

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DOCÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO
BÁSICA

**REPRESENTAÇÃO EM QUÍMICA: RELAÇÕES ENTRE NÍVEIS DO
CONHECIMENTO E SEUS SIGNOS PARA APROPRIAÇÃO DA LINGUAGEM
QUÍMICA**

THAIS ADRIANNE SILVA REINALDO

BAURU
2019

THAIS ADRIANNE SILVA REINALDO

REPRESENTAÇÃO EM QUÍMICA: RELAÇÕES ENTRE NÍVEIS DO
CONHECIMENTO E SEUS SIGNOS PARA APROPRIAÇÃO DA LINGUAGEM
QUÍMICA

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências, Campus de Bauru – Programa de Pós-graduação em Docência para a Educação Básica, sob orientação do Prof.^a Dr.^a Ana Maria de Andrade Caldeira.

BAURU

2019

Reinaldo, Thais Adrianne Silva.

Representação em Química: relações entre níveis do conhecimento e seus signos para apropriação da linguagem química / Thais Adrianne Silva Reinaldo, Bauru, 2019
194 f.

Orientadora: Ana Maria de Andrade Caldeira

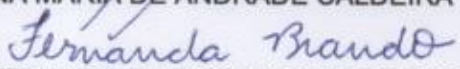
Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2019

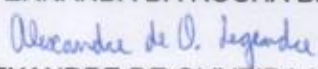
1. Ensino de Química. 2. Semiótica Peirceana. 3. Linguagem Química. 4. Níveis de representação. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE THAIS ADRIANNE SILVA REINALDO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DOCÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 25 dias do mês de fevereiro do ano de 2019, às 09:00 horas, no(a) Sala 3 da Pós-graduação da Faculdade de Ciências - UNESP/Bauru, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Profa. Dra. ANA MARIA DE ANDRADE CALDEIRA - Orientador(a) do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências - UNESP/Bauru, Profa. Dra. FERNANDA DA ROCHA BRANDO FERNANDEZ do(a) Departamento de Biologia / Universidade de São Paulo, Prof. Dr. ALEXANDRE DE OLIVEIRA LEGENDRE do(a) Departamento de Química / Faculdade de Ciências - UNESP - Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de THAIS ADRIANNE SILVA REINALDO, intitulada "REPRESENTAÇÃO EM QUÍMICA: RELAÇÕES ENTRE NÍVEIS DO CONHECIMENTO E SEUS SIGNOS PARA APROPRIAÇÃO DA LINGUAGEM QUÍMICA" E PRODUTO EDUCACIONAL "SIGNOS QUÍMICOS". Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: aprovada. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.


Profa. Dra. ANA MARIA DE ANDRADE CALDEIRA


Profa. Dra. FERNANDA DA ROCHA BRANDO FERNANDEZ


Prof. Dr. ALEXANDRE DE OLIVEIRA LEGENDRE

*“Porque Dele, e por meio Dele,
e para Ele são todas as coisas.
A Ele seja glória para sempre.
Amém!” (Romanos 11:36)*

*Ao meu Pai, ao meu amado
Jesus Cristo e ao meu amigo
Espírito Santo.*

AGRADECIMENTOS

Ao Pai Eterno pela oportunidade, capacitação e inspiração, sem o Senhor eu não seria, não conseguiria!

À professora Ana Maria de Andrade Caldeira pela adoção acadêmica e orientação, compartilhando seus conhecimentos e sua metodologia didática para o desenvolvimento desta pesquisa.

Às minhas irmãs, Thalita Arianne e Thamires Keila, pelas importantes contribuições à pesquisa e elaboração da sequência didática, principalmente na confecção dos materiais de aprendizagem, e pelo auxílio em cuidar do meu filho.

Aos meus pais, Edir e Ana Ferrari, por toda provisão, ajuda e cuidado conferidos a mim e ao meu filho.

Aos professores Fernanda da Rocha Brando e Alexandre de Oliveira Legendre pelas valiosas recomendações e sugestões na avaliação desta dissertação.

À minha amiga Márcia Duran pelo incentivo, amizade e solicitude, que indiretamente contribuíram para esta jornada acadêmica.

Aos meus queridos e saudosos avós maternos, Arthur e Justina Silva, pelo amor e educação que me deram.

A todos os meus alunos nestes anos em que atuei como docente, pois me propiciaram as vivências que culminaram na necessidade e realização desta pesquisa.

E aos meus líderes espirituais, Nelson Alavarse Júnior, Denise Alavarse, Cassiane Costa, Aline Caldas, Rodrigo Dario, Rosiane Dario e Thiago Aranha pela cobertura, cuidado e orientação.

*“Nada é um signo, a menos
que interpretado como um
signo.”*

Charles Sanders Peirce

RESUMO

REINALDO, T. A. S. **Representação em Química: relações entre níveis do conhecimento e seus signos para apropriação da linguagem química**. 2019. 194f. Dissertação (Mestrado em Docência para a Educação Básica). Curso de Pós-Graduação em Docência para a Educação Básica. Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus Bauru, 2019.

Esta pesquisa e seu produto técnico visaram propiciar alternativas didáticas, indicando abordagens, materiais de aprendizagem e recursos didáticos, com o intuito de promover a apropriação da linguagem química na Educação Básica, por meio da compreensão dos diferentes níveis do conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e simbólico) bem como das relações entre estes níveis. Assim sendo, o objeto de estudo desta pesquisa foi um método de ensino produzido a partir da metodologia Perceber/Relacionar/Conhecer, fundamentada na Teoria Semiótica de Peirce. Para tanto, foram elaboradas, aplicadas e avaliadas atividades estruturadas em etapas de uma Sequência Didática, desenvolvida de acordo com o processo EAR (Elaboração-Aplicação-Reelaboração). Os sujeitos de pesquisa foram alunos do Ensino Médio de uma unidade escolar da rede estadual de ensino, situada na periferia de Bauru, interior de São Paulo. Os instrumentos de coleta de dados foram as produções dos alunos durante as atividades didáticas. A investigação teve enfoque qualitativo, sendo os resultados analisados pelas técnicas análise temática aliada à análise categorial do método Análise de Conteúdo. Os resultados obtidos demonstraram desenvolvimento das linguagens sinestésicas, não-verbais e simbólicas bem como das habilidades cognitivas definidas. Também evidenciaram a apropriação dos conceitos científicos ensinados, por todos os alunos da amostra, em diferentes níveis. Portanto, foi comprovada a eficácia do método didático, elaborado, desenvolvido e investigado nesta pesquisa, para o fim proposto. E como produto educacional foi desenvolvido um objeto de aprendizagem do tipo jogo digital, decorrente das demandas e resultados satisfatórios das atividades didáticas aplicadas.

Palavras-chaves: Ensino de Química. Semiótica Peirceana. Linguagem Química. Níveis de representação.

ABSTRACT

REINALDO, T. A. S. **Representation in Chemistry: relations between levels of knowledge and their signs for appropriation of chemical language.** 2019. 194f. Dissertation (Master's Degree in Teaching for Basic Education). Postgraduate Course in Teaching for Basic Education. Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus Bauru, 2019.

This research and its technical product aimed at providing didactic alternatives, indicating approaches, learning materials and didactic resources, with the purpose of promoting the appropriation of chemical language in Basic Education, through the understanding of the different levels of chemical knowledge (macroscopic, submicroscopic and symbolic) as well as the relations between these levels. Therefore, the object of study of this research was a teaching method produced from the methodology: Perceive / Relate / Know, based on the Semiotic Theory of Peirce. For that, activities structured in stages of a Didactic Sequence, developed according to the EAR (Elaboration-Application-Re-elaboration) process, were elaborated, applied and evaluated. The research subjects were high school students from a school of the state education network, located in the outskirts of Bauru, in the country of São Paulo. The instruments of data collection were the productions of the students during the didactic activities. The research had a qualitative approach, and the results were analyzed by thematic analysis techniques, combined with the categorical analysis of the Content Analysis method. The obtained results demonstrated the development of synesthetic, nonverbal and symbolic languages as well as defined cognitive abilities. They also evidenced the appropriation of the scientific concepts taught by all students of the sample, at different levels. Therefore, the effectiveness of the didactic method, elaborated, developed and investigated in this research, for the proposed purpose was proved. And as an educational product was developed a learning object of the digital game type, resulting from the demands and satisfactory results of the applied didactic activities.

Keywords: Chemistry Teaching. Peirce's Semiotics. Chemical Language. Levels of Representation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Objetos de estudo da Química	23
Figura 2: Os três componentes básicos da “nova Química”	26
Figura 3: Três diferentes modelos de representação da estrutura do propano	31
Figura 4: Diagrama proposto por Caldeira (2005) para representar as relações do signo	38
Figura 5: Quadro estrutural para elaboração de sequências didáticas no processo EAR	53
Figura 6: Esquema das fases do processo de validação de uma sequência didática	54
Figura 7: Tela inicial do OA	114
Figura 8: Tela da opção <i>Sobre o Produto</i>	114
Figura 9: Tela inicial do jogo 1 “Isto é...” do OA	115
Figura 10: Exemplo de tela de uma rodada do jogo 1	115
Figura 11: Telas de correção às respostas dadas nas rodadas do jogo 1	116
Figura 12: Tela indicando o término do tempo de resposta em uma rodada	116
Figura 13: Tela inicial do segundo nível do jogo 1	117
Figura 14: Tela inicial do terceiro nível do jogo 1	117
Figura 15: Tela final do jogo 1	118
Figura 16: Tela inicial do jogo “Níveis” do OA	118
Figura 17: Tela jogo 2 com quadros selecionados	119
Figura 18: Tela do jogo 2 com associação incorreta	119
Figura 19: Telas do jogo 2 após associação correta	120
Figura 20: Tela final do jogo 2	120

Figura 21: Tela inicial do jogo 3 “zoOM”	121
Figura 22: Telas do jogo 3 após associação	121
Figura 23: Tela do jogo 3 após organização incorreta	121
Figura 24: Tela final do jogo 3	122

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Características das diferentes abordagens experimentais	29
Quadro 2: Relações triádicas dos signos	37
Quadro 3: Definição e extensão de cada termo do planejamento pedagógico	42
Quadro 4: Domínios epistêmicos estabelecidos para a ação didática	45
Quadro 5: Índices da unidade escolar obtidos em avaliações externas nos últimos 5 anos	48
Quadro 6: Sequência Didática objeto de investigação desta pesquisa	56
Quadro 7: Detalhamento das etapas da SD – Etapa 1	60
Quadro 8: Detalhamento das etapas da SD – Etapa 2	61
Quadro 9: Detalhamento das etapas da SD – Etapa 3	62
Quadro 10: Detalhamento das etapas da SD – Etapa 4	63
Quadro 11: Detalhamento das etapas da SD – Etapa 5	64
Quadro 12: Descrição da aplicação da SD – Etapa 1	66
Quadro 13: Descrição da aplicação da SD – Etapa 2	67
Quadro 14: Descrição da aplicação da SD – Etapa 3	69
Quadro 15: Descrição da aplicação da SD – Etapa 4	70
Quadro 16: Descrição da aplicação da SD – Etapa 15.....	71
Quadro 17: Detalhamento das etapas da SD reelaborada – Etapa prévia	71
Quadro 18: Detalhamento das etapas da SD reelaborada – Etapa 1	72
Quadro 19: Detalhamento das etapas da SD reelaborada – Etapa 2	73
Quadro 20: Detalhamento das etapas da SD reelaborada – Etapa 3	74
Quadro 21: Detalhamento das etapas da SD reelaborada – Etapa 4	75
Quadro 22: Detalhamento das etapas da SD reelaborada – Etapa 5	76
Quadro 23: Método de ensino reelaborado - parte do quadro estrutural da SD ..	77
Quadro 24: Produções e participação dos alunos – Turma A	81
Quadro 25: Produções e participação dos alunos – Turma B	82

Quadro 26: Classificação das atividades da SD conforme o domínio epistêmico das linguagens e seus valores – Etapa prévia	84
Quadro 27: Classificação das atividades da SD conforme o domínio epistêmico das linguagens e seus valores – Etapa 1	85
Quadro 28: Classificação das atividades da SD conforme o domínio epistêmico das linguagens e seus valores – Etapa 2	85
Quadro 29: Classificação das atividades da SD conforme o domínio epistêmico das linguagens e seus valores – Etapa 3	86
Quadro 30: Classificação das atividades da SD conforme o domínio epistêmico das linguagens e seus valores – Etapa 4	87
Quadro 31: Classificação das atividades da SD conforme o domínio epistêmico das linguagens e seus valores – Etapa 5	88
Quadro 32: Classificação das atividades da SD conforme o domínio epistêmico das linguagens e seus valores – Panorama Geral	89
Quadro 33: Amostra de alunos selecionada conforme o critério assiduidade	91
Quadro 34: Critérios estabelecidos para a avaliação das produções	92
Quadro 35: Classificação das produções, atividades e materiais de aprendizagem da SD conforme os níveis do domínio epistêmico das habilidades cognitivas e os respectivos rendimentos dos alunos	94
Quadro 36: Classificação das produções, atividades e materiais de aprendizagem da SD conforme os níveis do domínio epistêmico das habilidades cognitivas e o rendimento médio da amostra	95
Quadro 37: Classificação das produções, atividades e materiais de aprendizagem da SD conforme os níveis do domínio epistêmico das habilidades cognitivas – Panorama Geral	100
Quadro 38: Critérios estabelecidos para análise dos níveis do domínio científico nas produções	101
Quadro 39: Classificação das produções conforme os níveis do domínio epistêmico dos conceitos científicos	103
Quadro 40: Classificação comparativa das produções conforme os níveis do domínio epistêmico dos conceitos científicos	106
Quadro 41: Domínios epistêmicos desenvolvidos na Sequência Didática	108
Quadro 42: Habilidades cognitivas propiciadas pelo produto técnico “Signos Químicos”	113

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEB: Avaliação Nacional da Educação Básica

ANDESC: Avaliação Nacional do Rendimento Escolar

EAR: Elaboração-Aplicação-Reelaboração

EF: Ensino Fundamental

EM: Ensino Médio

IDEB: Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

IDESP: Índice de Desenvolvimento da Educação do Estado de São Paulo

LDB: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

OA: Objeto de aprendizagem

SAEB: Sistema de Avaliação da Educação Básica

SARESP: Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo

SD: Sequência didática

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	17
1 INTRODUÇÃO.....	20
2 APRENDIZAGEM EM QUÍMICA: ESPECIFICIDADES E ENTRAVES	23
3 CONHECIMENTOS QUÍMICOS: NÍVEIS DE REPRESENTAÇÃO E INTERPRETAÇÃO.....	28
4 QUÍMICA E SEMIÓTICA: REPRESENTAÇÕES E SEMIOSE	35
5 PROBLEMAS DE PESQUISA.....	40
6 OBJETIVOS.....	41
6.1 Objetivo geral	41
6.2 Objetivos específicos.....	41
7 METODOLOGIA DA PESQUISA	42
7.1 Contexto e sujeitos da pesquisa	46
8 METODOLOGIA DIDÁTICA.....	51
9 DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO DIDÁTICO.....	65
9.1 Aplicação da Sequência Didática.....	66
9.2 Etapas reelaboradas da Sequência Didática	71
10 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	79
11 CONCLUSÕES	110
12 PRODUTO TÉCNICO	112
12.1 Objeto de aprendizagem “Signos Químicos”	114
REFERÊNCIAS	123
APÊNDICES	127
APÊNDICE A – MATERIAL DE APRENDIZAGEM “CARTÕES”	127
APÊNDICE B – FICHA DE ATIVIDADE INICIAL	129
APÊNDICE C – MATERIAL DE APRENDIZAGEM “CAIXAS COLORIDAS”	130

APÊNDICE C.1 – Representações (figuras da caixa azul)	132
APÊNDICE C.2 – Modelos (figuras da caixa vermelha)	135
APÊNDICE C.3 – Símbolos (figuras da caixa verde)	137
APÊNDICE C.4 – Objetos (objetos da caixa dourada)	139
APÊNDICE D – FICHA DE ATIVIDADE 1.1.....	140
APÊNDICE E – FICHA DE ATIVIDADE 1.2.....	142
APÊNDICE F – MODELO DE QUADRO CLASSIFICATÓRIO.....	143
APÊNDICE G – MATERIAL DE APRENDIZAGEM “CAIXAS SECRETAS”	144
APÊNDICE H – FICHA DE ATIVIDADE 2.1.....	145
APÊNDICE I – MODELO DE QUADRO-SÍNTESE	146
APÊNDICE J – APRESENTAÇÃO “INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA	147
APÊNDICE J.1 – Apresentação “Investigação Científica” – Parte 2	149
APÊNDICE K – VOCABULÁRIO IMAGÉTICO	150
APÊNDICE L – MATERIAL DE APRENDIZAGEM “MODELO ATÔMICO DE DALTON EM EVA”	151
APÊNDICE M – EXPERIMENTAÇÃO	153
APÊNDICE M.1 – Receita de refrigerante caseiro	155
APÊNDICE M.2 – Identificação e representação das substâncias na experimentação	156
APÊNDICE M.3 – Ficha para registro dos resultados experimentais	157
APÊNDICE M.4 – Material de aprendizagem “Modelos das substâncias na experimentação”	158
APÊNDICE N – FICHA DE ATIVIDADE 3.1.....	160
APÊNDICE O – FICHA DE ATIVIDADE 3.2	162
APÊNDICE P – FICHA DE ATIVIDADE 3.3.....	164
APÊNDICE Q – LISTA DE MATERIAIS.....	165
APÊNDICE Q.1 – Material de aprendizagem “modelos de substâncias presentes em materiais do cotidiano”	166

APÊNDICE R – TEXTOS SOBRE ALGUMAS SUBSTÂNCIAS PRESENTES EM MATERIAIS DO COTIDIANO	168
APÊNDICE S – FICHA DE ATIVIDADE 4.....	172
APÊNDICE T – FICHA DE ATIVIDADE 5.1	173
APÊNDICE U – PRODUÇÕES.....	174
APÊNDICE U.1 – Exemplos de produções satisfatórias	174
APÊNDICE U.2 – Exemplos de produções da Atividade Inicial.....	187
APÊNDICE U.3 – Exemplos de produções da Atividade Final	190

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação é fruto de minha caminhada pessoal, acadêmica e profissional. É o resultado, não só do período deste curso de mestrado mas sim, de uma busca por conhecimentos a fim de compreender, e até mesmo solucionar, obstáculos vivenciados em minha prática educativa.

Muito antes da escolha da profissão professor, a educação sempre foi meu foco, mesmo sem eu perceber. Quando criança, minha brincadeira favorita era a de “escolinha”, em que, obviamente, era a professora. Desde a Educação Infantil tive um bom desempenho escolar. Sempre gostei de estudar, tanto de frequentar a escola como de realizar as atividades.

Aluna de escola pública, no final do Ensino Fundamental vi num Colégio Técnico, de uma universidade pública de minha cidade, a oportunidade de um futuro acadêmico. Passei no processo seletivo tão concorrido, cursei e conclui o curso técnico concomitantemente ao Ensino Médio, considerado de excelente qualidade.

Contudo, sabia que não tinha vocação para aquela profissão técnica, e a dúvida do curso de graduação a realizar me fez cogitar sobre a área de Educação. No entanto, minha dificuldade sempre foi a interação interpessoal, a timidez me condicionava à quietude e poucas amizades. E foi este traço da minha personalidade que me fez não optar por Pedagogia, mas por licenciatura em Química, uma disciplina em que tinha muita facilidade e afinidade, pois acreditava que caso não conseguisse desenvolver as habilidades interpessoais inerentes a um professor eu poderia seguir a área de pesquisa, já que o mundo acadêmico sempre me fascinou.

Passei no vestibular para o curso de Química, na mesma universidade pública. Tratava-se de um curso recentemente oferecido no campus da cidade, sem a infraestrutura adequada e com poucos projetos de iniciação científica. Aliado a isso, circunstâncias pessoais exigiram que eu trabalhasse durante minha graduação. E assim, o sonho da pesquisa acadêmica ficou bem distante.

De certo modo, a impossibilidade de não poder me dedicar exclusivamente à minha formação bem como a não realização de pesquisa em laboratório, contribuíram para que eu percebesse o que realmente ansiava.

Descobri, tardiamente nos últimos semestres da graduação, que minha realização pessoal não estava em repetições de ensaios laboratoriais, mas sim em compartilhar conhecimento. Esse despertar se deu ao cursar as disciplinas

pedagógicas, mais relacionadas ao ensino da Química, e estágios que incluíram um projeto de extensão com aulas para alunos da Educação Básica utilizando metodologia e recursos diferenciados.

Percebi que ser educadora sempre foi algo predominante, a licenciatura em Química apenas especificou minha área de atuação. E com a monografia, requisito para conclusão do curso, com enfoque no ensino de Química, de certa forma realizei o desejo de pesquisar, mas também conclui que a pesquisa e em Educação é algo que me traz muita satisfação e interesse.

Terminei a graduação com certeza da minha profissão, porém sem experiências práticas efetivas, apenas o estágio curricular. Apenas dois anos depois iniciei minha carreira docente, ao passar em um concurso para professor da rede pública estadual.

Na ocasião, já era funcionária pública em setor administrativo de uma universidade pública estadual, com um salário compatível, se não maior, ao oferecido para docentes de Educação Básica, e mesmo assim optei pela profissão professor.

No início os desafios foram muitos, ainda existem, todavia o saber experiencial contribui para a superação constantemente necessária.

De imediato constatei que a minha vontade de ensinar não era o bastante. Havia inúmeros fatores que tornavam a prática pedagógica muito diferente e difícil para aplicação de tantas teorias pedagógicas e o ensino de conceitos químicos tão específicos e fragmentados aprendidos na graduação.

Apesar de sempre ter estudado em escolas públicas, saber e vivenciar a infraestrutura e escassez de recursos a realidade escolar de uma escola pública estadual, em região periférica, me mostrou quão despreparada eu estava, enquanto professora.

As turmas de alunos numerosas e heterogêneas, com alunos em diferentes níveis de aprendizagem e interesse, muitos com defasagens básicas, como operações matemáticas e interpretação textual, além de um currículo e material didático da rede estadual que propunha uma contextualização dos conhecimentos químicos, me fizeram decidir por complementar minha formação.

Assim, para entender os conhecimentos químicos de forma mais abrangente nas diferentes Ciências Naturais, bem como aprender metodologias didáticas sob uma perspectiva de docente em atuação, cursei Licenciatura em Ciências, em outra universidade pública estadual.

Esta formação aliada às vivências no cotidiano escolar me propiciou uma análise mais crítica do ensino de Química na Educação Básica, do processo de ensino e aprendizagem, e de minha atuação.

Isto me fez indagar a dificuldade apresentada pelos alunos em aprender conceitos químicos e também a aversão em estudar Química, em alguns casos, antes mesmo do início da disciplina no Ensino Médio, visto que a Química é parte integrante e indissociável do ensino de Ciências da Natureza.

Por esta razão, como trabalho de conclusão de curso, pesquisei sob que perspectiva são introduzidos os conteúdos químicos no currículo do Ensino Fundamental na rede de ensino.

