótese afirma que duas substâncias gasosas, quando ocupam um mesmo volume, nas mesmas condições de temperatura e pressão, apresentam o mesmo número de partículas. A essas partículas, Avogadro usou a denominação “molécula” (ROZENBERG, 1983; JUNIOR, 2004; OKY, 2009).

Foi Cannizzaro (1826 – 1910), em 1860, no Congresso Internacional de Química em Karlsruhe, que, finalmente, integrou esses conceitos, aparando as divergências e validando o que chamamos hoje de Teoria Atômico – Molecular. Na ocasião, Cannizzaro apresentou métodos mais precisos para se efetuar o cálculo da massa molecular de substância, denominado de molécula – grama, validando a Hipótese de Avogadro – Ampère. Além disso, Cannizzaro demonstrou que o volume de uma massa de um gás equivalente a uma molécula-grama, tem um valor constante, desde que, se determine o valor de sua pressão e sua temperatura. Hoje, este volume se chama volume molar (ROZENBERG, 1983).

Rozenberg, 1983, descreve as ideias de Cannizzaro para validar a Teoria Atômico – Molecular usando as seguintes definições:

“A molécula é a menor porção de uma substância que tem existência independente e que não pode ser fracionada sem perder as propriedades essenciais dessa substância”
“O átomo é a menor partícula de um elemento químico que participa da molécula de uma substância simples ou composta.” (ROZENBERG, 1983)

A determinação do número de moléculas contidas na massa de uma molécula – grama de uma substância, só foi determinada no século XX e recebeu o nome de Constante ou Número de Avogadro, e a quantidade referente a esse número foi chamado de Mol.

1.9.5. A Influência da Lei de Lavoisier na Transformação da Sociedade do Século XIX

A colaboração científica de Lavoisier interferiu intensamente nas relações econômicas da Sociedade Ocidental no século XIX. Nesse período, o Mundo Ocidental estava em plena Revolução Industrial. A economia, que era totalmente concentrada na produção manual, manufaturas, em que a habilidade individual, ofício, era imprescindível para a produção, estava se transformando numa economia voltada para um processo mecanizado. O uso das máquinas, tendo no estudo do calor o seu princípio de funcionamento, acrescido de uma produção coletiva, onde o trabalhador ficou na condição apenas de operador, e a divisão do local de produção, as indústrias, com setores específicos de etapas de produção, transformou a sociedade de rural para urbana na sua generalidade. O processo de mecanização também alcançou os meios de transportes, com o uso de motores à vapor e depois à combustíveis fósseis. O maior controle dos processos em sistemas fechados, como também do calor envolvido em reações químicas, sem dúvida, facilitou a construção de máquinas mais eficientes. (SMITH,1988; HOBSBAWM, 2014).

2. JUSTIFICATIVA

A dificuldade de ensinar Química se apresenta como um grande desafio. Os professores, diante dessa realidade, procuram por projetos voltados para uma mudança deste quadro, mesmo em condições adversas. Além disso, nas escolas de Ensino Médio, em geral, se verifica um distanciamento significativo entre os docentes das disciplinas que compõem a área das Ciências Humanas e os docentes de Ciências da Natureza. Por isso, esta dissertação procurou estabelecer uma correlação direta entre as transformações sofridas pela sociedade, tendo as descobertas científicas como um fator de valiosa importância para tais transformações. Desta forma, “A Química Mudando a Sociedade” é uma Oficina Temática que priorizou a correlação entre os fatos históricos e as descobertas científicas. Cabe salientar que a Oficina Temática, “A Química Mudando a Sociedade”, não descreveu a Evolução da Química. Procurou-se também, para esta Oficina Temática um processo de avaliação que não fosse limitado simplesmente ao erro ou acerto do aluno, processo mecânico, e sim, que contemplasse uma avaliação do entendimento mais generalizado dos conteúdos ministrados. E, desta maneira, a Teoria da Aprendizagem Significativa foi a ferramenta escolhida para a avaliação do processo ensino-aprendizagem.

A execução da Oficina Temática, devido à pandemia de Covid-19, foi realizada em ambiente virtual, tendo em vista, as dificuldades de funcionamento das escolas em 2020. Sendo assim, espera-se que a realização, das etapas previstas por esta Oficina Temáticas, revele resultados que sejam esclarecedores para uma contribuição futura no ensino da disciplina de Química no Ensino Médio.

3 OBJETIVO GERAL

Esta dissertação teve como objetivo geral propor a Oficina Temática, “A Química Mudando a Sociedade, situada no Ensino Médio, como um instrumento para a prática do ensino-aprendizagem de Química, e que mobilize questões sociais e científicas, utilizando a Aprendizagem Significativa como um meio de avaliação da aprendizagem. Além disso, pretendeu-se avaliar a viabilidade da realização da Oficina de Temática, utilizando a Educação à Distância, EAD. Por fim, desejou-se observar se a relação entre as disciplinas de História e Química, tema da Oficina Temática, foi uma boa estratégia para uma melhor formação do aluno de Ensino Médio, considerando os instrumentos utilizados.

3.1. Objetivos Específicos

Para que os objetivos gerais fossem alcançados, alguns objetivos específicos foram traçados, tais como:

- Avaliar a eficiência da aplicação da Oficina Temática, “A Química Mudando a Sociedade”, em ambiente virtual;
- Investigar a Teoria da Aprendizagem Significativa como um instrumento de avaliação do processo de aplicação da Oficina Temática, “A Química Mudando a Sociedade”;
- Verificar se a modificação cognitiva do aluno, através da Aprendizagem Significativa é influenciada pelo tempo médio de estudo do aluno, série a que ele se encontra, e/ou pode ser influenciada pela idade do aluno;
- Avaliar os Mapas Conceituais como instrumento de ensino-aprendizagem.

4. METODOLOGIA

Em 01 de setembro de 2020, no Colégio Militar do Rio de Janeiro, foi dado início a aplicação da Oficina Temática, “A Química Mudando a Sociedade”. A sua realização ocorreu integralmente de forma virtual, devido à pandemia de Covid- 19, que obrigou o fechamento das escolas localizadas no município do Rio de Janeiro, desde 18 de março de 2020, Art. 1º O Decreto Rio nº 47.282, até 9 de abril de 2021, artigo 6º do Decreto Municipal nº 48.706/2021,

4.1. Ferramentas disponíveis para a realização da Oficina Temática

A Oficina Temática apresentou um conjunto de ferramentas que foram divididas em Ferramentas Físicas e Ferramentas Virtuais, conforme o esquema da Figura 9.

Figura 9. Esquema de acesso à Oficina Temática.



Fonte. Acervo pessoal do Autor, 2019.

As Ferramentas Físicas são os dispositivos eletrônicos que foram utilizados pelo aluno durante a realização da Oficina Temática. Como todo o processo ocorreu em um Ambiente virtual, foi necessário que os alunos estivessem de posse de dispositivos eletrônicos como computador, tablet ou aparelho celular, todos com acesso à rede internet.

As Ferramentas Virtuais formam o conjunto de aplicativos *online* que foram utilizados pelos alunos para realizar as atividades da Oficina Temática. O Quadro 3 apresenta todos os aplicativos que foram utilizados com um pequeno comentário explicando suas principais qualidades de uso.

Quadro 3. Aplicativos utilizados na Oficina Temática.

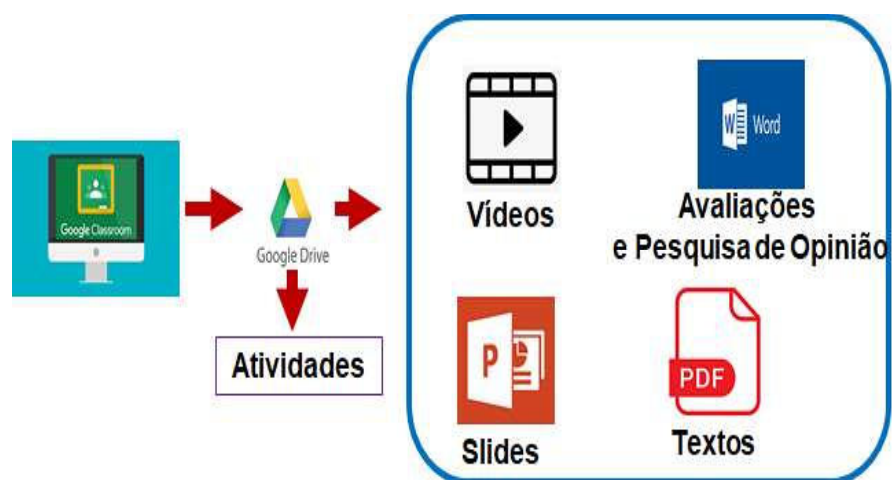
Aplicativos utilizados	Comentário
<i>Google Classroom</i> (sala de aula)	Foi a plataforma que serviu de alojamento da oficina temática.
<i>Google Drive</i>	Serviu de plataforma de acesso dos materiais didáticos, ou biblioteca virtual. nele, foram postados os materiais para a realização das etapas de ensino à distância, pois trata-se de um espaço de armazenamento de pastas e arquivos, onde o aluno pode acessar aos textos, vídeos e videoaulas da oficina de estudos.
<i>Google Meet</i>	Foi o aplicativo que permitiu a realização de reuniões com o todos os integrantes da oficina temática na forma de videoconferência.
<i>WhatsApp</i>	Foi um aplicativo para a “comunicação imediata”, em tempo real. também serviu para envio de materiais foi o principal meio de contato com os alunos.
<i>Youtube</i>	Foi um aplicativo que permitiu as visualizações de vídeos e videoaulas.

Fonte. Acervo pessoal do autor, 2019.

4.2 A Oficina Temática no Ambiente Virtual

Para realizar as tarefas da Oficina Temática, o aluno acessou a uma sala do aplicativo *Google Classroom*, denominada de Sala Lavoisier, cujo *link* de acesso é <https://classroom.google.com/u/0/c/MjQyMjI5NzM0OTVa> e o código, mlqxc2u. A página dessa sala apresenta a possibilidade de acesso ao aplicativo *Google Drive*, onde estavam localizadas as pastas contendo as atividades da Oficina Temática. A figura 10 apresenta um esquema da Sala Lavoisier.

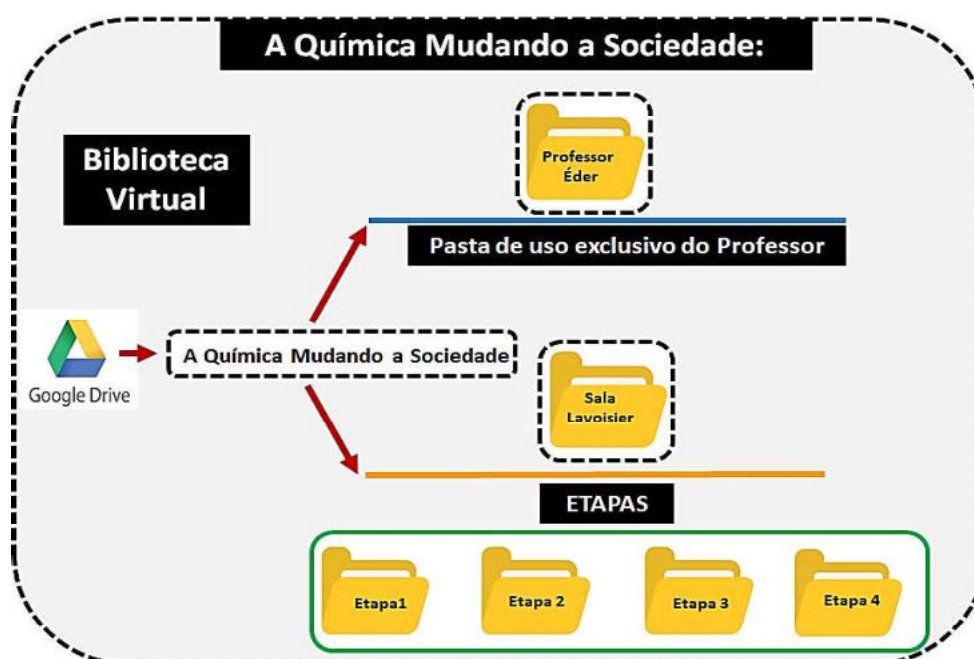
Figura 10. “Sala Lavoisier”, Google Classroom.



Fonte. Acervo pessoal do autor, 2019.

Quando o aluno acessou o aplicativo Google Drive, ele teve acesso à “Biblioteca Virtual” da Oficina Temática, conforme o esquema apresentado na Figura 11.

Figura 11. Pastas da “Biblioteca Virtual”.



Fonte. Acervo pessoal do autor, 2019.

A ‘Biblioteca Virtual’ apresenta duas pastas denominadas de “Professor Éder” e “Sala Lavoisier”. A pasta “Professor Éder”, contendo os dados específicos dos alunos e as avaliações

da Oficina Temática, não teve o *link* disponível por ser de acesso exclusivo do professor. Já a Pasta “Sala Lavoisier” é uma pasta de acesso liberado ao aluno, para que ele pudesse realizar as tarefas da Oficina Temática. Nessa pasta, o aluno encontrou outras três pastas denominadas de Etapa 1, Etapa 2 e Etapa 3, que foram etapas da Oficina Temática. O *link* de acesso à pasta de documentos da “Sala Lavoisier” é:

<https://drive.google.com/drive/folders/1OpyDS6eRSaKjbFcZD3WVn7bq0B-nstdd?usp=sharing> .

4.3. Etapas da Oficina Temática

O projeto inicial da Oficina Temática previa que todos os quatro encontros seriam realizados de forma síncrona e virtual, através do *Google Meet*. Porém, devido às dificuldades apresentadas pelo calendário do colégio, a Etapa 3 precisou ser assíncrona. Assim, foi realizada uma videoaula para a etapa 3 usando recursos do PowerPoint®, conforme Apêndice A. A Figura 12 apresenta as etapas da Oficina Temática, que contou também com textos sobre os conceitos de Química envolvidos na Oficina Temática, conforme Apêndices B e C.

Figura 12. Etapas da Oficina Temática.

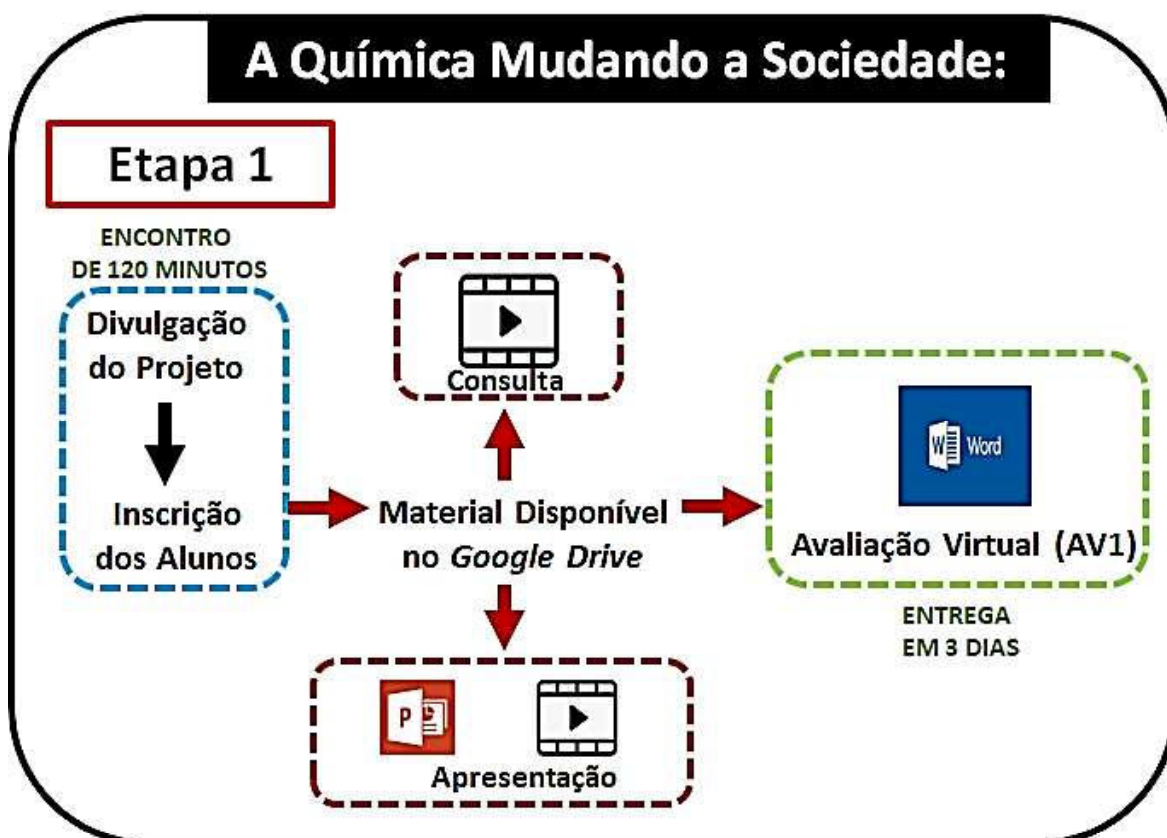


Fonte. Acervo pessoal do autor, 2019.

4.3.1. Etapa 1

A Etapa 1 apresentou um conjunto de eventos distintos, e teve início antes do primeiro encontro com os alunos, propriamente. As primeiras atividades desta etapa foram o convite aos alunos para participarem da Oficina Temática seguido da inscrição. Estes procedimentos foram realizados por telefone celular, no *WhatsApp*. A Figura 13 apresenta um esquema sintetizando dos eventos da Etapa 1. Assim, a procura, a convocação e a inscrição dos alunos interessados foram os primeiros passos realizados para a execução da Etapa 1.

Figura 13. Eventos da Etapa 1.



Fonte. Acervo pessoal do autor, 2019.

O primeiro encontro com os alunos foi realizado através de duas reuniões virtuais idênticas, com duas horas de duração cada, pelo aplicativo *Google Meet*, nos dias 12 e 15 de setembro de 2020. A primeira foi para alunos da 1ª e 2ª série e a outra para alunos da 3ª série. O registro fotográfico, *print* da tela do aplicativo *Google Meet*, se encontra no Anexo A.

Na oportunidade, através de uma apresentação de slides com o aplicativo PowerPoint®, foram esclarecidos os seguintes pontos da pauta: 1) Apresentação da Oficina Temática, 2) A

apresentação da Teoria da Aprendizagem Significativa, 3) A apresentação do vídeo “O Segredo de Bethovem” (JACQUES *et al.*, 2011), 4) A explicação sobre a Avaliação Virtual 1 (AV1) e 5) Registros de Imagens dos Alunos.

No primeiro momento da reunião da Etapa 1, o aluno recebeu as informações operacionais de funcionamento da Oficina Temática como as suas etapas, o cronograma, com o tempo total previsto para a realização da Oficina e o tempo de duração de cada etapa. Além disso, os mecanismos de acesso ao material disponível no seu ambiente virtual, a “Biblioteca Virtual”, foram apresentados. A figura 14 ilustra o cronograma para a Oficina Temática apresentado na reunião da Etapa 1, indicando o período de tempo entre cada etapa. Posteriormente, a sua execução precisou ser alterada devido à questões do calendário do Colégio Militar do Rio de Janeiro. Outro ponto importante que foi abordado nesse momento da reunião foi o tema central da Oficina Temática, que enfatizou a importância da interdisciplinaridade entre as disciplinas de História e Química.

Figura 14. Cronograma da Oficina Temática.



Fonte. Acervo pessoal do autor.

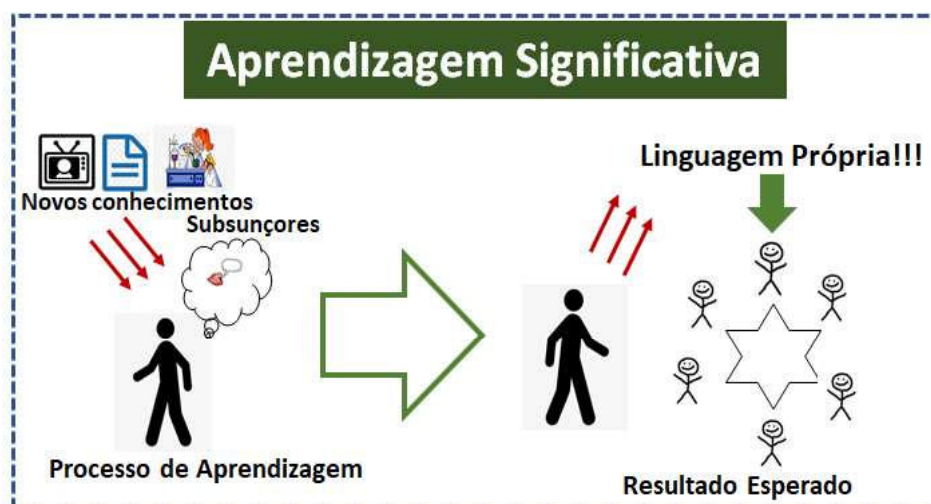
A reunião da Etapa 1, também contou com uma breve explicação, sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa, esclarecendo o aluno sobre o processo de avaliação formativa, pelo qual ele foi submetido na Oficina Temática. As Figuras 15 e 16 mostram slides ilustrativos que foram apresentados nas reuniões da Etapa 1. Com eles, procurou-se explicar a diferença entre as Aprendizagens Mecânica e Significativa. As imagens da apresentação completa estão disponíveis no Apêndice D.

Figura 15. Esquema sobre a Aprendizagem Mecânica.



Fonte. Acervo pessoal do autor.

Figura 16. Esquema sobre a Aprendizagem Significativa.



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2020.

No terceiro momento da reunião da Etapa1 realizou-se a apresentação do vídeo, “O Segredo de Bethovem (JACQUES, *et al.*, 2011). Trata -se de um vídeo com duração de 11 minutos e 37 segundos. Ele se encontra na plataforma do aplicativo *YouTube*, com o link de acesso: <https://youtu.be/Pgoau28tSWU>. O objetivo do vídeo foi mostrar que a Teoria da Aprendizagem Significativa se encontra presente no cotidiano do aluno. Com o objetivo de melhorar o entendimento sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa para os alunos, foi disponibilizado um segundo vídeo, “Vídeo de Consulta”, cujo título é “Aprendizagem Significativa”. Este vídeo, de aproximadamente 9 min de duração, é uma videoaula explicativa

sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa. Ele se encontra na plataforma do YouTube, com o link de acesso: <https://youtu.be/RaT8vbXduFA>.

O quarto momento da reunião da Etapa 1 foi destinado para explicar a Avaliação Virtual 1 (AV1), a primeira tarefa da Oficina Temática. Na seção 1.2 foram apresentados trabalhos que mostravam que para se verificar a existência da Aprendizagem Significativa no processo ensino-aprendizagem do aluno, seria necessário detectar os seus conhecimentos prévios, os Subsúncos ou Ancoragem do Conhecimento. Assim, a Avaliação Virtual 1, AV1, foi o instrumento utilizado para avaliar a presença dos Subsúncos dos alunos na Oficina Temática. Os alunos receberam a AV1, pelo aplicativo *WhatsApp* na forma de documento *Word*. Nela, os alunos foram submetidos a um pequeno questionário contendo duas perguntas, cujos enunciados se encontram no Quadro 4, sobre os temas abordados. O prazo previsto para responder e enviar a AV1 foi de três dias. Os comentários da Avaliação Virtual 1, AV1, ocorreram na Etapa 4.

Quadro 4. Questões da AV1.

Questão	Enunciado
01	“Descreva um exemplo de descoberta científica procurando indicar, sem precisão exata, o período da história que ela tenha ocorrido”. Instrução: descreva através de um texto de, no máximo, cinco linhas.
02	“Descreva pelo menos uma mudança que a sociedade sofreu que, segundo você, pode ter ocorrido devido à influência, direta ou indireta, da descoberta científica citada na questão 01”. Instrução: descreva através de um texto de, no máximo, cinco linhas.

Fonte: Acervo pessoal do autor.

Ainda no quarto momento da reunião da Etapa 1, foi feito o esclarecimento de que as avaliações da Oficina Temática eram formativas. Assim, levou-se em conta a participação efetiva dos alunos nas respectivas etapas, desconsiderando, acertos ou erros dados por tipo de respostas padronizadas para as questões apresentadas. Também foi comunicado que o aluno inscrito na Oficina, e que tenha participação na execução de suas tarefas, fosse beneficiado em, no máximo, 1(um) ponto extra na sua nota global da disciplina de Química.

O quinto e último momento da reunião da Etapa 1 foi referente à questão da divulgação pública da imagem dos alunos participantes da Oficina Temática. Nesse momento foi explicado que toda imagem de aluno divulgada não será capaz de revelar, de forma legível e clara, a sua

identidade. A reunião da Etapa 1 foi encerrada, estabelecendo um prazo previsto de sete dias para a próxima reunião.

4.3.2. Etapa 2

O segundo encontro com os alunos ocorreu na forma de duas reuniões virtuais com duração de uma hora, nas mesmas condições técnicas da reunião da Etapa 1, nos dias 19 e 22 de setembro de 2020. A primeira reunião foi destinada aos alunos da 1ª e 2ª série e a outra, para os alunos da 3ª série. O tema da pauta desta 2ª reunião foi a apresentação do Mapa de Atividades da Etapa 2, descrito na Figura 17.

Figura 17. Atividades da Etapa 2.



Fonte. Acervo pessoal do autor, 2019.

Os materiais disponibilizados na Etapa 2 podem ser acessados via *Link* de acesso aos materiais da Etapa 2 na “Biblioteca Virtual”:

https://drive.google.com/drive/folders/1NW1IHJt7ja0UWGh9YalxZ_4mx4UNxAOh?usp=sharing.

Os textos de Química TQ1 e TQ2 também podem ser acessados nos Apêndices B e C desta dissertação. Esse conjunto de materiais são os Organizadores Prévios, segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa, descrito na seção 1.2. Eles foram confrontados com os Subsúncos, no universo cognitivo do aluno, que, à princípio, foram detectados pelas respostas dada pelos alunos às questões da Avaliação Virtual 1, AV1. Nessa etapa os Organizadores Prévios foram apresentados ao aluno, com as disciplinas de História e Química organizadas de

forma isolada. Esse procedimento teve como objetivo reforçar os conceitos específicos das disciplinas.

As atividades desta etapa consistem em um estudo do material contido na pasta correspondente. Os materiais desta pasta, contém três textos, em formato pdf e quatro vídeos. Os textos consistem em um de História e dois de Química. Já os vídeos são dois de História e dois de Química. Dentro desta pasta, também existe outra pasta, contendo dois vídeos complementares. O prazo de duração para as devidas consultas previstas pela etapa 2 foi de 10 dias.

O Texto de Química 1, TQ1 (ALMEIDA, 2021,d.), cujo título é TQ1- A Lei de Lavoisier, apresenta um resumo teórico sobre a Lei da Conservação das Massas de Lavoisier e suas principais consequências no desenvolvimento da Química (Apêndice B). Já o texto de química 2, TQ2, Consequências Científicas da Lei de Lavoisier (ALMEIDA, 2021,e), é um texto complementar ao TQ1 no que se refere ao apoio teórico necessário para o aluno (Apêndice C).

O Texto de História, TH1, “A Importância da Revolução Industrial no Mundo da Tecnologia (CAVALCANTI, 2017), apresenta informações sobre a Revolução Industrial. Todos os textos se encontram nas pastas da Etapa 2 da “Biblioteca Virtual”, cujo *link* se encontra no início desta seção. Os títulos e links de acesso aos textos TQ1, TQ2, e TH1 estão descritos no Quadro 5.

Quadro 5. Descrição dos Textos da Etapa 2.

Texto	Tema	Título	Link de acesso
TQ1	Química	TQ1 – Lei da Conservação das Massas (Resumo Teórico) (APÊNDICE B)	https://youtu.be/spgrKdtcrog
TQ2	Química	TQ2 – Principais Consequências da Lei de Lavoisier (Resumo Teórico) (APÊNDICE C)	https://youtu.be/x2y5o5_PfHU
TH1	História	Revolução industrial	https://drive.google.com/file/d/1gsFXMVtT_yRAFF6z-A8L_Xy0QamJ6PSJ/view?usp=sharing

Fonte. Acervo pessoal do autor, 2019.

Os vídeos de Química, VQ1 e VQ2, são videoaulas de Química, que foram gravadas com o uso do aplicativo PowerPoint®, conforme metodologia apresentada no Apêndice A. O

vídeo VQ1, cujo título é “VQ1 – Lei de Lavoisier” tem a duração aproximada de 8 minutos, e apresenta uma aula explicativa sobre a Lei da Conservação das Massas de Lavoisier (ALMEIDA, 2021,i.). Já o vídeo VQ2, cujo título é “VQ2 - Consequências Científicas da Lei de Lavoisier” em torno de 30 minutos de duração, e apresenta uma aula sobre as Consequências Científicas da Lei de Lavoisier (ALMEIDA, 2021, j).

Os vídeos de História, VH1 e VH2, são videoaulas utilizando a técnica de vídeo animação, encontrados na plataforma do Aplicativo *YouTube*. O vídeo VH1, “A Revolução Industrial – Resumo Desenhado”, apresenta, aproximadamente, 7 minutos de duração (MÜLLER, 2019). Já o vídeo VH2, “Industrialização na Inglaterra”, tem duração de 5 minutos (MOREIRA, 2020).

Na “Biblioteca Virtual” o aluno pôde acessar ainda dois vídeos extras chamados de “Vídeos Complementares”, VC1 e VC2, que fornecem informações adicionais aos textos, TH1, TH2, TQ1 e TQ2 e aos vídeos, VH1, VH2, VQ1 e VQ2. O vídeo complementar VC1, “Biografia 12 – Lavoisier”, tem duração de 4 minutos e 55 segundos, e relata a vida do cientista Lavoisier, (O MUNDO DA CIÊNCIA, 2017). Já o vídeo VC2, “Demonstração Experimental da Lei de Lavoisier” com duração de 1 minuto, aproximadamente, relata um pequeno experimento laboratorial para a confirmação da Lei da Conservação da Massa de Lavoisier (SILVA *et al.*, 2014). O Quadro 6 apresenta os descritores dos vídeos da Etapa 2.

Quadro 6. Descritores dos Vídeos da Etapa 2.

Vídeo	Tema	Título	Link de acesso
VQ1	Lei das Reações químicas	Lei de Lavoisier	https://youtu.be/ZppUTlq_-pc
VQ2	Lei das Reações Químicas	Consequências da Lei de Lavoisier	https://youtu.be/lmZpFInbsCc
VH1	1ª Revolução Industrial	A Revolução Industrial – Resumo Desenhado	https://youtu.be/BbzV7XFFmM4
VH2	Capitalismo durante o Século XIX- 2ª Revolução Industrial	Industrialização da Inglaterra	https://youtu.be/BbzV7XFFmM4
VC1	Lavoisier	Biografia 12 – Lavoisier	https://youtu.be/p7bPbFopuSU
VC2	Experimento	Demonstração Experimental da Lei de Lavoisier	https://youtu.be/ZBwzTYS8mSc

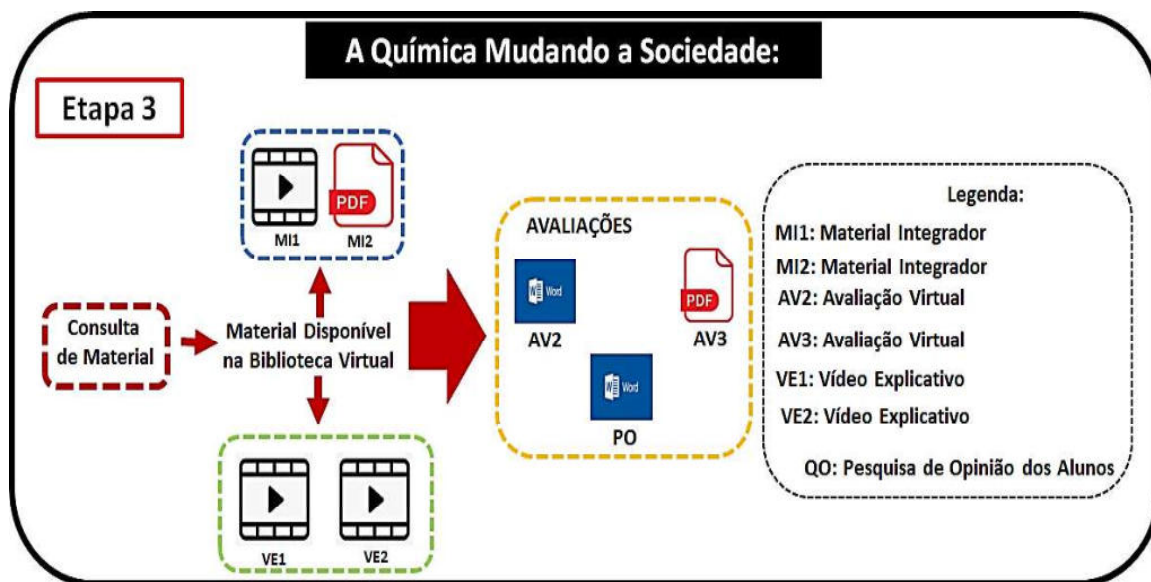
Fonte. Acervo pessoa do autor, 2019.

A reunião da Etapa 2 foi encerrada, estabelecendo um prazo de onze dias para a próxima reunião, para que os alunos pudessem ler todo o material disponibilizado. Na oportunidade, um grupo do aplicativo *WhatsApp*, também foi disponibilizado ao aluno, para que eventuais dúvidas pudessem ser tiradas.

4.3.3. Etapa 3

Como descrito na seção 4.3, a Etapa 3 foi realizada no formato de uma videoaula, cujo *link* de acesso é: <https://youtu.be/rEeYwTp9Hx0> (ALMEIDA, 2021,a.). Esta etapa é entendida como a etapa de integração do projeto, em que o aluno teve a oportunidade de combinar os conhecimentos de História e Química, que foram apresentados de forma isolada na Etapa 2. Portanto, a Etapa 3 é o fechamento do processo de construção dos Organizadores Prévios, como descrito na seção 1.2. O *link* de acesso à pasta da Etapa 3 na Biblioteca Virtual é: https://drive.google.com/drive/folders/1FjESlf52AcJgqm77A_H0SkCnxG5yiM3m?usp=sharing. Os materiais e atividades propostos para a Etapa 3 são apresentados na Figura 18.

Figura 18. Materiais e Atividades da Etapa 3.



Fonte. Acervo pessoal do autor, 2019.

Como pode ser observado na Figura 18, a Etapa 3 contém os Materiais Integradores MI1 e MI2, as Avaliações Virtuais AV2 e AV3, os Vídeos Explicativos VE1 e VE2, além da Pesquisa de Opinião dos Alunos (PO). Para realizar as tarefas desta etapa, o aluno precisou conciliar dinâmicas diversificadas de atividades de estudo.

O Material Integrador 1, MI1, é o vídeo, “A Grande Revolução Industrial – Geografia, com duração de 5 minutos e 8 segundos (VIOLANI, 2014). O vídeo mostra a relação entre o desenvolvimento científico e tecnológico e a industrialização no ocidente, com destaque ao Século XIX, mas contém também informações pertinentes ao tema relacionados com a atualidade. O Material Integrador 2, MI2, é um mapa conceitual em formato de texto com extensão pdf (ALMEIDA, 2021, c).

O mapa conceitual foi escolhido para ser o MI2 da oficina, pois ele é uma forma alternativa de linguagem, como descrito na seção 1.4.1, que procura estimular a aprendizagem através da visualização geral do conteúdo apresentado. No conteúdo deste material está uma visualização esquemática dos principais tópicos do tema central da Oficina Temática, conforme pode ser visto no Apêndice G.

Os vídeos VE1 e VE2, são vídeos explicativos. Neles são dadas algumas orientações sobre a construção de um Mapa Conceitual, VE1, (ALMEIDA, 2021, g) e sobre a edição de vídeos pelo aplicativo Power Point® (ALMEIDA, 2021, h). Os descritores dos vídeos e textos da Etapa 3 se encontram no Quadro 7.

Quadro 7. Descritores dos vídeos e textos da Etapa 3.

Material	Formato	Título	Link de acesso
MI1	Vídeo	MI1 -A Grande Revolução Industrial	https://youtu.be/zoT8J-gZJa0A
MI2	Texto	MI2 -Mapa Conceitual	https://youtu.be/MQjsa51o2yk
VE1	Vídeo	VE1 -Video explicativo sobre a edição de um Mapa Conceitual	HTTPS://YOUTU.BE/WPGPILMCO
VE2	Vídeo	VE2 - Editando um vídeo	https://youtu.be/PzU-ApIVPC4

Fonte. Acervo pessoal do autor, 2019.

Para se observar a presença da Aprendizagem Significativa numa atividade pedagógica após o acesso do aluno aos Organizadores Prévios, descritos na seção 1.2, é necessária a realização de novas avaliações. No caso da Oficina Temática, as Avaliações Virtuais AV2 e AV3, foram os instrumentos utilizados. A Avaliação Virtual 2, AV2, consistiu num questionário, enviado pelo *WhatsApp*, na forma de documento *Word*, onde as duas primeiras perguntas foram as mesmas utilizadas na AV1, e mais duas perguntas inéditas, que aprofundam a discussão do tema. Os enunciados das questões da AV2 estão no Quadro 8.

Quadro 8. Questões da AV2.

questão	Enunciado
01	“descreva, em, no máximo de cinco linhas, um exemplo de descoberta científica procurando indicar, sem precisão exata, o período da história que ela tenha ocorrido”.
02	“descreva, em, no máximo de cinco linhas, pelo menos uma, mudança que a sociedade sofreu que, segundo você, pode ter ocorrido devido à influência, direta ou indireta, da descoberta científica citada na questão 01”.
03	“procure explicar, citando um exemplo, em, no máximo de cinco linhas, como a colaboração de Lavoisier modificou o pensamento de cientistas naturais e tecnológicos no século xix.”
04	“procure explicar, citando um exemplo, em, no máximo de cinco linhas, como a colaboração de Lavoisier influenciou no processo de desenvolvimento da sociedade do século xix.”

Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.

Já a Avaliação Virtual 3, AV3, consistiu em uma tarefa em que os alunos deveriam expressar o aprendizado obtido, através da construção de um mapa conceitual. A AV3 foi entregue pelos alunos em formato de texto na extensão pdf, ou na forma de um vídeo explicativo, nas extensões mp-4 ou AVI.

Para o aluno ter a oportunidade de observar a dinâmica de construção de um mapa conceitual foi feito um Vídeo Explicativo, VE1, (ALMEIDA, 2021, g) que é uma videoaula, cujo o conteúdo do Material Integrador 2, MI2, é explicado passo a passo. O VE1 foi produzido através do aplicativo PowerPoint®, cuja metodologia de produção e edição estão descritas no Apêndice A.

O Vídeo Explicativo, VE2, “VE2- Editando um Vídeo” (ALMEIDA, 2021, h) é uma breve explicação aos alunos sobre a produção de uma videoaula através do aplicativo PowerPoint®, cuja metodologia está descrita no Apêndice A. Este vídeo foi elaborado como mais uma ferramenta aos alunos, especialmente para aqueles interessados em realizar a Avaliação Virtual 3, AV3, em formato de vídeo.

A Pesquisa de Opinião, PO, foi entregue aos alunos, enviada pelo *WhatsApp*, na forma de documento *Word*, para que eles possam expressar as suas impressões sobre a experiência adquirida com a participação na Oficina Temática. O aluno respondeu cinco questões, quatro questões eram objetivas, onde as respostas eram (a) péssima, (b) ruim, (c) regular, (d) bom e

(e) excelente e uma questão discursiva, onde o aluno pode fazer, em uma avaliação geral, como pode ser observado no Quadro 9

A entrega da Pesquisa de Opinião dos Alunos, PO, foi realizada juntamente com as Avaliações Virtuais da Etapa 3, ao longo da semana da reunião da Etapa 4.

Quadro 9. Questionário de Opinião dos Alunos, PO.

Questão	Enunciado
01	“Como você avalia o seu entendimento da química após o contato da oficina de estudos, a química mudando a sociedade?” (a) péssimo; (b) ruim; (c) regular; (d) bom; (e) excelente
02	“Como você avalia a iniciativa da oficina de estudos, a química mudando a sociedade, no que se refere a integrar as disciplinas da área de ciências da natureza, como a química, com disciplinas da área das ciências humanas, como história e geografia, em suas atividades?” (a) péssimo; (b) ruim; (c) regular; (d) bom; (e) excelente
03	“Qual conceito você atribui ao processo de avaliação formativo, procurando priorizar a linguagem usada pelo aluno durante as atividades pedagógicas, praticado pela oficina de estudos, a química mudando a sociedade?” (a) péssimo; (b) ruim; (c) regular; (d) bom; (e) excelente
04	“Qual conceito você atribui à conduta do seu professor nas atividades da oficina de estudos, a química mudando a sociedade?” (a) péssimo; (b) ruim; (c) regular; (d) bom; (e) excelente
05	“Em, no máximo 5 (cinco linhas), descreva as suas impressões adquiridas na sua participação na oficina de estudos, a química mudando a sociedade.”

Fonte: Acervo pessoal do autor.

4.3.4. Etapa 4

A Etapa 4, última etapa da Oficina Temática, foi realizada no dia 20 de novembro de 2020, através de uma única reunião virtual com as mesmas características das reuniões das Etapas 1 e 2. A reunião teve 1 hora de duração e teve a presença dos alunos de todas as séries do Ensino Médio. O encontro foi iniciado com o agradecimento aos alunos pela participação, como também às coordenadoras de Química do colégio pela colaboração, que foi fundamental

para a realização da Oficina. Na segunda parte da reunião foi feito um levantamento de entregas de tarefas da Etapa, as Avaliações Virtuais AV2 e AV3, como também, o Questionário de Pesquisa de Opinião dos Alunos (PO). Na terceira parte foi feita uma pequena roda de conversa, em que os alunos comentaram as dificuldades encontradas nas atividades da Oficina Temática, dando destaque para a elaboração do mapa conceitual, Avaliação Virtual 3, AV3. O registro fotográfico da reunião da Etapa 4, *print* da tela do aplicativo *Google Meet*, se encontra no Anexo A.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Essa seção apresenta o processo de aplicação do Oficina Temática no ambiente do seu público alvo, os alunos de Ensino Médio do Colégio Militar do Rio de Janeiro. Esses resultados, foram obtidos através de uma aplicação remota, via internet.

5.1. Etapa 1 – Inscrição na oficina Temática

Diante das dificuldades apresentadas pela pandemia de Covid-19, a divulgação aos alunos da existência da Oficina Temática ficou muito prejudicada. Sendo assim, a intervenção das coordenações de Química de primeira, segunda e terceira séries de Ensino Médio do colégio foi fundamental. Esse setor do colégio se encarregou de estabelecer o contato com os alunos e o resultado deste esforço, resultou na adesão de 13 alunos, sendo 4 alunos de primeira série, 3 alunos de segunda série e 6 de terceira série.

Para o processo de inscrição do aluno na Oficina Temática foi feita a criação de grupos do aplicativo *WhatsApp*, como já mencionado na seção 4.3.1. Os alunos forneceram os dados solicitados para a inscrição como: nome, série e idade. Os coordenadores de Química do colégio, além de participarem ativamente dos grupos, estabeleceram contato com os responsáveis para qualquer esclarecimento. Após o processo de inscrição, os alunos foram divididos em três grupos correspondentes às suas séries. O Quadro 10 contém a idade e a série de cada aluno durante o desenvolvimento da Oficina Temática. Porém, para preservar a identidade do aluno, foi designada uma letra e um número, que indica a sua respectiva série.

Quadro 10. Alunos da oficina temática.

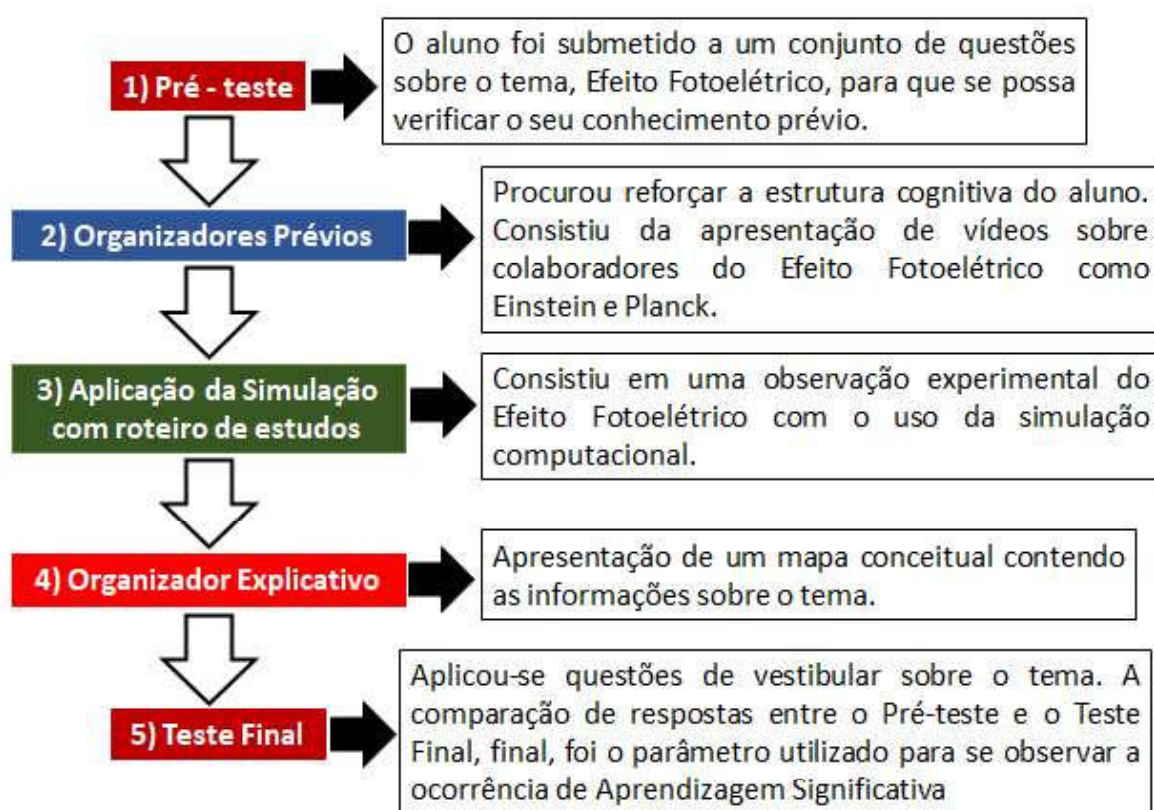
Primeira Série	
Aluno	Idade (anos)
A1	16
B1	15
C1	16
D1	15
Segunda Série	
Aluno	Idade (anos)
A2	16
B2	16
C2	17
Terceira Série	
Aluno	Idade (anos)
A3	17
B3	17
C3	16
D3	17
E3	17
F3	18

Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.

5.2. Avaliação da Presença de Subsúncos nas respostas dos alunos à Avaliação Virtual 1, AV1

Cardoso *et al.*, (2012) propuseram uma atividade pedagógica com dez alunos do Ensino Médio de uma instituição privada, que faz uso do recurso didático de simulação desenvolvida pela *Ph ET, Physics Educacional Technology*, da Universidade do Colorado. O projeto foi dividido nas seguintes etapas: 1) Pré-teste; 2) Organizadores Prévios; 3) Aplicação da simulação com roteiros de estudo; 4) Organizadores Explicativos; 5) Teste Final. A Figura 19 mostra um esquema sobre as etapas da oficina proposta pelos autores.

Figura 19. Etapas de uma Oficina Temática visando a Avaliação Significativa.



Fonte: Adaptado de Cardoso *et al.*, 2012.

Um ponto importante apresentado pelos autores foi o uso de descritores para avaliar as respostas do aluno às avaliações, como também a análise da validade de aplicação da avaliação no conjunto de alunos pesquisados. Para cada resposta dada pelo aluno no Pré-teste, foi atribuído um descritor capaz de identificar como o aluno se encontra cognitivamente em relação ao subsunçor apresentado na pergunta da avaliação (CARDOSO *et al.*, 2012). Os descritores escolhidos pelos autores foram:

- Subsunçor Presente, SP - Alunos que detêm previamente os conceitos propostos pelos conteúdos questionados. Esses alunos, geralmente respondem corretamente as perguntas, aprendizagem por processo mecânico de memorização;
- Subsunçor Ausente, SA - Alunos que não têm conhecimento sobre o tema, respondem de forma errada as perguntas propostas. O que nos leva a entender que o discente não conseguiu fixar a informação em seu espaço cognitivo através do processo mecânico;
- Subsunçor Mal Definido, SMD - Alunos que propõem respostas corretas, porém sem apresentar uma conexão coerente com a pergunta formulada (CARDOSO *et al.*, 2012).