A análise curricular realizada me fez concluir que abordagem dos temas, conteúdos e habilidades relacionados aos objetos de estudo da Química é mínima considerando todo o conteúdo curricular do Ensino Fundamental, e enfatiza apenas um dos aspectos dos conceitos químicos: o macroscópico. Os níveis submicroscópico (teorias e modelos) e simbólicos (linguagem química) são abordados apenas em um bimestre no último ano deste nível de ensino, sugerindo que estes aspectos sejam apresentados de forma superficial e sem relação com o nível macroscópico abordado anteriormente, dificultando a aprendizagem neste momento e no nível posterior de escolarização. (CUNHA, 2016)

Na mesma época, uma aluna cursando a primeira série do Ensino Médio fez um comentário muito interessante e marcante para minhas percepções enquanto educadora em Química. Após eu lhe explicar uma dúvida, a aluna me disse que a Química era um muro e quando eu explicava era como se ela pudesse dar saltos e olhar por cima deste muro.

A conclusão da pesquisa e a explanação desta aluna me fizeram entender que os conhecimentos químicos não estavam sendo construídos ao longo do Ensino Fundamental e, assim, no Ensino Médio, os alunos não tinham noções básicas desta ciência. A necessidade de uma alfabetização em Química era notória. Os conhecimentos químicos não poderiam continuar sendo traduzidos pelo docente, precisavam ser apropriados com significação pelos alunos.

E foi nesta busca e contexto que iniciei a pós-graduação, cujo resultado de pesquisa é esta dissertação.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências da Natureza é imprescindível e primordial para interpretação e compreensão da vida e da matéria. Entretanto, o conhecimento científico é, quase sempre, considerado abstrato e descontextualizado, um saber de difícil entendimento e destinado a especialistas.

A utilização de uma linguagem específica, a linguagem científica, com uma forma característica de representar e dar significado aos conhecimentos naturais, pode ser uma razão para tal entrave, e, portanto, a apropriação da linguagem científica deve ser objetivo do ensino dessas ciências, pois como afirmam Mortimer e Machado (2012, p.34), “a aprendizagem da ciência é inseparável da aprendizagem de sua linguagem”.

Assim sendo, o ensino de Ciências da Natureza deve propiciar a Alfabetização Científica que, segundo Chassot (2003), é o processo pelo qual um indivíduo adquire conhecimentos científicos fundamentais para a compreensão destes conceitos em situações cotidianas, de forma crítica e reflexiva, e envolve o desenvolvimento de habilidades para compreensão básica de termos e representações científicas fundamentais.

Além disso, o desenvolvimento das competências leitora e escritora é uma das prioridades estabelecidas na Educação Básica, sendo objetivo e responsabilidade de todos os componentes curriculares deste nível de ensino.

A Química é uma das Ciências da Natureza e estuda a constituição, propriedades e transformações das substâncias, através da observação de fenômenos naturais, elaborando teorias e leis que explicam a substância e suas transformações em nível macroscópico e submicroscópico, através da ação mediadora da linguagem específica que possui (MORTIMER; MACHADO, 2012).

No ensino de Química, a necessidade de compreensão e apropriação da linguagem é muito evidente pois, além da compreensão da linguagem comum e das especificidades da linguagem científica, existe a necessidade de interpretação da linguagem química, com seus símbolos, fórmulas, equações e termos para explicar modelos abstratos.

Ademais, o ensino de Química deve articular de igual modo os três aspectos dos conceitos químicos (fenomenológico ou macroscópico, teórico ou

submicroscópico, e representacional ou simbólico), conforme discutido por Mortimer, Machado e Romanelli (2000).

Contudo, conforme aponta Cunha (2016), ao analisar o currículo de Ciências da Natureza da rede estadual paulista, os temas, conteúdos e habilidades relacionados aos objetos de estudo da Química são abordados nos anos finais do Ensino Fundamental com ênfase apenas no aspecto macroscópico dos conceitos químicos, havendo uma concentração dos outros dois aspectos - submicroscópico e simbólico - em um bimestre no último ano deste nível de ensino, sugerindo que estes são apresentados de forma superficial e sem relação com o nível macroscópico abordado anteriormente.

Ainda segundo Cunha (2016), este intervalo para abordagem dos níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico do conhecimento químico pode dificultar a associação pelo aluno dos fenômenos e situações macroscópicas com as teorias e modelos e a linguagem química e ser um obstáculo para a aprendizagem.

Considerando esta particularidade dos conhecimentos químicos, bem como o objetivo de propiciar a compreensão e apropriação da linguagem química, torna-se necessário certo entendimento dos processos envolvidos na significação da linguagem química, conforme salientam Gois e Giordan (2007, p.36):

[...] o conhecimento químico dispõe de formas gráficas e fonéticas peculiares que são usadas quando lidamos com a interpretação de fenômenos da transformação dos materiais. O modo como essas representações promovem seus significados e a compreensão das ações que tem lugar durante o desenvolvimento das atividades de ensino são questões importantes no ensino da Química, em especial quando a natureza dessas representações é circunscrita às suas funções de mediação e de constituição do conhecimento.

Neste sentido a teoria Semiótica de Peirce pode servir de fundamentação. A semiótica é a ciência geral de toda e qualquer linguagem, criada por Charles Sanders Peirce (1839-1914), é definida por Santaella (2005, p. 19) como:

A Semiótica é a ciência que tem por objeto de investigação todas as linguagens possíveis, ou seja, que tem por objetivo o exame dos modos de constituição de todo e qualquer fenômeno como fenômeno de produção de significação e de sentido.

Esta teoria considera que toda e qualquer experiência, reconhecida pelo sujeito, pode ser fragmentada em três propriedades que correspondem aos três elementos ou categorias universais do pensamento, a saber: primeiridade,

secundidade e terceiridade. A primeiridade corresponde a apreensão das coisas, consciência imediata advinda do ser e sentir. A secundidade corresponde a reação à sensação transmitida ao indivíduo pelo objeto. Já a terceiridade corresponde a concatenação das categorias anteriores por meio da abstração, do pensamento em signos. (SANTAELLA, 2005)

Do mesmo modo como a aprendizagem de linguagens passa por esta relação triádica das categorias de pensamento, a apropriação da linguagem química também deve passar por tais categorias para, então, propiciar uma correta associação dos signos químicos com os conhecimentos químicos em seus diferentes níveis e, assim, possibilitar uma aprendizagem significativa, desmitificando a Química como uma ciência difícil e distante da realidade dos alunos do nível básico de ensino.

Isto posto, a pesquisa descrita nesta dissertação objetivou utilizar as contribuições da Semiótica Peirceana para o ensino e aprendizagem de conhecimentos químicos em seus diferentes níveis (macroscópico, submicroscópico e simbólico). Para tanto, foi elaborada, aplicada e avaliada uma alternativa didática, indicando abordagens, materiais e recursos didáticos fundamentados na Teoria Semiótica de Peirce (1995), para a apropriação da linguagem química na Educação Básica.

A seguir, primeiramente são apresentadas as especificidades e entraves no ensino de Química. Em seguida, são explicitados os aspectos envolvidos nos conhecimentos químicos e, então são apresentados, para posterior discussão dos dados analisados, a semiótica peirceana, sua relação e contribuições para o ensino da Química. Após, são descritos a metodologia da pesquisa, utilizada para coleta e análise dos dados, bem como a metodologia didática, com a descrição das etapas, atividades e recursos utilizados na sequência didática proposta para investigação. E, por fim, são apresentadas as análises dos dados obtidos, as discussões e conclusões.

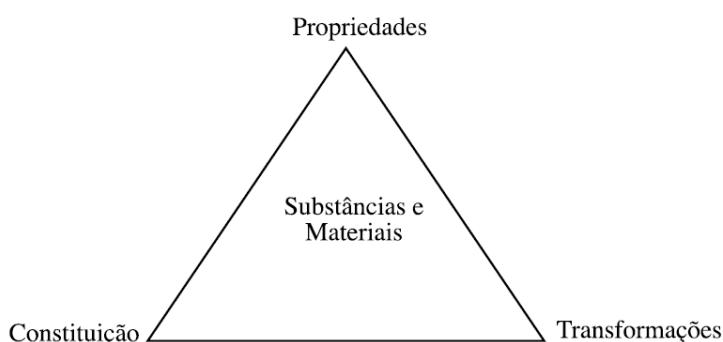
2 APRENDIZAGEM EM QUÍMICA: ESPECIFICIDADES E ENTRAVES

O ensino das Ciências da Natureza é um dever das instituições escolares brasileiras instituído na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) nº 9394, aprovada em 1996 e em vigor. A LDB estabelece, em seu artigo 26 § 1º, que os currículos da Educação Básica, desde a Educação Infantil, devem “abranger, obrigatoriamente, o estudo da língua portuguesa e da matemática, o conhecimento do mundo natural e da realidade social e política especialmente do Brasil” (BRASIL, 1996, grifo meu).

A Química pode ser definida “como a ciência que lida com os materiais do universo e as mudanças que eles sofrem” (ZUMDAHL; DECOSTE, 2015, p.5), conforme descrição de Atkins (2006, p.2) “se situa no fulcro da ciência. De um lado, ela lida com a Biologia e fornece explicações para os processos da vida. De outro, une-se à Física e encontra explicações para os fenômenos químicos nos processos e nas partículas fundamentais do universo.”

Esta ciência estuda a constituição, propriedades e transformações das substâncias e materiais, através da observação de fenômenos naturais ou artificiais, elaborando teorias e leis que explicam a substância e suas transformações. As inter-relações entre os objetos da Química são ilustradas na Figura 1.

Figura 1: Objetos de estudo da Química



Fonte: Mortimer; Machado e Romanelli (2000)

Deste modo, compreende o conhecimento do mundo natural supracitado, e, portanto, temas e conceitos específicos desta ciência devem ser ensinados e aprendidos nos diferentes níveis da Educação Básica.

Todavia, considerando a ciência “como uma construção humana. Sujeita à influência de fatores sociais, econômicos e culturais de seu tempo” (MORTIMER; MACHADO, 2012, p.27), aprender Química envolve a aprendizagem dos conhecimentos químicos bem como a natureza dessa ciência, o que inclui seus métodos e linguagem.

Os conceitos científicos, incluindo os químicos, são construções humanas para interpretar e explicar os fenômenos naturais, que foram validadas e comunicadas por instituições culturais e demandaram esforços intelectuais ao longo da história e, portanto, dificilmente serão descobertos pelos indivíduos apenas por observação própria da natureza (DRIVER *et al*, 1999).

Assim sendo, a aprendizagem das ciências envolve processos individuais e sociais. De acordo com Driver *et al*. (1999), o conhecimento científico é discursivo e as ferramentas culturais da ciência - conceitos, símbolos e convenções da comunidade científica – precisam ser apresentadas aos indivíduos, entretanto, os indivíduos precisam construir e atribuir significados ao conhecimento apresentado.

Conforme argumentam Moraes, Ramos e Galiazzi (2012) aprender é uma reconstrução de conhecimentos anteriormente construídos, e assim:

Conhecimentos complexos e abstratos característicos do discurso da ciência, e de modo especial da Química, precisam ser reconstruídos ou reinventados a partir de um intenso envolvimento com o discurso químico, a partir de situações práticas em que nos movimentamos dentro desse discurso. As aprendizagens efetivas solicitam uma interação constante entre teoria e prática, entre a linguagem do cotidiano e a da ciência Química (p.195).

Nesta concepção é considerada a teoria de aprendizagem construtivismo, que pressupõe a construção ativa do conhecimento pelo indivíduo e a influência de suas concepções prévias na aprendizagem (MORTIMER; MACHADO, 2012). A articulação entre as visões própria e científica sobre o mundo é realizada e incorporada pelo aluno à medida que este atribui significado ao que está aprendendo, e isto ocorre por meio de discursos.

Isto posto, aprender Química é conseguir ver, pensar e comunicar sobre o mundo empregando os significados elaborados pela Química, e assim sendo, de acordo com Mortimer e Machado (2012, p. 24):

[...] uma aula de Química é muito mais do que um tempo durante o qual o professor vai se dedicar a ensinar Química e os alunos a aprenderem alguns conceitos e a desenvolverem algumas habilidades. É espaço de construção do pensamento químico e de (re)elaborações de visões do mundo e, nesse

sentido, é espaço de constituição de sujeitos que assumem perspectivas, visões e posições nesse mundo. Sujeitos que aprendem várias formas de ver, de conceber e de falar sobre o mundo.

Por conseguinte, a Química pode propiciar aos indivíduos uma formação cidadã, visto que a cidadania se refere à participação efetiva do indivíduo na sociedade e para isto necessita de informações relacionadas aos problemas sociais que o afetam (SANTOS; SCHNETZLER, 2000).

Neste sentido, aprender Química, sob a perspectiva descrita, possibilita o desenvolvimento de habilidades para uma atuação social crítica, reflexiva e participativa que utilize os conhecimentos científicos em situações reais para avaliar e tomar decisões de maneira responsável, individual ou coletivamente, como explicitam Santos e Schnetzler (2000, p.47-48):

Com o avanço tecnológico da sociedade, há tempos existe uma dependência muito grande com relação à química. Essa dependência vai, desde a utilização diária de produtos químicos, até as inúmeras influências e impactos no desenvolvimento dos países, nos problemas gerais referentes à qualidade de vida das pessoas, nos efeitos ambientais das aplicações tecnológicas e nas decisões solicitadas aos indivíduos quanto ao emprego de tais tecnologias. Neste sentido, é necessário que os cidadãos conheçam como utilizar as substâncias no seu dia-a-dia, bem como se posicionem criticamente com relação aos efeitos ambientais da utilização da química e quanto às decisões referentes aos investimentos nessa área, a fim de buscar soluções para os problemas sociais que podem ser resolvidos com a ajuda do seu desenvolvimento.

Para tanto, esse aspecto necessita ser considerado na proposição dos objetivos e atividades para aprendizagem em Química. No entanto, os aspectos conceituais da Química geralmente são enfatizados e a aprendizagem se limita à memorização de informações descontextualizadas.

Segundo Mortimer, Machado e Romanelli (2000), o ensino de Química tradicional, que apresenta apenas conceitos sem contextualização histórico científica, social e/ou tecnológica, torna esta ciência aparentemente sem vínculos com a realidade e sua aprendizagem sem significados, já que não exige o estabelecimento de relações.

Estes autores ainda argumentam que neste tipo de ensino os conceitos são confundidos com definições, pois são usados de maneira mecânica sem associação com objetos ou com outros conceitos, porém a aprendizagem de um conceito implica em sua aplicação em diferentes situações e fenômenos.

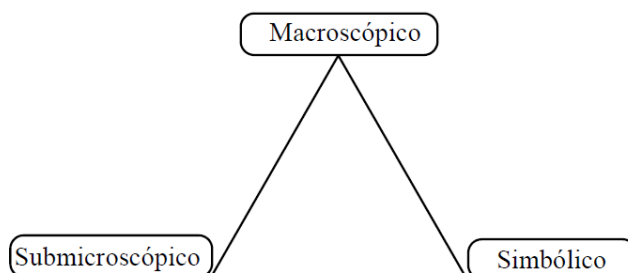
E assim, os conhecimentos químicos se resumem a aspectos formais da Química, tais como definições, classificações e fórmulas, desconsiderando seus princípios originais, tornando a Química escolar distante da ciência Química, conforme exemplificação de Mortimer, Machado e Romanelli (2000, p.274-275):

Nossa química escolar se alimenta principalmente da tradição, o que explica, por exemplo, que se encontre conceitos e sistemas classificação semelhantes em livros de 1830 e nos atuais. Ao lado dessas classificações obsoletas permanecem outras sem nenhuma aplicação científica ou tecnológica, como a classificação de pares de espécies atômicas como isóbaros ou isótonos. A esses exemplos somam-se inúmeros outros, presentes no ensino de química, em que regras práticas, como a do octeto, a de distribuição eletrônica, ou ainda as regras para se determinar os números quânticos de um determinado elétron, passam a ocupar o lugar dos princípios químicos que lhes deram origem.

Contudo, como enfatizam Moraes, Ramos e Galiuzzi (2012, p.195), “aprender Química, mais que acumular conhecimentos, é desenvolver competências de usar a linguagem de modo cada vez mais complexo e fundamentado, produzindo pensamentos e argumentos dentro do discurso da Química”. E, como ressalta Atkins e Jones (2012, p.F2), o químico “pensa a nível microscópico, conduz experimentos em nível macroscópico e representa as duas coisas por meio de símbolos”.

Esta forma de conceber os níveis de pensamento e de representação dos conhecimentos químicos foi proposta por Johnstone (1982), e reelaborada em Johnstone (1993). Este modelo, ainda predominante, estabelece três componentes da Química: a macroquímica, que se refere ao tangível, concreto e mensurável; a submicroquímica, que se refere ao molecular, atômico e cinético; e o representacional, que se refere aos símbolos, equações e fórmulas químicas (JOHNSTONE, 1993), conforme Figura 2.

Figura 2: Os três componentes básicos da “nova Química” (adaptado de Johnstone, 1993)



Fonte: Rezende e Wartha (2011)

De tal modo, esta ciência funciona em três níveis: o nível macroscópico, que trata das transformações e das propriedades visíveis; o nível submicroscópico, que interpreta os fenômenos de forma mais profunda e abstrata, em função de rearranjos dos átomos; e o nível simbólico, que descreve os fenômenos químicos em nível macroscópico de forma a ser interpretada a nível submicroscópico através da linguagem simbólica química (ATKINS; JONES, 2012).

No Brasil, para uma abordagem didática, os pesquisadores em ensino de Química Mortimer, Machado e Romanelli (2000) redefiniram os níveis de representação de Johnstone, como os três aspectos do conhecimento químico: fenomenológico, teórico e representacional.

Para estes autores, a abordagem fenomenológica, que corresponde ao nível macroscópico, contempla os fenômenos naturais ou artificiais passíveis de serem observados direta ou indiretamente, incluindo as atividades experimentais e as habilidades que estas envolvem e desenvolvem, bem como as atividades sociais. Já a abordagem teórica, correspondente ao nível submicroscópico, envolve as teorias e modelos atômicos e moleculares, ou seja, são os modelos abstratos não diretamente observáveis que explicam os fenômenos observáveis. E a abordagem representacional, que corresponde ao nível simbólico, compreende a linguagem específica da Química, como símbolos, fórmulas e equações químicas.

Assim sendo, a construção do conhecimento químico demanda um ensino que promova a articulação entre seus diferentes aspectos e níveis de representação, ou seja, uma relação dialética entre a realidade dos fenômenos e a abstração das teorias científicas, cuja compreensão é representada por ferramentas simbólicas (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000).

Em suma, a aprendizagem em Química envolve a abordagem e construção dos conhecimentos químicos em seus diferentes níveis, considerando seus princípios e contextos de origem, a fim de propiciar a compreensão e, conseqüentemente, a identificação e aplicação destes conhecimentos em fenômenos e situações reais e cotidianas.

Isto requer o desenvolvimento de habilidades interpretativas, discursivas e representativas, explicitadas no próximo tópico.

3 CONHECIMENTOS QUÍMICOS: NÍVEIS DE REPRESENTAÇÃO E INTERPRETAÇÃO

Aprender Química deve possibilitar ao indivíduo entender a constituição, as propriedades e as transformações da matéria em diferentes níveis, e, portanto, a percepção dos fenômenos aliada à compreensão das teorias e modelos explicativos, utilizando a linguagem química.

Estes fenômenos abrangem tanto fatos concretos e perceptíveis, naturais ou reproduzidos por experimentos, como a corrosão de um portão, quanto atividades sociais que permitem experienciar fenômenos materializados em situações reais e cotidianas, como a escolha de produtos em um supermercado (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000).

Reconhecer os fenômenos sobre os quais se referem os conhecimentos químicos, a partir da visualização ou aplicação macroscópica, pode facilitar o entendimento em nível submicroscópico, visto que contextualiza conceitos abstratos e aparentemente sem relação com a realidade, se abordados de outra forma.

De acordo com Bastos (1998), o conhecimento adquirido pelo aluno é resultado de uma síntese pessoal, das informações e experiências proporcionadas pela escola e de suas concepções, e, por isto, a aprendizagem de conceitos, modelos e leis científicas demandam a construção de vínculos com os conhecimentos prévios dos alunos, pois podem ser tão incompreensíveis quanto um idioma desconhecido.

Neste sentido, uma estratégia didática para o ensino de Química é a experimentação. A atividade experimental é uma ferramenta capaz de propiciar a contextualização conceitual bem como a compreensão da natureza desta ciência, e assim, a construção de conhecimentos químicos.

Segundo Borges (2002), desconsiderar a importância das atividades experimentais para a aprendizagem é reduzir o conhecimento científico a um sistema abstrato, e sem contexto, de definições, leis e fórmulas.

Algumas possíveis contribuições das atividades experimentais para o ensino e aprendizagem de ciências são apresentadas por Oliveira (2010), a saber: motivar e despertar a atenção dos alunos; desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo; desenvolver a iniciativa pessoal e tomada de decisão; estimular a criatividade; aprimorar a capacidade de observação e registro de informações; aprender a analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos; aprender conceitos científicos; detectar

e corrigir erros conceituais dos alunos; compreender a natureza da ciência e o papel do cientista em uma investigação; compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade; aprimorar habilidades manipulativas.

Estas contribuições são decorrentes dos modos de execução das atividades experimentais, já que podem ser desenvolvidas com diferentes abordagens e formas de participação, sendo conduzidas pelo professor direta ou indiretamente, com maior ou menor participação do aluno em sua elaboração e/ou execução (BORGES, 2002).

A escolha dos procedimentos e atuação dependem dos objetivos de aprendizagem almejados com a utilização da experimentação. Oliveira (2010) compara em diferentes aspectos as atividades experimentais realizadas com as abordagens demonstração, verificação e investigação, sintetizadas no Quadro 1.

Quadro 1: Características das diferentes abordagens experimentais

	Tipos de abordagens nas atividades experimentais		
	Demonstração	Verificação	Investigação
Papel do aluno	Observar o experimento, podendo sugerir explicações aos fenômenos observados.	Realizar o experimento e explicar os fenômenos.	Pesquisar, avaliar e realizar o experimento, além de propor explicações para o fenômeno.
Papel do professor	Executar a atividade e explicar os fenômenos observados.	Mediar o desenvolvimento e corrigir possíveis erros conceituais.	Orientar e incentivar as ideias dos alunos, bem como questioná-las.
Roteiro de atividade experimental	Fechado, estruturado e de posse exclusiva do professor.	Fechado e estruturado.	Ausente ou, quando presente, aberto ou não estruturado.
Posição ocupada na aula	Central, para ilustração; ou após a abordagem expositiva.	Após a abordagem do conteúdo em aula expositiva.	A atividade pode ser a própria aula ou pode ocorrer previamente à abordagem do conteúdo.
Algumas vantagens	Demandam pouco tempo; podem ser integradas à aula expositiva; úteis quando não há recursos materiais ou espaço físico suficiente para todos os alunos realizarem a prática.	Os alunos têm mais facilidade na elaboração de explicações para os fenômenos; é possível verificar através das explicações dos alunos se os conceitos abordados foram bem compreendidos.	Os alunos ocupam uma posição mais ativa; há espaço para criatividade e abordagem de temas socialmente relevantes; o “erro” é mais aceito e contribui para o aprendizado.
Algumas desvantagens	A simples observação do experimento pode ser um fator de desmotivação; é mais difícil para manter a atenção dos alunos; não há garantia de que todos estarão envolvidos.	Pouca contribuição do ponto de vista da aprendizagem de conceitos; o fato dos resultados serem relativamente previsíveis não estimula a curiosidade dos alunos.	Requer maior tempo para sua realização. Exige um pouco de experiência dos alunos na prática de atividades experimentais.