A semelhança observada entre a metodologia utilizada por Cardoso *et al.* (2012) e a Oficina Temática, conforme descrição na seção 4, motivou o uso dos mesmos descritores como instrumento de observação e avaliação dos resultados às Avaliações Virtuais 1 e 2. Vale destacar que as Avaliações Virtuais 1 e 2 foram descritas nas seções 4.3.1 e 4.3.3, Quadros 4 e 8, respectivamente. O Quadro 11 apresenta uma adaptação dos descritores apresentados por Cardoso *et al.* (2012), e que foram usados para a avaliação das questões da AV1 nesta dissertação.

Quadro 11. Característica dos descritores da AV1.

Questão 01	
Descritor	Comentário
SP	O aluno consegue identificar uma descoberta científica.
SA	O aluno não apresenta a menor noção do que seja uma descoberta científica.
SMD	O aluno cria uma possível confusão entre uma descoberta científica e uma invenção, por exemplo.
Questão 02	
Descritor	Comentário
SP	O aluno consegue descrever as alterações da sociedade com a presença da descoberta respondida na questão 01.
SA	O aluno não consegue estabelecer uma correlação entre a descoberta científica respondida na questão 01 e as mudanças sociais ocorridas.
SMD	Ele responde correlacionando os eventos, porém insistindo na confusão entre descoberta e invenção. Ele também pode ter conhecimento da descoberta científica, mas não consegue dimensionar como ela influenciou na sociedade.

Fonte: Adaptado de Cardoso, *et. al.*, 2012.

Assim, a Av1 foi analisada considerando os descritores do Quadro 11. E os resultados da presença do subsunçor (SP), da ausência (SA) ou está mal definido (SMD) nas respostas da AV1 estão descritas no Quadro 12.

Quadro 12. Resultados da AV1.

Primeira série		
Aluno	Questão 01	Questão 02
A1	SP	SMD
B1	SP	SP
C1	SP	SP
D1	SP	SP
Segunda série		
Aluno	Questão 01	Questão 02
A2	SP	SP
B2	SP	SP
C2	SP	SP
TERCEIRA SÉRIE		
ALUNO	QUESTÃO 01	QUESTÃO 02
A3	SP	SP
B3	SP	SP
C3	SP	SMD
D3	SP	SP
E3	SP	SP
F3	SP	SP

Fonte. Acervo pessoal do autor, 2020.

O registro fotográfico das reuniões da Etapa 1 da Oficina Temática se encontra no Anexo A. Os Quadros 13, 14 e 15 apresentam as respostas dos alunos para as questões da Avaliação Virtual 1, AV1.

Quadro 13. Respostas dos Alunos, Avaliação Virtual 1, AV1, 1ª Série.

1ª SÉRIE	
Aluno →A1	
QUESTÃO 01	“Como um exemplo posso citar a descoberta dos prótons por rutherford. Usando uma fina lâmina de ouro como alvo, ele bombardeou uma série de raios alfas (bem positivo) através do polônio, um metal radioativo, que estava dentro de uma caixa de chumbo, visando gerar marcas em uma parede de zinco que contornava a lâmina. notou-se que vários raios passavam direto, e algum voltavam. Logo concluiu que havia grandes espaços vazios no átomo e uma pequena parte positiva.”
QUESTÃO 02	“Com a descoberta do próton e do grande espaço vazio dentro do átomo mudou completamente a forma como o mundo da ciência entendia a atomística. Daí iniciou-se um estudo sobre o núcleo do átomo em si. A estruturação da tabela periódica atual (números atômicos ou z), a criação de energia nuclear e de armas nucleares (muito ruim última), além de outras diversas mudanças decorrentes dessa descoberta.”
Aluno →B1	
QUESTÃO 01	“A descoberta da molécula de DNA foi uma grande conquista científica, estudada no século xx, pelos pesquisadores francis crick e james watson, consolidando um marco importante para a bioquímica, entendendo desde fenômenos de controle celular e a efetivação da produção proteica. este evento marcou a história, com mudanças na sociedade mundial.”
QUESTÃO 02	“A descoberta do DNA garantiu diversas mudanças na sociedade, firmando- se em uma nova área científica, a genética, a qual impacta no desenvolvimento tecnológico social. transformações como determinação de testes de paternidade, a criação de produtos transgênicos, com alterações genéticas de durabilidade e resistência são influências dessa molécula.”
Aluno →C1	
QUESTÃO 01	“Descoberta da célula. a célula foi descoberta por robert hooke, acredito que tenha sido num período histórico próximo ao naufrágio de 11 navios na baía de angra e à última epidemia de peste negra, já na idade moderna.”
QUESTÃO 02	“Acredito que a descoberta da célula nos permitiu ter maior compreensão do funcionamento dos organismos, já que são as unidades básicas estruturais dos mesmos e, certa e conseqüentemente, trouxe maior conhecimento médico no que se diz respeito à biologia celular de lá para cá.”

Aluno →D1	
QUESTÃO 01	“O raio x foi descoberto pelo cientista wilhelm conrad roentgen, no final do século xix, quando estava fazendo experimentos com raios catódicos. As ondas eletromagnéticas do raio x correm em comprimentos de onda aproximadamente 1000 vezes menores que os da luz, o que faz com que eles consigam passar por substâncias moles, mas não consigam passar pelas duras.”
QUESTÃO 02	“Essa descoberta conseguiu revolucionar a medicina diagnóstica, pois é um meio não intrusivo de enxergar o interior do corpo humano.”

Fonte: Acervo pessoal do autor

Quadro 14. Respostas dos Alunos, Avaliação Virtual 1, AV1, 2ª Série.

2ª SERIE	
Aluno →A2	
QUESTÃO 01	“Em meados do século xx, o cientista inglês alexander fleming, depois de fazer vários testes com culturas de bactérias causadoras de doenças, percebeu que os fungos <i>penicillium notatum</i> estavam derrotando os agentes patológicos. Com isso e depois de mais alguns anos de pesquisas, fleming desenvolveu a penicilina.”
QUESTÃO 02	“O desenvolvimento da medicina que a penicilina proporcionou foi notável, tratando doenças antes consideradas fatais e aumentando a expectativa de vida da população. Além disso, como ela foi descoberta antes da segunda guerra mundial, diminuiu o número de mortes por infecções nesse conflito.”
Aluno →B2	
QUESTÃO 01	“Em uma época em que qualquer ferida já era considerada muito perigosa, pois podia originar infecções bacterianas e ainda não existiam remédios para curá-las, alexander fleming, um cientista escocês, resolveu estudar as bactérias e como combatê-las. Certo dia, ele saiu de seu laboratório e esqueceu-se de guardar seu material de estudo. Ao retornar, percebeu que havia sido formada uma substância que matou as bactérias ao seu redor. Assim, foi a descoberta acidental da penicilina.”
QUESTÃO 02	“A descoberta do antibiótico citado foi um grande avanço na medicina e permitiu o tratamento de muitas doenças, para as quais antes não existiam curas. Assim, acredito ter causado um aumento significativo da expectativa de vida da população e uma melhora em sua qualidade, já que algumas infecções, que antes poderiam ser fatais, passaram a ser facilmente tratadas com a penicilina.”

Aluno →C2	
QUESTÃO 01	“A penicilina foi o primeiro antibiótico da história, que revolucionou os ramos da medicina. Impulsionado pela vontade de descobrir maneiras de curar as infecções constantes em soldados feridos após a atuação na primeira guerra mundial, o médico alexander fleming descobriu acidentalmente a penicilina, um pouco antes do início da segunda guerra mundial.”
QUESTÃO 02	“A penicilina foi utilizada no contexto da segunda guerra mundial, salvando milhares de vidas de soldados aliados e inaugurando a era dos antibióticos na medicina. Estes vêm sendo utilizados, até hoje, como arma vital no combate de doenças causadas por contaminação bacteriana,”

Fonte: Acervo pessoal do autor

Quadro 15. Respostas dos Alunos, Avaliação Virtual 1, AV1, 3ª Série.

3ª SERIE	
Aluno →A3	
QUESTÃO 01	“Uma das descobertas científicas mais importante para a humanidade foi a descoberta do antibiótico penicilina. Descoberto acidentalmente durante a segunda guerra mundial, foi o primeiro antibiótico a ser inventado, e provido de um fungo.”
QUESTÃO 02	“Devido a época em que a penicilina foi criada/descoberta, ela foi muito utilizada para o tratamento de doenças infecciosas desencadeadas por ferimentos dos soldados da segunda guerra mundial. Tratando assim de doenças, como: sífilis, gonorreia gasosa e prevenção de febre reumática. Desencadeando assim na criação de novos antibióticos.”
Aluno →B3	
QUESTÃO 01	“A pólvora é material explosivo que possui enxofre, carvão e nitratos sendo descoberta pelos chineses, que estavam em busca do “elixir da imortalidade”.
QUESTÃO 02	“Devido a descoberta e o aperfeiçoamento da pólvora, as táticas e as armas de guerra ganharam novas formas e poderio. Com isso, a pólvora permitiu a confecção de bombas, de armas, que serviam de impulsão de projéteis, e de muitas outras obras-primas. Dessa forma, os chineses (descobridores da pólvora) quando tomaram conhecimento de como a usar, conseguiram conquistar novos territórios e se defenderem melhor do inimigo e, atualmente, ainda pode-se ver vestígios dessa influência passada.”

Aluno →C3	
QUESTÃO 01	“A descoberta do fósforo, feita por um alquimista europeu, quando ele tentava destilar sua urina para sintetizar ouro. Ocorreu no limite entre a idade média e a idade moderna.”
QUESTÃO 02	“Embora não seja uma consequência direta, a descoberta de um novo elemento pelo alquimista alemão estimulou a pesquisa científica na área da química para a obtenção de elementos desconhecidos, sendo que a alquimia buscava principalmente sintetizar coisas já conhecidas anteriormente.”
Aluno →D3	
QUESTÃO 01	“As proporções genéticas descobertas por Mendel, durante o século XIX, enquanto ele cuidava de suas plantas, que o levaram a formular suas três leis.”
QUESTÃO 02	“A descoberta de Mendel permitiu à sociedade conhecer os genes, que eram, até então desconhecidos, e isso possibilitou à medicina avançar e aprofundar seus estudos no assunto, criando assim a disciplina de genética e ampliando o conhecimento sobre doenças genéticas, crônicas, frutos de mutação etc.”
Aluno →E3	
QUESTÃO 01	“O computador começou a ser criado durante a segunda guerra mundial, por Alan Turing, com o objetivo de decifrar códigos alemães. Apesar deste ter construído somente um predecessor da máquina que conhecemos atualmente, suas anotações foram essenciais para a criação do primeiro computador e, eventualmente, do primeiro computador pessoal, de Bill Gates.”
QUESTÃO 02	“Segundo especialistas, a invenção de Turing encurtou a duração da segunda guerra mundial em aproximadamente dois anos. O computador em si contribuiu para o processo de globalização e de obtenção de informações, além de ter auxiliado praticamente todos os setores de trabalho atualmente, entrando no cotidiano de grande parte da população mundial.”
Aluno →F3	
QUESTÃO 01	“Marie Curie é uma das maiores cientistas do mundo e através do seu trabalho conquistou muitos prêmios, como o Nobel da Paz. Por volta do século XIX, Marie e seu marido decidiram estudar sobre a radiação do urânio, tal descoberta feita por outro cientista. Eles buscavam outros elementos químicos que fossem radioativos e descobriram o polônio e o rádio.”
QUESTÃO 02	“Marie Curie viveu em uma época em que a mulher tinha pouca representatividade na sociedade, principalmente no meio acadêmico. Foi a primeira mulher a ganhar o prêmio Nobel, além de ser a única a ter conquistado duas vezes. Com isso, ela serviu

	de inspiração e deu voz para muitas mulheres. E através de marie obteve-se um avanço na ciência, como por exemplo o surgimento de exames feitos a partir do raio-x.”
--	--

Fonte: Acevo pessoal do autor, 2021.

Os números absolutos das respostas dos alunos para a AV1, considerando os descritores são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Respostas em números absolutos da AV1, considerando os descritores.

	Questão 01			Questão 02		
	SP	AS	SMD	SP	AS	SMD
Primeira Série	4	0	0	3	0	1
Segunda Série	3	0	0	3	0	0
Terceira Série	6	0	0	5	0	1
TOTAL	13	0	0	11	0	2

Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.

Como a avaliação foi de forma remota, muitos alunos optaram por pesquisar as perguntas em fontes alternativas como livros, páginas da internet etc. Desta forma, o descritor SP acabou sendo unânime para as respostas da Questão 01. Este resultado nos leva a especular que os alunos entenderam a pergunta, porém, a resposta a ser dada, deveria receber uma informação alimentada por informação mais especializadas, com o objetivo de ficar “mais precisa”. Pode-se concluir, então, que para esta questão o subsunçor estava presente, porém carregado de formalidade e precisão, advindas da pesquisa prévia dos alunos. Ademais, as respostas à Questão 02 indicaram que, de uma forma geral, o subsunçor estava presente. Contudo, as respostas à Questão 2 dos alunos A1 (Quadro 13) e C3 (Quadro 15), indicaram a formação de um subsunçor mal formado (SMD), já que eles não conseguiram fazer uma correlação correta entre a descoberta científica escolhida e a sua influência na sociedade. Além disso, pareceu que eles não entenderam a correlação entre os enunciados das duas questões.

5.3. Análise dos Critérios de Aprendizagem nas respostas dadas pelos alunos às Avaliações Virtuais AV2

Para avaliar as respostas dos alunos, no Pré – Teste, e comparar com o Teste Final, foram estabelecidos os descritores denominados de Aprendizagem Mecânica, AM, e Aprendizagem Significativa, AS. (CARDOSO *et al.*, 2012).

Procurando identificar a passagem da Aprendizagem Mecânica para a Significativa, a Avaliação Virtual 2, AV2, descrita na seção 4.3.3, Etapa 3 da Oficina Temática, apresentou a repetição das perguntas das Questões 01 e 02 da AV1 e outras duas outras perguntas inéditas.

Os Quadros 16, 17 e 18 apresentam as respostas dos alunos para as questões da Avaliação Virtual 2, AV2.

Quadro 16. Respostas da AV2, Primeira Série.

1ª Série	
Aluno →A1	
QUESTÃO 01	“A teoria atômica de Dalton foi uma descoberta científica muito importante para os séculos XIX e XX, pois a partir dele intensificou-se a discussão sobre o que seria o átomo, que para dalton era indivisível. Nela o cientista descreveu quais seriam as características de um átomo, a menor partícula existente segundo ele.”
QUESTÃO 02	“As teorias atômicas posteriores têm influência direta desse “começo”, o qual intensificou a discussão sobre o átomo e suas subpartículas. Além disso, áreas como a física quântica desenvolveram-se, podendo trabalhar cada vez mais com esse “mundo minúsculo”, surgindo diversas inovações, como o uso de energia nuclear”.
QUESTÃO 03	“A teoria da conservação de massas de autoria de lavoisier modificou o campo científico. Questões como o desenvolvimento da termodinâmica e de fórmulas de reações do campo da biologia como da respiração celular e fotossíntese são consequências dessa ação de lavoisier”.
QUESTÃO 04	“Por meio da teoria da conservação de massas de lavoisier houve o desenvolvimento da termodinâmica e criação das leis ponderais. Juntos permitiram à sociedade industrializar-se por meio da criação de motores à combustão e outras invenções. Assim houve uma transição de uma sociedade manufatureira para industrial durante o século XIX.”
Aluno →B1	
QUESTÃO 01	“A descoberta da lei de conservação de massa por lavoisier foi uma importante revolução científica, apresentada durante o século XVIII na França, esta esclareceu como os processos reativos em sistemas fechados ocorrem de forma precisa em situações experimentais, além de corrigir apontamentos anteriores de como é realizado o processo de combustão.”
QUESTÃO 02	“A sociedade, a partir da revolução industrial, sofreu influências científicas marcantes, utilizando o pensamento de lavoisier sobre a conservação de massas, permitindo a geração de energia a partir da explicação do processo de combustão

	por este químico, pelo qual a massa relacionada à energia se propagam a partir do calor. Com esta ideologia, os processos de queima de combustíveis serviu como fonte energética para uma sociedade extensa e altamente urbanizada, justificando a vitalidade diante dos pensamentos desse pesquisador.
QUESTÃO 03	“O pensamento de Lavoisier colaborou na dinamização do seu pensamento pela sua grande aplicabilidade técnica e a importância química em sua teoria na compreensão da natureza. Como seus postulados inferem como ocorrem os processos reativos, como os de combustão, a sociedade do século XIX, industrializada e urbanizada, usava as máquinas de vapor em larga escala, utilizando-se dos preceitos desse químico para compreender e atuar na transmissão de energias pelos núcleos urbanos, justificando o fato desse pesquisador ter modificado o pensamento dos cientistas do mundo industrializado pretérito.”
QUESTÃO 04	“A sociedade industrializada do século XIX, com alto uso de mecanismos de produção industrial, com a presença de maquinários em larga escala, tem em Lavoisier um importante influente científico, por suas ideias de funcionamento reativo. A partir disso, ao fundamentarem os posicionamentos desse pesquisador no exercício de atividades industriais, ocorreu a transmissão de energia em larga escala, fortalecendo a economia social, com a obtenção de produtos têxteis para venda, conseguindo um lucro considerável e desenvolvendo o mundo sociológico do período considerado (século XIX).”
Aluno → C1	
QUESTÃO 01	“Descoberta do mais antigo crânio de um ancestral humano, com aproximadamente 11.500 anos de idade, em meados dos anos 70. Foi uma época de grandes evoluções científicas e tecnológicas, como a primeira mensagem física enviada ao espaço, invenção das calculadoras de bolso e e-mail.”
QUESTÃO 02	“O tal homínido fossilizado, Luzia, forneceu grandes informações e evidências de, por exemplo, bipedalismo como uma ocorrência precoce na evolução humana. Além disso, revolucionou de uma forma incrível os estudos sobre o povoamento do continente americano”
QUESTÃO 03	“A título de exemplo da modificação do campo científico, pode-se citar a consequência da explicação da conservação do número de átomos durante uma reação química, que é a teoria da conservação de massas, de Lavoisier. Hoje essa teoria é utilizada no balanceamento de reações químicas.”
QUESTÃO 04	“No que se diz respeito às leis ponderais e desenvolvimento da termodinâmica, através da teoria da conservação de massas, houve um enorme progresso. Dessa forma, tornou uma sociedade industrial, esta que antes era manufatureira.”

Aluno →D1	
QUESTÃO 01	“A descoberta do raio-x aconteceu no final do século xix quando o cientista wilhelm conrad roentgen fazia experimentos com raios catódicos. O comprimento de onda dos raios x são aproximadamente 1000 vezes menores que os da luz, assim, esses raios conseguem atravessar substâncias moles, mas não passam pelas duras.”
QUESTÃO 02	“A descoberta do raio-x proporcionou um grande avanço na medicina diagnóstica, Sendo um meio não intrusivo de enxergar a parte de dentro do corpo humano e de outros animais.”
QUESTÃO 03	“A lei de Lavoisier contribuiu para o aprimoramento da biologia (no melhor Entendimento de fenômenos como a fotossíntese e a respiração), da química (lei de proust, lei de dalton e teoria atômica de dalton) e da física (invenção do calorímetro por laplace).”
QUESTÃO 04	“A descoberta de lavoisier foi de suma importância para o desenvolvimento de áreas De estudo como a biologia, física e química. As novas descobertas na física (invenção do calorímetro) e na química (lei das proporções definidas e lei das proporções múltiplas) contribuíram para o surgimento das máquinas à vapor, que marcaram o início de uma nova fase, em que o capitalismo comercial se transformou no capitalismo industrial.”

Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.

Quadro 17. Respostas da AV2, Segunda Série.

2ª Série	
Aluno →A2	
QUESTÃO 01	“Em torno de 1890, ao experimentar com tubos de vácuo, o professor de física wilhelm röntgen percebeu que raios invisíveis, até então desconhecidos, davam o efeito de fluorescência em um pedaço de papelão pintado. Semanas depois, ao botar um pedaço de chumbo sobre esses raios, viu o seu próprio esqueleto. Assim se deu a descoberta dos raios-x.”
QUESTÃO 02	“A descoberta dos raios-x foi muito importante no campo da medicina, já que permitiu a detecção de ossos quebrados e outros males no corpo. Porém, tais raios podem influenciar mutações nas células, causando câncer em pessoas que sofreram exposição prolongada.”
QUESTÃO 03	“A colaboração de antoine modificou o pensamento científico de sua época ao desbancar a teoria do flogístico, ao clarificar a relação massa e energia e,

	principalmente, ao introduzir o conceito de sistema fechado, importante na explicação de fenômenos.”
QUESTÃO 04	“Lavoisier contribuiu no desenvolvimento da sociedade no século XIX pois o conceito de sistema fechado introduzido por ele ajudou em várias invenções feitas no período como o calorímetro, essencial para a máquina a vapor. Tal maquinário foi o motor da 1ª revolução industrial, que ocasionou grande progresso tecnológico e científico na Europa.”
Aluno →B2	
QUESTÃO 01	“A eletricidade foi descoberta ao longo de muito tempo. Ela foi notada pela primeira vez por um filósofo grego, Tales de Mileto, ao gerar atrito entre um pedaço de couro de pele animal e âmbar. Porém, foram necessários muitos experimentos depois que incluíram o para-raios de Benjamin Franklin, dentre outros, para que fossem obtidos mais conhecimentos sobre o assunto.”
QUESTÃO 02	“A sociedade sofreu diversas mudanças, a partir desta descoberta, que modificaram permanentemente seu modo de vida. Com a eletricidade, foi inventada a energia elétrica, e diversas máquinas como os computadores e celulares. Isso foi muito importante, pois contribuiu para uma globalização e melhora na qualidade de vida.”
QUESTÃO 03	“As contribuições de Lavoisier influenciaram profundamente os outros cientistas da época e seus sucessores, pois modificou a forma em que pensavam a química. Antes, os conceitos da química não eram muito esclarecidos. Porém, ao publicar o tratado elementar da química e a lei de conservação das massas, ele “concretizou” todo o conhecimento dessa disciplina.”
QUESTÃO 04	“A colaboração de Lavoisier influenciou porque a partir de sua lei, foram propostas outras leis, além de teorias e máquinas. Essas inovações permitiram o aperfeiçoamento das máquinas, o que contribuiu para o aumento da atividade industrial e consequentemente, a industrialização, que é um processo que alterou e desenvolveu a sociedade do século XIX.”
Aluno →C2	
QUESTÃO 01	“O surgimento do primeiro computador representou uma grande descoberta científica. Criado por Alan Turing, durante a segunda guerra mundial para desvendar um código secreto nazista, o primeiro computador da história contribuiu para o surgimento de novos aparelhos, como os computadores pessoais e telefones celulares que conhecemos hoje”.
QUESTÃO 02	“A invenção de Alan Turing contribuiu para a aceleração do término da segunda guerra mundial e para o aprimoramento tecnológico com o desenvolvimento de computadores. Estes novos aparelhos permitiram a ocorrência da chamada

	globalização, caracterizada por um grande fluxo de informações. Atualmente, os computadores fazem parte de nosso cotidiano, bem como instrumento de trabalho e lazer”.
QUESTÃO 03	“A lei da conservação das massas de Lavoisier consiste em afirmar que num sistema fechado há troca de energia, mas não há troca de matéria. Na biologia colaborou para a interpretação química de fenômenos biológicos. Na química passou-se a entender melhor as fórmulas das substâncias e a estequiometria das reações. Na física contribuiu para o desenvolvimento da termodinâmica por meio do calorímetro, modificando os pensamentos científicos de então.”
QUESTÃO 04	“A contribuição de Lavoisier na física e na química culminou no desenvolvimento de motores a combustão, o que acelerou o processo de revolução industrial a partir do desenvolvimento de máquinas a vapor que substituíram o maquinário mecânico e de tração animal. Esse período marcou uma mudança no modelo de produção e uma nova divisão social com 2 classes: burguesia e proletariado.”

Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.

Quadro 18. Respostas da AV2, Terceira Série.

3ª Série	
Aluno →A3	
QUESTÃO 01	“A lei da conservação das massas foi uma descoberta científica da segunda metade do século XVIII, a qual antoine Lavoisier define que a massa em um sistema fechado dos reagentes será igual à dos produtos, em um rendimento de 100%.”
QUESTÃO 02	“A criação dessa lei ajudou frentes, como: na física para Laplace, na questão da criação do calorímetro; na biologia, na interpretação química de fenômenos e na química para dalton, na criação do primeiro modelo atômico.”
QUESTÃO 03	“Um exemplo de criação que a descoberta de Lavoisier colaborou foi a primeira teoria atômica de Dalton, a qual o autor desta define que a menor unidade da matéria é o átomo.”
QUESTÃO 04	“Com a criação do calorímetro de Laplace, começou um processo de industrialização, motores a combustão foram criados e assim a sociedade começa a utilizar transportes ferroviários, para povo e comércio. As cidades passaram de manufaturadas para industrializadas.”
Aluno →B3	
QUESTÃO 01	“O vidro foi uma descoberta científica muito útil para os humanos que usam o diariamente, tendo sua produção mais aperfeiçoada no século XVIII. Esse composto

	é formado por areia e nitrato de sódio aquecidos formando um material flexível por um determinado tempo e, assim, permitindo a sua moldagem.”
QUESTÃO 02	“A formação de moldes feitas com o vidro tornou-se predominante na sociedade atual e passada. Apesar de ser uma forma mais fácil e barata de formar recipientes, objetos entre outras coisas com materiais metálicos. Além disso, se não houvesse o vidro como seriam feitas as lentes dos óculos.”
QUESTÃO 03	“No século XVIII, Lavoisier com sua lei da conservação das massas foi essencial, posteriormente, para o que proust e dalton desenvolvessem as leis das proporções definidas e múltiplas. Essas leis desencadearam no entendimento da estequiometria que facilitou no processo de formação do vidro não deve sobrar ou faltar reagentes.”
QUESTÃO 04	“Através da teoria da conservação das massas de Lavoisier tornou-se possível o desenvolvimento de novas leis, que foram fundamentais para o desenvolvimento da física, como a termodinâmica, e das máquinas, como os motores à combustão e as máquinas à vapor. Desse modo, a sociedade anterior ao século XIX inicia o processo de industrialização passando da manufatura à indústria.”
Aluno →C3	
QUESTÃO 01	“A descoberta do medicamento penicilina. Um cientista percebeu que este organismo eliminava os micróbios eficientemente quando deixou sem querer uma cultura ser contaminada.”
QUESTÃO 02	“O desenvolvimento de antibióticos, medicamentos eficientes que são muitas vezes os únicos possíveis para certas doenças. Isso possibilitou o tratamento eficaz de muitas doenças, o que ajudou no aumento da expectativa e qualidade de vida em todo o mundo.”
QUESTÃO 03	“A teoria da conservação das massas de Lavoisier possibilitou diversos avanços científicos. Além das contribuições para o campo prático, ela também colaborou no desenvolvimento de teorias relacionadas às proporções de elementos químicos em reações e à teoria atômica.”
QUESTÃO 04	“Com a teoria da conservação das massas, foram possibilitados avanços científicos em diversas áreas, notavelmente no desenvolvimento do motor à combustão, que seria peça-chave do crescimento industrial.”
Aluno →D3	
QUESTÃO 01	“Foi durante meados do século XIX (também conhecido por ser o “século científico”) que foi descoberto um padrão que mudaria para sempre a biologia. Enquanto cuidava de suas plantas, mendel percebeu que suas plantas apresentavam

	certas proporções quanto à frequência de suas características fenotípicas; o que o levou a formular, posteriormente, três leis que levariam o seu nome (“as três leis de mendel” ou simplesmente “Leis de Mendel”).”
QUESTÃO 02	“A descoberta de tal padrão na frequência fenotípica possibilitou, após Mendel, o nascimento de um novo conceito: os genes. Esse conceito abriu portas à biologia e, também, à medicina, dando gênese a um novo ramo de estudo dessas áreas: a genética. Foi graças a este que pôde-se entender o aparecimento de características genéticas e fenotípicas, assim como permitiu, por exemplo, a compreensão sobre doenças hereditárias e mutações.”
QUESTÃO 03	“Quanto às ciências naturais, Lavoisier provou a inexistência do que acreditava-se ser o elemento “flogístico”, o qual seria liberado nas reações químicas, explicando a mudança de massa que certos compostos apresentavam, podendo formular, com isso, a “lei da conservação de massas”, mostrando que “na natureza, nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”. Já quanto ao ramo tecnológico, ele inventou o calorímetro e, com isso, a unidade de caloria por grama (cal/g), além de que as suas contribuições na química e física permitiram o aprimoramento das máquinas que se haviam e permitiram a criação de outras, como o trem ferroviário.”
QUESTÃO 04	“A lei da conservação de massas deu base às leis de Proust e de Dalton e estas deram ao homem do século XIX um maior entendimento sobre as reações químicas (como a de combustão), permitindo dessa forma o aprimoramento e desenvolvimento de tecnologia em diversos ramos da ciência daquele período; tem-se por exemplo a criação da primeira locomotiva a vapor, a qual viria a, mais tarde, servir como um importante meio de transporte de pessoas e carga.”
Aluno → E3	
QUESTÃO 01	“A descoberta do princípio da conservação das massas, também conhecido como lei de Lavoisier, foi feita no final do século 18 com base em experimentos realizados pelo químico francês Lavoisier. Ele observou que, em transformações químicas dentro de sistemas fechados, a massa total permanece constante.”
QUESTÃO 02	“A lei de Lavoisier foi uma das principais responsáveis pelo processo de globalização atual. Isso ocorreu devido à utilização de seus conceitos na criação do trem à vapor que, por sua vez, auxiliou a reduzir consideravelmente o tempo de transporte de produtos e de informações. Essa criação também foi crucial para o corrimento da primeira revolução industrial, facilitando e barateando a produção.”
QUESTÃO 03	“A colaboração de Lavoisier foi fundamental para a criação do princípio das proporções definidas, conhecida como a lei de Proust, do princípio das proporções múltiplas, conhecida como lei de Dalton e do primeiro modelo atômico, pois os três

	resultaram da observação de experimentos que tinham como base a conservação da massa em sistemas fechados.”
QUESTÃO 04	“A colaboração de Lavoisier foi fundamental para a primeira revolução industrial que, por sua vez, alterou a forma de produção e de organização social vigente no século 19, com a mudança do artesanato e da manufatura para a maquinofatura e com a instalação do capitalismo como modelo econômico adotado pela sociedade.”
Aluno →F3	
QUESTÃO 01	“Por volta do século XVIII, o cientista Proust passou a estudar sobre as massas dos componentes de determinadas reações. Através de seus experimentos, verificou que toda substância pura é formada por elementos que obedecem a uma proporção e massa constante, ou seja, a reação só ocorre conforme a proporção definida. Com isso, proust criou a leis das proporções definidas.”
QUESTÃO 02	“A Lei de Proust juntamente com as Leis de Lavoisier e Dalton, formam as Leis Ponderais que é o estudo das massas dos elementos nas reações químicas. Essas leis contribuíram para o avanço científico na área da química, como o estudo da estequiometria. “
QUESTÃO 03	“Lavoisier é considerado o pai da química, pois ele fez várias descobertas científicas primordiais para o entendimento de como a natureza funciona. Uma das descobertas de lavoisier é que em uma reação, a massa inicial é igual a massa total após a reação. A partir disso, foi possível entender outras áreas da ciência, como o estudo da respiração e fotossíntese no campo da biologia.”
QUESTÃO 04	“Com as descobertas de lavoisier e outros cientistas como Proust e Dalton, foi possível criar motores a vapor. Essa foi uma das principais invenções do século xix, já que a sociedade estava se modernizando por conta da revolução industrial. “

Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.

O critério de avaliação para a AV2, seguiu os descritores AM, para Aprendizagem Mecânica e AS, para Aprendizagem Significativa, nas questões objetivas. Esse critério, foi usado por Cardoso *et al.* (2012). O Quadro 19 apresenta o resultado das avaliações das 4 questões da AV2.

Quadro 19. Resultado da AV2 quanto ao Critério de Aprendizagem.

Primeira série				
	Questão			
Aluno	01	02	03	04
A1	AM	AM	AS	AS
B1	AM	AM	AS	AS
C1	AM	AM	AS	AS
D1	AM	AM	AM	AS
Segunda Série				
	Questão			
Aluno	01	02	03	04
A2	AM	AM	AS	AS
B2	AM	AS	AS	AS
C2	AS	AS	AS	AS
Terceira série				
	Questão			
Aluno	01	02	03	04
A3	AM	AS	AS	AS
B3	AS	AS	AS	AS
C3	AM	AS	AS	AS
D3	AS	AS	AS	AS
E3	AM	AM	AS	AS
F3	AS	AM	AM	AS

Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.

A Tabela 4 mostra, em números absolutos, o resultado das respostas dos alunos para as questões da AV2, utilizando o critério de avaliação.

Tabela 4. Características de Aprendizagem na AV2.

	Questão 01		Questão 02		Questão 03		Questão 04	
	AM	AS	AM	AS	AM	AS	AM	AS
Primeira Série	4	0	3	1	1	3	0	4
Segunda Série	2	1	1	2	0	3	0	3
Terceira Série	3	3	2	4	1	5	0	6
Total	9	4	6	7	2	11	0	13

Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.

Uma breve análise dos resultados apresentados na Tabela 4 indica uma evolução da Aprendizagem Mecânica para a Aprendizagem Sinificativa, de forma gradativa, da Questão 01 para a Questão 04. Este resultado sugere que a Aprendizagem Significativa foi alcançada e que as atividades das Etapas 2 e 3 da Oficina Temática foram eficazes levando a uma maior interdisciplinaridade e consolidação dos conteúdos aprendidos pelos alunos. Um destaque dessa análise, foram os alunos da terceira série. Esse fato leva a especular que a Aprendizagem Significativa apresenta, mesmo que levemente, uma maior capacidade de transformação cognitiva em alunos que, em média, apresentam uma maior escolaridade. Considerando os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa, descritos na seção 1.2 é possível levantar a hipótese de que o acúmulo de conhecimento, mesmo que obtido por Aprendizagem Mecânica, pode ser sofrer uma obliteração com o passar do tempo, e resultar num aprendizado significativo. Porém, com os resultados obtidos não foi possível obter qualquer relação com a idade cronológica do aluno.

A falta de uma relação direta entre a aquisição da Aprendizagem Significativa e a idade cronológica do aluno pode ter sua explicação, apoiada na Teoria de Piaget. Os dados apresentados no Quadro 7 revelam que os alunos apresentam uma variação de idade cronológica que vai dos quinze aos dezoito, porém distribuídos nas série de forma muito próxima ao aleatório em relação à série do Ensino Médio a que ele pertence. Pode-se, então, especular que todos os alunos se encontram próximo da Fase Operatório – Formal, segundo a Teoria de Piaget, apresentada na seção 1.3, e que esta diferença de idade cronológica dos alunos não diferenciou, de forma significativa, o amadurecimento cognitivo, de forma que pudesse ser percebido durante a avaliação das respostas dos alunos. Entretanto, os resultados indicaram uma possível influência do tempo médio de escolaridade do aluno na aquisição da Aprendizagem Significativa. Este fenômeno pode ser também interpretado pela Teoria de Vygotsky, que foi apresentada brevemente na seção 1.3. Um aluno que apresenta um maior tempo médio de escolaridade pode apresentar, em geral, uma experiência sociocultural maior em quantidade de informação, bagagem cultural, como também, uma melhor organização dessa informação em seu espaço cognitivo. E este fato pode favorecer a aprendizagem Significativa tendo maior relevância do que a idade cronológica.

5.4. Análise das respostas dos alunos às Avaliações Virtual 3, AV3

A Avaliação Virtual 3, AV3, consistiu na tarefa da construção de um Mapa Conceitual como forma de ampliar, porém numa linguagem construída por esquemas, o aprendizado

adquirido nas Etapas 2 e 3 da Oficina Temática no sentido da aquisição de uma Aprendizagem Significativa. Os mapas foram entregues pelos alunos e brevemente comentado na reunião da Etapa 4 da Oficina Temática. Os Mapas conceituais produzidos pelos alunos se encontram no Anexos B (Primeira série), C (Segunda série) e D (terceira série). O papel do Mapa Conceitual é reorganizar a mente do aluno através de alteração de linguagem do conteúdo apresentado. Desta forma, os conteúdos estudados devem apresentar uma hierarquia apropriada e uma diferenciação progressiva (MOREIRA, 2011). Estes princípios levaram Novak e Gowin (1996) a elaborarem quesitos para a avaliação de Mapas Conceituais, conforme apresentado no Quadro 20.

Quadro 20. Descritores propostos para a avaliação dos mapas conceituais.

Quesito	Descrição
Proposições	Estão relacionados com o significado entre dois conceitos unidos por uma linha ou seta.
Hierarquia	Avalia a ordenação dos conceitos. Uma ordenação feita de um conceito geral para um conceito específico, recebe uma maior pontuação.
Ligações cruzadas	Avalia a distribuição das linhas que ligam os conceitos. Esse quesito é capaz de avaliar se o mapa conceitual apresenta ou não uma poluição visual em sua apresentação.

Fonte: Novak e Gowin 1996.

Lima *et al.* (2017) descreveram um critério de avaliação, através de qualificações, para os quesitos elaborados e descritos por Novak e Gowin, *et al.* (1996) (Quadro 20). Porém, como forma de quantificar os parâmetros de avaliação propostos por Lima *et al.* (2017), um critério de pontuação foi criado para a Avaliação Virtual 3, AV3, como indica a terceira coluna do Quadro 21.

Quadro 21. Critérios de pontuação e classificação de Mapas Conceituais.

QUESITO	Qualificação dos mapas analisados	Pontuação*
PROPOSIÇÕES	Bastante satisfatório	5 pontos
	Pouco satisfatório	3 pontos
	Não satisfatório	1 ponto
HIERARQUIA	Bastante satisfatório	5 pontos
	Pouco satisfatório	3 pontos
	Não satisfatório	1 ponto
LIGAÇÕES CRUZADAS	Bastante satisfatório	5 pontos
	Pouco satisfatório	3 pontos
	Não satisfatório	1 ponto

Fonte: Adaptado de LIMA *et al.*, 2017.

*Pontuação criada pelo autor.

Com base nos quesitos de avaliação de Mapas Conceituais elaborados por Novak e Gowin (1996) (Quadro 20), nos parâmetros de avaliação propostos por Lima *et al.*, (2017) e nos critérios de pontuação estabelecidos pelo autor da dissertação (Quadro 21), os mapas conceituais elaborados pelos alunos da Oficina Temática foram avaliados e as notas atribuídas a cada quesito estão na Tabela 5.

Tabela 5. Resultado da avaliação dos Mapas Conceituais, Avaliação Virtual 3, AV3.

		Proposições	Hierarquia	Ligações Cruzadas
Primeira Série	A1	3	3	1
	B1	3	1	3
	C1	5	5	3
	D1	5	5	3
Segunda Série	A2	5	5	5
	B2	5	5	5
	C2	3	5	3
Terceira Série	A3	3	3	3
	B3	5	5	3
	C3	5	5	5
	D3	5	5	3
	E3	1	3	3
	F3	3	3	3

Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.

Os resultados obtidos revelam que, no quesito Ligações Cruzadas, apenas o aluno da Primeira Série, A1 obteve o conceito “não satisfatório”. Observando o seu Mapa Conceitual, Anexo B, Figura 1, percebe-se que as linhas de ligação dos conceitos são muito longas, os conceitos ficam distantes. Este procedimento provocou uma poluição visual no mapa. No quesito Hierarquia, somente o aluno B1 obteve conceito “não satisfatório”. Observando o seu Mapa Conceitual, que se encontra no Anexo B, Figura 2, verifica-se que a caixa onde está escrito Reações Químicas não está relacionada com as Leis de Proust e Dalton. Trata-se de um Mapa Conceitual pouco informativo em relação ao tema abordado. No quesito Proposições, observou-se o conceito “não satisfatório” para o aluno E3. Seu Mapa Conceitual se encontra no Anexo D, Figura 5. Este Mapa Conceitual apresenta uma parte superior com os elementos conceituais soltos, desconexos. Além disso, a parte inferior apresenta um conjunto de Ligações Cruzadas pouco informativas.

Deve-se também salientar que, de uma forma geral, os resultados apresentados na Tabela 5 apresentaram a predominância do conceito “bastante satisfatório”, o que indica que houve um bom entendimento da tarefa proposta.

Por outro lado, os instrumentos utilizados na Avaliação Virtual 3, AV3, não conseguiram detectar, em seus resultados, qualquer relevância capaz de relacionar a pontuação dos alunos com a sua idade cronológica ou com o seu tempo médio de escolaridade, série escolar.

5.5. Pesquisa de Opinião dos Alunos, PO

Na Etapa 3 os alunos receberam um Questionário de Opinião, denominado de Pesquisa de Opinião dos Alunos, PO, para que eles avaliassem o projeto desenvolvido, conforme metodologia descrita na seção 4.3.3. O questionário é composto por quatro questões objetivas e uma questão discursiva, conforme Quadro 9 na seção 4.3.3. Na reunião da Etapa 4 os alunos entregaram o questionário preenchido.

Os Quadros 22, 23, e 24 apresentam as respostas dos alunos para a Questão 05, que era discursiva.

Quadro 22. Pesquisa de Opinião dos Alunos, PO, Questão 05, Primeira Série.

Primeira Série	
Aluno	Resposta da questão 05
A1	“A oficina foi uma experiência muito edificante para mim. Poder analisar como uma descoberta química, tida por trivial hoje em dia, foi crucial para todo um desenvolvimento industrial e tecnológico em diversas áreas do saber durante os séculos posteriores. Dessa forma, pude aprender o que realmente significou a criação dessa e não apenas decorar fórmulas”.
B1	“O projeto foi bem satisfatório, proporcionando a todos os alunos o conhecimento de habilidades para a verdadeira aprendizagem. A conciliação de fatos históricos com o material de química é uma grande demonstração de como o repertório e o fator interdisciplinar auxiliam na compreensão do conteúdo como um todo.”
C1	“Foi uma iniciativa muito interessante, pois ajudou bastante no estudo.”
D1	“Achei uma ótima iniciativa, pois foi ensinado um método de aprendizagem que vai nos ajudar a não esquecer o que foi aprendido”.

Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.

Quadro 23. Pesquisa de Opinião dos Alunos, PO, Questão 05, Segunda Série.

Segunda Série	
A2	“Na minha opinião, a oficina excedeu as minhas expectativas; pois apresentou a experiência de lavoisier de forma clara e concisa, com foco em enaltecer a importância que esta teve e tem na sociedade, sendo este aprendizado um marco muito importante em minha vida.”
B2	“Achei muito interessante juntar as duas matérias, facilitou no meu entendimento do conteúdo. As disciplinas têm partes muito interdisciplinares e quando temos acesso a materiais de diferentes “perspectivas” sobre um mesmo assunto é mais fácil e divertido de aprender.”
C2	“Foi uma experiência muito interessante”.

Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.

Quadro 24. Pesquisa de Opinião dos Alunos, PO, Questão 05, Terceira Série.

Terceira Série	
A3	<p>“A oficina foi muito importante para mim, para o meu aprendizado em relação à química contemporânea.</p> <p>Poder aprofundar assuntos que geralmente fazemos em 20 min de aula no colégio me ajudou a entender várias coisas. Acredito também que me ajudou nos vestibulares.”</p>
B3	<p>“Achei muito interessante como os assuntos interagem entre si demonstrando causa e consequência e, também, como a química está presente em milhares de coisas que nem ao menos nos damos conta.”</p>
C3	<p>“Foi uma ótima experiência. A relação entre história e química, me deu uma visão melhor das áreas de conhecimento.”</p>
D3	<p>“Foi uma experiência boa a qual contribuiu para uma melhora no meu entendimento como todo, fazendo-me, por exemplo, saber que a invenção do calorímetro impulsionou a criação de veículos movidos a vapor, tais como a locomotiva. Além disso, as aulas ministradas foram muito boas e explicativas quanto ao que fazer no trabalho.”</p>
E3	<p>“A oficina de estudos foi uma experiência muito gratificante, pois conseguiu ensinar uma matéria extremamente importante de uma forma interdisciplinar que utilizou textos, vídeos e exercícios para atingir seu objetivo educativo. Não me arrependo de ter participado desse experimento”.</p>
F3	<p>“Através da oficina de estudos pude aprender um pouco mais sobre química e fazer relações com outras disciplinas, já que uma complementa a outra. As aulas foram bem descontraídas e os métodos que o professor ensinou, como o uso do mapa mental, ajudou a fixar melhor o conteúdo”.</p>

Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.

A Tabela 6 apresenta os valores absolutos para o número de respostas para as questões objetivas, das Questões 01, 02, 03 e 04.

Tabela 6. Resultado da Pesquisa de Opinião dos Alunos, PO, Questões 01, 02, 03 e 04.

	Questão 01				
	(a) Péssimo	(b) Ruim	(c) Regular	(d) Bom	(e) Excelente
Primeira Série	0	0	0	4	0
Segunda Série	0	0	0	2	1
Terceira Série	0	0	0	4	2
TOTAL 01	0	0	0	10	3
	Questão 02				
	(a) Péssimo	(b) Ruim	(c) Regular	(d) Bom	(e) Excelente
Primeira Série	0	0	0	0	4
Segunda Série	0	0	0	2	1
Terceira Série	0	0	0	0	6
TOTAL 02	0	0	0	2	11
	Questão 03				
	(a) Péssimo	(b) Ruim	(c) Regular	(d) Bom	(e) Excelente
Primeira Série	0	0	0	1	3
Segunda Série	0	0	0	2	1
Terceira Série	0	0	0	2	4
TOTAL 03	0	0	0	5	8
	Questão 04				
	(a) Péssimo	(b) Ruim	(c) Regular	(d) Bom	(e) Excelente
Primeira Série	0	0	0	0	4
Segunda Série	0	0	0	0	3
Terceira Série	0	0	0	0	6
TOTAL 04	0	0	0	0	13

Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.

Os resultados apresentados na Tabela 6 indicam uma grande satisfação dos alunos com a sua participação na Oficina Temática. Para explicar esse resultado, deve-se levar em conta algumas considerações: 1) A prática de ensino adotada no Colégio Militar do Rio de Janeiro, é predominantemente conteudista, desta forma a Oficina Temática serviu como um algo novo, fora desse tipo de trabalho. 2) A liberdade de pesquisa de um tema que não seja de natureza curricular. 3) O uso da interdisciplinaridade foi bastante apreziada por eles.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação propôs e apresentou as ferramentas metodológicas da Oficina Temática, “A Química Mudando a Sociedade”, que foi aplicada aos alunos de 1º, 2º e 3ª séries do Ensino médio do Colégio Militar do Rio de Janeiro. As respostas dos alunos à Pesquisa de Opinião, PO, indicaram que atividades extracurriculares, como a Oficina Temática, servem como um importante instrumento para o processo de ensino – aprendizagem em escolas de Ensino Médio. A PO também revelou que o projeto interdisciplinar entre Química e História proposto nesta dissertação aumentou o interesse do aluno pelo ensino de Química, podendo exercer um papel de grande importância na formação do aluno de Ensino Médio.

Os comentários descritos na questão 5 da pesquisa de opinião revelaram um aluno mais estimulado com a metodologia proposta e com o aprendizado proporcionado pela Oficina Temática. Além disso, foi possível perceber o interesse dos alunos pelo projeto, que ficaram com a expectativa da realização de outras Oficinas Temáticas em oportunidades futuras.

A realização da Oficina Temática, em ambiente virtual, para o grupo de estudantes do Colégio Militar, se mostrou satisfatória, indicando que a Educação a Distância pode ser uma boa ferramenta alternativa para a realização dos projetos pedagógicos como as Oficinas Temáticas.

A produção dos Mapas Conceituais, AV3, pode ser destacada como a atividade que foi melhor acolhida pelos alunos. Os Mapas Conceituais se apresentaram como uma ferramenta valiosa na aprendizagem e para a expressão, ao destacar a motivação causada, assim como contribuições autorais dos estudantes.

Os resultados da Etapa 2 da Oficina indicaram que a Aprendizagem Significativa pode apresentar, mesmo que levemente, uma maior capacidade de transformação cognitiva em alunos que, em média, apresentam uma maior escolaridade. Porém, com os resultados obtidos nesta Oficina Temática não foi possível obter qualquer relação com a idade do aluno. Por outro lado, através dos instrumentos utilizados para a Avaliação Virtual 3, AV3, não foi possível detectar uma relação direta entre a pontuação dos alunos com a sua idade ou com o seu tempo médio de escolaridade, série escolar.