Fonte: Oliveira (2010)

Assim sendo, conforme a abordagem, a realização de atividades experimentais também possibilita o desenvolvimento de habilidades procedimentais e atitudinais, inerentes à atividade científica tais como observação, elaboração de hipóteses, análise e discussão de dados, socialização, entre outros. Além disso podem promover o interesse, motivação e participação dos alunos.

Contudo os aspectos cognitivos precisam ser valorizados. O experimento precisa ter um objetivo definido, ser funcional e realizado sob orientações para que haja compreensão de sua finalidade e, assim, construção conceitual (HODSON, 1994).

Esta construção conceitual ocorre pelo estabelecimento de relações entre o observável e as explicações teóricas sobre a constituição e/ou comportamento da matéria e, portanto, da associação entre os níveis de representação macroscópico e submicroscópico dos conhecimentos químicos.

Isto exige a interpretação dos fenômenos químicos em termos de arranjos atômicos, partículas intangíveis cuja abstração requer ferramentas cognitivas visuais que lhes confirmem certa concretude (FERREIRA; ARROIO, 2013). A necessidade de descrever a estrutura da matéria em nível molecular levou à proposição de modelos teóricos como forma de representação (SANTOS, 2001).

Entende-se por modelo “uma representação parcial de um objeto, evento, processo ou ideia, que é produzida com propósitos específicos”, conforme definição proposta por Ferreira e Justi (2008, p.32). Essas autoras ressaltam que os modelos são representações parciais e por isto não correspondem à realidade, não são a realidade e nem cópias da realidade, mas uma maneira de representar a realidade a partir de interpretações pessoais, e consequentemente possuem limitações.

Há diferentes tipos de modelos, conforme explicitam Milagres e Justi (2001) bem como Justi (2010). Um modelo é uma elaboração humana, individual ou coletiva, assim sendo inicialmente trata-se de um *modelo mental*, que se comunicado por fala, escrita ou alguma forma simbólica torna-se um *modelo expresso*, e que se aprovado por um grupo social é denominado *modelo consensual*. Por conseguinte, um modelo consensual testado e aceito por cientistas é um *modelo científico*.

Segundo Justi (2010, p.211), “modelos podem ser considerados as principais ferramentas usadas pelos cientistas para produzir conhecimento e um dos principais produtos da ciência”.

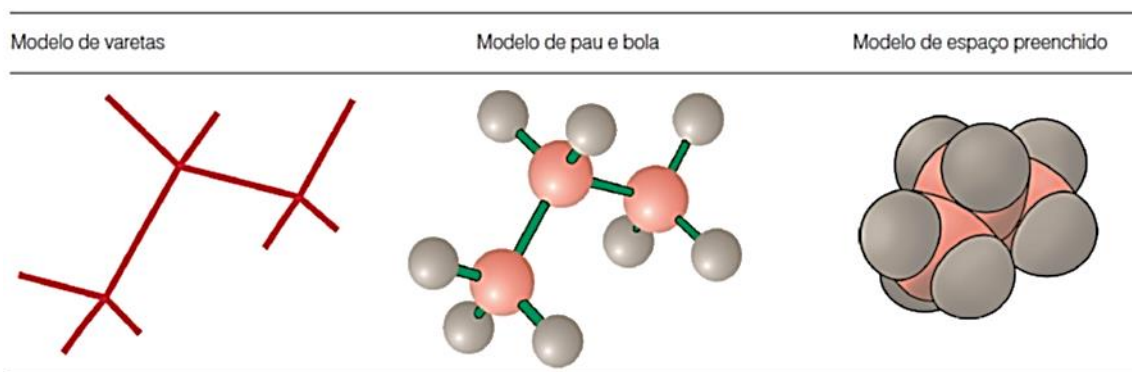
No entanto, os modelos científicos geralmente são complexos, necessitando de simplificações para seu ensino, tornando-se *modelos curriculares*. Estes, por sua vez, para facilitar a aprendizagem, podem ser adequados ao nível cognitivo dos alunos, resultando em *modelos de ensino* (MILAGRES; JUSTI, 2001, JUSTI, 2010).

Na ciência Química, devido a suas peculiaridades, o uso e importância dos modelos são notórios, tendo como objetivos: simplificar entidades complexas; favorecer a comunicação de ideias; facilitar a visualização de entidades abstratas; fundamentar a proposição e a interpretação de experimentos; e, fundamentar a elaboração de explicações, questões e previsões sobre a realidade modelada (JUSTI, 2010).

Mediante esta indispensável utilização de modelos teóricos para descrever o comportamento da matéria em nível submicroscópico, a Química desenvolveu uma área de estudo que envolve a aplicação de modelos para representar e manipular a estrutura, propriedades e transformações da matéria em nível atômico, denominada *modelagem molecular* (SANTOS, 2001).

A modelagem molecular possibilita a representação da estrutura tridimensional das partículas em escala, por meio de modelos simples tais como os *de varetas*, *pau e bola*, e, *espaço preenchido*, exemplificados na Figura 3.

Figura 3: Três diferentes modelos de representação da estrutura do propano



Fonte: Santos (2001)

À vista disso, os modelos curriculares e de ensino mais empregados no ensino de Química são expressos pelos modos de representação concreto e visual, de acordo com a classificação proposta por Justi (2010). O modo concreto corresponde à representação elaborada com materiais resistentes, isto é, à representação tridimensional e manipulável. Já o modo visual corresponde à representação

bidimensional ou de percepção tridimensional, que inclui desenhos, gráficos, diagramas, analogias e simulações.

Estas representações são ferramentas visuais que visam propiciar aos alunos meios para correlação dos níveis e construção do conhecimento químico (FERREIRA; ARROIO, 2013). Deste modo, a aprendizagem em Química requer o desenvolvimento de habilidades espaciais e competências representacionais (FERREIRA; ARROIO, 2013).

Para tanto, os alunos precisam compreender as convenções associadas, a abrangência e as limitações de cada tipo de modelo utilizado em Química, assim como desenvolver habilidades de transpor e relacionar diferentes modos de representação de modelos de determinado conceito ou partícula, ou seja, desenvolver a capacidade de visualização (JUSTI, 2010, FERREIRA; ARROIO, 2013).

Como argumentam Ferreira e Justi (2008) “os alunos têm que ser capazes de pensar nos modelos, visualizar seu funcionamento em suas mentes e usá-los como ferramentas (como os cientistas fazem), indo além da simples declaração do conhecimento.”

Todavia, as representações visuais não possuem significados únicos, imediatos e transparentes a todos os indivíduos (MARTINS, 2001). Para uma correta compreensão dos modelos e conceitos nestes envolvidos, a interpretação dada pelos alunos deve ser considerada e as definições químicas de representação e modelo precisam ser explicitadas, já que apresentam significados na linguagem cotidiana (JUSTI, 2010).

Ademais, os modelos, como produtos da ciência, incorporam a natureza da ciência e por isto, como enfatiza Justi (2010, p.216), os alunos “necessitam também saber *como* e *porque* tais modelos foram construídos. Além disso, e, principalmente, eles devem ter oportunidade de construir, discutir e reformular seus próprios modelos.” (grifos da autora).

Isto posto, na Química, o uso de modelos visa relacionar os fenômenos observáveis, nível macroscópico, e os conceitos que os explicam, nível submicroscópico, a fim de possibilitar e facilitar a compreensão dos conhecimentos e procedimentos desta ciência.

Entretanto, esta relação é completamente estabelecida apenas por meio do nível simbólico, que se caracteriza por representações simbólicas tais como símbolos de elementos, fórmulas químicas, estruturas moleculares e equações químicas, que

permitem a correlação entre o comportamento das partículas do microcosmo e as propriedades macroscópicas das substâncias (ROQUE; SILVA, 2008, NETO; RAUPP; MOREIRA, 2009).

Estas representações simbólicas, bem como os termos e procedimentos químicos, contribuíram para o desenvolvimento de uma linguagem específica da Química, além da linguagem própria da ciência que já diverge em muitos aspectos da linguagem comum.

A linguagem científica possui vocabulário específico aliado a uma forma característica de comunicação, sendo estrutural e sem agente, em que os processos são substituídos por grupos nominais e relacionados por verbos, e por isto exige reflexão e explicitação (MORTIMER; MACHADO, 2012).

Esta forma peculiar de registro e discurso da prática e dos conhecimentos científicos implica no ensino da e sobre a ciência, como enfatiza Mortimer (2010, p.186):

A aprendizagem de Ciências é inseparável da aprendizagem da linguagem científica. Essa, por sua vez, é multimodal, no sentido que, além da linguagem verbal, pressupõe o manejo de uma série de outros aspectos que incluem símbolos, gráficos, diagramas, esquemas, etc.

O mesmo ocorre com a ciência Química. Aprender Química requer a apropriação de sua linguagem. A linguagem química, originada pela necessidade de unificar a forma de expressão entre os químicos, tornou-se um modo de entender a matéria de acordo com a perspectiva química.

Ao longo da história desta ciência, as representações simbólicas foram alteradas por diversas razões, como tornar a escrita concisa, expressar as quantidades elementares combinadas e introduzir conceitos de ligação e geometria molecular, integrando cada vez mais elementos conceituais e requerendo menor cognição para interpretação e apresentação dos conhecimentos químicos. (NETO; RAUPP; MOREIRA, 2009)

Assim sendo, a linguagem química não é somente uma forma de expressão e comunicação, também possui uma dimensão constitutiva na elaboração conceitual, já que possibilita a abstração e generalização de conceitos (MACHADO; MOURA, 1995). Esta linguagem é um instrumento para a elaboração do pensamento químico, como explicita Machado (2000, p.41):

[...] com e pela linguagem química, no movimento de significação destas representações, uma certa forma de pensar vai se constituindo. Nesse trabalho, nesse exercício do pensamento que se dá na e pela linguagem, uma certa lógica vai se construindo. No processo de aprender a linguagem química, novos conceitos vão sendo simultaneamente elaborados e aqueles já aprendidos têm a possibilidade de ser ressignificados.

Neste sentido, a linguagem química é um meio e não um fim da aprendizagem desta ciência. Moraes, Ramos e Galiazzi (2012, p.195) ressaltam que:

O pensamento químico, assim como todo pensamento, funda-se na linguagem. Na sua apropriação, ou seja, ao aprenderem Química, os alunos necessitam partir do cotidiano e dos modos de linguagem em que conseguem se expressar, para então, gradativamente, irem complexificando os seus conhecimentos pela interação com o discurso da Química.

Portanto, a construção dos conhecimentos químicos ocorre pela apropriação das representações e do discurso químico que, consequentemente, possibilita a ampliação dos próprios conhecimentos, o entendimento de fenômenos cientificamente e a aplicação dos conceitos químicos em outros contextos (MORAES; RAMOS; GALIAZZI, 2012).

Para tanto, estratégias e recursos didáticos adequados devem ser utilizados no processo de ensino a fim de facilitar a aprendizagem desta linguagem, propiciando não apenas associações e memorizações, mas a compreensão do significado dos símbolos, por meio de relações entre os fenômenos e materiais macroscópicos da realidade cotidiana e seus modelos submicroscópicos (ROQUE; SILVA, 2008; BATISTON; SILVA; KIOURANIS, 2012).

Em síntese, como Andrade e Maldaner (2011, p.9) explicitam, a Química “se constitui de um sistema de signos pré-estabelecidos, criados em um grupo social [...] um sistema conceitual formado por redes de generalizações que conferem respostas, ou visões de mundo, que servem para explicar as coisas do mundo.

Destarte, aprender esta ciência envolve processos de interpretação e significação de seus níveis de representação, descritos no tópico seguinte.

4 QUÍMICA E SEMIÓTICA: REPRESENTAÇÕES E SEMIOSE

A Química é uma ciência que relaciona aspectos macroscópicos e submicroscópicos de seus objetos de estudo por meio de uma linguagem específica, repleta de termos, modelos e símbolos, e, portanto, seu ensino requer uma abordagem que considere a importância dessas representações para a aprendizagem.

O estudo das representações pode ser fundamentado na teoria Semiótica de Charles Sanders Peirce (1839-1914) pois, conforme Gois e Giordan (2007, p.34), essa teoria ‘trata explicitamente a relação entre as representações e seus “motores de significação”, o que é importante para a compreensão dos processos de ensino e aprendizagem que ocorrem em atividades de ensino na sala de aula de Química”.

Souza e Porto (2011, p.3) também justificam tal fundamentação:

Os avanços nos recursos gráficos permitiram que as ilustrações incorporassem número cada vez maior de detalhes das teorias que as precedem. Esse fator, associado ao fato de que a construção e divulgação do conhecimento químico ocorrem, marcadamente, por intermédio de tais representações, que buscam materialidade em imagens em papel, imagens virtualmente construídas, ou na utilização de modelos concretos como bolas e varetas, sugere que a **semiótica**, especialmente a de origem peirceana, enquanto ciência geral das linguagens, ou ainda, como a ciência dos signos, pode constituir referencial teórico relevante para a compreensão dessas observações.

A Semiótica é, de acordo com a definição de Santaella (2007, p.13), “a ciência que tem por objeto de investigação todas as linguagens possíveis”. E estas linguagens correspondem as diversas formas sociais de comunicação e de significação, verbais e não verbais (SANTAELLA, 2007).

Mais especificamente, “a semiótica é a ciência dos signos e dos processos cognitivos (semiose) na natureza e na cultura”, como defini Noth (1995, p.17), e “tem por função classificar e descrever todos os tipos de signos logicamente possíveis”, como explica Santaella (2007, p.29). Já signo, por sua vez, “é qualquer coisa que se produz na consciência” (SANTAELLA, 2007, p.53), seja uma representação mental, ação ou experiência.

Peirce ao analisar os fenômenos, tudo aquilo que de algum modo e sentido esteja presente à mente, concluiu que tudo aparece à consciência em uma progressão de três elementos formais de toda e qualquer experiência. Estes foram entendidos

como as três categorias elementares e universais encontradas no pensamento, denominadas *primeiridade*, *secundidade* e *terceiridade*, por serem palavras novas e livres de qualquer associação pré-existente (SANTAELLA, 2007).

Nestas categorias fundamentais do pensamento, Charles S. Peirce conseguiu reunir a multiplicidade de fenômenos do mundo (NOTH, 1995).

A categoria *primeiridade* se refere aos sentimentos imediatos sem relações com outros fenômenos, isto é, a percepção imediata das coisas, o primeiro fenômeno (NOTH, 1995, SANTAELLA, 2007). Na descrição de Noth (1995, p.63) “é a categoria do sentimento sem reflexão, da mera possibilidade, da liberdade, do imediato, da qualidade ainda não distinguida e da independência”.

A categoria *secundidade* corresponde reação a um estímulo, ou seja, a relação de um primeiro fenômeno a um segundo fenômeno (NOTH, 1995, SANTAELLA, 2007). De acordo com Noth (1995, p.64), “é a categoria da comparação, da ação, do fato, da realidade e da experiência no tempo e no espaço”.

E a categoria *terceiridade* se refere à síntese intelectual, à elaboração cognitiva, e, portanto, a relação de um segundo fenômeno com um terceiro. Na concepção de Santaella (2007, p.51) esta categoria “corresponde à camada de inteligibilidade, ou pensamento em signos, através da qual representamos e interpretamos o mundo”.

Deste modo, a relação triádica entre fenômenos de *primeiridade*, *secundidade* e *terceiridade* constitui a base do signo (NOTH, 1995). Em decorrência, a semiose é composta por três elementos sîgnicos, definidos por Peirce (1995, p.46):

Um signo, ou *representamen*, é aquilo, que sob certo aspecto ou modo, representa algo para alguém. Dirige-se à alguém, isto é, cria na mente dessa pessoa, um signo equivalente, ou talvez um signo mais desenvolvido. Ao signo assim criado denomino *interpretante* do primeiro signo. O signo representa alguma coisa, seu *objeto*. Representa esse objeto não em todos os seus aspectos, mas com referência a um tipo de ideia que eu, por vezes, denominei *fundamento* do *representamen*. (grifos do autor)

Logo, os três constituintes do signo são *representamen*, *objeto* e *interpretante*, sendo que, conforme Noth (1995, p.65), “o *representamen* é o primeiro que se relaciona a um segundo, denominado objeto, capaz de determinar um terceiro, chamado *interpretante*”. Assim sendo, como sintetiza Santaella (1993, p.39-40), o signo é:

[...] algo (qualquer coisa) que é determinado por alguma outra coisa que ele representa, essa representação produzindo um efeito, que pode ser de qualquer tipo (sentimento, ação ou representação) numa mente atual ou potencial, sendo esse efeito chamado de interpretante. Para funcionar como signo, basta alguma coisa estar no lugar de outra, isto é, representando outra. Basta qualquer coisa, de que tipo for, encontrar uma mente que efeito será produzido nessa mente. Esse efeito terá sempre natureza de um signo ou quase-signo. Ele é chamado de interpretante.

Para Peirce, o signo é algo que traz um objeto para uma relação com um interpretante, e, portanto, o signo pode ser caracterizado de três diferentes formas: algo em si mesmo, em conexão com o objeto e como representação para o interpretante (SANTAELLA, 2007).

Essas modalidades do signo podem ser caracterizadas conforme as categorias primeiridade, secundidade e terceiridade, configurando-se relações triádicas (SANTAELLA, 1995, 2007), como descrito no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2: Relações triádicas dos signos

signo			
Característica	em si mesmo (1ª)	em conexão com o objeto (2ª)	com seu interpretante (3ª)
Qualidade (1ª)	quali-signo	ícone	rema
Fato (2ª)	sin-signo	índice	discente
Lei ou hábito (3ª)	legi-signo	símbolo	argumento

*1ª, 2ª e 3ª correspondem a primeiridade, secundidade e terceiridade, respectivamente

Fonte: Adaptado de Santaella (2007)

Nesta perspectiva, o signo em si mesmo, *representamen*, pode ser: apenas uma qualidade (*quali-signo*); um fato/algo singular, concreto e/ou existente (*sin-signo*); ou, uma lei/hábito (*legi-signo*), isto é um tipo geral em que há concordância de significado (NOTH, 1995; PEIRCE, 1995).

Já o signo originado na relação do *representamen* com o *objeto* pode ser caracterizado como: um *ícone*, por apresentar qualidades, semelhanças ou correspondências ao objeto; um *índice*, por associar somente pela singularidade inerente ao objeto; ou, um *símbolo*, por depender de convenções sociais (NOTH, 1995; PEIRCE, 1995).

E o signo resultante da relação entre *representamen* e *interpretante* pode ser: uma possibilidade qualitativa de um objeto (*rema*); uma expressão de ideias verdadeiras ou falsas sobre o objeto (*discente*); ou, uma conclusão (*argumento*) (NOTH, 1995; PEIRCE, 1995).

De acordo com Noth (1995), estas classes são aspectos dos signos, visto que “um mesmo signo pode ser considerado sob vários aspectos e submetidos a diversas classificações (p.83-84)”.

Deste modo, essas tricotomias originam nove modalidades de signos que podem ser combinadas, pois a natureza do signo e o tipo de conexão entre o signo e o objeto determinam aquilo que o signo representa, resultando em dez possíveis classes de signos (SANTAELLA, 1995).

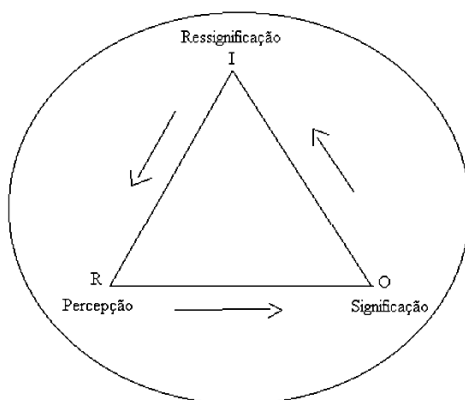
Assim, considerando que a Semiótica é “a ciência que tem por objetivo o exame dos modos de constituição de todo e qualquer fenômeno como fenômeno de produção de significação e de sentido”, como explicita Santaella (2007, p.13), é possível associá-la ao estudo do processo de aprendizagem de um indivíduo.

Como afirmam Caldeira e Manechine (2007, p.230) “o conhecimento faz-se mediante signos e no decorrer da experiência, como forma mediadora entre a conduta e o objeto”, e a “semiótica objetiva estabelecer como devem ser todos os signos para uma inteligência capaz de aprender através da experiência”.

A autoras defendem que a relação triádica dos signos possibilita o estudo do desenvolvimento do raciocínio científico e propõem uma metodologia para o ensino de Ciências fundamentada na teoria sîgnica de Peirce, em Caldeira (2005) e Caldeira e Manechine (2007).

Esta metodologia é explicada pelas autoras por meio de um diagrama, Figura 4 a seguir.

Figura 4: Diagrama proposto por Caldeira (2005) para representar as relações do signo



Fonte: Caldeira e Manechine (2007)

Neste diagrama, o círculo representa o processo contínuo de aquisição de conhecimentos de fenômenos naturais; as letras R, O, I correspondem aos três constituintes do signo (*representamen*, *objeto* e *interpretante*, respectivamente); e as flechas representam as relações estabelecidas pela mediação das diferentes linguagens.

Conforme a estrutura desse diagrama, a relação triádica do signo estabelece três categorias: percepção, significação e ressignificação.

O *representamen* propicia a percepção, ao estabelecer relações em nível de primeiridade. A percepção, como afirmam Caldeira e Manechine (2007, p.232), “se faz presente primeiramente na visualização, na escuta, na apreensão de cores, formas, movimentos, na sensação tátil e na expressão das emoções que acompanham o atentar para os fenômenos naturais”. Para Peirce, a percepção é indissociável do conhecimento pois todo processo cognitivo é iniciado por esta (SANTAELLA, 1993).

O *objeto* corresponde às relações de secundidade e propicia a significação. Esta categoria se constitui das relações estabelecidas pelos alunos no decorrer do estudo dos fenômenos naturais observáveis.

E o *interpretante*, as relações em nível de terceiridade, propicia a ressignificação. Esta categoria corresponde ao processo de construção do raciocínio, apresentada por meio da formalização de ideias ressignificadas pelos alunos, originadas das relações estabelecidas durante o processo.

Desta forma, esta metodologia de ensino está fundamentada na tríade percepção/significação/ressignificação, conforme as fases de representação dos fenômenos mentais, e por esta razão foi denominada *perceber/relacionar/conhecer*.

Isto posto, considerando-se os processos de significação envolvidos na construção dos conhecimentos químicos, a aplicação desta metodologia no ensino de Química é objeto de estudo da presente pesquisa.

5 PROBLEMAS DE PESQUISA

Considerando a relevância da compreensão da linguagem científica para a Alfabetização Científica e da especificidade da linguagem química para o ensino da Química, bem como, a necessidade de compreensão dos diferentes níveis do conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e simbólico) e das relações entre estes níveis para uma apropriação da linguagem química, esta pesquisa busca responder as seguintes questões:

- Como ensinar de forma adequada para apropriação da linguagem química?
- Que atividades didáticas são fundamentais para essa apropriação na Educação Básica?

6 OBJETIVOS

6.1 Objetivo geral

Propor, aplicar e avaliar um método de ensino, fundamentado na Semiótica de Peirce, para facilitar a apropriação da linguagem química na Educação Básica.