Por fim, a utilização da Teoria da Aprendizagem Significativa como instrumento de avaliação do processo ensino-aprendizagem permitiu, mesmo em um espaço virtual de ensino remoto, a observação e a análise do desenvolvimento do aluno, através da apropriação do novo conhecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA.E.B. **Editando um Vídeo**, 2020 – 1411. [Online]. Disponível, <https://youtu.be/PzU-ApIVPC4> , acesso em 14/11/2020.(a)

ALMEIDA.E.B. **Etapas 3 – Oficina Temática (Reunião)** 2021 – 2901. [Online]. Disponível, <https://youtu.be/rEeYwTp9Hx0>, Acesso em 14/03/2021.(b)

ALMEIDA, E.B. “**MI2 - Mapa Conceitual**”, 2021- 0704. [Online]. Disponível. <https://youtu.be/MQjsa51o2yk>, acesso em 07/04/2021.(c)

ALMEIDA, E. B. “**TQ1 - Lei da Conservação das Massas (Resumo Teórico)**”. [Online]. Disponível, <https://youtu.be/spgrKdtcrog> . acesso em 06/04/2021.(d)

ALMEIDA, E. B.” **TQ2 - Principais Consequências da Lei de Lavoisier (Resumo Teórico)**”. [Online]. Disponível, https://youtu.be/x2y5o5_PfHU . acesso em 06/04/2021.(e)

ALMEIDA,E.B., SOUZA, R.M, RIBEIRO, S.P.S. **Uma proposta de ensino de Equilíbrio Químico através de videoaula utilizando uma ferramenta de aplicação cotidiana**, Revista Virtual de Química, v13, n.3, 2021.(f)

ALMEIDA.E.B. “**VE1 - Vídeo Explicativo sobre a edição de um Mapa Conceitual**”.2021-0702. [Online]. Disponível, https://youtu.be/_WpGpIIMCo, acesso em 07/02/2021.(g)

ALMEIDA.E.B. “**VE2 - Vídeo Explicativo sobre a edição de um Mapa Conceitual**”.2021-0702. [Online]. Disponível, https://youtu.be/_WpGpIIMCo, acesso em 07/02/2021.(h)

ALMEIDA, E.B. “**VQ1 – Lei de Lavoisier**”. [Online], Disponível. https://youtu.be/ZppUTlq_-pc acesso em 05/04/2021.(i)

ALMEIDA, E.B. “**VQ2 - Consequências Científicas da Lei de Lavoisier**” [Online], Disponível, <https://youtu.be/lmZpFInbsCc>. acesso em 05/04/2021.(j)

AQUINO, G.T.M. **História da Ciência no Ensino Médio: caminhos para uma interdisciplinaridade possível**. Khronos, Revista de História da Ciência, Universidade de São Paulo, SP, 2017.

ARAÚJO, N.R.S., BUENO, E.S., ALMEIDA, F.S., BORSATO, D. **Mapas conceituais como estratégia de avaliação**. Semina: Ciências e Tecnologia, v.28, n.1, p.47-54, Londrina, junho 2007

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BACHELARD, G. **A Epistemologia**. Lisboa: Edições 70, 2006.

BELLAS, R. R. D. **Conceitos de substância atribuídos por licenciandos em química: uma análise histórico-cultural**. Tese (Doutorado). Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador/Feira de Santana, 2018.

BRAGA, Cleonice Dias da Silva. **O Uso de Modelos do Ensino da Divisão Celular na Perspectiva da Aprendizagem Significativa**, 173 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Ciências Biológicas. Universidade de Brasília, UnB, Distrito Federal, 2010.

BRASIL, **Ministério da Educação. Base nacional comum curricular**. Brasília, MEC/SEB, 2017. Disponível e, < <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>> Acesso 28/05/2020.

BRITO, A.A.S. “Flogisto”, “Calórico” & “Éter”, **Ciência e Tecnologia dos Materiais**, v.20, n.34, 2008.

CANO, P.; TORRES, G.; VEREDA, A.E.; CAPITÁN, V.L.; THORBURN, B.D. **Analytical Chemistry in Spain From the Enlightenment Microchimica**, v.167(1), pp.1 -20, Acta, 2009

CARDOSO, S.O.O., DICKMAN, A.G. **Simulação Computacional Aliada à Teoria da Aprendizagem Significativa: Uma Ferramenta para Ensino e Aprendizagem do Efeito Fotoelétrico**, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.29, n. Especial 2, p.891-934, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2012.

CARDOSO, S.P., COLINVAUX, D. **Explorando a motivação para estudar Química**, Química Nova, v.23, n.2, 2000.

CARLOS, J.G. **Interdisciplinaridade no Ensino Médio: desafios e potencialidades**, Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências, Área de Contracção “Ensino de Física” pelo programa de Pós - Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, 2007.

CASANOVA, M.P.; BARRETO, M.J.; COTRIM, N.; FERREIRA, S., FATI, A., MORATO, P. **Teorias da Aprendizagem - Psicopedagogia das Necessidades Especiais**, Faculdade de Motricidade Humana, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2018.

CAVALCANTI, Z.V.; SILVA, M.L.S. **A importância da Revolução Industrial no Mundo da Tecnologia**, Anais Eletrônico, VII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica. CESUMAR – Centro Universitário de Maringá, CESUMAR, Maringá, PR, 2017.

CEBULSKI, E.S.; MATSUMOTO, F.M. **A História da Química como facilitadora da aprendizagem do Ensino de Química**, Departamento de Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2008.

CHASSOT, A. **Para que(m) é útil o ensino?** 2.ed. Canoas: Ed. ULBRA, 2004.

CORREA, J. **Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação: Novas Estratégias de Ensino/ Aprendizagem**. In: COSCARELLI, C.V. (Org). **Novas Tecnologias, Novos Textos, Novas Formas de Pensar.**: Autêntica, p.43-50, Belo Horizonte, 2002.

DALTON, J. **New System of Chemical Philosophy**, Part I, R. Bickerstaff, Stand, London, 1808

DA SILVA, J.L.; DA SILVA, D.A.; MARTINI, C. DOMINGOS, D.C.A.; LEAL, P.G.; FILHO, E.B.; FIORICCI, A.R. **A Utilização de Vídeos Didáticos nas Aulas de Química do Ensino Médio para Abordagem Histórica e Contextualizada do Tema Vidros**, Química Nova na Escola, v.34, n.4, p.189-200, São Paulo, novembro, 2012.

DAVIS, C., OLIVEIRA, Z. **Psicologia da Educação**, Cortez Editora, p.37-46, São Paulo, 2003.

DECRETO Nº 47429 DE 15/03/2020, Art 1º, Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, 18/03/2020.

DECRETO Nº 48.706/2021, artigo 6º, Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, 06/04/2021.

DRIVER, R. e OLDFHAM, V. **“A Constructivist Approach to Curriculum Development in Science”**. Studies in Science Education. 13, 105-22, 1986.

FARIA, W. **Aprendizagem e planejamento de ensino**. São Paulo: Ática, 1989.

FARIAS, F.C.; MONTEIRO, L.G. **Oficina Temática sobre o Pré-sal e Sua Aplicação no Ensino de Química**. IX Congresso Internacional Sobre Investigación em Didáctica de Las Ciencias, Girona, Espanha, setembro, 2013.

FRANK, A. **Do Grande ao Infinitamente Pequeno**, Editora Replicação, Lisboa, 2001.
FRAZÃO, D. **Biografia de Antoine Lavoisier**, Ebiografia – 2019 – 2907, [Online], Disponível, www.ebiografia.com, acesso em 02/05/2020.

GADOTTI, M. **Histórias das Ideias Pedagógicas**, Ática, ed.8, São Paulo, 2003.

GAIA, H.M.; AKAHOSHI, L.H.; ZAMBOM, D.M.; MARTORANO, S.A.A.; MARCONDES, M.E. **Aprendizagem de Conceitos Químicos e Desenvolvimento de Atitudes Cidadãs: O Uso de Oficinas Temáticas Para Alunos do Ensino Médio**, XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ) Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná, julho, 2008.

GODOY, C.E. **Mapas Conceituais- Como fazer**, [online] Disponível. <http://cecgodoy.net/como-fazer-mapas-conceituais/>- 2016 – 1407, acesso em 14/05/2020.

GONICK, L.; CRIDDLE, C. **Química Geral em Quadrinhos**, 2ed revisada, Edgard Blucher, São Paulo, SP, 2014.

GOWWIN, D.B. **Educating**. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press, 1981.

GUIMARÃES, E.G.; CASTRO, L.S.; BAUTZ, K.R. **O uso do Modelo Didático como Facilitador da Aprendizagem Significativa no Ensino de Biologia**, XX Encontro Latino-Americano de Iniciação Científica, XVI Encontro Latino-Americano de Pós-Graduação e VI Encontro de Iniciação à Docência – Universidade do Vale do Paraíba., 2016

GULA, E. **Como Fazer Videoaula com Áudio e Animação Apenas com o Power Point/sala de aula**. [Online], Disponível. <https://youtu.be/czWAOc5TKT4>, 2016-0106, acesso em 27/06/2020.

HANSEN, T. **Introduction, In: The Role of Philosophy of Science and Ethics in University Science Education**. Göteborg: NSU Press, 2002, pp. 17-22.

HOBSBAWM, E.J. **Da Revolução Industrial Inglesa ao Imperialismo**, ed.6, Forense, Rio de Janeiro, 2014.

JAKUES, R.; PONIWASS, M.; PADILHA, D. **O Segredo de Bethovem**, YouTube, FTEC-RS-2011-0312. [Online]. Disponível. youtu.be/Pgoau28tSWU, acesso em 01/05/2020.

JESUS, M.A.S; SILVA, R.C.O. **A Teoria de David Ausubel – O Uso dos Organizadores Prévios no Ensino Contextualizado de Funções**, VII Encontro de Educação Matemática, Recife, julho, 2004)

JÚNIOR, R.A.R. **As Ideias Científicas de John Dalton e sua Influência nos Trabalhos de Gay – Lussac, Avogadro e Cannizzaro**, Dissertação de Mestrado, Departamento de Química Analítica, Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Unicamp, 2004.

KOTZ, J.C.; TREICHEL, P.M.; WEAVER, G.C. **Química Geral e Reações Químicas**, v.1, Cengage Learning, São Paulo, São Paulo, 2009

LIMA, J.A., SAMPAIO, C.G., BARROSO, M.C.S, VASCONCELOS, A.K.P., SARAIVA, F.A. **Avaliação da aprendizagem em Química com uso de mapas conceituais**, Revista Thema, v.14, n.2, pp. 37-49, 2017.

LOPES, A.C.C.B.; CHAVES, E.V. **Animação como recurso didático no ensino da química: capacitando futuros professores**, Educitec, Manaus, v. 04, n. 07, pp. 135-151, jun. 2018

LOPES, A. R. C. **Contribuições de Gaston Bachelard ao Ensino de Ciências, Enseñanza de las Ciencias, História y Epistemologia de las Ciencias**, 1993, II.

LOYOLA, C.O.B.; SILVA, F.C. **Plantas Medicinais: uma oficina temática para o ensino de grupos funcionais**, Química Nova na Escola, v.39, n.1, p.59-67, São Paulo, fevereiro, 2017.

LUCENA, A. **Aprendizagem Significativa**, YouTube, IFSP-2012-1006, 2012-0610, [Online]. Disponível. youtu.be/RaT8vbXduFA, .acesso em 10/02/2019.

MACKEDANZ, L. F.; ROSA, L. S. **O discurso da interdisciplinaridade e as impressões docentes sobre o Ensino de Ciências Naturais no Ensino Fundamental**. Revista Thema, v.13, n.3, pp. 140-152, 2016.

MARCONDES, M. E. R. et al. **Oficinas Temáticas no Ensino Público visando a Formação Continuada de Professores**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2007, 38.

MARTINS, R. A. **“Introdução: a história das ciências e seus usos na educação.” Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino.** São Paulo: Editora Livraria da Física, pp. 17-30, 2006.

MASCARENHAS, C. **Teorias da Aprendizagem**, Slide Share, pt.slideshare.net., 2015-0616. [Online]. Disponível. [pucrs-2015-1406-as-21h58](https://www.slideshare.net/pucrs-2015-1406-as-21h58), acesso em 30/04/2020.

MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria da aprendizagem de David Ausubel.** 2. ed. São Paulo: Centauro, 2001.

MASINI, E.F.S. **Aprendizagem Significativa na Escola**, Aprendizagem Significativa em Revista, v.6, p.3, 2016.

MATTHEWS, M. R. **História, Filosofia e Ensino de Ciência: A Tendência Atual de Reaproximação**, Departamento de Educação, Universidade de Auckland, Auckland, Nova Zelândia, dezembro.1995.

MATTHEWS, M. R. **History, philosophy, and science teaching: The present rapprochement.** Science & Education 1(1):11-48, 1992.

MATTHEWS, M. R. **In defense of modest goals when teaching about the nature of science.** Journal of Research in Science Teaching 35(2):161-174, 1998.

MATTHEWS, M. R. **Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science.** New York: Routledge, 1994.

MENEGOLLA, A. M. **Mapas conceituais como instrumento de estudo na matemática.** Porto Alegre, 2006. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação em Ciências e Matemática, Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul. 2006.

MILLER, J. D. **Scientific literacy: a conceptual and empirical review.** Daedalus 112(2):29-47, 1983.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**, Editora Livraria de Física, São Paulo, 2011.

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem Significativa Crítica**, Versão Revisada e estendida de conferência no III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa (Peniche), 11 a 15 de setembro de 2000, Publicada em Atas desse Encontro, pp.33 – 45, com o título original de Aprendizagem significativa subversiva. Publicada também em Indivisa Boletim de Estudos e Investigações, n.6, pp. 83 – 101, 2005, com o título Aprendizagem Significativa Crítica, 1ª edição, em formato de livro, 2005; 2ª edição; ISBN 85 – 904420-7-1., 2010

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: da visão clássica à visão crítica**, Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Madrid, Espanha, setembro de 2006 e do I Encuentro Nacional sobre Enseñanza de la Matemática, Tandil, Argentina, abril de 2007. Uma versão preliminar e reduzida desta conferência foi apresentada no I Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, Campo Grande, MS, Brasil, abril de 2005. Em ambos os casos, o texto correspondente está publicado nas respectivas Atas.

MOREIRA, L. **Industrialização na Inglaterra**, YouTube, 2016-0612, acesso em 01/05/2020.

MOREIRA, M.A. **O mapa conceitual como instrumento de avaliação da aprendizagem**, Educação e Seleção, n.10, pp.17-74, 2013.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**, Editora Pedagógica e Universitária, ed.1, São Paulo, 1999.

MORENO, E.L.; HEIDELMANN, S.P. **Recursos Instrucionais Inovadores para o Ensino de Química**. Química Nova na Escola, v.39, n 1, p. 12-18, São Paulo, fevereiro, 2017.

MÜLLER, J. **Revolução Industrial-Resumo** Desenhado, YouTube, 2019-2506, youtu.be/qpxaj1XEPko, acesso em 01/05/2020.

NISHITANI, A. T. N.; BELLOTTO, V. A. P. C. **Microsoft e seu Monopólio do mercado de software**. São Paulo: USP, 2010.

NOVAK, J.D.; GOWIN, D.B. **Aprendiendo a aprender**. Barcelona: Traducción al español del original Learning how to learn. (1984). Cambridge University Press. Traducido al portugués como aprender a aprender. (1996). Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

OKI, M.C.M. **Controvérsias Sobre o Atomismo no século XIX**, Química Nova, v.32, n.4, 2009.

OLIVEIRA, P.O; FERNANDES, R.U. **O uso de tecnologias para ensino de trigonometria: estratégias pedagógicas para a construção significativa da aprendizagem**, Educ. Matem. Pesq, v.12, n.3, pp.548-577,2010

O MUNDO DA CIÊNCIA. **Biografia 12 – Antoine Lavoisier**, YouTube, 2017-1202.
[Online]. Disponível. youtu.be/p7bPbFopuSU, acesso em 01/05/2020.

ONTORIA, A. et al. **Mapas conceituais: uma técnica para aprender**. São Paulo: Loyola, 2005.

PANUCCI-FILHO, L.; SANTOS, C. A.; ALMEIDA, L. B. **Vantagens e desvantagens sobre a aprendizagem percebidas pelos alunos de graduação do ensino presencial mediado com o powerpoint: um estudo exploratório**. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, v. 9, n. 3, p. 94-122, Madrid, España, ago. 2011.

PATTERSON, E.C., **John Dalton and the Atomic Theory**, Garden City, New York, 1970

PAVÃO, A.C.; FREITAS, D. **Quanta Ciência há no Ensino de Ciências**, EdUFScar, 332p, São Carlos, São Paulo, 2008.

PAZINATO, M.S.; BRAIBRANTE, M.E.F. **Oficina Temática Composição dos Alimentos: Uma Possibilidade para o Ensino de Química**. Química Nova na Escola, v.36, n.4, p.289 – 296, São Paulo, 2014.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M.L.; BARON, M.P.; FINK, N.T.L.; DOROCINSKI, S.I. **Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel**, Rev. PEC, Curitiba, v.2, n.1, pp.37-42, jul. 2001-jul, 2002

PINHEIRO, C.R. **Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel**, videoaula, <https://youtu.be/Kaz5PTY0CF0>, acesso em 15/03/2020.

REGO, T.C. **Vygotsky, Uma perspectiva Histórico – Cultural da Educação**, Vozes, ed.11, p.93, Petrópolis,2001.

RONCA, A.C.C. **Teorias de Ensino: Contribuição de David Ausubel**, Pepsic, Periódicos Eletrônicos em Psicologia, pepsic.bvsalud.org, temas psicol., v.2, n.3, Ribeirão Preto, São Paulo, dezembro 1994.

ROSCOE, H.E., HARDEN, A. **A New View of The Origin of Dalton's Atomic Theory: A Contribution to Chemical History**, Macmillan and Co, London, 1896.

ROZENBERG, I. M. **Química Geral**, Livraria Nobel, ed.4, São Paulo, 1983.

RUIZA, M.; FERNÁNDEZ, T.; TAMARO, E. **Biografia de David Ausubel**. [Online]. Disponível, <https://www.biografiasyvidas.com/biografia/a/ausubel.htm>, Biografías y Vidas. La enciclopedia biográfica en línea. 2020-1006, [Online], Available, Barcelona, España, acesso em 27/06/2020.

SAKAGUTI, S. T. **Mapas conceituais e seus usos: um estudo da literatura**. Campinas, 2004. Dissertação (Mestrado profissional) – Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

SANTOS, A. O.; SILVA, R. P.; ANDRADE, D.; LIMA, J. P. M. **Dificuldades e motivações de aprendizagem em química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/ Química)**, Scientia Plena, v. 9, n. 7, pp. 1-6, 2013.

SANTOS, G.G. **Aprendizagem Significativa no Ensino de Química: Experimentação e Problematização na Abordagem do Conteúdo Polímeros**, Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe, UFS, São Cristóvão, Sergipe, 2017.

SARAIVA, F.A.; VASCONCELOS, A.K.P.; LIMA, J.A.; SAMPAIO, C.G. **Atividade Experimental como Proposta de Formação de Aprendizagem Significativa no Tópico de Estudo de Soluções no Ensino Médio**, Revista Thema, v.14, n.2, 2017.

SCHNETZLER, R.P. **A Pesquisa de Química no Brasil: Conquistas e Perspectivas**, Química Nova na Escola, Química Nova na Escola, v25, São Paulo, S.P., novembro, 2002

SCHUMMER, J. **The chemical core of chemistry I. HYLE** – An International Journal for the Philosophy of Chemistry, v. 4, n.2, p. 129-162, 1998.

SILVA, A.M. **Proposta para tornar o Ensino de Química mais atraente** RQI, 2º Trimestre, 2011, [Online], Disponível. www.abq.br, pp.7-12, 2011. Acesso em 25/02/2019

SILVA, A. M.; SILVA, T. R. M. **O ensino de química na visão dos alunos do ensino médio**. In: Resumos do 48º Congresso Brasileiro de Química. Rio de Janeiro, RJ, 2008.

SILVA, B.; TAVARES, B., PEREIRA, C., RODRIGUES, D., LOBO, M.B. **Demonstração Experimental da Lei de Lavoisier**, AMCC, Academia de Música Costa Cabral – 2014 – 0805. [Online]. Disponível. youtu.be/ZBwzTYS8mSc, acesso em 01/05/2020.

SMITH, A. **A Riqueza das Nações, Investigação Sobre a Natureza e suas Causas**, v.1, Nova Cultural, São Paulo, 1988.

SOUZA, N.A.; BORUCHOVITCH, E. **Mapas Conceituais: Estratégia de Ensino/Aprendizagem e Ferramenta Avaliativa**, Educação em Revista, v.26, n.3, p.195-218, Belo Horizonte, 2010.

TAVARES, G. W.; PRADO, A.G.S. **Calorímetro de Gelo: Uma abordagem histórica e experimental para o Ensino de Química na Graduação**, Química Nova, v.33, p.9,2010.

TAVARES, J., ALARCÃO, I **Psicologia do desenvolvimento e da aprendizagem**, Coimbra, Livraria Almedina, 1985.

TRASSI, R. C. M.; CASTELLANI, A. M.; GONÇALVES, J. E.; TOLEDO, E. A. **Tabela periódica interativa: “um estímulo à compreensão”**. Acta Scientiarum, v. 23, n. 6, pp. 1335-1339, 2001.

TRINDADE, J.O.; HATWIG, D.R. **Uso Combinado de Mapas Conceituais e Estratégias Diversificadas de Ensino: Uma Análise Inicial das Ligações Químicas**, Nova na Escola, v.34, n.2, pp.82 – 91, 2012.

VERGNAUD.G. **La Théorie des Champs Conceptuels. Récherches em Didactique des Mathématiques**, 1990

VOLANI, V.M. **A Grande Revolução Industrial – Geografia**, YouTube, Entender – 2019 – 3108, youtu.be/zoT8J-gZJa0A, acesso em 01/05/2020.

WINKLER, M.E.G.; SOUZA, J.R.B.; SÁ, M.B.Z. **A Utilização de uma Oficina de Ensino no Processo Formativo de Alunos de Ensino Médio e de Licenciatura**. Química Nova na Escola, v.39, n.1, p.27 -34, São Paulo, 2017.

“Antoine – Lavoisier”.2000 – 0705 [Onlive], Disponível, <http://historiador.com.br/antoine-lavoisier>, acesso em 03/08/2019.

“Antoine-Laurent Lavoisier (1743–1794) e sua esposa (Marie-Anne-Pierrette Paulze, 1758–1836)”. [Online]. Disponível. <https://www.metmuseum.org/pt/art/collection/search/436106>, acesso em 14/05/2020.

” A Revolução Industrial – Resumo Desenhado”. 2019- 2506, [Online], Disponível.
<https://youtu.be/qpxaj1XEPko>., acesso em 17/05/2020.

“David Ausubel: Biografia, Teoria, Contribuições e Obras”, [Online]. Disponível.
<https://maestrovirtuale.com/david-ausubel-biografia-teoria-contribuicoes-obras>, acesso em 01/05/2020.

“Industrialização na Inglaterra”.2016 – 0612, [Online], Disponível.
<https://youtu.be/BbzV7XFFmM4> acesso em 17/05/2020.

“Modelo Atômico dos Postulados de Dalton”. [Online]. Disponível.
<https://pt.thpanorama.com/blog/ciencia/modelo-atmico-de-dalton-postulados.html> acesso em 17/05/2020.

“Revolução Industrial”. [Online]. Disponível.
http://w3.ufsm.br/fuentes/index_arquivos/rev.pdf, acesso em 01/05/2020.

APÊNDICES

APÊNDICE A. A ELABORAÇÃO DE VIDEOAULAS PELO APLICATIVO *POWER POINT®*

A elaboração de uma videoaula é a transformação de uma apresentação de slides do aplicativo PowerPoint®, muito utilizada em aulas, palestras etc., em um vídeo, onde cada slide contém a narração do apresentador, sincronizada com animações contidas no conjunto de ferramentas do aplicativo elaboradas e editadas previamente.

Após a elaboração de cada slide do projeto a ser apresentado, contendo as respectivas animações, cada slide deverá receber o áudio da narração. Para isso, o aplicativo apresenta em sua interface, o comando, Apresentação de slide, Passo 1, localizado a parte superior da tela, como mostra a Figura 1.

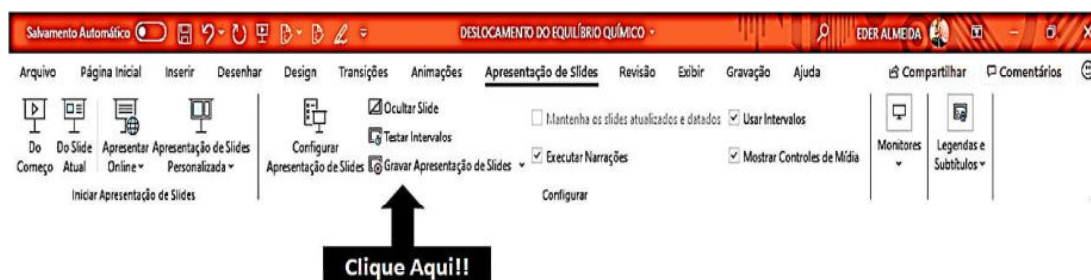
Figura 1. Gravação de Apresentação, Passo 1.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2019.

Ao clicar nesse comando, abrirá um conjunto de opções, que indicam as formas de apresentações desejadas, como mostra a Figura 2. Em seguida, deve-se clicar em Gravação de Apresentação, Passo 2.

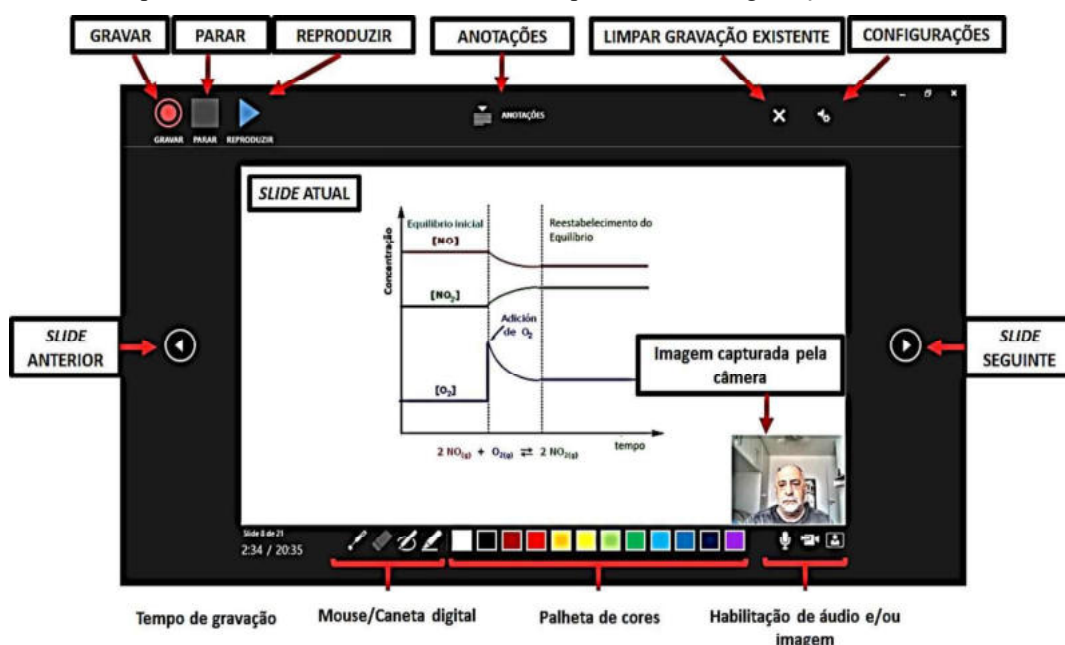
Figura 2. Gravação de Apresentação, Passo 2.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2019.

A opção “Gravar Apresentação de slides” reporta a uma tela de fundo preto, Figura 3. Nela se encontra a imagem do slide atual, que será gravado podendo apresentar a imagem do locutor capturada pela câmera e um conjunto de comandos. Cada comando apresenta funções específicas que são descritas a seguir, obedecendo as notações identificadas na Figura 3. Parte superior: “GRAVAR”, para iniciar o processo de gravação; “PARAR”, para interromper o processo de gravação; “REPRODUZIR”, para reproduzir a gravação obtida; “ANOTAÇÕES”, se necessário, é possível fazer alguma anotação extra utilizando o teclado; “LIMPAR A GRAVAÇÃO EXISTENTE”, caso seja necessário se desfazer da gravação do slide e “CONFIGURAÇÕES”, que seleciona a microfone e a câmera que serão utilizados. Na parte central: “SLIDE ANTERIOR”, retrocesso ao slide anterior ao que está sendo gravado e “SLIDE SEGUINTE”, avanço para o slide posterior ao que está sendo gravado. Na parte inferior: “Tempo de Gravação”, funciona como cronômetro; “Mouse/Caneta”, indica a largura de um tracejado que possa ser feito no slide, para esse procedimento pode ser utilizado o mouse ou a caneta digital; “Palheta de cores”, permite a escolha da cor do tracejado e “Habilitação de áudio/ imagem”, comando que permite que a gravação seja sem áudio do microfone, como também, sem a imagem do locutor, capturada pela câmera.

Figura 3. Tela do aplicativo PowerPoint, e seus comandos, possibilitando a gravação de um slide.

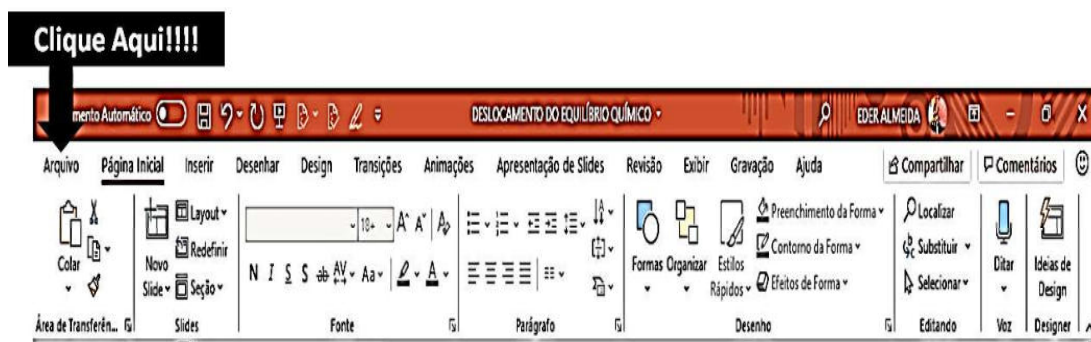


Fonte: Acervo do autor, 2019.

Completadas as narrações de cada slide, a apresentação deverá ser salva na forma de vídeo. Deve-se retornar para a área de trabalho do aplicativo e clicar, na parte superior, a opção,

Arquivo, Passo 1. Será apresentado um conjunto de opções, dentre elas, devemos clicar em Exportar, como mostra a Figura 4.

Figura 4. Opção Criar Vídeo, Passo 1.



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2019.

Imediatamente, aparecerá uma tela contendo um menu de opções. Em seguida, deve-se clicar na opção, Criar Vídeo, como mostra a Figura 5. Nessa mesma tela, deverá ser clicado um segundo botão, que também está escrito, Criar Vídeo.

Figura 5. Opção Criar Vídeo, Passo 2.



Fonte: Arquivo pessoal do autor, 2019.

Imediatamente, aparecerá uma tela contendo um menu de opções. Em seguida, deve-se clicar na opção “Criar Vídeo”, como mostra a Figura 6.

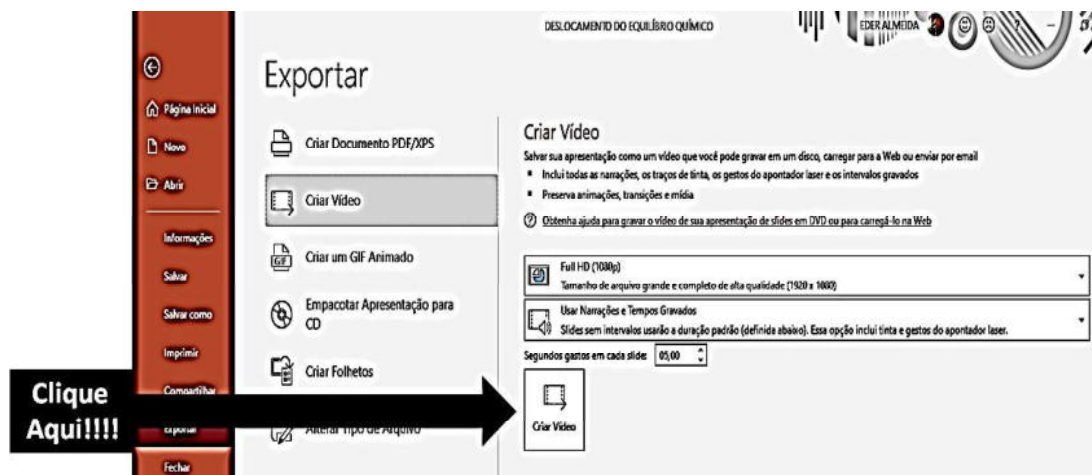
Figura 6. Opção Criar Vídeo, Passo 3.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2019.

Nesta mesma tela deverá ser escolhida a opção “Criar Vídeo”. A expansão desta tela resulta em uma segunda tela, onde deve-se clicar novamente na opção “Criar Vídeo”, Figura 7.

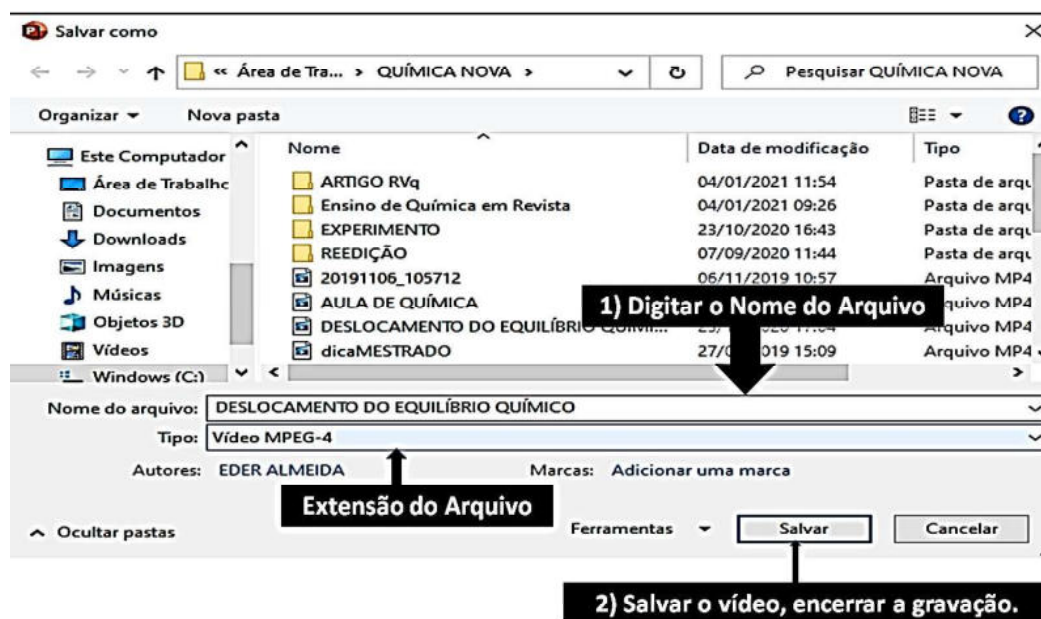
Figura 7. Opção Criar Vídeo, Passo 4.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2019.

No momento do acionamento do comando, “Criar Vídeo”, abrirá uma caixa de diálogo, Figura 8, que permite o preenchimento do nome do arquivo a ser transformado em vídeo na extensão mp-4. A finalização do processo ocorre clicando na opção, “Salvar”, da caixa de diálogo.

Figura 8. Criar Vídeo, Passo 5.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2019.

O Vídeo Explicativo, VE2, Link: <https://youtu.be/PzU-ApIVPC4> , contém uma breve explicação desse conjunto de procedimentos.

APÊNDICE B. Texto de Química I (TQ1)

Figura1. TQ1, página 1.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2021.

Figura 2. TQ1, página 2.

A Química Mudando a Sociedade

A Lei da Conservação das Massas

1. Introdução

1.1. A QUÍMICA ANTES DE LAVOISIER

Até o Século XVII, muitos conceitos facilmente entendidos pelos cientistas atualmente, ainda não estavam totalmente esclarecidos. Ainda não existia a diferença conceitual entre elemento químico e substâncias químicas. Mesmo com a existência do “Pensamento Atomista”, sustentado por cientistas como Isaac Newton, esse pensamento não tinha um grande apoio.


1.1.1. TEORIA DO FLOGÍSTICO:

Tentar explicar surgimento do fogo, foi, por muito tempo, uma preocupação dos pensadores que antecederam Lavoisier. Para Heráclito (540 – 475 a.C.), o fogo era entendido como um fator primordial para uma transformação. Já Aristóteles, o incluiu no seu conjunto de quatro elementos da natureza. Essa preocupação, atravessa a História até o século XVII. A Teoria do Flogístico tem seu conceito original foi proposto por Johann Joachim Becher (1635 – 1682), mas a sua explicação mais consistente é atribuída a George Ernst Stahl (1600 – 1734). Stahl, para explicar os fenômenos oxidativos, combustão, oxidação e redução de metais, fenômenos ligados à técnica da metalurgia, técnica utilizada desde a Antiguidade, associava essas propriedades à presença de um “princípio inflamável” ou “matéria ígnea”, o Flogístico. Quando um pedaço de ferro metálico se transforma em ferrugem (mistura de óxidos de ferro) por oxidação seria uma liberação do Flogístico presente no metal.

Ferro → Flogístico + Cal Ferrosa (ferrugem)

Segundo os seguidores dessa teoria, o Flogístico seria extremamente leve. Essa afirmativa procura se esquivar do aumento da massa durante a transformação, já na massa da Cal Ferrosa é superior à massa de Ferro.

Para Stahl substâncias combustíveis que produziam massa menores, através do processo de queima, como o carvão e o enxofre, eram consideradas ricas em Flogístico. Quando uma substância rica em Flogístico entra em contato, sob aquecimento, com uma substância não inflamável, essa poderia devolver o Flogístico, recuperando a substância original.



Flogístico + Cal Ferrosa (ferrugem) → Ferro

Fonte. Acervo pessoal do autor, 2021.

Figura 3. TQ1, página 3.

A Química Mudando a Sociedade

A Lei da Conservação das Massas

Outro ponto a ser destacado, é a necessidade da presença do ar atmosférico nessas transformações. Para esses cientistas, o ar se combinava com o Flogístico, como se fosse uma reação paralela, logo a ausência desse levaria a cessamento do processo.

A Teoria do Flogístico, teve muitos seguidores, podemos destacar Henry Cavendish e Joseph Priestley. (ROZEMBERG, 1983, BACHELARD, 2006, GREENBERG, 2009).

2. Lei da Conservação das Massas

A Lei da Conservação da Massa foi um passo decisivo na compreensão das reações químicas na forma que estudamos atualmente. Essa lei foi estudada quatorze anos antes por Mikhail Vasilyevich Lomonossov (1711 – 1765), porém não teve um impacto considerável entre os cientistas da Europa Ocidental. Por volta de 1774, utilizando montagens de aparelhagens laboratoriais e metuculosos processos de pesagens, Lavoisier a eternizou no Tratado Elementar de Química (FRAZÃO, 2019).





Fonte. Acervo pessoal do autor, 2021.

Figura 4.TQ1, página 4

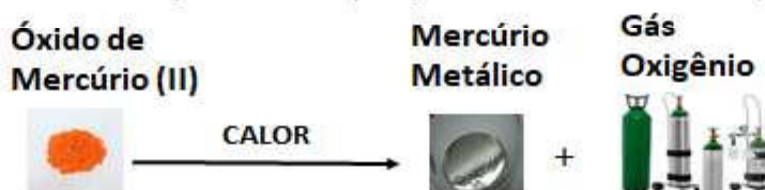
A Química Mudando a Sociedade



A Lei da Conservação das Massas

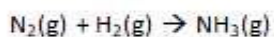
“Num sistema isolado, a massa permanece constante, independente das reações químicas que nele se processam.” (ROZENBERG, p.39, 1983)

Considere a reação de decomposição do Óxido de Mercúrio (II):



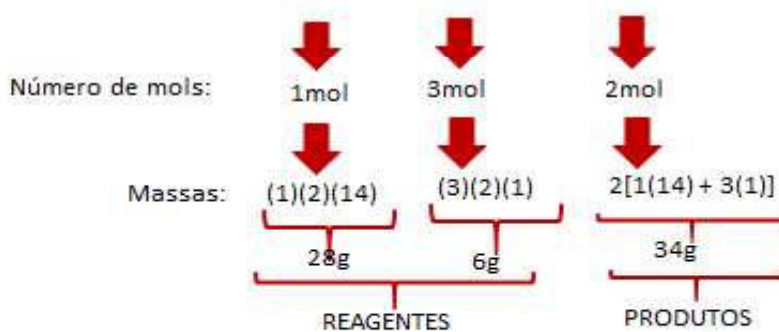
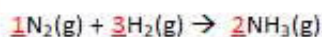
tempo	Massas(g)			
	Óxido de Mercúrio	Mercúrio	Oxigênio	Total
t_0	2,16	0	0	2,16
t_1	1,08	1,00	0,08	2,16
t_2	0	2,00	0,16	2,16

Exemplo:



Massas Atômicas: H = 1 ; N = 14

Equação Química Balanceada:



Massa Total dos Reagentes = 28g + 6g = 34g Massa Total dos Produtos = 34g

Conservação das Massas

Fonte. Acervo pessoa do autor 2021.

APÊNDICE C. Texto de Química II (TQ2)

Figura 1.TQ2, página 1.



Principais Consequências da Lei de Lavoisier



Professor:
Éder Barros de Almeida

Fonte. Acervo pessoal do autor, 2021,

Figura 2. TQ2, página 2.

A Química Mudando a Sociedade

Principais Consequências da Lei de Lavoisier


1. Introdução

1.1. Descobertas Científicas Decorrentes dos Trabalhos de Lavoisier


A publicação da Lei da Conservação das Massas, influenciou de forma definitiva na Ciência. A Química passou a ser estudada de forma mais quantitativa, o conceito de sistema fechado influenciou na explicação de fenômenos físicos, químicos e biológicos. Ficou mais clara a relação massa x energia na forma de calor, num tipo qualquer de transformação da matéria. Lavoisier, em seus experimentos, ampliou o espectro de observações, como medidas das massas das substâncias envolvidas, como também, é a ele atribuída a construção pioneira do Calorímetro, juntamente com Laplace. Esse conjunto de descobertas, refletiu de forma considerável na sociedade da época. O século XIX, período da História onde fervilharam essas descobertas, é um período em que a sociedade ocidental, passa a ter na atividade industrial, a sua mais importante atividade econômica, o que torna imprescindível, o aprimoramento de máquinas para a produção e transporte da produção. Com isso, as descobertas científicas funcionaram como um elemento propulsor dessas transformações na sociedade.

2. Lei das Proporções Definidas (Lei de Proust)

Joseph-Louis Proust
1754 - 1826



“As massas dos elementos químicos que participam da composição de uma substância pura obedecem a uma proporção constante, independente da quantidade de substâncias analisada.”



Fonte. Acervo pessoal do autor, 2021.

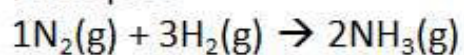
Figura 3. TQ2, página 3.

A Química Mudando a Sociedade

Principais Consequências da Lei de Lavoisier



Exemplo:



tempo	Massas(g)		
	N ₂	H ₂	NH ₃
t ₀	28	6	0
t ₁	0	0	34

Proporção: 28g : 6g : 34g → 14g : 3g : 17g

$$\frac{m(\text{N}_2)}{14} = \frac{m(\text{H}_2)}{3} = \frac{m(\text{NH}_3)}{17}$$

3. Lei das Proporções Múltiplas (Lei de Dalton)



“Quando dois elementos químicos se combinam de duas diferentes reações químicas originando duas substâncias diferentes, ao fixarmos a massa de um deles, verificamos que a massa do outro, obedece a uma proporção dada por números inteiros e pequenos.”

Fonte. Acervo pessoal do autor, 2021.

Figura 4. TQ2, Página 4.

A Química Mudando a Sociedade



Principais Consequências da Lei de Lavoisier

Exemplo:

A análise elementar dois óxidos de enxofre, revelou que o primeiro apresenta 50% desse elemento, e o segundo, apresenta 40%. Verifique se os dados estão de acordo com a Lei de Dalton.

Resolução:

Oxido 1 → Enxofre + Oxigênio

100g 50g 50g

Oxido 2 → Enxofre + Oxigênio

100g 40g 60g

Se fixarmos a massa de enxofre, por exemplo, em 50g, a segunda reação fica:

40g de enxofre → 60g de oxigênio

50g de enxofre → x

$$x = \frac{(50)(60)}{40} = 75g$$

Proporção entre as massas de oxigênio:

50g : 75g → 2 : 3

4. Teoria Atômica (Dalton)

"Toda matéria é formada por minúsculas partículas, maciças e indivisíveis, denominada de ÁTOMOS"



"Os átomos de um mesmo elemento são iguais em suas massas."



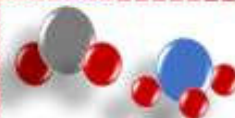
"Átomos de elementos diferentes, possuem massas diferentes."



"Os átomos de um mesmo elemento químico podem se combinar formando as substâncias elementares, simples,"



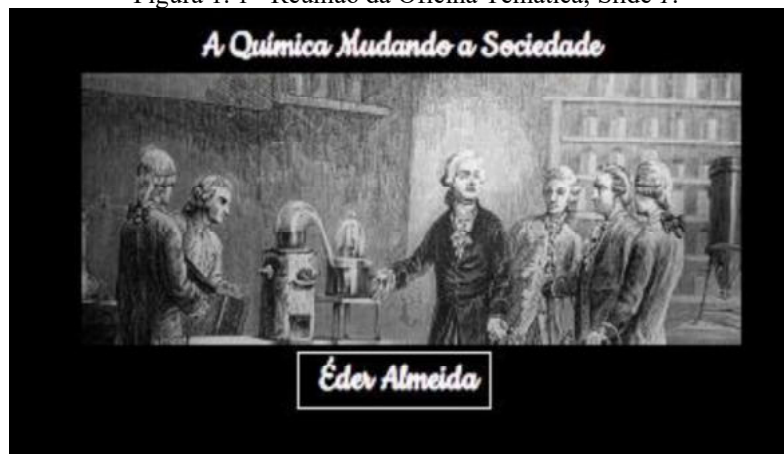
"Átomos de elementos diferentes formam as substâncias compostas."



Fonte: Acervo do autor.2021.

APENDICE D. Slides da 1ª Reunião da Oficina Temática

Figura 1. 1ª Reunião da Oficina Temática, Slide 1.