6.2 Objetivos específicos

- Selecionar, elaborar e produzir materiais diversificados para uso didático visando a compreensão dos signos na linguagem química.
- Estruturar e aplicar atividades didáticas embasadas na metodologia Perceber/Relacionar/Conhecer, e assim na relação triádica dos signos, empregando-se abordagens diversificadas, recursos selecionados e materiais produzidos, visando a compreensão dos aspectos e representações do conhecimento químico.
- Avaliar o método de ensino elaborado e aplicado através da análise das atividades produzidas pelos alunos durante o desenvolvimento.
- Produzir um objeto educacional, do tipo jogo digital, como um material de aprendizagem alternativo para apropriação das representações em Química.

7 METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia empregada nesta pesquisa foi de enfoque qualitativo. Neste tipo de pesquisa, os dados são coletados no ambiente natural em que os participantes vivenciam a questão estudada, através de múltiplas fontes de dados, com posterior análise indutiva e interpretativa, por meio da organização dos dados em categorias ou temas de acordo com padrões próprios do pesquisador (CRESWELL, 2010).

Esta pesquisa consistiu na elaboração, produção e aplicação de atividades didáticas embasadas e analisadas segundo a teoria Semiótica proposta por Charles Sanders Peirce (1839-1914), na relação triádica dos signos, empregando-se uma metodologia diferenciada, recursos selecionados e materiais produzidos previamente visando a apropriação da linguagem química, por meio da compreensão dos objetos de estudo e aspectos dos conhecimentos químicos discutidos por Mortimer, Machado e Romanelli (2000).

Considerando-se a variedade e discrepâncias de significados atribuídos a termos relacionados ao planejamento e prática pedagógica, apresentam-se no Quadro 3 as definições adotadas neste trabalho, oriundas do entendimento de Alves (2018) após extensa pesquisa por revisão sistemática em artigos de revistas e em anais de eventos da área de Ensino de Ciências.

Quadro 3 - Definição e extensão de cada termo do planejamento pedagógico.

Elementos do planejamento	Compreensão do termo	Características	Extensão do termo
Metodologia	É toda a teoria sobre o processo de ensino e aprendizagem. Está relacionada com as concepções psicológicas e pedagógicas de fundo sobre aprendizagem, com uma visão de Ciência, com a função do sistema educacional e com os papéis do professor e dos alunos no processo de ensino e aprendizagem	Abarca estratégias de ensino, recursos e estratégias de avaliação da aprendizagem. Situa-se em um plano mais teórico e coletivo. Responsável por moldar e orientar todos os demais elementos do planejamento	Ensino Por Transmissão; Ensino por Descoberta; Ensino por Investigação; Três momentos pedagógicos; Abordagem Ciência e Tecnologia e Sociedade; Aprendizagem Baseada em Problemas
Estratégia	Conjunto de ações intencionadas e planejadas do professor para a consecução dos objetivos de ensino propostos, ou seja, trata-se do elemento do planejamento	É flexível, moldada a partir da metodologia de ensino e definida após a delimitação dos objetivos	Utilização de experimentação; Uso de mapas conceituais; Aplicações de estudo de casos; Uso de jogos didáticos; Utilização de modelos, analogias e

	responsável por viabilizar os objetivos pretendidos		metáforas; Uso da História e Filosofia da Ciência; Exibição de documentários e ficção científica; Aprendizagem centrada em eventos
Método	Conjunto formado por estratégias e recursos didáticos, resultado dos ajustes e moldagens sofridos em virtude de uma concepção metodológica de fundo e dos condicionantes concretos de atuação docente	Muda em função do fim imediato e do ponto de vista do professor. Está em um plano prático do planejamento	É específico em cada planejamento e cada realidade
Recursos	É um meio concreto e físico que auxilia o processo de ensino e aprendizagem e, ainda, é o veículo de algum conteúdo	Dá suporte para o desenvolvimento das estratégias didáticas	Lousa, giz, tabela periódica, revistas, jornais, <i>Datashow</i> , <i>notebook</i> , <i>internet</i> , vídeo, filme, jogo
Materiais de aprendizagem	Materiais preparados pelo professor ou pelos alunos para a realização de atividades específicas	Preparados pelo professor ou pelos alunos	Livro didático, mapa conceitual, roteiro de laboratório, lista de exercícios

Adaptado de: Alves (2018, p.102)

Assim sendo, o objeto de estudo desta pesquisa foi um método de ensino produzido tendo como concepção a metodologia de ensino proposta por Caldeira (2005), explicitada no item 8 - Metodologia Didática.

O estudo pretendeu verificar a eficácia deste método e, para tanto, foi fundamentado no desenvolvimento de domínios epistêmicos, conforme propõem Caldeira e Manechine (2007).

As autoras entendem a formação de conceitos como sínteses de significação e que “a ação didática deve centrar-se em oferecer múltiplas possibilidades e habilidades para que novas significações sejam estabelecidas”, já que “se estabelecem no confronto com a experiência, gerando, através das formas de raciocínio, interpretantes lógicos, emocionais, energéticos” (2007, p.245). Tais significações podem ser construídas a partir de um conjunto de conhecimentos denominados, por estas, como *domínios epistêmicos*.

Para a construção dos conhecimentos em Ciências Naturais, estes domínios epistêmicos classificam-se em: domínio das linguagens e seus valores, domínio das habilidades cognitivas e domínio dos conceitos científicos.

O domínio epistêmico das linguagens e seus valores elenca as possíveis linguagens a serem utilizadas, divididas em: sinestésicas, não-verbais e simbólicas. As linguagens sinestésicas referem-se aos sentidos humanos (visão, audição, olfato, tato e paladar), as linguagens não-verbais referem-se a expressões e reações corporais, e as linguagens simbólicas referem-se às expressões e habilidades que utilizem linguagem verbal, falada ou escrita, por meio de símbolos, ou outras formas de representação.

O domínio epistêmico das habilidades cognitivas especifica as habilidades discentes a serem estimuladas e desenvolvidas. Essas habilidades podem ser de três diferentes níveis de acordo com a sua abrangência, a saber: *Perceber*, *Significar* e *Ressignificar*. Tal categorização baseia-se na interpretação de Caldeira (2005, p.48-49) para a relação triádica dos signos (PEIRCE, 19). As habilidades do nível *Perceber* referem-se a juízos perceptivos. Já as habilidades do nível *Significar* referem-se ao estabelecimento de variáveis. E as habilidades do nível *Ressignificar* referem-se ao estabelecimento de relações causais.

E o domínio epistêmico dos conceitos científicos apresenta as habilidades próprias aos conhecimentos a serem construídos, e também podem ser divididas em três níveis: *Perceber*, *Relacionar* e *Conhecer*. Estes níveis correlacionam-se com as categorias universais do pensamento propostas por Peirce (1995), e correspondem às categorias primeiridade, secundidade e terceiridade, respectivamente.

Na ação didática desenvolvida, os domínios epistêmicos foram elencados visando propiciar a construção de conhecimentos químicos, mais especificamente visando a apropriação da linguagem química por meio da compreensão dos diferentes níveis de representação dos materiais e de suas substâncias constituintes. O Quadro 4, a seguir, apresenta estes domínios e suas categorias.

Para o desenvolvimento destes domínios epistêmicos, foram elaboradas atividades didáticas bem como selecionados recursos didáticos e produzidos materiais de aprendizagem para o desenvolvimento destas atividades, resultando na sequência didática intitulada “Signos Químicos”, descrita no item 8, Metodologia Didática. E deste modo, os instrumentos de coleta de dados foram as produções dos alunos durante as atividades didáticas.

Quadro 4 - Domínios epistêmicos estabelecidos para a ação didática

Domínio das linguagens e seus valores		
Linguagens Sinestésicas	Linguagens Não-verbais	Linguagens simbólicas
— Visão — Tato — Olfato — Paladar — Audição	Expressões e reações corporais	— Interpretações — Discussões — Descrições — Representações — Classificações
Domínio das habilidades cognitivas		
Perceber	Juízos perceptivos	- Observação e manipulação de diversos materiais e levantamento de hipóteses.
Significar	Estabelecer variáveis	- Identificação, interpretação e representação da matéria nos aspectos observável e representacional.
Ressignificar	Estabelecer relações causais	- Relação entre os aspectos macroscópicos, moleculares e simbólicos da matéria.
Domínio dos conceitos científicos		
Perceber	Reconhecer a existência de diferentes dimensões e representações envolvidas nos conhecimentos e linguagem química.	
Relacionar	Interpretar e/ou representar a matéria e seus constituintes nos diferentes níveis do conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e simbólico).	
Conhecer	Compreender e relacionar os níveis macroscópico, submicroscópico (modelos) e representacional (simbólico) da matéria para interpretar e utilizar a linguagem química.	

Elaborado a partir do modelo proposto por Caldeira (2005)

Os dados obtidos foram analisados tendo como base os domínios epistêmicos pretendidos, através do método Análise de Conteúdo, pois, conforme descreve Bardin (2009), este consiste em um conjunto de técnicas de análise de qualquer comunicação, seja por códigos linguístico (escrito ou oral), icônico (sinais, imagens, grafismos, filmes, fotografias, etc.) ou outros códigos semióticos (música, objetos diversos, código olfativo, comportamentos, sinais patológicos, etc., isto é, tudo que pode ser portador de significações).

Segundo Marconi e Lakatos (2010), a Análise de Conteúdo utiliza técnicas por documentação direta, classificadas como técnicas de observação direta extensiva, que permitem a descrição sistemática, objetiva e quantitativa do conteúdo da comunicação.

Na presente pesquisa, esta análise seguiu o desenvolvimento proposto por Bardin (2009), que visa, através da categorização em unidades de significado, obter indicadores que permitam a inferência de conhecimentos sobre o emissor da mensagem ou o seu meio, a fim de verificar as potencialidades das atividades didáticas desenvolvidas e aplicadas.

7.1 Contexto e sujeitos da pesquisa

A coleta de dados desta pesquisa foi realizada em uma escola de Educação Básica da rede estadual de ensino, situada na periferia de Bauru, uma cidade do interior do estado de São Paulo.

Esta unidade escolar contempla os anos finais (5º ao 9º ano) do Ensino Fundamental (EF) e as três séries do Ensino Médio (EM). Atendia, no ano letivo de realização desta pesquisa, 17 turmas diariamente, divididas em três períodos. No período matutino oferecia as turmas de nono ano do Ensino Fundamental e das séries do Ensino Médio, no período vespertino as turmas de sexto ao oitavo ano do Ensino Fundamental e no noturno somente as séries do Ensino Médio.

Os espaços escolares para uso dos alunos são: nove salas de aula, sala multiuso, uma sala de leitura, laboratório de informática, laboratório multiáreas¹, além de refeitório, pátio interno, quadra de esportes coberta.

A sala multiuso é uma pouco mais ampla que as demais e conta com TV, projetor, caixa de som e cadeiras. É utilizada para exibição de filmes e projeções, bem como realização de palestras e reuniões.

A sala de leitura, denominação dada à biblioteca nesta rede de ensino, possui um pequeno, porém variado, acervo bibliográfico que inclui alguns livros paradidáticos, de atividades práticas relacionados a área das Ciências da Natureza. Conta com uma professora responsável por seu funcionamento e organização, bem como, pelos projetos que este espaço realiza em parceria com os professores para incentivo à leitura.

Há um laboratório de informática e está em funcionamento no momento, após um período em manutenção. Existem 14 computadores para uso, de um total de 20,

¹ Laboratório multiáreas foi a denominação dada neste trabalho, conforme sua função, por ser uma sala improvisada mas denominada como "laboratório" pela unidade escolar.

sendo que um funciona como servidor e outro está desativado por problemas técnicos. Este número de computadores é razoável para atender o número médio de alunos, cerca de 30 alunos por turma do Ensino Fundamental. Muitos professores utilizam este espaço e recurso, geralmente para realização de pesquisas. Contudo, não há um técnico ou auxiliar de informática para oferecer assistência durante o uso dos equipamentos ou manutenção quando necessário.

A escola não possui laboratório de ciências, mas conta com uma sala improvisada, o laboratório multiáreas, que contém mesas e bancos de madeira, utilizadas geralmente no refeitório, e alguns materiais e equipamentos armazenados em um armário, mas não possui torneira e pia. Esses equipamentos, um microscópio bem simples e algumas vidrarias, são insuficientes para a realização de práticas experimentais pelos alunos, a pequena quantidade permite apenas demonstrações experimentais pelo professor.

Esta sala é utilizada por professores de diferentes áreas, que aproveitam a forma diferente de disposição e agrupamento dos alunos para realizarem atividades diferenciadas. Este laboratório multiáreas foi organizado e disponibilizado para uso no início do ano letivo da aplicação desta pesquisa.

A escola está situada em área urbana, porém periférica. Atende um público socialmente desfavorecido e que apresenta, em muitos casos, famílias desestruturadas e sem interesse pelo desempenho escolar dos alunos. Entre os alunos, há muitos com defasagens e dificuldades de aprendizagem, sendo alguns repetentes e de inclusão.

Quanto ao desempenho escolar, de acordo com os índices obtidos em avaliações externas, a unidade escolar apresenta um nível baixo, de modo geral.

Uma destas avaliações é o Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP), que todos os anos avalia os alunos cursando os 7º e 9º anos do Ensino Fundamental e a 3ª série do Ensino Médio. Os resultados no SARESP, juntamente com os dados do fluxo escolar (taxa média de aprovação) são utilizados para o cálculo do Índice de Desenvolvimento da Educação do Estado de São Paulo (IDESP), que estabelece metas a serem alcançadas anualmente pelas escolas da rede estadual. (SÃO PAULO, 2018b)

Outra avaliação externa, em nível federal, é o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), composto por duas avaliações: Avaliação Nacional da Educação Básica (ANEB), que corresponde a uma avaliação amostral da gestão da

Educação Básica nas redes de ensino públicas e privadas, e Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (ANRESC), também conhecida como Prova Brasil, que é uma avaliação censitária de turmas com no mínimo 30 alunos na última etapa dos anos iniciais (5º ano) ou dos anos finais (9º ano) do Ensino Fundamental de escolas públicas. As médias de desempenho nestas avaliações federais acrescidas ao fluxo escolar, obtidos pelo Censo Escolar, são utilizadas para o cálculo do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), que traça metas de qualidade educacional para os sistemas de ensino do país. (BRASIL, 2018)

Ambos os índices, IDESP e IDEB, são estabelecidos considerando-se uma escala de 0 a 10, sendo 0 o menor índice de desenvolvimento e 10 o nível mais elevado. Os índices referentes à unidade escolar, campo desta pesquisa, são apresentados no Quadro 5 a seguir:

Quadro 5 - Índices do 9º ano do Ensino Fundamental da unidade escolar nos últimos 5 anos.

		IDESP				IDEB					
		Estadual	Diretoria	Unidade escolar		Estadual		Municipal		Unidade escolar	
		Resultado	Resultado	Meta	Resultado	Meta	Resultado	Meta	Resultado	Meta	Resultado
ano	2013	2,50	2,72	2,82	2,38	4,6	4,4	5,1	4,4	5,0	4,3
	2014	2,62	2,82	2,55	2,30	-	-	-	-	-	-
	2015	3,06	3,48	2,48	2,34	5,0	4,7	5,4	4,6	5,3	4,2
	2016	2,93	2,93	2,54	1,96	-	-	-	-	-	-
	2017	3,21	3,13	2,19	1,73	5,3	4,8	5,7	4,4	5,6	*

* Desempenho não calculado devido ao número insuficiente de participantes no SAEB 2017.

Fonte: SÃO PAULO (2018b); BRASIL (2018)

Como pode-se verificar, esta unidade escolar tem obtido índices abaixo das metas estabelecidas para esta, apresentando resultados inferiores em nível estadual e em nível da região de sua Diretoria de Ensino tanto no IDEB quanto no IDESP. Além disso, a meta a longo prazo é atingir o índice 6,0 do IDESP em 2030, que corresponde aos índices alcançados pelos países mais bem colocados do mundo em termos de

qualidade da educação, o que torna os resultados da unidade ainda mais insatisfatórios. (SÃO PAULO, 2018a)

Para o desenvolvimento da metodologia de ensino proposta na presente pesquisa, os sujeitos de pesquisa foram selecionados entre as turmas de alunos que cursavam o Ensino Médio e, conseqüentemente, o componente curricular (disciplina) Química, que na rede de ensino estadual conta com uma carga horária de 2 horas/aulas semanais. Tal escolha baseou-se na quantidade de alunos, no total e por turma, bem como nos dias e horários das aulas do componente curricular Química na unidade escolar.

A intenção inicial era aplicar a proposta didática em turmas de alunos cursando a primeira série do Ensino Médio, série em que a ciência Química é iniciada como uma disciplina específica porém, na escola, havia apenas duas turmas, uma no período matutino e outra no noturno. A turma do período matutino possuía um número excessivo de alunos, cerca de 46, e as aulas de Química como as duas últimas aulas do período às quintas-feiras. Já a turma do período noturno, pelo contrário, possuía poucos alunos assíduos para as aulas de Química, que ocorriam na sexta-feira à noite.

Assim, considerando as condições para um rendimento satisfatório e um número expressivo de participantes, optou-se por alterar o público-alvo para alunos da segunda série do Ensino Médio.

Salienta-se que, apesar da alteração dos sujeitos para turmas de uma série posterior, a temática e conceitos abordados nas atividades didáticas propostas nesta pesquisa ainda permaneceram pertinentes, visto que a maior parte destes alunos selecionados equivale aos alunos que obtiveram os resultados do IDEB e IDESP em 2015 (Quadro 5), quando avaliados ao final do nono ano do Ensino Fundamental. Conforme já discutido, são índices que representam um desempenho escolar muito baixo e, portanto, estes alunos devem possuir dificuldades e defasagens de aprendizagem a serem superadas, o que torna as ações didáticas sugeridas nesta pesquisa coerentes e necessárias.

Os alunos da segunda série do Ensino Médio estavam divididos em três turmas, duas no período matutino e uma no período noturno, no entanto, participaram desta pesquisa apenas as turmas matutinas, denominadas nesta pesquisa como turma A e turma B.

A turma A possuía 35 alunos matriculados, mas 27 alunos frequentes, sendo esta diferença decorrente de 2 remanejamentos (troca de turmas da própria escola) e

6 transferências para outras escolas. No período de coleta de dados foram matriculados 5 novos alunos, 3 oriundos de outras escolas e 2 remanejado da turma B, e 1 aluno foi transferido. Este número de alunos é bem reduzido e peculiar diante da realidade de outras salas de aulas na unidade escolar e das redes públicas de ensino de modo geral. Nesta turma, as aulas de Química ocorriam semanalmente às segundas-feiras, nas duas últimas aulas do período matutino.

Já a turma B possuía 35 alunos matriculados, incluindo nestes 5 remanejamentos e 6 transferências, totalizando 24 alunos frequentes. Durante a coleta de dados foram matriculados 7 novos alunos, oriundos de outras instituições escolares, e 4 alunos da turma foram remanejados para outras turmas da série na escola, além de 2 alunos transferidos. Também é uma quantidade de alunos diferenciada e, assim, um possível facilitador no processo de ensino e aprendizagem. As aulas de Química ocorriam semanalmente às quartas-feiras, nas duas primeiras aulas do período matutino.

Tratam-se de turmas heterogêneas quanto às características sociais, comportamentais e intelectuais.

Na turma A, dos alunos que participaram da coleta de dados, 8 estavam acima da faixa etária prevista (16 anos) para a série, estes possivelmente reprovaram alguma série escolar ou abandonaram os estudos em algum momento.

Entre estes, havia uma aluna três anos mais velha que a maioria, seu caso era diferenciado pois possuía necessidades especiais, com laudo de deficiência intelectual associada a distúrbio de comportamento e aprendizagem e epilepsia controlada. Esta aluna não era alfabetizada, sabia escrever mas não ler, e sua escolarização era tida como socialização.

Havia um outro aluno com necessidades especiais, com laudo de deficiência intelectual, especificando Transtorno Hiperkinético de Conduta e defasagem significativa de aprendizagem, porém estava com a idade prevista para a série.

Ainda na turma A, havia dois alunos com dificuldades de aprendizagem acentuada, mas não possuíam laudo médico e/ou diagnóstico.

Já na turma B, 6 alunos participantes da pesquisa estavam acima da idade prevista para a série.

8 METODOLOGIA DIDÁTICA

Um dos entraves mais frequentes no processo de ensino e aprendizagem da Química é a dificuldade dos alunos em compreender e interpretar a linguagem científica e, mais especificamente, a linguagem representacional química. Aliado a isto, existe uma escassez de materiais didáticos elaborados para auxiliar o professor a lidar com este entrave. Diante disso, o professor, por vezes, acaba não sabendo como proceder e tal demanda torna-se um obstáculo para aprendizagem.

Assim, esta pesquisa e seu produto técnico visaram propiciar uma alternativa didática para esta necessidade, indicando metodologia, materiais e recursos didáticos com o intuito de propiciar a compreensão dos diferentes níveis do conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e simbólico) bem como das relações entre estes níveis para uma apropriação da linguagem química.

Para tanto, foi proposto e avaliado um método de ensino. Ressalta-se que nesta pesquisa compreende-se e considera-se a distinção existente entre os termos metodologia e método, conforme discutido por Alves (2018, p.97):

[...] a metodologia está relacionada a um plano mais teórico acerca do processo de ensino e aprendizagem, das concepções de fundo sobre natureza da ciência e sobre a finalidade do sistema educativo. Já o método, por seu caráter mais concreto, envolve a aplicação ajustada da metodologia e das estratégias e recursos a fim de atingir os objetivos almejados, e é o conjunto dos procedimentos ajustados e que serão aplicados em uma aula ou na estruturação de sequências de ensino.

Deste modo, o método avaliado nesta pesquisa foi elaborado embasando-se na metodologia de ensino proposta por Caldeira (2005), e também utilizada e analisada por Caldeira e Manechine (2007), que por sua vez foi fundamentada na Semiótica Peirceana (1995). A teoria Semiótica de Peirce estabelece relações triádicas entre os signos, que podem ser aplicadas aos signos químicos, e atividades fundamentadas nesta teoria podem facilitar a aprendizagem e apropriação da linguagem química.

Esta metodologia divide o processo de ensino e aprendizagem em três níveis denominados *Perceber*, *Relacionar* e *Conhecer*. Estes níveis correlacionam-se com as categorias universais do pensamento propostas por Peirce (1995), e correspondem às categorias primeiridade, secundidade e terceiridade, respectivamente.

No nível inicial, *Perceber* as atividades propostas objetivam estimular a percepção com intuito de gerar sensibilização à temática a ser abordada, além do levantamento das concepções prévias dos alunos sobre a mesma.

Já no nível *Relacionar*, as atividades didáticas objetivam possibilitar aos alunos a elaboração e reelaboração de suas concepções, a partir da identificação e relação dos conceitos abordados, para propiciar significação.

E no terceiro nível, *Conhecer*, as atividades objetivam propiciar aos alunos a produção de um interpretante formal e, assim, uma ressignificação, por meio da sistematização dos conceitos aprendidos, comunicação das concepções, construção de novos argumentos e representação do aprendizado.

Estes níveis correspondem aos níveis estabelecidos pelos domínios epistêmicos dos conceitos científicos, anteriormente descritos, no item 7 – Metodologia da Pesquisa.

Entretanto, ressalta-se que a semiose é um processo contínuo, sendo assim, a fragmentação em níveis estabelecidas nesta metodologia é utilizada para fins didáticos e de estudo aplicado.

Por conseguinte, considerando-se que o método de ensino corresponde à adaptação de uma metodologia para aplicação em um determinado contexto, visando certos objetivos de aprendizagem, a serem concretizados utilizando-se de estratégias, recursos e materiais de aprendizagem (ALVES, 2018), bem como a pretensão de se desenvolver estes domínios epistêmicos, foram elaboradas atividades, selecionados recursos e produzidos materiais de aprendizagem, que resultaram na sequência didática intitulada “Signos Químicos”.

Nesta pesquisa, entende-se por sequência didática (SD) “um conjunto de atividades articuladas e organizadas de forma sistemática, em torno de uma problematização central”, definição proposta por Guimarães e Giordan (2013, p.2).

A sequência didática é um instrumento mediador do processo de ensino e aprendizagem, visto que sua estrutura determina o modo e os meios da atuação docente e da interação dos alunos entre si e com os elementos culturais (GUIMARÃES; GIORDAN, 2013).

A produção e avaliação da SD, objeto de estudo deste trabalho, foram baseadas no processo EAR (Elaboração-Aplicação-Reelaboração), que define um modelo para elaboração de sequências didáticas, explicitado por Giordan (2014) bem como um método de validação para estas, discutido por Guimarães e Giordan (2013).

Segundo este modelo, as sequências didáticas devem ter um conjunto de elementos e uma estrutura, apresentados na Figura 5, visando auxiliar o professor no planejamento das atividades de acordo com os objetivos de aprendizagem almejados.

Figura 5: Quadro estrutural para elaboração de sequências didáticas no Processo EAR

Título:			
Público Alvo			
Caracterização dos Alunos		Caracterização da Escola	
		Caracterização da Comunidade Escolar	
Problematização:			
Objetivo Geral:			
Metodologia de Ensino			
Aulas	Objetivos Específicos	Conteúdos	Dinâmica das Atividades
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
Avaliação:			
Bibliografia:		Referencial Teórico:	
		Material Utilizado:	

Fonte: Guimarães e Giordan (2013)

No processo EAR a elaboração da sequência didática pode ser realizada em três etapas.

Na primeira etapa são definidos o título, que deve refletir a temática e os conteúdos a serem abordados; o público-alvo, que consiste na caracterização dos alunos, da escola e do ambiente escolar para a qual as ações didáticas foram destinadas; e problematização, um problema que permeará toda a sequência.

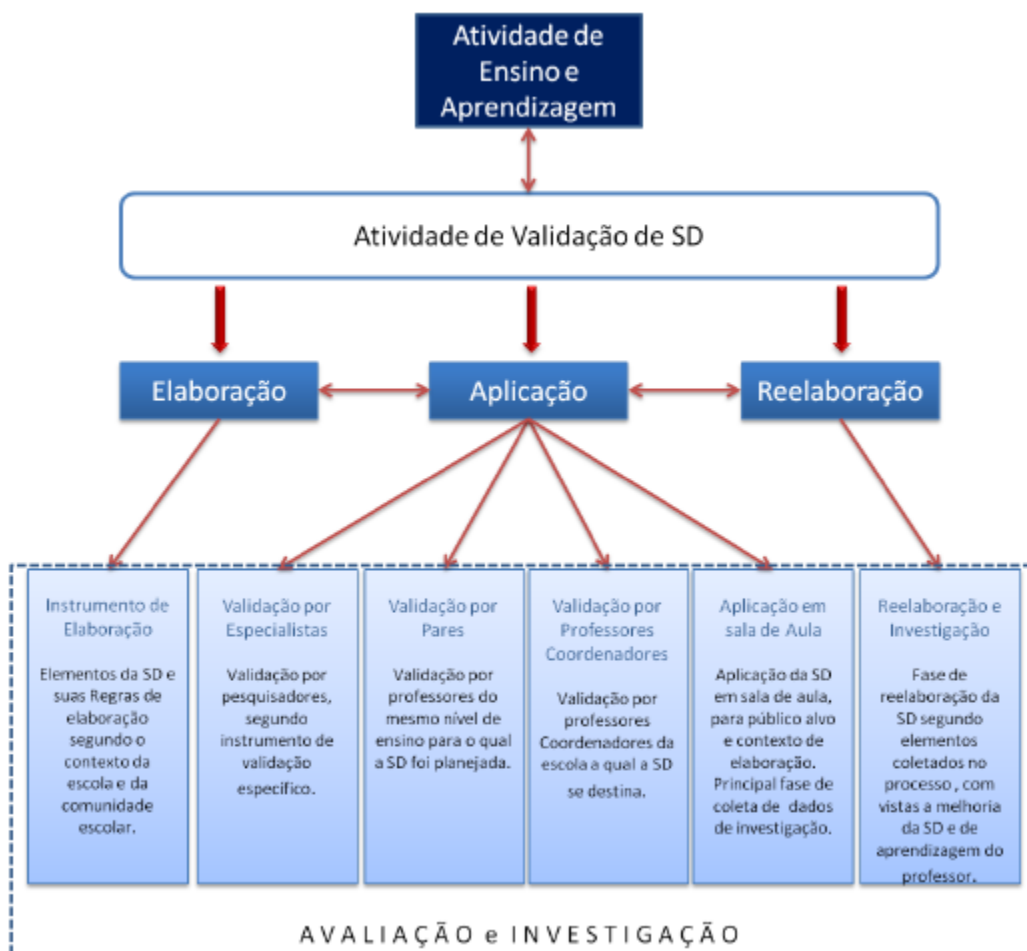
Na segunda etapa são delimitados o objetivo geral, que consiste na meta de aprendizagem e/ou desenvolvimento discente; os objetivos específicos, que são as habilidades a serem desenvolvidas em cada aula; e os conteúdos, que equivalem aos termos e conceitos a serem abordados e/ou os conhecimentos a serem construídos em cada aula.

E na terceira etapa são estabelecidas as dinâmicas das atividades, que consistem nas ações e atividades bem como os momentos para realização destas; as avaliações, que são os métodos de avaliação do processo de ensino e aprendizagem de acordo com os objetivos e conteúdos previstos; os materiais utilizados, que equivalem aos recursos didáticos; e os referenciais teóricos para cada aula.

Essas etapas de elaboração da sequência didática correspondem a uma das fases do processo EAR e assim a uma das atividades do método para validação

proposto por este processo, que é composto pela elaboração, aplicação e reelaboração da sequência didática, conforme descrito na Figura 6.

Figura 6: Esquema das fases do processo de validação de uma sequência didática



Fonte: Guimarães e Giordan (2013)

Desta forma, após a fase de elaboração ocorre a fase de aplicação, que equivale ao processo de validação da sequência didática. Esta validação pode ser dividida em quatro etapas, a saber: validação por especialistas, validação por pares, validação por professores coordenadores e aplicação em sala de aula. As três primeiras etapas consistem na análise da sequência didática elaborada por pesquisadores e professores a fim de verificarem a pertinência e possíveis inconsistências nos elementos da sequência didática. E a quarta etapa seria a experimentação², isto é, a execução da sequência didática com o público determinado acompanhada da coleta de dados da investigação.

² O termo *experimentação* foi utilizado por Guimarães e Giordan (2013) e refere-se à etapa empírica da validação da sequência didática, isto é, à aplicação da sequência didática em sala de aula.

Esta fase, então, é sucedida pela fase de reelaboração na qual a sequência didática é alterada ou aperfeiçoada de acordo com os dados construídos na fase de aplicação, comparando-se os objetivos pretendidos com os objetivos atingidos.

Isto posto, para a elaboração da SD didática proposta e investigada foram consideradas o contexto, ambiente e comunidade da escola campo de pesquisa. A escolha do tema, dos objetivos e dos conceitos a serem abordados considerou as demandas dos alunos sujeitos da pesquisa. Já a escolha das estratégias e recursos didáticos a serem utilizados considerou os espaços e recursos disponíveis na escola, além da facilidade de aquisição e confecção de outros materiais didáticos.

A fase de elaboração foi permeada pelas etapas prévias de validação, que integram a fase de aplicação segundo o processo EAR, por meio da apresentação e discussão dos elementos propostos para a sequência tanto entre a pesquisadora e sua orientadora quanto com outros pesquisadores, licenciados e/ou professores da Educação Básica, em reunião de grupo de pesquisa.

Essa validação propiciou apreciação das atividades, dos materiais a serem produzidos e dos recursos didáticos escolhidos sob outras perspectivas bem como o levantamento de aspectos relevantes nas ações sugeridas, com a proposição de alguns ajustes, principalmente no conteúdo e modo de realização das atividades avaliativas. A etapa de experimentação da sequência didática e a fase de reelaboração serão descritas no tópico referente a análise dos dados, item 9 – Desenvolvimento do Método Didático, visto que correspondem à coleta de dados.

O Quadro 6 a seguir, embasado no quadro estrutural proposto Guimarães e Giordan (2013), apresenta os elementos da sequência didática desenvolvida e validada para aplicação. Trata-se de uma adaptação da estrutura proposta pelos autores, pois alguns itens foram alterados. Um destes elementos foi a *problematização*, alterada para *metodologia*, já que a abordagem baseia-se em uma metodologia de ensino específica e esta não é iniciada por uma questão problematizadora, apesar de a investigação estar aliada a construção dos conhecimentos nesta metodologia. Outro item alterado foi *aula*, já que esta sequência didática foi idealizada para ser realizada em *etapas*, ou seja, os objetivos específicos, conteúdos e atividades didáticas deveriam ser desenvolvidos ao longo de uma etapa, sendo esta composta por um certo número de aulas. E um outro item foi *Metodologia de ensino*, alterado para *Método de ensino*, devido as definições destes termos adotadas nesta pesquisa.

Quadro 6: Sequência didática objeto de investigação desta pesquisa

Título:	Signos Químicos		
Público-alvo			
Caracterização dos alunos		Caracterização da escola	Caracterização do ambiente escolar
Alunos das turmas da segunda série do Ensino Médio, com cerca de 35 alunos. Entre os alunos, há muitos com defasagens e dificuldades de aprendizagem, sendo alguns repetentes e de inclusão.		Escola da rede estadual de ensino, situada na periferia da cidade Bauru, interior do estado de São Paulo. A escola contempla os anos finais do Ensino Fundamental e o Ensino Médio, atendendo 17 turmas diariamente, divididas em três períodos. Estruturalmente possui nove salas de aula, sala multiuso (TV e multimídia), sala de leitura, refeitório, pátio interno, quadra de esportes coberta e laboratório de informática.	A escola está situada em área urbana, porém periférica. Atende um público socialmente desfavorecido e que apresentam em muitos casos famílias desestruturadas e sem interesse pelo desempenho escolar dos alunos. Entre os alunos, há muitos com defasagens e dificuldades de aprendizagem, sendo alguns repetentes e de inclusão.
Metodologia	Embasada na relação triádica dos signos da teoria semiótica de Peirce. Desenvolvida por Caldeira (2005).		
Objetivo Geral:	Propiciar uma correta associação dos signos químicos com os conhecimentos químicos em seus diferentes níveis (macroscópico, submicroscópico e simbólico) bem como das relações entre estes níveis, a fim de facilitar a compreensão e apropriação da linguagem química.		
Método de ensino			
Etapas	Objetivos Específicos	Conceitos	Dinâmica das atividades
1 Representação, modelo e símbolo	✓ Reconhecer, compreender e diferenciar os conceitos representação, modelo e símbolo.	✓ Representação, símbolos e modelos.	1. Exploração de recortes de figuras e objetos (primeiridade) 2. Elaboração de um quadro classificatório para explicitação por exemplificação e discussão dos itens explorados (secundidade) 3. Elaboração de um texto síntese (terceiridade)
2 Investigação científica e modelos	✓ Entender os fundamentos de uma investigação científica; ✓ Diferenciar teoria, modelo e símbolo científico; ✓ Compreender o conceito de matéria e sua evolução histórica, da Grécia Antiga à Teoria Atômica proposta por John Dalton (1766 - 1844); ✓ Identificar e compreender a Teoria atômica de Dalton.	✓ Teoria, modelo e símbolo científico; Estrutura da matéria da Grécia antiga à Teoria atômica de Dalton.	1. Dinâmica das caixas (primeiridade) 2. Apresentação dialógica da evolução histórica da concepção de matéria (constituição), da Grécia antiga à Teoria atômica de Dalton (secundidade) 3. Pesquisa e discussão dos conceitos átomo, elemento, partícula, substâncias (simples e compostas) e misturas de substâncias segundo a Teoria atômica de Dalton (terceiridade)

Quadro 6: Sequência didática objeto de investigação desta pesquisa (continuação)

Metodologia de Ensino			
Etapas	Objetivos Específicos	Conceitos	Atividades
3 Átomos, substâncias e misturas	✓ Reconhecer a existência de diversas substâncias em um determinado material; ✓ Identificar e diferenciar átomo, elemento, partícula, substâncias simples, substâncias compostas e misturas de substâncias; ✓ Reconhecer e interpretar símbolos e fórmulas químicas.	✓ Átomo; ✓ Elemento; ✓ Partícula; ✓ Substâncias simples e compostas; ✓ Misturas de substâncias; ✓ Símbolos dos elementos; ✓ Fórmulas das substâncias.	1. Experimentação para verificação e análise de diversas substâncias em um certo material (primeiridade / nível macroscópico) 2. Manipulação de modelo molecular em EVA e posterior representação, análise e classificação de substâncias (secundidade / nível submicroscópico) 3. Identificação de substâncias e misturas de substâncias representadas por desenhos em nível molecular, e escrita de suas respectivas fórmulas químicas, e vice-versa (terceiridade / níveis submicroscópico e simbólico)
4 Substâncias: Aplicações, Fórmulas e Modelos	✓ Relacionar aspectos macroscópicos, moleculares e simbólicos de substâncias; ✓ Identificar e classificar diferentes substâncias em nível submicroscópico por modelos em 3D	✓ Aplicações, fórmulas e modelos de diferentes substâncias.	1. Observação de diferentes materiais e identificação de substâncias que os constituem; Leitura de texto informativo sobre as propriedades, aplicações e representações destas substâncias (primeiridade / relação dos 3 níveis) 2. Construção e análise de modelo molecular 3D, com massa de modelar, da substância estudada (secundidade/ nível submicroscópico) 3. Identificação e classificação, das partículas produzidas (terceiridade / níveis submicroscópico e simbólico)
5 Síntese integradora	✓ Relacionar os níveis macroscópico, submicroscópico (modelos) e representacional (simbólico) da matéria e dos materiais.	✓ Níveis dos conhecimentos químicos.	1. Projeção de animação, objeto multimídia, de substância e/ou materiais do macro ao submicroscópico (primeiridade / relação dos níveis macroscópico e submicroscópico) 2. Elaboração de quadro-síntese contendo as colunas nome, fonte/aplicação, modelo e fórmula de várias substâncias estudadas (secundidade / relação dos 3 níveis) 3. Associação imagens, imantadas, de algumas das substâncias estudadas nos níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico, bem como seu nome químico e/ou usual em uma placa de aço (terceiridade / relação dos 3 níveis)

Quadro 6: Sequência didática objeto de investigação desta pesquisa (continuação)

Metodologia de Ensino	
Avaliação	A avaliação terá caráter formativo e, portanto, será realizada em todas as aulas, considerando a aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais por meio da análise da participação do aluno na realização das atividades propostas, cooperação e relações interpessoais durante as atividades realizadas, assim como, a forma de execução dos procedimentos requeridos nestas, além dos conteúdos das produções realizadas coletiva e individualmente.
Materiais utilizados	Lousa e giz; fichas de atividades impressas; material para experimentação, modelo confeccionado em EVA, massa de modelar de diversas cores (branca, preta, vermelha e azul); conjuntos de lápis de cor; tubos de cola; 4 caixas de papelão pequenas ou médias encapadas com papel colorido (uma de cada cor); caixinhas de fósforos ou recipientes de mesma proporção; diferentes objetos manipuláveis; recortes de imagens diversas (representações de objetos e/ou materiais e/ou ideias e teorias); cartões contendo representações (macroscópica, submicroscópica e simbólica) de algumas substâncias; projetor de imagem; apresentação em slides; objeto multimídia/animações; livros didáticos e/ou computadores com internet para pesquisa.
Referencial teórico:	✓ CALDEIRA, A. M. A.; MANECHINE, S. R. S. Apresentação e representação de fenômenos biológicos a partir de um canteiro de plantas. Investigações em Ensino de Ciências. v.12, n.2, p.227-261, 2007. ✓ MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. Química para o Ensino Médio: Fundamentos, pressupostos e o fazer cotidiano. In: MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. (org.). Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil. Ijuí: Unijuí, 2012. ✓ SANTAELLA, L. O que é semiótica. 21 ed. São Paulo: Brasiliense, 2005.

Fonte: Autora

Conforme pode-se verificar no Quadro 5, a *dinâmica das atividades* foi dividida em três tópicos, em cada etapa. Tal divisão foi estabelecida para assegurar a efetivação dos três níveis em que o processo de ensino e aprendizagem é constituído de acordo com a metodologia utilizada (CALDEIRA, 2005), bem como contemplar os três momentos habitualmente planejados para uma aula - *Introdução*, *Desenvolvimento* e *Síntese*. Os três níveis *Perceber*, *Relacionar* e *Conhecer* correspondem às categorias universais do pensamento, propostas por Peirce (1995), *primeiridade*, *secundidade* e *terceiridade*, e por isto ao final de cada tópico de atividades é explicitada a categoria a que este se refere.

Contudo, para não aumentar a extensão do Quadro 6 e possivelmente dificultar seu entendimento, as atividades foram descritas de maneira sintetizada. Além disso, os recursos e materiais de aprendizagem foram indicados de forma geral no item *materiais utilizados*, sem especificação da atividade e etapa em que seriam necessários.

Assim, visando melhor detalhamento e explicitação das atividades, recursos selecionados, materiais produzidos e estratégias didáticas utilizadas em cada etapa da sequência didática, foram elaborados os Quadros 7 a 11, apresentados a seguir.

Quadro 7: Detalhamento das etapas da SD – Etapa 1

Etapa 1 – 2 aulas	
Tema	Representação, modelo e símbolo
Recursos/ Materiais	✓ Cartões contendo imagens de materiais, modelos e fórmulas de substâncias (APÊNDICE A - MATERIAL DE APRENDIZAGEM “CARTÕES”); Cola escolar. ✓ 4 caixas médias de papelão produzidas conforme APÊNDICE C – MATERIAL DE APRENDIZAGEM “CAIXAS COLORIDAS”. ✓ Recortes de imagens de objetos do cotidiano: APÊNDICE C.1 – REPRESENTAÇÕES (FIGURAS DA CAIXA AZUL). ✓ Recortes de figuras de animais extintos e pré-históricos, personagens mitológicos e lendários: APÊNDICE C.2 – MODELOS (FIGURAS DA CAIXA VERMELHA). ✓ Recortes de imagens (fotos ou desenhos) de símbolos presentes em situações cotidianas, tais como placas de trânsito, trecho de uma partitura e palavras: APÊNDICE C.3 – SÍMBOLOS (FIGURAS DA CAIXA VERDE). ✓ Exemplares de objetos de uso comum, tais como: chave, caneta, lápis, borracha, pente, escova, etc. APÊNDICE C.4 - OBJETOS (SUGESTÕES DE OBJETOS PARA A CAIXA DOURADA). ✓ Fichas de atividades impressas (APÊNDICE B – FICHA DE ATIVIDADE INICIAL, APÊNDICE D - FICHA DE ATIVIDADE 1.1 e APÊNDICE E – FICHA DE ATIVIDADE 1.2). ✓ Lousa e giz para elaboração do quadro classificatório: (APÊNDICE F - MODELO DE QUADRO CLASSIFICATÓRIO).
Introdução (Sentir-Perceber)	Inicialmente, para levantamento das concepções dos alunos sobre substâncias nos diferentes níveis do conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e simbólico), será proposta uma atividade em que os alunos, individualmente, deverão associar, de acordo com um critério que devem estabelecer, cartões (APÊNDICE A) com o nome e figuras de representação macroscópica, modelo molecular e fórmula química de diversas substâncias, em uma ficha disponibilizada (APÊNDICE B). Em seguida, o professor explicitará aos alunos o próximo procedimento a ser realizado (APÊNDICE C). O professor distribuirá uma ficha (APÊNDICE D), dividida em quatro tópicos/partes, que deverá ser respondida pelos alunos conforme retiram um item de uma certa caixa. Os recortes (APÊNDICES C.1, C.2 e C.3) e objetos (APÊNDICE C.4) serão identificados e colocados em quatro caixas coloridas, sendo que cada tipo de recurso estará contido em uma caixa específica. O professor disponibilizará as caixas, sendo uma caixa por vez, para que cada aluno pegue, sem escolher, um item da caixa e responda, individualmente, as questões sobre este item na ficha disponibilizada, na parte referente àquela cor de caixa. Nesta ficha o aluno deve ainda especificar o item descrito, retirado de cada caixa, marcando seu código no campo correspondente, denominado etiqueta. Após os alunos responderem às questões propostas, o professor repetirá este procedimento disponibilizando outra caixa, até que cada aluno pegue um item de cada caixa e responda as questões sobre este item na ficha, totalizando quatro itens.
Desenvolvimento (Relacionar)	Ao final, o professor recolherá as fichas e fará uma discussão sobre a percepção dos alunos durante a realização da atividade. Em seguida, o professor discutirá as relações e diferenças entre representação, modelo e símbolo por meio de exemplificação, como as notas musicais tocadas e escritas, e exploração dos itens nas caixas, recortes e objetos, por meio da elaboração de um quadro classificatório (APÊNDICE F), coletivamente.
Síntese (Conceituar)	Por fim, os alunos, individualmente, devem escrever um pequeno texto para descrever e diferenciar os conceitos abordados, apresentando alguns exemplos, na impressa disponibilizada (APÊNDICE E).