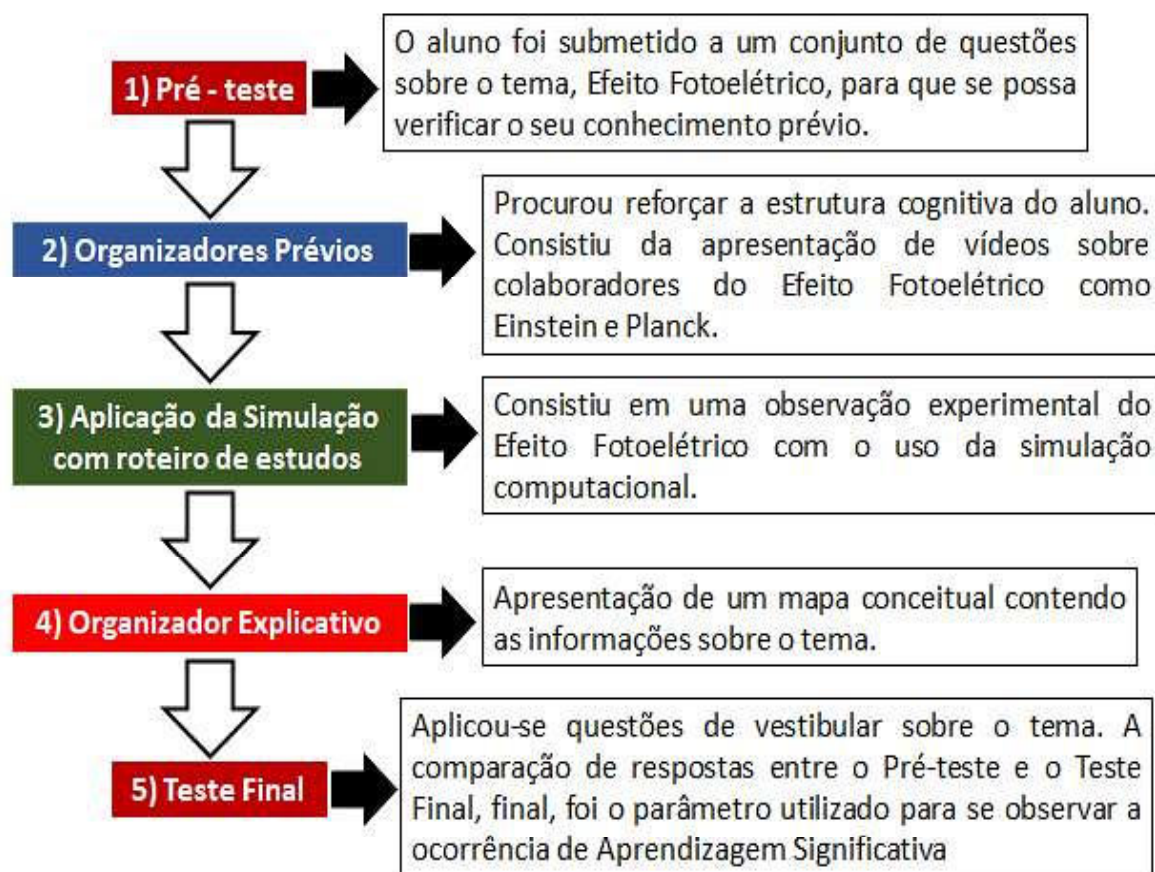
Fonte. <http://historiador.com.br/antoine-lavoisier>, acesso em 03/08/2019.

Figura 2. 1ª Reunião da Oficina Temática, Slide 2.



Fonte. Acevo pessoal do autor, 2021.

Figura 3. 1ª Reunião da Oficina Temática, Slide 3.



Fonte: Adaptado de Cardoso *et al.*, 2012.

Figura 4. 1ª Reunião da Oficina Temática, Slide 4.

A Química Mudando a Sociedade

Aprendizagem Significativa



“se quiséssemos reduzir a psicologia educacional em um único princípio este seria: -- O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece.”
(AUSUBEL *et al.*, 1980, p.137)

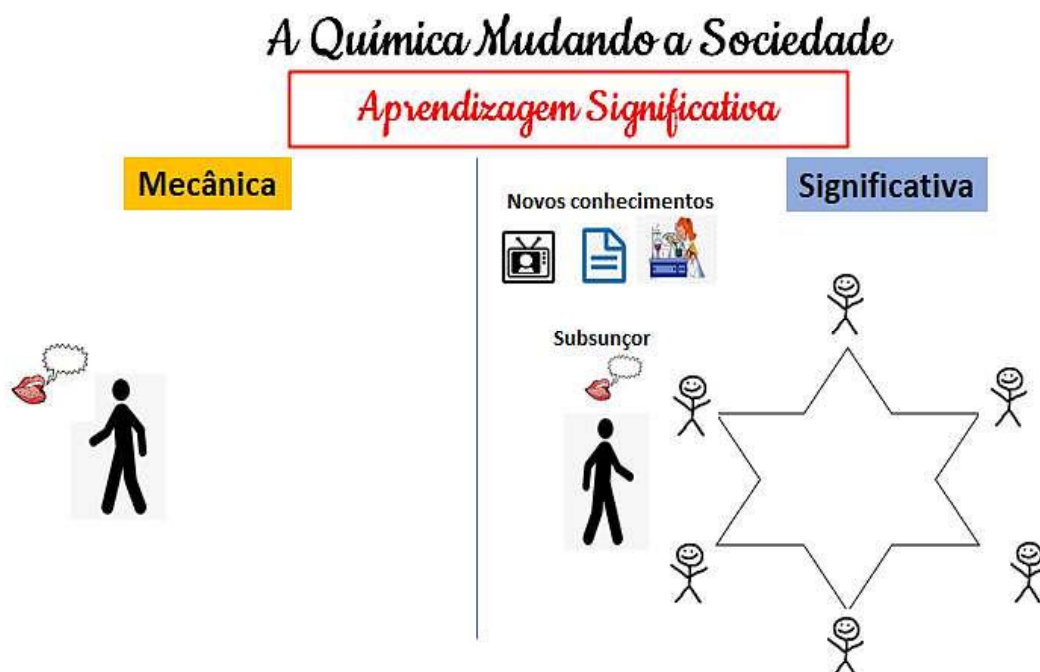
Fonte. Acervo pessoal do autor, 2021.

Figura 5. 1ª Reunião da Oficina Temática, Slide 5.



Fonte. Acervo pessoal do autor, 2021.

Figura 6. 1ª Reunião da Oficina Temática, Slide 6.



Fonte. Acervo pessoal do autor, 2021.

Figura 7. 1ª Reunião da Oficina Temática, Slide 7.



Fonte. JAQUES, R, 2011.

Figura 8. 1ª Reunião da Oficina Temática, Slide 8.

A Química Mudando a Sociedade

A COLABORAÇÃO CIENTÍFICA DE LAVOISIER PARA O
DESENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE INDUSTRIAL DO SÉCULO XIX.

Tema da Oficina

Química



História e Geografia



Fonte. Acervo pessoal do autor, 2021.

Figura 9. 1ª Reunião da Oficina Temática, Slide 9

A Química Mudando a Sociedade

Avaliação Virtual 01 (AV01)

https://docs.google.com/document/d/1BvftikmDBvtGPJU1YJ1dNLRb6RYL-svqO_pZO-z7TgPE/edit?usp=sharing

Fonte. Acervo pessoal do autor, 2021.

Figura 10. 1ª Reunião da Oficina Temática, Side 11.

A Química Mudando a Sociedade

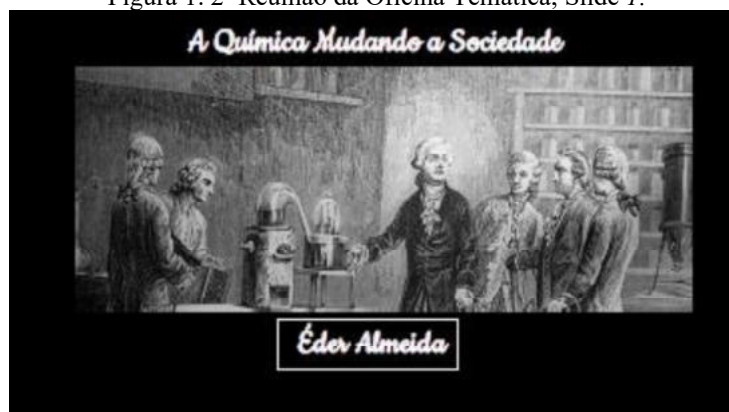
Obrigado

Até a Reunião 02

Fonte. Acervo pessoal do autor, 2021.

APÊNDICE E. Slides da 2ª Reunião da Oficina Temática

Figura 1. 2ª Reunião da Oficina Temática, Slide 1.



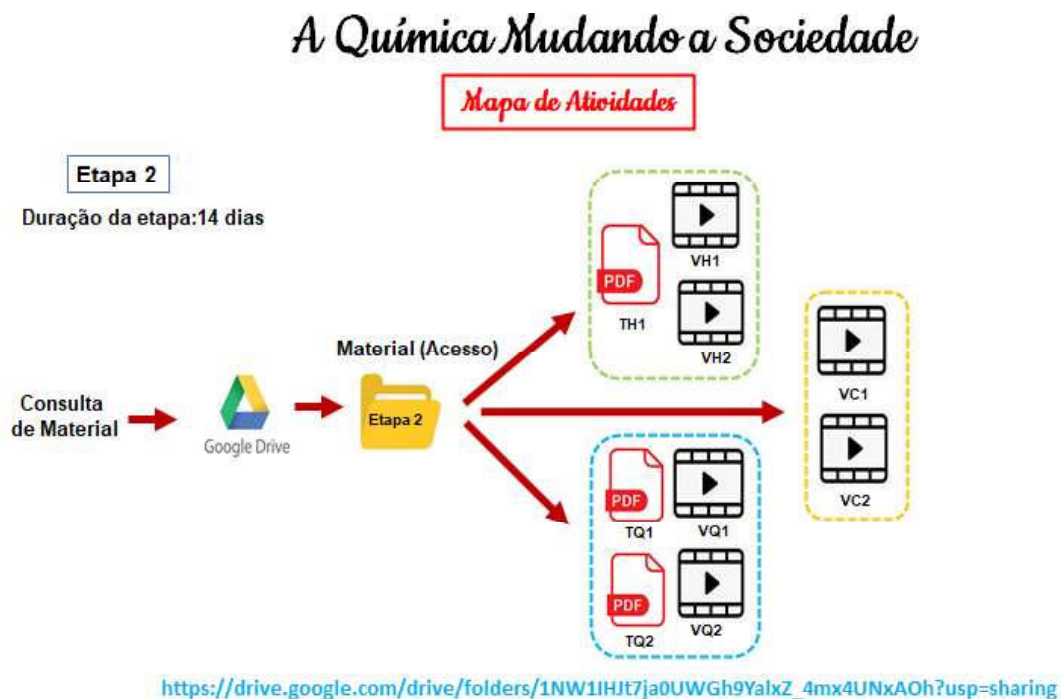
Fonte. <http://historiador.com.br/antoine-lavoisier>, acesso em 03/08/2019.

Figura 2. 2ª Reunião da Oficina Temática, Slide 2.



Fonte. Acervo pessoal do autor.

Figura 3. 2ª Reunião da Oficina Temática, Slide 3.



Fonte. Arquivo pessoal do autor, 2021.

Figura 4. 2ª Reunião da Oficina Temática, Slide 4.



Fonte. Arquivo pessoal do autor, 2021.

APÊNDICE F. Slides da 3ª Reunião da Oficina Temática

Figura 1. 3ª Reunião da Oficina Temática, Slide 1.



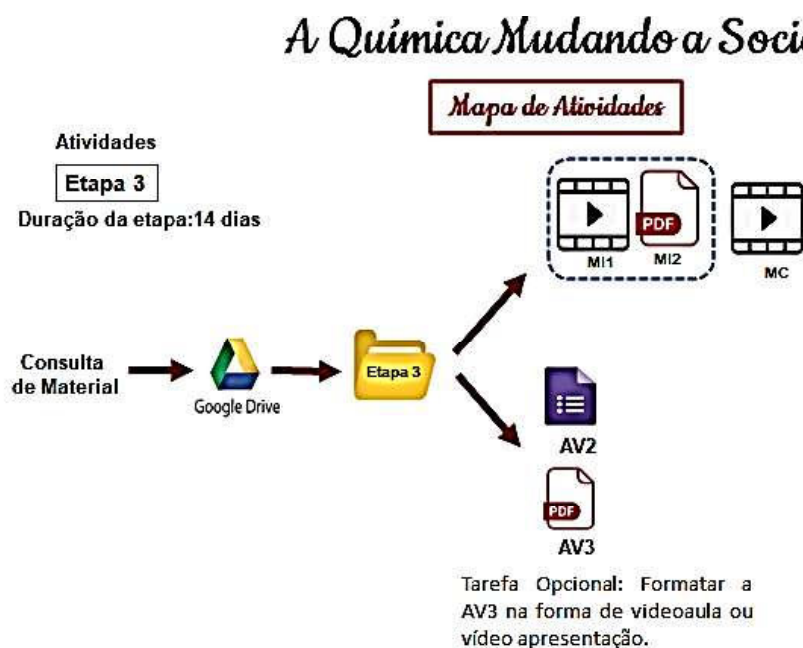
Fonte. <http://historiador.com.br/antoine-lavoisier>, acesso em 03/08/2019.

Figura 2. 3ª Reunião da Oficina Temática, Slide 2.



Fonte. Acervo pessoa do autor, 2021.

Figura 3. 3ª Reunião da Oficina Temática, Slide 3.



Fonte. Acervo pessoal do autor, 2021.

Figura 4. 3ª Reunião da Oficina Temática, Slide 4.



https://drive.google.com/drive/folders/1FjESlf52AcJgqm77A_H0SkCnxG5yiM3m?usp=sharing



Fonte. Acervo pessoal do autor, 2021.

Figura 5. 3ª Reunião da Oficina Temática, Slide 5.



Fonte. Acervo pessoa do auto. 2021.

Figura 6. 3ª Reunião da Oficina Temática, Slide 6.



Fonte. Acervo pessoal do autor, 2021.

Figura 7. 3ª Reunião da Oficina Temática, Slide 7

A Química Mudando a Sociedade

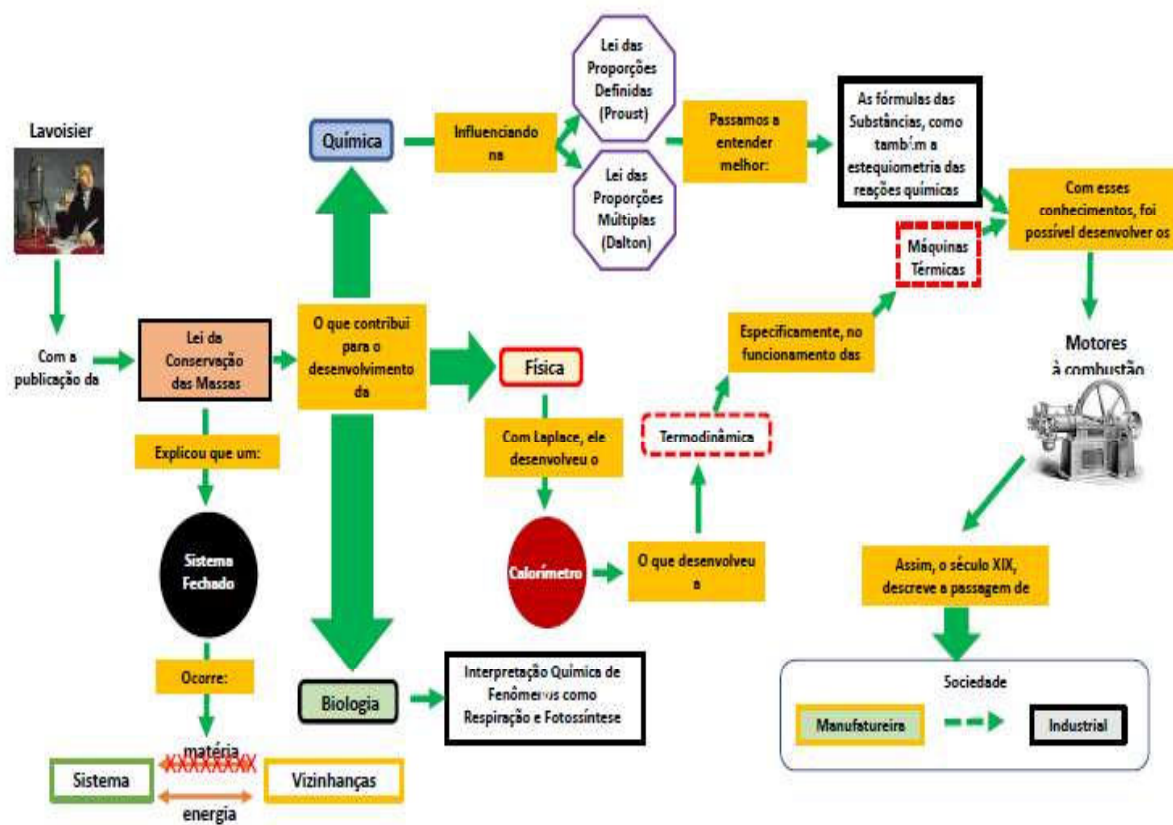
Obrigado

Até a Reunião 04

Fote. Acervo pessoa do autor, 2021.

APÊNDICE G – Mapa Conceitual usado como Material Integrador

Figura 1. Material Integrador 2, MI2.

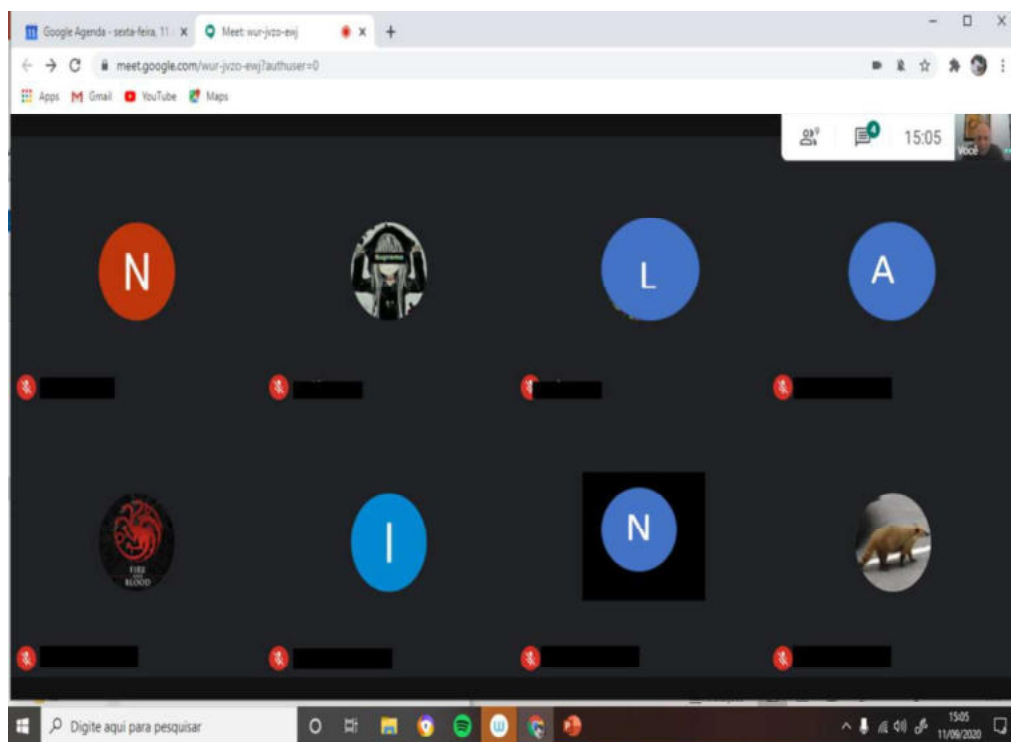


Fonte. ALMEIDA, 2021.

ANEXOS

ANEXO A. Registro Fotográfico da Etapa 1

Figura 1. Registro Fotográfico: Etapa 1

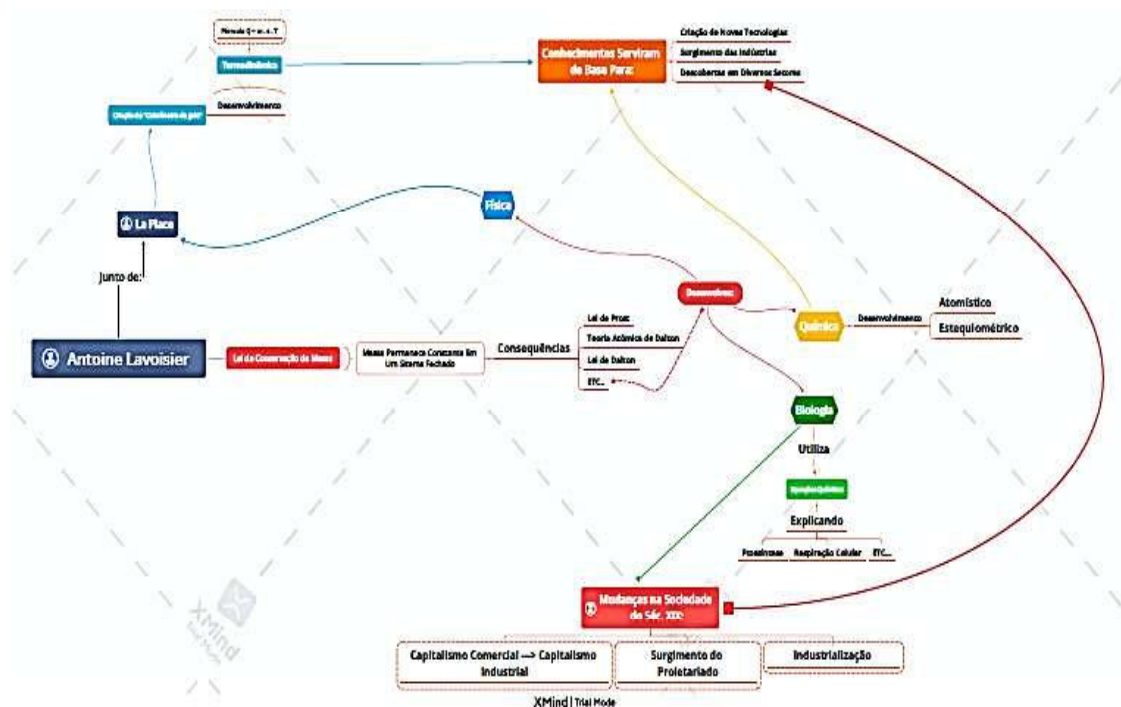


Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.

ANEXO B. Avaliação Virtual 3, AV3, Primeira Série

Aluno: A1

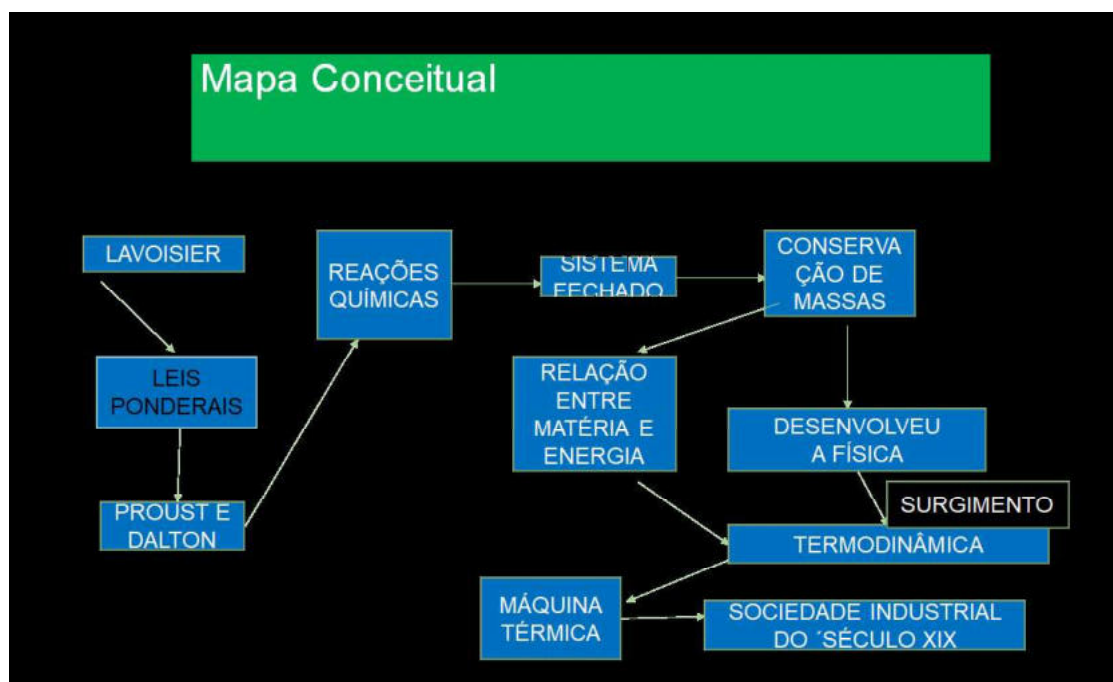
Figura 1. Mapa Conceitual, Aluno A1.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020

Aluno: B1

Figura 2. Mapa Conceitual, Aluno B1.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.

Aluno: C1

O Mapa Conceitual desse aluno está editado na forma de uma apresentação de slides do aplicativo PowerPoint®. Essa apresentação foi transformada em vídeo sem áudio, extensão mp4.e seu link na plataforma YouTube é https://youtu.be/CA7kz5_ZL6s. A Figura 3 mostra o último slide da apresentação.

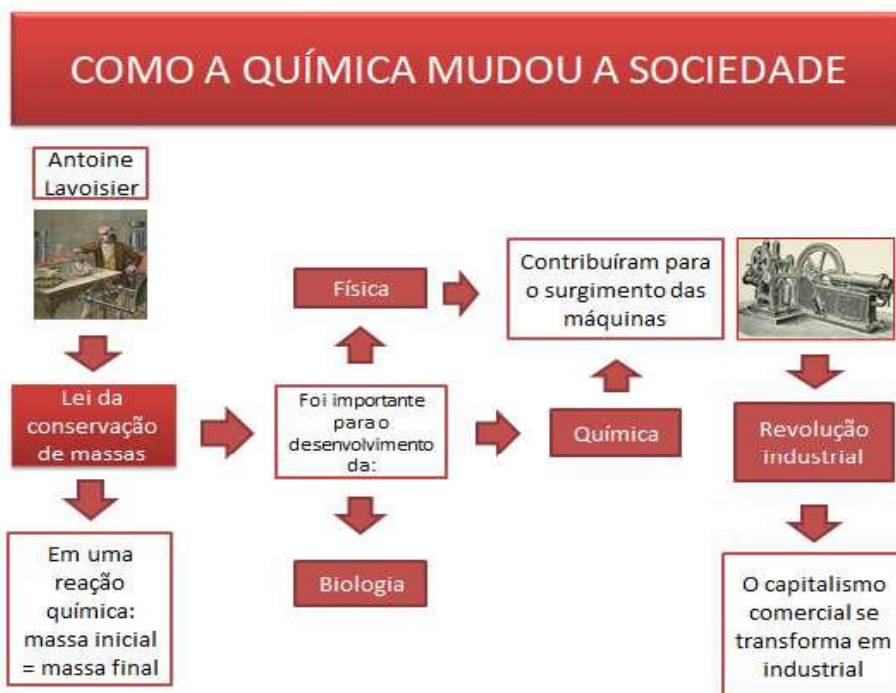
Figura 3. Mapa Conceitual, Aluno C1.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.

Aluno: D1

Figura 4. Mapa Conceitual, Aluno D1.

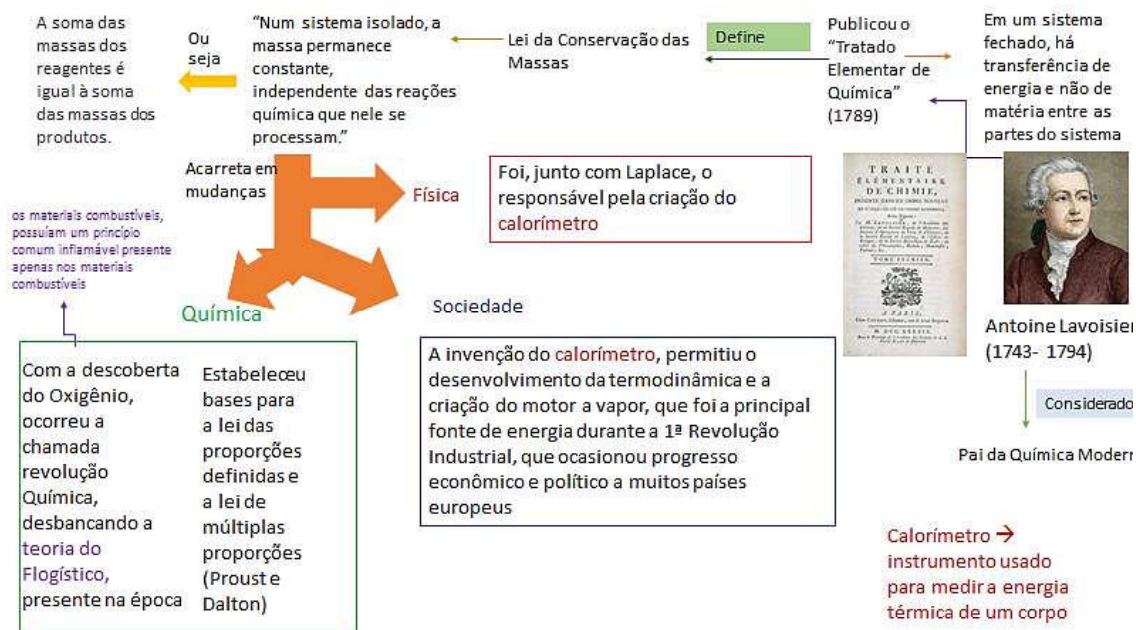


Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.

ANEXO C. Avaliação Virtual 3, AV3, Segunda Série

Aluno: A2

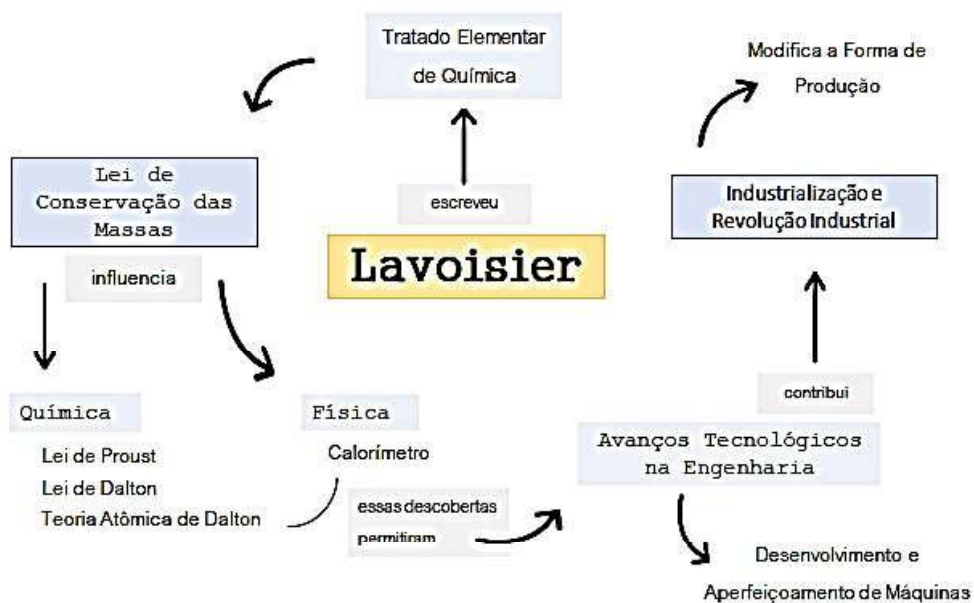
Figura 1. Mapa Conceitual, Aluno A2.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.

Aluno: B2

Figura 2. Mapa Conceitual, Aluno B2.

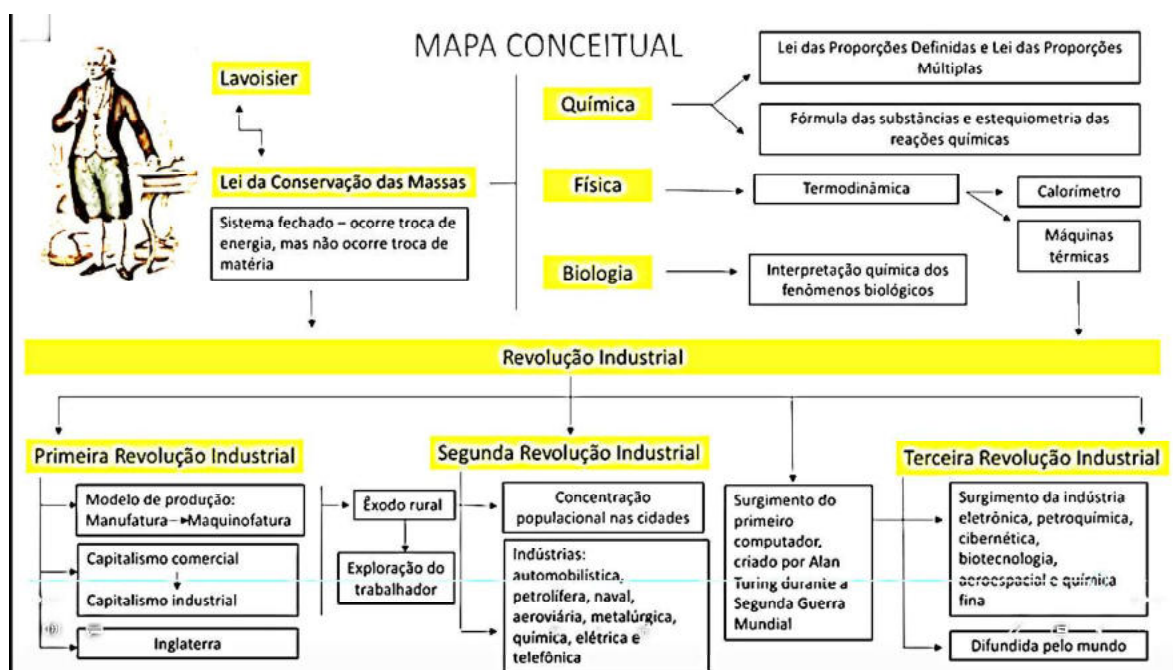


Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.

Aluno: C2

O Mapa Conceitual desse aluno foi editado na forma de vídeo, formato mp4. O seu link na plataforma You Tube é <https://youtu.be/VbBSxIFJB08>. A Figura 3 do Anexo B mostra a última cena do vídeo.

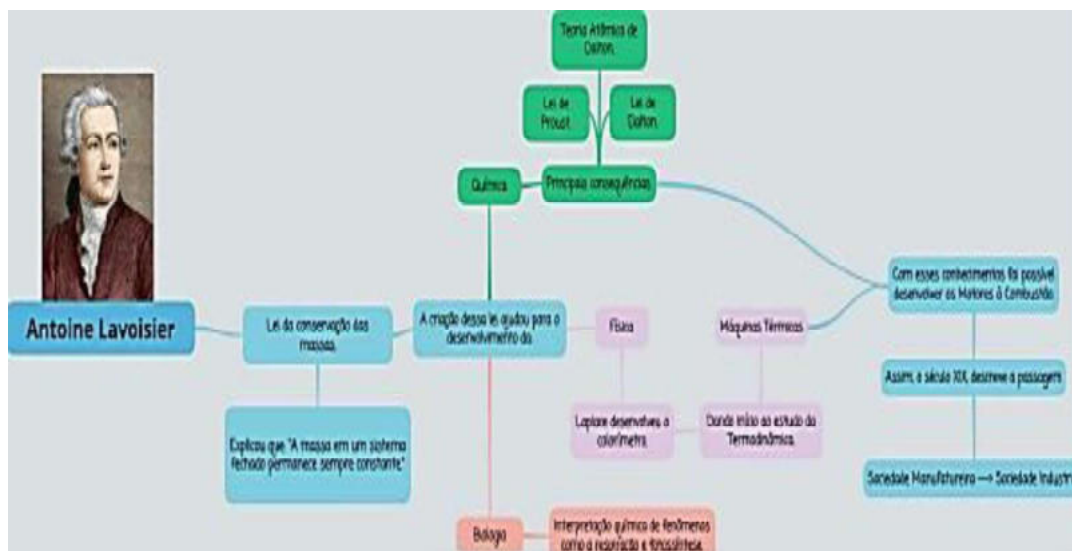
Figura 3. Mapa Conceitual, Aluno C2.



ANEXO D. Avaliação Virtual 3, AV3, Terceira Série

Aluno: A3

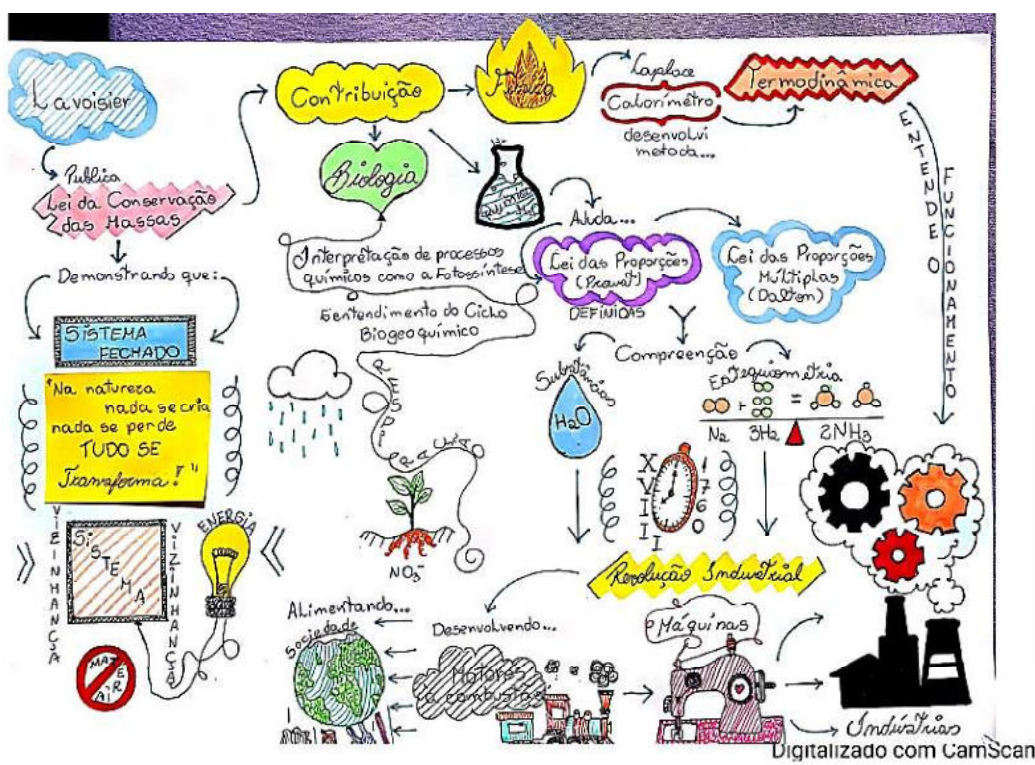
Figura 1. Mapa Conceitual, Aluno A3.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.

Aluno: B3

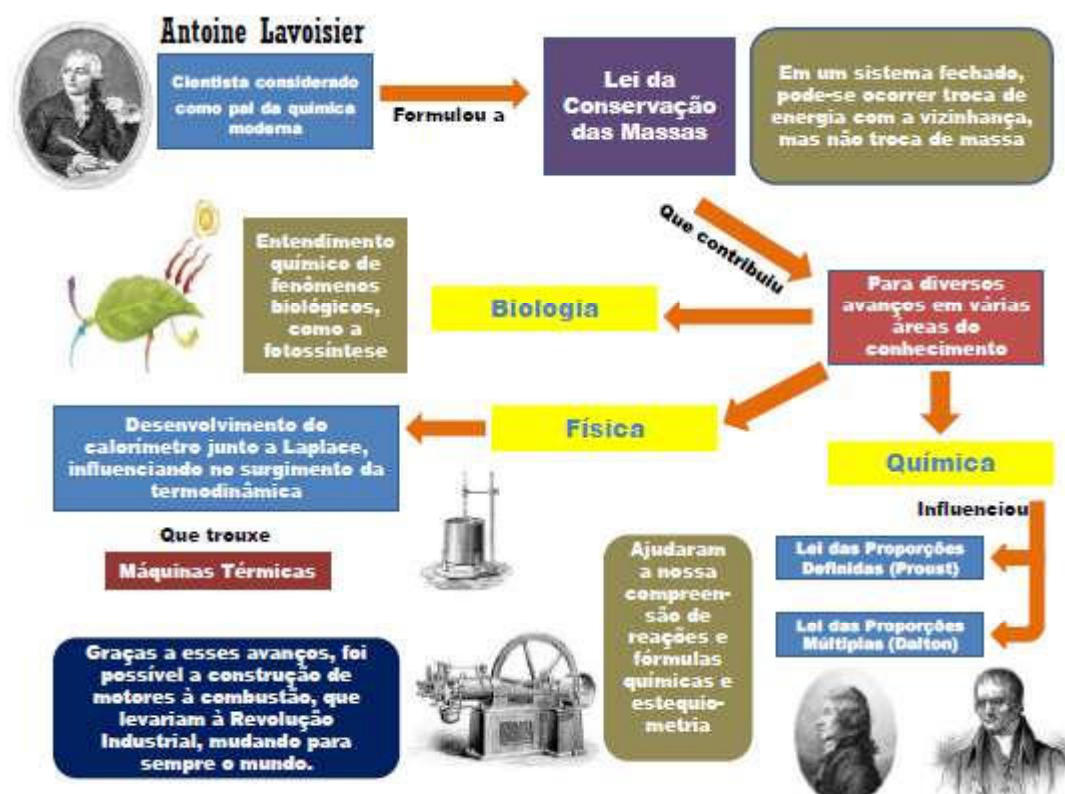
Figura 2. Mapa Conceitual, Aluno B3.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.

Aluno: C3

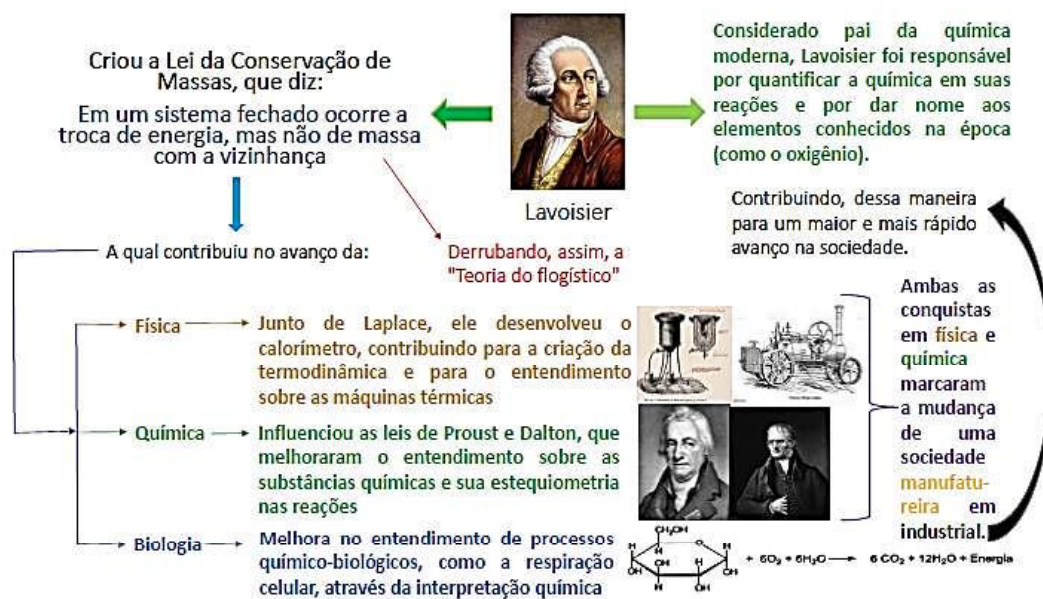
Figura3. Mapa Conceitual, Aluno C3.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.

Aluno D3.

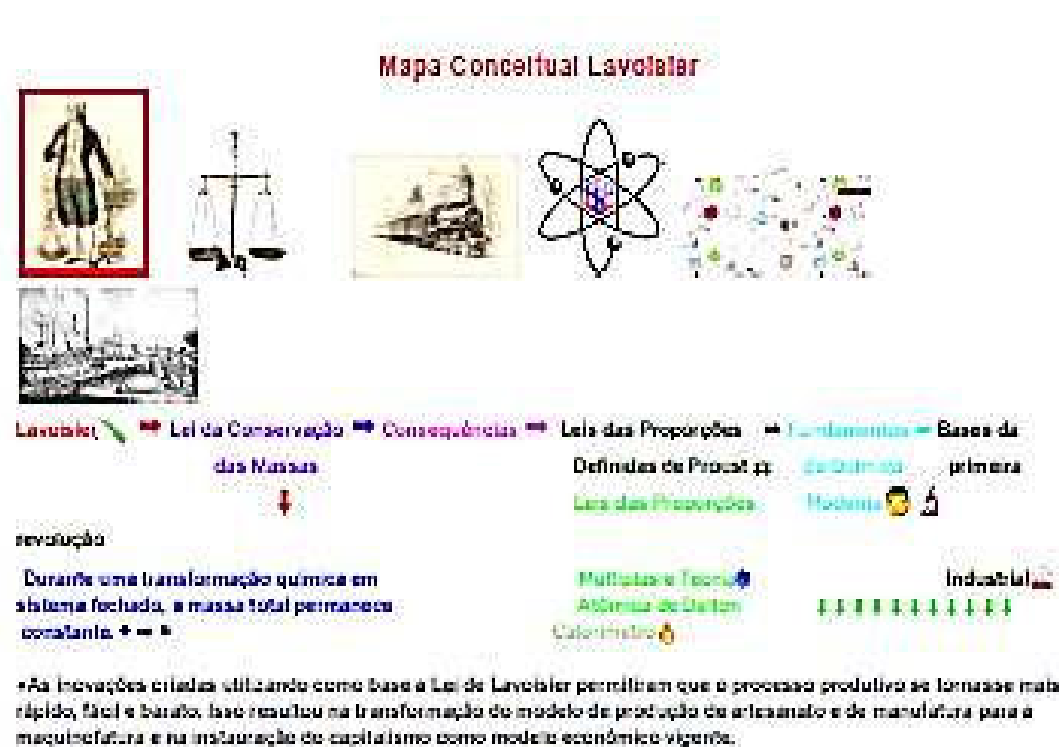
Figura 4. Mapa Conceitual, Aluno D3.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.

Aluno: E3

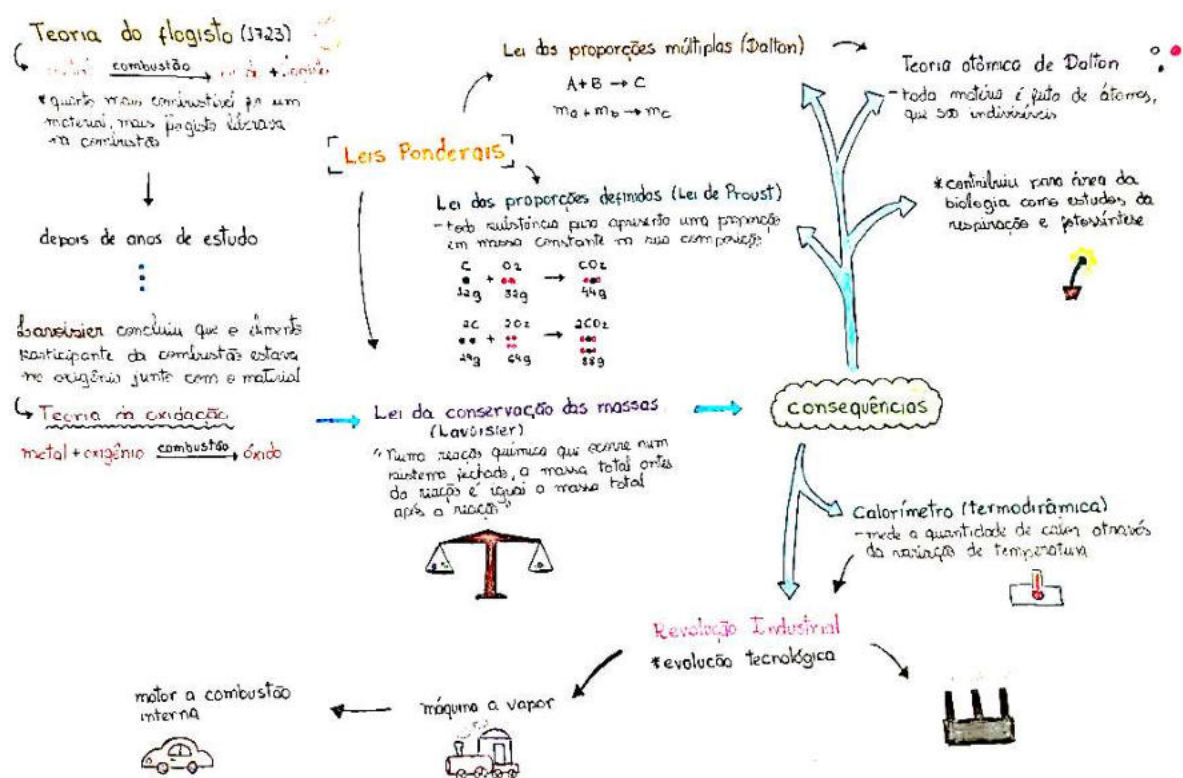
Figura 5. Mapa Conceitual, Aluno E3.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.

Aluno: F3

Figura 6. Mapa Conceitual, Aluno F3.



Fonte: Acervo pessoal do autor, 2020.