Fonte: Autora

Quadro 8: Detalhamento das etapas da SD – Etapa 2

Etapa 2 – 3 aulas	
Tema	Investigação científica e modelos
Recursos/ Materiais	✓ 5 caixas para palitos de fósforo ou 4 recipientes idênticos na forma, tamanho e material, preparadas e ornamentadas conforme APÊNDICE G – MATERIAL DE APRENDIZAGEM “CAIXAS SECRETAS”. ✓ Fichas de atividades impressas (APÊNDICE H - FICHA DE ATIVIDADE 2.1) ✓ Lousa e giz para elaboração de um quadro-síntese (APÊNDICE I - MODELO DE QUADRO-SÍNTESE) ✓ Projetor de imagem para apresentação em slides (APÊNDICE J - APRESENTAÇÃO “INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA”) ✓ Dicionários, livros didáticos e/ou outras fontes para pesquisa ✓ Caderno para anotação dos dados pesquisados (APÊNDICE K - VOCABULÁRIO IMAGÉTICO)
Introdução (Sentir-Perceber)	Inicialmente, o professor apresentará a dinâmica a ser realizada, “Dinâmica das caixas”, e organizará a turma em cinco grupos, devido ao número de caixas produzidas, podendo este número ser expandido se uma maior quantidade de caixas for produzida. Serão fornecidas a cada grupo uma ficha impressa (APÊNDICE H) e uma das caixas, previamente lacradas com objetos não identificados de materiais e em quantidades diversas, conforme descrito no APÊNDICE G. Cada grupo deve analisar uma determinada caixa enumerada e tentar descobrir o conteúdo desta, sem abri-la, e depois trocar a caixa com o grupo vizinho para uma próxima análise, até analisar as cinco caixas. Para isso, os alunos precisam explorar recipientes utilizando os sentidos e descrever possíveis propriedades dos objetos contidos nestas caixas, como tamanho, peso, som emitido, forma, tipo de material, dureza, etc., completando o quadro da ficha disponibilizada.
Desenvolvimento (Relacionar)	Após todas as caixas serem analisadas, cada grupo apresentará suas conclusões, confrontando os modelos e símbolos propostos para os objetos de cada caixa e discutindo os critérios que o levaram a sua elaboração. Para tanto, o professor coordenará a elaboração coletiva de um quadro-síntese contendo o nome, modelo e símbolo do(s) objeto(s) sugeridos como conteúdo de cada caixa por cada grupo (APÊNDICE I). Em seguida, o professor explicitará o objetivo da atividade. Em prosseguimento, o professor introduzirá os fundamentos de uma investigação científica, a elaboração e princípios de teorias, modelos científicos e símbolos científicos, bem como a evolução histórica da composição e estrutura da matéria, da Grécia antiga à Teoria atômica de Dalton, de forma expositiva dialógica utilizando para tanto, se possível, uma apresentação multimídia (APÊNDICE J).
Síntese (Conceituar)	Para finalizar a etapa, os alunos pesquisarão e anotarão em seus cadernos, a definição e o modelo de átomo, elemento, partícula, substância simples, substância composta e mistura de substâncias, segundo a Teoria atômica de Dalton (APÊNDICE K). Após alguns alunos voluntariamente verbalizarão suas anotações e o professor discutirá tais definições.

Fonte: Autora

Quadro 9: Detalhamento das etapas da SD – Etapa 3

Etapa 3 – 4 aulas	
Tema	Átomos, substâncias e misturas
Recursos/ Materiais	✓ Material de aprendizagem confeccionado em material EVA para representação de átomos segundo o modelo proposto por Dalton (APÊNDICE L – MATERIAL DE APRENDIZAGEM “MODELO ATÔMICO DE DALTON EM EVA”) ✓ Lápis de cor ✓ Materiais para o experimento (APÊNDICE M - EXPERIMENTAÇÃO; APÊNDICE M.1 - RECEITA DE REFRIGERANTE CASEIRO SABOR LARANJA; APÊNDICE M.2 - IDENTIFICAÇÃO E REPRESENTAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS NA EXPERIMENTAÇÃO) ✓ Fichas de atividades impressas (APÊNDICE N - FICHA DE ATIVIDADE 3.1, APÊNDICE O – FICHA DE ATIVIDADE 3.2 e APÊNDICE P – FICHA DE ATIVIDADE 3.3 e APÊNDICE M.3 - FICHA PARA REGISTRO DOS RESULTADOS EXPERIMENTAIS)
Introdução (Sentir-Perceber)	Para iniciar os alunos realizarão uma atividade experimental (APÊNDICE M), em que manipularão e degustarão diferentes materiais cujas substâncias constituintes também compõem um material em específico, ou seja, são ingredientes de um refrigerante (APÊNDICE M.1), anotando suas observações na ficha (APÊNDICE M.3) impressa disponibilizada. (NÍVEL MACROSCÓPICO).
Desenvolvimento (Relacionar)	Em seguida, o professor apresentará o nome, modelo e fórmula química de cada uma das substâncias envolvidas na atividade experimental (APÊNDICE M.2), relacionando à constituição da matéria, abordada na etapa anterior, e retomará o conceito de símbolo estudado nas etapas anteriores para introduzir os conceitos de símbolos e fórmulas químicas. Após os alunos, em duplas ou trios, manipularão um modelo atômico em EVA, um material de aprendizagem confeccionado em material EVA para representação de átomos segundo o modelo proposto por Dalton (APÊNDICE L). Para tanto, devem interpretar as fórmulas químicas de diversas substâncias, analisar a constituição destas substâncias e completar o quadro proposto na ficha disponibilizada a cada grupo (APÊNDICE N), com o modelo molecular, a quantidade de átomos e quantidade de elementos em uma partícula, e o tipo de substância, se simples ou composta. Ao final da atividade, será realizada correção coletiva, oralmente, em que o professor explicitará a aplicação e/ou fonte destas substâncias. (RELAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS SUBMICROSCÓPICO E SIMBÓLICO) Para complementar e introduzir os coeficientes e índices em uma fórmula química, os alunos, em grupos, manipularão novamente o modelo em EVA (APÊNDICE L), a fim de interpretarem as fórmulas químicas com coeficientes de diversas substâncias, completando o quadro proposto na ficha disponibilizada a cada grupo (APÊNDICE O), com o modelo molecular, a quantidade de partículas, de átomos, de elementos e de átomos de cada elemento, e o tipo de substância. Por fim, será realizada correção coletiva, oralmente. (RELAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS SUBMICROSCÓPICO E SIMBÓLICO)
Síntese (Conceituar)	Para finalizar, os alunos, individualmente ou em duplas, em uma ficha disponibilizada (APÊNDICE P), identificarão substâncias e misturas de substâncias representadas por desenhos em nível molecular, e as representarão com suas respectivas fórmulas químicas. (RELAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS SIMBÓLICO E SUBMICROSCÓPICO)

Fonte: Autora

Quadro 10: Detalhamento das etapas da SD – Etapa 4

Etapa 4 – 2 aulas	
Tema	Substâncias: Aplicações, Fórmulas e Modelos
Recursos/ Materiais	✓ Materiais (APÊNDICE Q - LISTA DE MATERIAIS) ✓ Massinha de modelar de diversas cores (branca, preta, vermelha e azul claro) ✓ Textos sobre algumas substâncias (APÊNDICE R - TEXTOS SOBRE ALGUMAS SUBSTÂNCIAS PRESENTES EM MATERIAIS DO COTIDIANO) ✓ Fichas de atividades impressas (APÊNDICE S - FICHA DE ATIVIDADE 4)
Introdução (Sentir-Perceber)	Inicialmente, o professor distribuirá um material ou um objeto a ser analisado por cada dupla ou grupo de aluno (APÊNDICE Q). Em seguida, será distribuído a cada dupla, ou grupo, um texto sobre as propriedades e aplicações dos respectivos materiais analisados por cada dupla, ou grupo (APÊNDICE R), que conterá ainda a fórmula química e representação molecular em 3D da principal substância constituinte. <i>(RELAÇÃO DOS 3 NÍVEIS)</i>
Desenvolvimento (Relacionar)	Em seguida, cada grupo deverá construir, utilizando bolinhas de massinha de modelar, a representação em nível submicroscópico em 3D da substância estudada. Após, cada grupo deve apresentar à turma o modelo construído e explicar sobre a substância, seu nome químico e popular, a origem e/ou fonte, as propriedades e aplicações desta substância. <i>(NÍVEL SUBMICROSCÓPICO)</i>
Síntese (Conceituar)	Por fim, os grupos realizarão a identificação e classificação de todas as substâncias estudadas a partir da análise dos modelos 3D de partículas produzidos, a fim de completar o quadro proposto na ficha disponibilizada a cada grupo (APÊNDICE S), com o nome, fórmula, características (propriedades/fonte/utilização), quantidade de átomos, de elementos e de átomos de cada elemento e o nome dos elementos que constituem a substância. Para isso os grupos serão identificados por números bem como suas produções, e cada grupo trocará de modelo com outro grupo até ter realizado a classificação de todas as substâncias produzidas. <i>(RELAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS SIMBÓLICO E SUBMICROSCÓPICO)</i>

Fonte: Autora

Quadro 11: Detalhamento das etapas da SD – Etapa 5

Etapa 5 – 2 aulas	
Tema	Síntese integradora
Recursos/ Materiais	✓ Projetor de vídeo/imagem, ou, caso não seja possível, imagens impressas no tamanho A4 ou A3 de modelos moleculares, representação macroscópica, fórmulas químicas de substâncias estudadas nas etapas anteriores. ✓ Objeto multimídia (Simulação ou animação) ✓ Cartões contendo nomes e imagens de materiais, modelos e fórmulas de substâncias (MATERIAL DE APRENDIZAGEM “IMAGENS IMANTADAS”) ✓ Fichas de atividades impressas (APÊNDICE T - FICHA DE ATIVIDADE 5.1)
Introdução (Sentir-Perceber)	Inicialmente, o professor projetará um objeto multimídia, uma animação ou simulação, que apresente uma observação ampliada de materiais e/ou substâncias do nível macroscópico ao submicroscópico. (<i>RELAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS MACROSCÓPICO E SUBMICROSCÓPICO</i>)
Desenvolvimento (Relacionar)	Em seguida, os alunos, individualmente, preencherão um quadro sobre várias substâncias estudadas, em uma ficha impressa disponibilizada (FICHA DE ATIVIDADE 5.1), em que devem completar no quadro proposto e semipreenchido, o nome, a aplicação, o modelo ou a fórmula da referida substância. (<i>RELAÇÃO DOS 3 NÍVEIS</i>). Após a conclusão, os alunos apresentarão e compararão suas respostas, cabendo ao professor mediar esta correção.
Síntese (Conceituar)	Para sintetizar e avaliar esta sequência didática, os alunos, individualmente, realizarão a atividade avaliativa “Atraindo e organizando ideias”, que consiste em associar imagens imantadas (MATERIAL DE APRENDIZAGEM “IMAGENS IMANTADAS”) de algumas das substâncias estudadas em nível macroscópico (material ou objeto), em nível submicroscópico (modelo molecular), em nível simbólico (fórmula química), bem como seu nome químico e/ou usual em uma placa de aço. (<i>RELAÇÃO DOS 3 NÍVEIS</i>)

Fonte: Autora

9 DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO DIDÁTICO

Concluídos o planejamento e as etapas prévias de validação da sequência didática, bem como a seleção dos recursos didáticos e a confecção dos materiais de aprendizagem a serem utilizados, prosseguiu-se com a última etapa da fase de validação, a etapa de experimentação.

A etapa de experimentação, segundo o processo EAR, corresponde à aplicação do método de ensino proposto, com a execução da sequência didática, no contexto e com público para a qual foi concebida.

Devido às circunstâncias envolvidas no ambiente e processo educativo, que muitas vezes não podem ser previstas no planejamento, esta etapa ocorreu concomitantemente com a fase de reelaboração, conforme a necessidade de adequação ou aperfeiçoamento durante o desenvolvimento das atividades didáticas.

Ao longo da realização da sequência didática, algumas alterações foram necessárias tanto na duração prevista para cada etapa quanto no momento de aplicação de certas atividades. Isto se deu por diversos fatores, tais como: alunos em diferentes níveis de aprendizagem; falta de assiduidade e rotatividade (remanejamentos, transferências e novas matrículas) dos alunos; interferências nas aulas por atividades promovidas pela escola (palestras e visitas); aulas não realizadas devido o calendário escolar (atividades para fechamento de bimestre, conselhos, reuniões e emenda de feriados) e até por intempéries, como dia chuvoso.

Também houve necessidade de alteração de estratégias didáticas e/ou aprimoramento de alguns materiais de aprendizagem em diversas etapas da SD. Os motivos para tanto foram variados e de acordo com as demandas inerentes para a efetivação dos objetivos de aprendizagem pretendidos. Assim sendo, faz-se necessária a descrição do modo, momento e dificuldades de cada ação e atividade desenvolvida, bem como da participação e envolvimento dos alunos.

A seguir são apresentadas sucintas descrições da aplicação de cada etapa da SD assim como as modificações realizadas em cada uma destas (Quadros 12 a 16). Por conseguinte, são apresentados os quadros com o detalhamento das etapas reelaboradas (Quadros 17 a 22). E, por fim, o método de ensino reelaborado, que corresponde a parte do quadro estrutural da SD investigada que necessitou de aprimoramentos (Quadro 23).

9.1 Aplicação da Sequência Didática

Quadro 12: Descrição da aplicação da SD – Etapa 1

	Introdução (Sentir-Perceber)	Desenvolvimento (Relacionar)	Síntese (Conceituar)
Duração	3 aulas	$\frac{1}{5}$ de aula (10 minutos)	$\frac{4}{5}$ de aula (40 minutos)
Descrição geral	Foi realizada conforme o prescrito. Foi muito bem elaborada e teve um resultado satisfatório, já que todos os procedimentos previstos foram realizados.	Teve o procedimento planejado modificado. A discussão foi realizada de forma dialógica apenas, sem a classificação de cada figura com consequente elaboração do quadro classificatório (Apêndice F).	Foi realizada segundo os procedimentos prescritos.
Participação	Os materiais de aprendizagem elaborados (Apêndices A e C) despertaram o interesse e motivação para participação dos alunos. Todos os alunos presentes realizaram as atividades propostas.	Os alunos participaram da discussão, contribuindo com suas conclusões sobre a atividade anterior.	Os alunos realizaram a atividade proposta, apesar de alguns manifestarem indisposição para tanto.
Dificuldades	A Atividade Inicial (Apêndice B) para levantamento das concepções foi realizada pelos alunos em um tempo muito superior ao previsto. Ao invés de cerca de 20 minutos a maioria dos alunos demorou 2 aulas.	Conclusão da atividade do primeiro momento (Apêndice D) em tempos distintos. Alguns alunos demoraram um pouco mais. Necessidade de alteração do procedimento previsto a fim de compensar este tempo para concluir as atividades da etapa no mesmo dia de aula.	Alguns alunos apresentaram dificuldades na escrita, tanto para elaborar o texto solicitado na atividade (Apêndice E) quanto para interpretar o enunciado.
Modificações	A Atividade Inicial ser uma atividade prévia às etapas da SD.	A discussão sobre a atividade introdutória (Apêndice C) e os conceitos nesta envolvidos ser a principal ação a ser realizada. A elaboração coletiva do quadro classificatório ser uma atividade opcional, se possível de acordo com o andamento da aula.	Sem modificações.

Fonte: Autora

Quadro 13: Descrição da aplicação da SD – Etapa 2

	Introdução (Sentir-Perceber)	Desenvolvimento (Relacionar)	Síntese (Conceituar)
Duração	1 aula	3 aulas	2 aulas
Descrição geral	Seguiu os procedimentos descritos com aplicação da dinâmica das caixas (Apêndice G), de forma proveitosa, satisfatória e no tempo previsto.	Foi realizada seguindo os procedimentos prescritos, apesar de alguns imprevistos técnicos. A discussão e elaboração do quadro-síntese ocorreu de forma satisfatória, entretanto a apresentação utilizando projeção (Apêndice J) foi regular e com duração maior que a planejada, pois houve a necessidade de se solicitar uma produção escrita sobre a mesma.	O procedimento planejado precisou ser parcialmente modificado. Para a realização da atividade de pesquisa cada aluno recebeu uma ficha impressa para preenchimento a ser entregue (Apêndice K).
Participação	Todos os alunos participaram cooperando em seus grupos. Na tentativa de descobrir os conteúdos das caixinhas, também ocorreram parcerias entre os grupos. Os alunos ficaram muito curiosos e após o término da atividade insistiram para que as caixas fossem desembrulhadas.	Houve participação voluntária de um ou mais integrante do grupo para preencher o quadro-síntese (Apêndice I) na lousa. Os alunos participaram da discussão, argumentando sobre os procedimentos investigativos e as diferentes conclusões de cada grupo. Já na aula teórica utilizando o recurso informatizado, a atenção dos alunos se deu pela necessidade de responder, de forma escrita, questões sobre o conteúdo abordado na apresentação.	Os alunos realizaram a atividade proposta, apesar de alguns manifestarem indisposição na atividade em pesquisar.

Quadro 13: Descrição da aplicação da SD – Etapa 2 (continuação)

	Introdução (Sentir-Perceber)	Desenvolvimento (Relacionar)	Síntese (Conceituar)
Dificuldades	Os grupos tiveram dúvidas quanto ao preenchimento dos dados solicitados na ficha da atividade (Apêndice H). De certa forma isto foi positivo para retomar e enfatizar os conceitos de modelo e símbolo.	O projetor e a caixa de som necessários para apresentação dos <i>slides</i> precisaram ser deslocados e instalados durante a aula, pois não ficam em um local permanente já que há apenas dois projetores e uma caixa de som na escola. Os alunos demonstraram não estarem habituados com aulas utilizando este recurso, visto que associaram os equipamentos a exibição de filmes, tomando uma postura dispersa e descomprometida e por isso a solicitação de uma produção ao final da apresentação.	Os alunos tiveram dificuldade em pesquisar os termos nos livros didáticos oferecidos. Aparentaram desconhecer o procedimento de busca em um livro. O tempo para realização da atividade (1 aula e ½) foi superior ao pretendido.
Modificações	Sem modificações.	A discussão e elaboração do quadro-síntese correspondem ao momento de aula anterior, <i>introdução</i> , pois ainda ressaltam a sensibilização e percepção à temática. Proposição de questões ao final da apresentação, para incentivar a atenção e participação dos alunos bem como avaliar a compreensão dos conteúdos abordados, se necessário e de acordo com a participação dos alunos.	A atividade de elaboração do vocabulário ser realizada em folha impressa como as demais fichas.

Fonte: Autora

Quadro 14: Descrição da aplicação da SD – Etapa 3

	Introdução (Sentir-Perceber)	Desenvolvimento (Relacionar)	Síntese (Conceituar)
Duração	2 aulas	1 aula	1 aula
Descrição geral	O procedimento planejado precisou ser modificado. Houve a necessidade de explicitar os conceitos pesquisados, na etapa anterior, por meio de apresentação (Apêndice J.1) e em sequência a realização de uma atividade prática envolvendo estes conceitos (Apêndice N). Contudo, os procedimentos foram adequados e o resultado satisfatório	Teve o procedimento planejado alterado, já que parte das atividades previstas para este momento foram transferidas e realizadas em na etapa posterior. No entanto, o procedimento realizado foi adequado.	Foi realizada segundo os procedimentos prescritos.
Participação	Na exposição teórica utilizando o recurso informatizado a atenção dos alunos precisou ser solicitada. Já a atividade com o material de aprendizagem confeccionado em EVA (Apêndice L) despertou interesse e motivação dos alunos, e até mesmo concentração e envolvimento na realização.	Os alunos participaram, realizando a atividade proposta (Apêndice O) mais facilmente visto que já haviam realizado uma atividade semelhante. A maioria não precisou utilizar o modelo em EVA para realizar a atividade (Apêndice L).	Os alunos realizaram a atividade proposta, apesar de alguns manifestarem indisposição para tanto. Contudo, alguns demoraram um pouco mais na atividade do momento anterior e não conseguiram concluí-la na mesma aula.
Dificuldades	Na retomada da apresentação, utilizando a projeção, alguns alunos tiveram o mesmo comportamento anteriormente demonstrado na aula com o recurso projeção, na etapa 2, sem atenção e conversando aleatoriamente.	Sem dificuldades evidentes.	Alguns alunos apresentaram dificuldades na interpretação das questões da atividade (Apêndice P).
Modificações	Neste momento realizar a correção do vocabulário imagético, realizada no momento <i>síntese</i> na <i>etapa 2</i> , aproveitando para abordar símbolos químicos e fórmulas químicas, se possível com a retomada e continuação da apresentação, e em prosseguimento realizar a primeira atividade com o uso do modelo atômico em EVA, transferindo-a assim do momento <i>desenvolvimento</i> desta etapa. Além disso, a não realização da experimentação, transferida para a <i>etapa 3</i> .	A não realização da discussão e conclusão da atividade experimental, visto que a mesma foi transferida para a próxima etapa da SD. E a primeira atividade utilizando o modelo em EVA (Apêndice N) se adequa ao momento de <i>síntese</i> da etapa anterior, 2.	Sem modificações.

Fonte: Autora

Quadro 15: Descrição da aplicação da SD – Etapa 4

	Introdução (Sentir-Perceber)	Desenvolvimento (Relacionar)	Síntese (Conceituar)
Duração	2 aulas	1 aula	1 aula
Descrição geral	O procedimento foi modificado com a realização da atividade experimental prevista para a etapa anterior (Apêndice M). Contudo, os procedimentos foram adequados e o resultado satisfatório.	O procedimento foi alterado, pela alteração do momento introdução e também pela produção dos modelos pelos alunos demandar muito tempo, devido ao tamanho e complexidade de algumas substâncias selecionadas para tanto. Todavia, a dinâmica estabelecida, a análise dos modelos moleculares em massa de <i>biscuit</i> já prontos, teve um resultado satisfatório.	O procedimento prescrito foi modificado. Foram realizadas a exploração sensitiva de materiais ou objetos e a análise de textos sobre algumas substâncias. O resultado foi satisfatório.
Participação	A atividade experimental sensitiva despertou a curiosidade, o interesse e o envolvimento dos alunos. Todos os alunos presentes realizaram as ações propostas.	Os alunos realizaram as ações propostas, demonstrando curiosidade em manipular os modelos de partícula das substâncias (Apêndice Q.1).	A percepção dos materiais (Apêndice Q), para correlação destes com os modelos em 3D analisados no momento anterior, promoveu o interesse e motivação dos alunos que participaram ativamente. A leitura dos textos foi realizada de forma superficial por certos grupos.
Dificuldades	Sem dificuldades evidentes.	Alguns grupos tiveram dificuldades para analisar os modelos em 3D e demoraram um pouco mais que outros, havendo um descompasso nas trocas dos modelos entre os grupos.	Sem dificuldades evidentes.
Modificações	Realização da experimentação com a discussão das observações experimentais e identificação das substâncias pela apresentação do modelo 3D (Apêndice M.4). Transferência da exploração sensitiva de materiais ou objetos, seguida da análise do texto e modelo molecular de suas substâncias constituintes, para o momento posterior, <i>desenvolvimento</i> , desta etapa.	Análise do modelo 3D de uma partícula de algumas substâncias, orientado por uma ficha de atividade (APÊNDICE S).	Exploração e reconhecimento do material ou objeto analisado, seguida da identificação de uma substância constituinte deste material/objeto pela interpretação de textos informativos e correlação destas substâncias com os modelos de partículas em 3D, anteriormente analisados no momento <i>desenvolvimento</i> .

Fonte: Autora

Quadro 16: Descrição da aplicação da SD – Etapa 5

	Introdução (Sentir-Perceber)	Desenvolvimento (Relacionar)	Síntese (Conceituar)
Duração	2 aulas		
Descrição geral	O procedimento foi totalmente modificado já que não foram realizadas as atividades previstas. Nesta etapa foi realizada a atividade avaliativa final da SD, e, portanto, não foi dividida nos três momentos pedagógicos. Tal alteração se deu por ao longo da SD ser propiciada a relação entre os níveis dos conhecimentos químicos bem como das representações destes.		
Participação	Todos os alunos presentes realizaram a atividade proposta, e a maior parte de maneira comprometida.		
Dificuldades	Organizar uma das turmas para a realização da atividade de forma individual.		
Modificações	Conclusão da SD por meio de uma atividade avaliativa final composta pela ficha de atividade 5.1 (APÊNDICE T) e da ficha de atividade inicial (APÊNDICE B), reaplicada para análise comparativa.		

Fonte: Autora

9.2 Etapas reelaboradas da Sequência Didática

Quadro 17: Detalhamento das etapas da SD Reelaborada – Etapa prévia

Atividade prévia à Etapa 1 (até 2 aulas)	
Recursos/ Materiais	✓ Pacotes contendo cartões com imagens da representação da aplicação macroscópica, modelos submicroscópicos, nomes e fórmulas (ou símbolo) de algumas substâncias e um elemento químico (APÊNDICE A – MATERIAL DE APRENDIZAGEM “CARTÕES”). ✓ Fichas de atividades impressas (APÊNDICE B – FICHA DE ATIVIDADE INICIAL). ✓ Tubos de cola escolar.
Levantamento das concepções prévias sobre o objetivo geral	Inicialmente, para levantamento das concepções dos alunos sobre substâncias nos diferentes níveis do conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e simbólico), objetivo da sequência didática, será proposta uma atividade em que os alunos receberão um pacote contendo cartões com imagens da representação material, modelos moleculares (ou atômico), nomes e fórmulas (ou símbolo) de algumas substâncias e elemento químico (APÊNDICE A), e, individualmente, deverão associar, de acordo com um critério pessoal que devem estabelecer, em uma ficha disponibilizada (APÊNDICE B).

Fonte: Autora

Quadro 18: Detalhamento das etapas da SD Reelaborada – Etapa 1

Etapa 1 (2 aulas)	
Tema	Representação, modelo e símbolo
Recursos/ Materiais	✓ 4 caixas médias de papelão produzidas conforme APÊNDICE C – MATERIAL DE APRENDIZAGEM “CAIXAS COLORIDAS”. ✓ Recortes de imagens (fotos ou desenhos) de seres vivos ou objetos do cotidiano: APÊNDICE C.1 – REPRESENTAÇÕES (FIGURAS DA CAIXA AZUL). ✓ Recortes de figuras de animais extintos e pré-históricos, personagens mitológicos e lendários: APÊNDICE C.2 – MODELOS (FIGURAS DA CAIXA VERMELHA). ✓ Recortes de imagens (fotos ou desenhos) de símbolos presentes em situações cotidianas, tais como placas de trânsito, trecho de uma partitura e palavras: APÊNDICE C.3 – SÍMBOLOS (FIGURAS DA CAIXA VERDE). ✓ Exemplares de objetos de uso comum, tais como: chave, caneta, lápis, borracha, pente, escova, etc. APÊNDICE C.4 - OBJETOS (SUGESTÕES DE OBJETOS PARA A CAIXA DOURADA). ✓ Fichas de atividades impressas (APÊNDICE D - FICHA DE ATIVIDADE 1.1 e APÊNDICE E – FICHA DE ATIVIDADE 1.2). ✓ Lousa e giz para elaboração do quadro classificatório: (APÊNDICE F - MODELO DE QUADRO CLASSIFICATÓRIO).
Introdução (Sentir-Perceber) 1 aula	Inicialmente, o professor explicitará aos alunos o procedimento da atividade a ser realizada. O professor distribuirá uma ficha (APÊNDICE D), dividida em quatro tópicos/partes, que deverá ser respondida pelos alunos conforme retiram um item de uma certa caixa. Os recortes (APÊNDICES C.1, C.2 e C.3) e objetos (APÊNDICE C.4) serão identificados e colocados em quatro caixas coloridas, sendo que cada tipo de recurso estará contido em uma caixa específica, conforme descrito no APÊNDICE C. O professor disponibilizará as caixas, sendo uma caixa por vez, para que cada aluno pegue, sem escolher, um item da caixa e responda, individualmente, as questões sobre este item na ficha disponibilizada, na parte referente àquela cor de caixa. Nesta ficha o aluno deve ainda especificar o item descrito, retirado de cada caixa, marcando seu código no campo correspondente, denominado etiqueta. Após os alunos responderem às questões propostas, o professor repetirá este procedimento disponibilizando outra caixa, até que cada aluno pegue um item de cada caixa e responda as questões sobre este item na ficha, totalizando quatro itens.
Desenvolvimento (Relacionar) ½ aula	Ao final, o professor recolherá as fichas e fará uma discussão sobre a percepção dos alunos durante a realização da atividade. Em seguida, o professor discutirá as relações e diferenças entre representação, modelo e símbolo por meio de exemplificação, como as notas musicais tocadas e escritas, e exploração dos itens nas caixas, recortes e objetos, por meio da elaboração coletiva de um quadro classificatório (APÊNDICE F), se julgar necessário.
Síntese (Conceituar) ½ aula	Por fim, os alunos, individualmente, devem escrever um pequeno texto para descrever e diferenciar os conceitos abordados, apresentando alguns exemplos, na impressa disponibilizada (APÊNDICE E).

Fonte: Autora

Quadro 19: Detalhamento das etapas da SD Reelaborada – Etapa 2

Etapa 2 (6 aulas)	
Tema	Investigação científica e modelos
Recursos/ Materiais	✓ 5 caixas para palitos de fósforo ou 4 recipientes idênticos na forma, tamanho e material, preparadas e ornamentadas conforme APÊNDICE G – MATERIAL DE APRENDIZAGEM “CAIXAS SECRETAS”. ✓ Lousa e giz para elaboração de um quadro-síntese (APÊNDICE I - MODELO DE QUADRO-SÍNTESE) ✓ Projetor de imagem para apresentação em slides (APÊNDICE J - APRESENTAÇÃO “INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA”) ✓ Dicionários, livros didáticos e/ou outras fontes para pesquisa ✓ Fichas de atividades impressas (APÊNDICE H - FICHA DE ATIVIDADE 2.1, APÊNDICE K - VOCABULÁRIO IMAGÉTICO)
Introdução (Sentir-Perceber) 2 aulas	Inicialmente, o professor apresentará a dinâmica a ser realizada, “Dinâmica das caixas”, e organizará a turma em cinco grupos, devido ao número de caixas produzidas, podendo este número ser expandido se uma maior quantidade de caixas for produzida. Serão fornecidas a cada grupo uma ficha impressa (APÊNDICE H) e uma das caixas, previamente lacradas com objetos não identificados de materiais e em quantidades diversas, conforme descrito no APÊNDICE G. Cada grupo deve analisar uma determinada caixa enumerada e tentar descobrir o conteúdo desta, sem abri-la, e depois trocar a caixa com o grupo vizinho para uma próxima análise, até analisar as cinco caixas. Para isso, os alunos precisam explorar recipientes utilizando os sentidos e descrever possíveis propriedades dos objetos contidos nestas caixas, como tamanho, peso, som emitido, forma, tipo de material, dureza, etc., completando o quadro da ficha disponibilizada. Após todas as caixas serem analisadas, cada grupo apresentará suas conclusões, confrontando os modelos e símbolos propostos para os objetos de cada caixa e discutindo os critérios que o levaram a sua elaboração. Para tanto, o professor coordenará a elaboração coletiva de um quadro-síntese contendo o nome, modelo e símbolo do(s) objeto(s) sugeridos como conteúdo de cada caixa por cada grupo (APÊNDICE I).
Desenvolvimento (Relacionar) 3 aulas	Em prosseguimento, o professor explicitará o objetivo da atividade bem como introduzirá os fundamentos de uma investigação científica, a elaboração e princípios de teorias, modelos científicos e símbolos científicos, bem como a evolução histórica da composição e estrutura da matéria, da Grécia antiga à Teoria atômica de Dalton, de forma expositiva dialógica utilizando para tanto, se possível, a projeção de uma apresentação (APÊNDICE J). Ao final da apresentação, o professor poderá propor questões visando incentivar a atenção e participação dos alunos bem como avaliar a compreensão dos conteúdos abordados, dependendo do envolvimento dos alunos.
Síntese (Conceituar) 3 aulas	Por fim, os alunos, individualmente, pesquisarão e anotarão em uma ficha impressa (APÊNDICE K) a definição e o modelo de átomo, elemento, partícula, substância simples, substância composta e mistura de substâncias, segundo a Teoria atômica de Dalton.

Fonte: Autora

Quadro 20: Detalhamento das etapas da SD – Etapa 3

Etapa 3 (4 aulas)	
Tema	Átomos, substâncias e misturas
Recursos/ Materiais	✓ Projetor de imagem para apresentação em slides (APÊNDICE J.1 – APRESENTAÇÃO “INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA” – PARTE 2). ✓ Material de aprendizagem confeccionado em material EVA para representação de átomos segundo o modelo proposto por Dalton (APÊNDICE L – MATERIAL DE APRENDIZAGEM “MODELO ATÔMICO DE DALTON EM EVA”). ✓ Lápis de cor. ✓ Fichas de atividades impressas (APÊNDICE N - FICHA DE ATIVIDADE 3.1, APÊNDICE O – FICHA DE ATIVIDADE 3.2 e APÊNDICE P – FICHA DE ATIVIDADE 3.3).
Introdução (Sentir-Perceber) 2 aulas	Inicialmente, o professor corrigirá o vocabulário imagético elaborado no final da etapa anterior, apresentando e discutindo as definições e modelos, aproveitando para abordar símbolos e fórmulas químicas com a retomada e continuação da apresentação com projeção (APÊNDICE J.1), se possível. Em seguida, os alunos, em duplas ou trios, manipularão um modelo atômico em EVA (APÊNDICE L). Para tanto, devem interpretar as fórmulas químicas de diversas substâncias, analisar a constituição destas substâncias e completar o quadro proposto na ficha disponibilizada a cada grupo (APÊNDICE N), com o modelo molecular, a quantidade de átomos e quantidade de elementos em uma partícula, e o tipo de substância, se simples ou composta. Ao final da atividade, será realizada correção coletiva, oralmente, em que o professor explicitará a aplicação e/ou fonte destas substâncias. (<i>RELAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS SUBMICROSCÓPICO E SIMBÓLICO</i>).
Desenvolvimento (Relacionar) 1 aula	Para complementar e introduzir os coeficientes e índices em uma fórmula química, os alunos, em grupos, a fim de interpretarem as fórmulas químicas com coeficientes de diversas substâncias, completando o quadro proposto na ficha disponibilizada (APÊNDICE O) com o modelo molecular, a quantidade de partículas, de átomos, de elementos e de átomos de cada elemento, e o tipo de substância. O professor poderá fornecer o modelo em EVA (APÊNDICE L), apenas para os alunos que realmente necessitarem para execução da atividade. Por fim, será realizada correção coletiva, oralmente. (<i>RELAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS SUBMICROSCÓPICO E SIMBÓLICO</i>)
Síntese (Conceituar) 1 aula	Para finalizar, os alunos, individualmente ou em duplas, em uma ficha disponibilizada (APÊNDICE P), identificarão substâncias e misturas de substâncias representadas por desenhos em nível molecular, e as representarão com suas respectivas fórmulas químicas e vice-versa. (<i>RELAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS SIMBÓLICO E SUBMICROSCÓPICO</i>)

Fonte: Autora

Quadro 21: Detalhamento das etapas da SD Reelaborada – Etapa 4

Etapa 4 (4 aulas)	
Tema	Substâncias: Aplicações, Fórmulas e Modelos
Recursos/ Materiais	✓ Materiais para o experimento (APÊNDICE M - EXPERIMENTAÇÃO; APÊNDICE M.1 - RECEITA DE REFRIGERANTE CASEIRO SABOR LARANJA; APÊNDICE M.2 - IDENTIFICAÇÃO E REPRESENTAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS NA EXPERIMENTAÇÃO. ✓ Material de aprendizagem confeccionado em massa de <i>biscuit</i> para representação de substâncias presentes na experimentação (APÊNDICE M.4 – MATERIAL DE APRENDIZAGEM “MODELOS DAS SUBSTÂNCIAS NA EXPERIMENTAÇÃO”) ✓ Materiais e objetos (APÊNDICE Q - LISTA DE MATERIAIS). ✓ Material de aprendizagem de massa de <i>biscuit</i> para representação de substâncias presentes em materiais do cotidiano (APÊNDICE Q.1 – MATERIAL DE APRENDIZAGEM “MODELOS DE SUBSTÂNCIAS PRESENTES EM MATERIAIS DO COTIDIANO”). ✓ Textos sobre algumas substâncias (APÊNDICE R - TEXTOS SOBRE ALGUMAS SUBSTÂNCIAS PRESENTES EM MATERIAIS DO COTIDIANO). ✓ Fichas de atividades impressas (APÊNDICE M.3 - FICHA PARA REGISTRO DOS RESULTADOS EXPERIMENTAIS, APÊNDICE S - FICHA DE ATIVIDADE 4).
Introdução (Sentir-Perceber) 1/5 de aula	Para iniciar os alunos, em grupos, realizarão uma atividade experimental (APÊNDICE M) em que manipularão e degustarão diferentes materiais cujas substâncias constituintes também compõem um material em específico, ou seja, usarão seus sentidos para observar e identificar os ingredientes de um refrigerante caseiro (APÊNDICE M.1), anotando suas observações na ficha impressa disponibilizada (APÊNDICE M.3) (<i>NÍVEL MACROSCÓPICO</i>). Em seguida, relacionando a atividade experimental à constituição da matéria e os conceitos de símbolo e fórmula química estudados nas etapas anteriores, o professor apresentará os modelos das substâncias em 3D de cada uma das substâncias envolvidas na experimentação (APÊNDICE M.4) identificados com o nome, as características, a função e a fórmula química presentes no quadro APÊNDICE M.2, para que os grupos identifiquem a relação destas substâncias com a experimentação realizada bem como interpretem seus modelos apresentados (<i>RELAÇÃO DOS 3 NÍVEIS</i>).
Desenvolvimento (Relacionar) 4/5 de aula	Em seguida, o professor distribuirá modelos submicroscópicos em 3D de todas algumas substâncias, produzidos previamente utilizando massa de modelar tipo <i>biscuit</i> (APÊNDICE Q.1). Cada grupo, ou dupla, deverá manipular estes modelos com intuito de identificar e classificar estas substâncias, a fim de completar o quadro proposto na ficha disponibilizada a cada grupo (APÊNDICE S), com o nome, fórmula, características (propriedades/fonte/utilização), quantidade de átomos, de elementos e de átomos de cada elemento e o nome dos elementos que constituem a substância. Para isso, cada grupo trocará de modelo com outro grupo até ter realizado a classificação de todas as substâncias. (<i>RELAÇÃO ENTRE OS NÍVEIS SIMBÓLICO E SUBMICROSCÓPICO</i>)
Síntese (Conceituar) 1 aula	Em prosseguimento, o professor apresentará um material ou um objeto para cada grupo de aluno (APÊNDICE Q). Estes materiais ou objetos devem ser reconhecidos utilizando-se os sentidos possíveis. Os grupos devem trocar de material entre si até analisarem a todos. Após, cada grupo deverá identificar a principal, ou a mais característica, substância constituinte do material ou objeto analisado. Para tanto, deverão interpretar fichas disponibilizadas pelo professor (APÊNDICE R). Cada ficha conterá um texto sobre as propriedades e aplicações de uma substância, bem o modelo submicroscópico e fórmula química desta substância. Por fim, os grupos deverão correlacionar cada substância identificada, constituinte de cada material ou objeto, ao seu modelo em nível submicroscópico em 3D, analisados anteriormente. (<i>RELAÇÃO DOS 3 NÍVEIS</i>)

Fonte: Autora

Quadro 22: Detalhamento das etapas da SD Reelaborada – Etapa 5

Etapa 5 (2 aulas)	
Tema	Síntese integradora
Recursos/ Materiais	✓ Fichas de atividades impressas (APÊNDICE B - FICHA DE ATIVIDADE INICIAL [FINAL]; APÊNDICE T – FICHA DE ATIVIDADE 5.1). ✓ Pacotes contendo cartões com imagens da representação da aplicação macroscópica, modelos submicroscópicos, nomes e fórmulas (ou símbolo) de algumas substâncias e um elemento químico (APÊNDICE A – MATERIAL DE APRENDIZAGEM “CARTÕES”). ✓ Tubos de cola escolar. ✓ Lápis de cor.
Avaliação	Para sintetizar e avaliar esta sequência didática, os alunos individualmente resolverão as questões propostas em uma ficha de atividade avaliativa impressa. Esta atividade está dividida em duas partes: a) um quadro semipreenchido a ser completado com o nome, a aplicação, o modelo ou a fórmula de várias substâncias estudadas, semelhante aos quadros elaborados nas etapas 3 e 4 (APÊNDICE T); e b) a) a Atividade Inicial (APÊNDICE B), repetição para comparação entre as concepções prévias e as concepções ao final da sequência. <i>(RELAÇÃO DOS 3 NÍVEIS)</i>

Fonte: Autora

Quadro 23: Método de ensino reelaborado (parte do quadro estrutural da SD)

Método de ensino			
Etapas	Objetivos Específicos	Conceitos	Dinâmica das atividades
Prévia	✓ Levantar as concepções prévias sobre os níveis dos conhecimentos químicos.	✓ Níveis do conhecimento químico e suas representações	Associação de figuras com representações macroscópicas, submicroscópicas e simbólicas de algumas substâncias.
1 Representação, modelo e símbolo	✓ Reconhecer, compreender e diferenciar os conceitos representação, modelo e símbolo.	✓ Representação, símbolos e modelos.	1. Exploração de recortes de figuras e objetos (primeiridade). 2. Discussão dos itens explorados e, se necessário, elaboração de um quadro classificatório para explicitação por exemplificação e (secundidade). 3. Elaboração de um texto síntese (terceiridade).
2 Investigação científica e modelos	✓ Entender os fundamentos de uma investigação científica; ✓ Diferenciar teoria, modelo e símbolo científico; ✓ Compreender o conceito de matéria e sua evolução histórica, da Grécia Antiga à Teoria Atômica proposta por John Dalton (1766 - 1844); ✓ Identificar e compreender a Teoria atômica de Dalton.	✓ Investigação científica; ✓ Teoria, modelo e símbolo científico; ✓ Estrutura da matéria da Grécia antiga à Teoria atômica de Dalton.	1. Dinâmica das caixas (primeiridade). 2. Apresentação dialógica da evolução histórica da concepção de matéria (constituição), da Grécia antiga à Teoria atômica de Dalton (secundidade). 3. Pesquisa e discussão dos conceitos átomo, elemento, partícula, substâncias (simples e compostas) e misturas de substâncias segundo a Teoria atômica de Dalton (terceiridade)

Quadro 23: Método de ensino reelaborado - parte do quadro estrutural da SD (continuação)

Metodologia de Ensino			
Etapas	Objetivos Específicos	Conceitos	Atividades
3 Átomos, substâncias e misturas	✓ Identificar e diferenciar átomo, elemento, partícula, substâncias simples, substâncias compostas e misturas de substâncias; ✓ Reconhecer e interpretar modelos em nível submicroscópico de elementos ou partículas de substâncias, e representá-los na forma de símbolos e fórmulas químicas, ou vice-versa.	✓ Átomo; ✓ Elemento; ✓ Partícula; ✓ Substâncias simples e compostas; ✓ Misturas de substâncias; ✓ Símbolos dos elementos; ✓ Fórmulas das substâncias.	1. Manipulação de modelo molecular em EVA e posterior representação, análise e classificação de partículas de substâncias (primeiridade / nível submicroscópico e simbólico). 2. Interpretação de fórmulas, seus coeficientes e índices, para representação e classificação de partículas de substâncias (secundidade / nível submicroscópico e simbólico). 3. Identificação de substâncias e misturas de substâncias representadas por desenhos em nível molecular, e escrita de suas respectivas fórmulas químicas, e vice-versa (terceiridade / níveis submicroscópico e simbólico).
4 Substâncias: Aplicações, Fórmulas e Modelos	✓ Reconhecer a existência de diversas substâncias em um determinado material; ✓ Relacionar aspectos macroscópicos, moleculares e simbólicos de substâncias; ✓ Identificar e classificar diferentes substâncias em nível submicroscópico por modelos em 3D	✓ Aplicações, fórmulas e modelos de diferentes substâncias.	1. Experimentação para verificação e análise de diversas substâncias em um certo material; Exploração de modelos em 3D destas substâncias (primeiridade / níveis macroscópico e submicroscópico). 2. Análise de modelo molecular 3D, de massa de modelar, de algumas substâncias e representação destas substâncias (secundidade / níveis submicroscópico e simbólico). 3. Observação de diferentes materiais e identificação de substâncias que os constituem; leitura de texto informativo sobre as propriedades, aplicações e representações destas substâncias; Identificação e classificação, das substâncias abordadas (terceiridade / relação dos 3 níveis).
5 Síntese integradora	✓ Relacionar os níveis macroscópico, submicroscópico (modelos) e representacional (simbólico) da matéria e dos materiais.	✓ Níveis dos conhecimentos químicos.	Realização de atividade avaliativa (relação dos 3 níveis).

Fonte: Autora

10 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O objetivo da sequência didática desenvolvida foi propiciar, aos alunos, a relação entre os diferentes níveis de representação dos conhecimentos químicos e, conseqüentemente, atribuição de significação à linguagem química, e, portanto, a avaliação desta sequência foi fundamentada na análise do entendimento destes níveis e da apropriação desta linguagem pelos alunos.

Isto posto, nesta investigação, as fontes de dados foram todas as produções dos alunos em cada etapa, isto é, o conteúdo das fichas de atividades, seja as resoluções escritas, representações, ou colagens produzidas.

Em uma pesquisa qualitativa a análise de dados é indutiva e interpretativa, isto é, os dados coletados em ambiente natural são examinados, compreendidos e organizados em unidades de informação, categorias ou temas, estabelecidas de acordo com a interpretação do pesquisador e as teorias que fundamentam o estudo (CRESWELL, 2010).

Assim sendo, os dados foram analisados de acordo com os pressupostos do método Análise de Conteúdo propostos por Bardin (2009). Este método foi escolhido por compreender um conjunto de técnicas e procedimentos para análise das significações nas comunicações que possibilitam inferir conhecimentos relativos à suas produções e recepções (BARDIN, 2009).

Dentre estas técnicas optou-se pela *análise temática* aliada à *análise categorial* seguindo, também, o desenvolvimento proposto por Bardin (2009), considerando-se para tanto o objetivo desta pesquisa bem como a natureza dos dados e o método de coleta utilizado.

A análise temática compreende uma investigação dos temas presentes em discursos diretos. Estes temas, também denominados unidades de significação, são afirmações sobre determinado assunto extraídas do texto analisado segundo critérios que orientam a investigação (BARDIN, 2009). Segundo Bardin (2009, p.131) “fazer uma análise temática consiste em descobrir os núcleos de sentido que compõem a comunicação e cuja presença, ou frequência de aparição podem significar alguma coisa para o objetivo analítico escolhido”.

A análise categorial é uma técnica comumente empregada que permite a classificação dos dados de acordo com os elementos de significação estabelecidos e segundo a frequência (ou ausência) de itens de sentido (BARDIN, 2009).

Por conseguinte, o processo de análise dos dados consistiu no agrupamento das produções obtidas durante a aplicação da sequência didática, seguida de leitura, interpretação e atribuição de significados aos conteúdos destas produções, resultando na categorização (codificação) destes dados para posteriores inferências sobre a aprendizagem e o desenvolvimento dos sujeitos e, assim, do método de ensino investigado.

Para tanto, diversas categorizações foram realizadas, considerando as três fases abrangidas pelo método de interpretação escolhido: o estabelecimento da unidade de análise, a determinação das categorias de análises e a seleção da amostra do material de análise (MARCONI; LAKATOS, 2011).

Considerando-se a realização das atividades propostas em cada etapa da SD como o modo para apropriação dos conceitos abordados pelo método didático investigado, a primeira categorização estabeleceu como unidades de significados as atividades produzidas pelos alunos ao longo da SD e como categorias os tipos de elaboração, a saber: satisfatória, parcialmente satisfatória ou insatisfatória.

O tipo de elaboração satisfatória corresponde à produção realizada de forma completa, conforme o solicitado em seu enunciado, mas não necessariamente correta. O tipo de elaboração parcialmente satisfatória corresponde à produção realizada de forma parcial, inacabada ou incompleta por não contemplar totalmente o solicitado no enunciado. E o tipo de elaboração insatisfatória corresponde à produção não realizada, seja pela recusa ou pelo não comparecimento do aluno.

Devido a ausências, em alguns casos, havendo pertinência e oportunidade, alguns alunos realizaram as atividades em outro momento de aula, sendo esta condição ressaltada na classificação.

Deste modo, as produções foram avaliadas, conforme a elaboração, isoladamente por aluno em cada turma. Os alunos foram identificados por números e agrupados em suas respectivas turmas.

Esta categorização resultou nos Quadro 24 e 25 apresentados a seguir.

Legenda – Quadros 24 e 25

	Produção satisfatória
	Produção satisfatória realizada em outro dia
	Produção parcialmente satisfatória
	Produção insatisfatória

Quadro 24: Produções e participação dos alunos – Turma A

	Alunos	Ficha de atividade inicial	Ficha de atividade 1.1	Ficha de atividade 1.2	Ficha de atividade 2.1	Síntese	Vocabulário Imagético	Ficha de atividade 3.1	Ficha de atividade 3.2	Ficha de atividade 3.3	Ficha Experimentação	Ficha de atividade 4	Ficha de atividade 5.1	Ficha de atividade final	Atividades realizadas	Participação (%)
Turma A	1														6	46
	2														10	77
	3															
	4														9	69
	5														10	77
	6														13	100
	7															
	8														6	46
	9														12	92
	10														13	100
	11														9	69
	12														0	0
	13															
	14														5	38
	15															
	16														3	23
	17															
	18														0	0
	19															
	20														8	62
	21														9	69
	22														12	92
	23														9	69
	24														4	31
	25														5	38
	26															
	27															
	28														8	62
	29														8	62
	30														8	62
	31															
	32														7	54
	33														6	46
	34														9	69
	35														12	92

Fonte: Autora

Quadro 25: Produções e participação dos alunos – Turma B

	Alunos	Ficha de atividade inicial	Ficha de atividade 1.1	Ficha de atividade 1.2	Ficha de atividade 2.1	Síntese	Vocabulário Imagético	Ficha de atividade 3.1	Ficha de atividade 3.2	Ficha de atividade 3.3	Ficha Experimentação	Ficha de atividade 4	Ficha de atividade 5.1	Ficha de atividade final	Atividades realizadas	Participação (%)
Turma B	1														10	77
	2														11	85
	3														10	77
	4														11	85
	5														6	46
	6														7	54
	7														3	23
	8														11	85
	9														Remanejado	
	10														Remanejado	
	11														3	23
	12														10	77
	13														9	69
	14														9	69
	15														Transferido	
	16														13	100
	17														Remanejado	
	18														Transferido	
	19														Transferido	
	20														Transferido	
	21														11	85
	22														1	8
	23														0	0
	24														3	23
	25														Remanejado	
	26														Remanejado	
	27														Transferido	
	28														Transferido	
	29														3	23
	30														9	69
	31														8	62
	32														0	0
	33														8	62
	34														7	54
	35														6	46

Fonte: Autora

Aproveitou-se, nesta categorização, para quantificar a participação dos alunos, medida pela realização ou não da produção, ou seja, a participação do aluno foi considerada somando-se todas as produções consideradas satisfatórias e parcialmente satisfatórias, visto que as insatisfatórias correspondem, quase totalmente, às produções não realizadas por sua ausência. E para facilitar a análise, este valor foi apresentado em percentual, que corresponde à razão entre as produções realizadas e a quantidade total de produções realizadas durante a SD, ou seja, $\left(\frac{\text{nº de produções do aluno}}{\text{nº de produções da SD}} \right) \cdot 100$.

Todavia, ressalta-se a natureza qualitativa da pesquisa, este indicador quantitativo foi utilizado apenas para uma estimativa geral e uma discussão melhor embasada a respeito.

Sendo assim, esta primeira categorização permitiu inferências prévias sobre o modo de elaboração das atividades propostas bem como a participação e comprometimento dos alunos durante a realização da SD.

Pode-se verificar que todas as produções resultantes da *Ficha de Atividade 2.1* e *Ficha de Atividade 4* foram avaliadas como satisfatórias. Isto possivelmente se deu por demandarem ações coletivas e cooperativas e, assim, propiciarem o envolvimento e participação dos grupos, por meio de dinâmicas já descritas no tópico anterior (9 - Desenvolvimento do método didático).

Já as atividades que exigiam a elaboração textual, tais como *Ficha de Atividade 1.2*, *Síntese*, *Vocabulário imagético* e *Ficha de Atividade 5.1*, foram elaboradas de forma parcialmente satisfatória. Isto comprova as dificuldades e defasagens que estes alunos possuem em habilidades relacionadas a leitura, escrita e interpretação textual.

Além disso, foi possível observar um considerável número de ausências e matrículas durante a aplicação da SD, indicadas pelas produções insatisfatórias, que correspondem as atividades não realizadas por tais alunos.

Contudo, o principal objetivo deste método didático foi o desenvolvimento dos domínios epistêmicos apresentados no Quadro 4 (vide tópico 7 – Metodologia da Pesquisa). Sendo assim, a SD elaborada e aplicada foi analisada de acordo com os domínios epistêmicos estabelecidos.

Como anteriormente descrito, estes domínios epistêmicos são divididos em três categorias: domínio das linguagens e seus valores, domínio das habilidades

cognitivas e domínio dos conceitos científicos. Logo, esta análise foi dividida e realizada para cada categoria de domínio.

Para a análise do domínio epistêmico das linguagens e seus valores foram consideradas e classificadas as atividades didáticas propostas e realizadas no decorrer da SD. Nesta categorização, os tipos de linguagem foram definidos como unidades de significado, as linguagens utilizadas e/ou desenvolvidas foram definidas como categorias e as atividades bem como as ações realizadas nas mesmas foram definidas como subcategorias.

As condições da coleta de dados não possibilitaram a verificação das expressões sinestésicas, não-verbais e simbólicas orais de cada aluno, sendo os dados correspondentes oriundos da observação geral das turmas de alunos, durante a aplicação das atividades, pela pesquisadora. Já a linguagem simbólica escrita pôde ser analisada individualmente pelas produções elaboradas, cuja classificação foi realizada nos Quadros 24 e 25.

Portanto, nesta categorização foram elencadas, de acordo com observações comportamentais e produções escritas dos alunos, as atividades realizadas que propiciaram a utilização e/ou desenvolvimento das linguagens sinestésicas, não-verbais e/ou simbólicas por meio dos recursos didáticos ou materiais de aprendizagem empregados. Tal classificação foi realizada por etapa da SD, resultando nos Quadros 26 a 31, apresentados a seguir.

Quadro 26: Classificação das atividades da SD conforme o domínio epistêmico das linguagens e seus valores – Etapa prévia

	Etapa prévia		
	Utilizadas / Desenvolvidas	Atividade	Ação
Linguagens Sinestésicas	visão	Atividade Inicial	observação dos cartões
Linguagens Não-verbais	expressões faciais de curiosidade	Atividade Inicial	observação dos cartões
Linguagens simbólicas	interpretação	Atividade Inicial	associação dos cartões

Fonte: Autora

Quadro 27: Classificação das atividades da SD conforme o domínio epistêmico das linguagens e seus valores – Etapa 1

Etapa 1				
	Utilizadas / Desenvolvidas	Momento	Atividade	Ação
Linguagens Sinestésicas	visão; tato	Introdução (Perceber)	Dinâmica das caixas coloridas	observação das caixas e seus conteúdos (figuras e objetos); manipulação e análise das figuras e objetos
Linguagens Não-verbais	expressões faciais de curiosidade e surpresa; movimentação em direção às caixas	Introdução (Perceber)	Dinâmica das caixas coloridas	observação das caixas e seus conteúdos (figuras e objetos); manipulação e análise das figuras e objetos
Linguagens simbólicas	interpretação; descrição; discussão	Desenvolvimento (Relacionar)	Atividade 1.1	descrição das figuras e objetos analisados com posterior discussão da atividade realizada
	descrição	Síntese (Conceituar)	Atividade 1.2	síntese descritiva dos conceitos abordados

Fonte: Autora

Quadro 28: Classificação das atividades da SD conforme o domínio epistêmico das linguagens e seus valores – Etapa 2

Etapa 2				
	Utilizadas / Desenvolvidas	Momento	Atividade	Ação
Linguagens Sinestésicas	visão; tato; audição	Introdução (Perceber)	Dinâmica das caixas secretas	manipulação e investigação das caixas e seus conteúdos
	visão	Desenvolvimento (Relacionar)	Apresentação (slides e animação)	visualização de apresentação e animação projetada
Linguagens Não-verbais	expressões faciais de curiosidade; movimentação em direção às caixas	Introdução (Perceber)	Dinâmica das caixas secretas	manipulação e investigação das caixas e seus conteúdos
	atenção	Desenvolvimento (Relacionar)	Animação	visualização de animação projetada
Linguagens simbólicas	discussão; descrição; representação	Desenvolvimento (Relacionar)	Atividade 2.1	descrição e proposição de modelos e símbolos dos possíveis conteúdos das caixas
	descrição; representação	Síntese (Conceituar)	Vocabulário imagético	descrição e representação dos modelos de termos pesquisados

Fonte: Autora

Quadro 29: Classificação das atividades da SD conforme o domínio epistêmico das linguagens e seus valores – Etapa 3

Etapa 3				
	Utilizadas / Desenvolvidas	Momento	Atividade	Ação
Linguagens Sinestésicas	visão; tato	Introdução (Perceber)	Atividade 3.1	manipulação do material de aprendizagem modelo atômico confeccionado em EVA
	visão; tato	Desenvolvimento (Relacionar)	Atividade 3.2	manipulação do material de aprendizagem modelo atômico confeccionado em EVA
Linguagens Não-verbais	expressões faciais de curiosidade; atenção	Introdução (Perceber)	Atividade 3.1	manipulação do material de aprendizagem modelo atômico confeccionado em EVA
	atenção	Desenvolvimento (Relacionar)	Atividade 3.2	manipulação do material de aprendizagem modelo atômico confeccionado em EVA
Linguagens simbólicas	interpretação; descrição; representação; classificação	Introdução (Perceber)	Atividade 3.1	descrição, representação do modelo e classificação de substâncias a partir da interpretação de sua fórmula
		Desenvolvimento (Relacionar)	Atividade 3.2	descrição, representação do modelo e classificação de substâncias a partir da interpretação de sua fórmula
		Síntese (Conceituar)	Atividade 3.3	interpretação, descrição, representação e classificação de substâncias e misturas a partir de modelos ou fórmulas

Fonte: Autora

Quadro 30: Classificação das atividades da SD conforme o domínio epistêmico das linguagens e seus valores – Etapa 4

Etapa 4				
	Utilizadas / Desenvolvidas	Momento	Atividade	Ação
Linguagens Sinestésicas	visão; olfato; paladar; tato	Introdução (Perceber)	Experimentação	observação, olfação, degustação e manipulação dos materiais/ objetos e modelos das substâncias
	visão; tato		Análise de modelos submicroscópicos em 3D de substâncias envolvidas na experimentação	observação e manipulação de modelos submicroscópicos em 3D das substâncias
	visão; olfato; tato	Desenvolvimento (Relacionar)	Atividade com materiais e objetos do cotidiano	observação, olfação e manipulação dos materiais e objetos contendo as substâncias
	visão; tato	Síntese (Conceituar)	Análise de modelos submicroscópicos em 3D de substâncias do cotidiano	observação e manipulação de modelos submicroscópicos em 3D das substâncias
Linguagens Não-verbais	expressões faciais de curiosidade e de aprovação ou reprovação dos sabores e odores; movimentação em direção aos materiais e modelos	Introdução (Perceber)	Experimentação; Análise de modelos submicroscópicos em 3D de substâncias envolvidas na experimentação	observação, olfação, degustação e manipulação dos materiais/ objetos e modelos das substâncias
	movimentação em direção aos materiais e modelos	Desenvolvimento (Relacionar)	Atividade com modelos em 3D de uma partícula de substâncias do cotidiano	observação, olfação e manipulação dos materiais e modelos das substâncias
	expressões faciais de curiosidade e de aprovação ou reprovação dos odores	Síntese (Conceituar)	Análise de materiais e objetos cotidianos	Observação e olfação dos materiais e objetos
Linguagens simbólicas	descrição	Introdução (Perceber)	Registro dos resultados experimentais	Descrição escrita das observações realizadas
	interpretação; descrição; representação; classificação	Desenvolvimento (Relacionar)	Atividade 4	Descrição, representação da fórmula e classificação de substâncias a partir observação de modelos submicroscópicos em 3D
	Interpretação e descrição	Síntese (Conceituar)	Textos informativos sobre algumas substâncias	Leitura e interpretação de texto e modelos desenhados; descrição escrita dos dados compreendidos

Fonte: Autora

Quadro 31: Classificação das atividades da SD conforme o domínio epistêmico das linguagens e seus valores – Etapa 5

	Etapa 5		
	Utilizadas / Desenvolvidas	Atividade	Ação
Linguagens Sinestésicas	visão; tato	Atividade Final	observação da ficha, cartões e modelos
Linguagens Não-verbais	expressões faciais de curiosidade, surpresa e espanto	Atividade Final	observação da ficha, cartões e modelos
Linguagens simbólicas	interpretação; descrição; representação; classificação	Atividade Final	associação dos cartões; interpretação e representação do modelo a partir da fórmula química e vice-versa; descrição e classificação de substâncias

Fonte: Autora

Como pode-se verificar, nos Quadros 26 a 31, as linguagens abordadas foram contempladas em diferentes momentos e em todas as etapas da SD.

A etapa prévia e a etapa 5 não tiveram os três momentos didáticos estabelecidos, por serem avaliativas, entretanto as atividades realizadas nestas etapas propiciaram a abordagem dos três tipos de linguagens. Nas demais etapas, 1 a 4, houve um ou mais tipo de linguagem predominante em cada momento pedagógico.

As linguagens sinestésicas foram utilizadas e/ou desenvolvidas no momento didático *Introdução*, estabelecido como nível *Perceber* da metodologia adotada, das etapas da SD divididas nos três momentos pedagógicos (etapas 1 a 4).

Esta constatação era prevista e almejada visto que, de acordo com a metodologia de ensino de fundamentação, deve-se iniciar o processo de ensino com a estimulação dos sentidos perceptivos. Com tal intuito, foram elaborados os materiais de aprendizagem e selecionados os recursos didáticos utilizados em todos os momentos pedagógicos *Introdução* da SD, a saber: as caixas coloridas com suas figuras e objetos, as caixas secretas, o modelo atômico confeccionado em EVA, modelos de substâncias em biscoito, animações digitais e materiais e objetos do cotidiano.

As linguagens sinestésicas também foram abordadas no momento didático *Desenvolvimento*, estabelecido como nível *Relacionar* de acordo com a metodologia adotada, nas etapas 2, 3 e 4. Isto ocorreu devido ao estímulo propiciado pelos

materiais de aprendizagem e recursos didáticos diferenciados empregados nas ações e atividades deste momento pedagógico, tais como as caixas secretas, as animações digitais, os modelos moleculares físicos e os materiais diversos para experimentação e/ou análise.

O mesmo ocorreu com as linguagens não-verbais. As linguagens deste tipo foram utilizadas e/ou desenvolvidas no momento didático *Introdução* das etapas 1 a 4 e no momento *Desenvolvimento* nas etapas 2, 3 e 4. Isto indica que os materiais de aprendizagem produzidos e recursos didáticos selecionados promoveram interesse ou motivação pelas ações desenvolvidas, já que despertaram reações e expressões corporais.

Estes resultados apontam a importância das linguagens sinestésicas e não-verbais para sensibilização à temática, partindo-se do concreto para o abstrato, propiciando o sentir-perceber.

Já as linguagens simbólicas foram utilizadas e/ou desenvolvidas nos momentos *Desenvolvimento* e *Síntese* das etapas 1 a 4, que correspondem aos níveis *Relacionar* e *Conceituar*, respectivamente, de acordo com a metodologia adotada. Isto pode ser explicado relações e sistematizações serem estabelecidas nestes momentos, e assim a necessidade de interpretação e representação simbólica. Todavia, este tipo de linguagem também foi utilizado e/ou desenvolvido no momento *Introdução* das etapas 3 e 4, pois as atividades destas etapas envolviam linguagens simbólicas nos materiais de aprendizagem explorados, os modelos moleculares didáticos.

A fim de facilitar a verificação desta abrangência foi elaborado o Quadro 32, apresentado a seguir.

Quadro 32: Classificação das atividades da SD conforme o domínio epistêmico das linguagens e seus valores – Panorama Geral

		Etapa da Sequência Didática						
		Prévia	1	2	3	4	5	
Momento (Nível)	Introdução (Perceber)							
	Desenvolvimento (Relacionar)							
	Síntese (Conceituar)							

Fonte: Autora

Legenda – Quadro 32

Linguagens Sinestésicas
 Linguagens Não-verbais
 Linguagens Simbólicas

O Quadro 32 apresenta uma compilação das linguagens utilizadas pelos alunos nos três momentos pedagógicos de cada etapa da SD.

Destarte, esta categorização confirmou a contribuição das atividades da SD para o desenvolvimento do domínio epistêmico das linguagens e seus valores estabelecido para o método didático investigado.

Já para a análise do domínio das habilidades cognitivas foram consideradas as atividades didáticas e os materiais de aprendizagem confeccionados que, de alguma forma, propiciaram o estímulo e/ou desenvolvimento das habilidades discentes. Para isso, foram analisadas as produções resultantes das ações pedagógicas que possibilitaram o desenvolvimento das habilidades cognitivas estabelecidas.

Cada etapa da SD contemplou objetivos de aprendizagem específicos, e, portanto, a participação/frequência dos alunos nas aulas foi de suma importância para o processo de ensino e aprendizagem ao longo da aplicação SD.

Por este motivo, a assiduidade foi escolhida como critério para seleção da amostra de alunos cujas produções foram classificadas, ou seja, foram avaliadas as produções dos alunos que realizaram no mínimo 75% das atividades propostas. Este valor percentual corresponde a frequência mínima exigida nas aulas, de acordo com as normas que regulamentam as instituições escolares estaduais, explicitadas no Parecer CEE n.º 67/98 (SÃO PAULO, 1998).

A amostra de alunos selecionada conforme o critério assiduidade, com as produções realizadas e o percentual de participação obtido, é apresentada no Quadro 33 a seguir.

Legenda – Quadro 33

	Produção satisfatória (completa, mas não necessariamente correta)
	Produção satisfatória realizada em outro dia
	Produção parcialmente satisfatória (incompleta)
	Produção insatisfatória (não realizada)

Quadro 33: Amostra de alunos selecionada conforme o critério assiduidade

	Alunos	Ficha de atividade inicial	Ficha de atividade 1.1	Ficha de atividade 1.2	Ficha de atividade 2.1	Síntese	Vocabulário Imagético	Ficha de atividade 3.1	Ficha de atividade 3.2	Ficha de atividade 3.3	Ficha Experimentação	Ficha de atividade 4	Ficha de atividade 5.1	Ficha de atividade final	Atividades realizadas	Participação (%)
Turma A	2														10	77
	5														10	77
	6														13	100
	9														12	92
	10														13	100
	22														12	92
	35														12	92
Turma B	1														10	77
	2														11	85
	3														10	77
	4														11	85
	8														11	85
	12														10	77
	16														13	100
	21														11	85

Fonte: Autora

Esta seleção evidenciou o fluxo de alunos e as ausências excessivas como problemáticas, visto que comprometem o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem. Foi possível verificar a pouca assiduidade das duas turmas, o que pode ser comprovado com a seleção de apenas 15 alunos de um total de 55 alunos nas duas turmas, com matrículas ativas no início da aplicação da SD, o que equivale a apenas 27%.

Após a amostragem, foram estabelecidos critérios avaliativos para a correção das produções de cada atividade, fixando-se valores percentuais para cada acerto ou erro de seus itens, conforme explicitado no Quadro 34 a seguir.

Quadro 34: Critérios estabelecidos para a avaliação das produções

Produção	Critério para cálculo de acerto/erro
Atividade 1.1	Cada erro em uma questão equivaleu a um desconto de 10%.
Atividade 1.2	Descrição/diferenciação de cada conceito correspondeu a 28% e exemplos de cada conceito a 5%.
Atividade 2.1	Cada item foi equivalente a 4%, já que haviam 25 itens (5 caixinhas e 5 itens para cada caixinha).
Síntese	Elaboração de pequeno texto explicativo sobre os temas abordados, e cada tema correspondeu a 50%.
Vocabulário imagético	Cada definição de termo/conceito equivale a 12,5% e cada modelo a 4%.
Atividade 3.1	Cada item correto equivale a 1%; considerando-se que há no total 96 itens, já que foram analisadas 24 substâncias e 4 itens de cada substância.
Atividade 3.2	Cada item incorreto equivale a um desconto de 1%; considerando-se que o total 90 itens, já que foram analisadas 15 substâncias e 6 itens de cada substância.
Atividade 3.3	A questão 1 equivaleu a 35%, sendo que nos itens a e b cada subitem correspondeu a ~2%; a questão 2 correspondeu a 25%, sendo cada substância classificada corretamente equivaleu a ~3%; a questão 3 correspondeu a 20% sendo que cada item correspondeu a 5%; e a questão 4 correspondeu a 20%, sendo cada item correto igual a 5%.
Ficha para registro dos resultados	O registro das observações experimentais, no quadro, correspondeu a 60% e as respostas às questões de interpretação e relação dos modelos com a experimentação corresponderam a 40%.
Atividade 4	Cada acerto no item características equivaleu a 3%, já nos demais itens correspondeu a 1,5%.
Atividade 5.1	Cada item equivaleu a 4%, sendo 25 itens no total.

Fonte: Autora

Assim, após a seleção dos alunos que compreenderam a amostra, e, por conseguinte dos dados considerados para análise, bem como os critérios para a correção, as produções foram organizadas, avaliadas e categorizadas.

Esta categorização teve como unidades de significado os três níveis *Perceber*, *Significar* e *Ressignificar* deste domínio epistêmico, e como categorias as produções elaboradas pelos alunos.

Tal classificação se justifica por estes níveis basearem-se na relação triádica dos signos e pela realização das atividades propostas em cada etapa serem o meio estabelecido, pelo método pesquisado, para apropriação dos conceitos abordados e compreensão dos signos a estes relacionados.

Entretanto, para facilitar a interpretação dos dados optou-se por acrescentar, à etapa da SD, o momento pedagógico bem como a atividade ou material de aprendizagem correspondentes a cada produção classificada.

Nesta categorização, os conteúdos das produções de cada aluno foram classificados quanto a sua elaboração, de acordo com o rendimento percentual

avaliado, a saber: satisfatória, produção completa e com acerto superior a 75%; parcialmente satisfatória, produção incompleta e/ou com acerto entre 50-75%; e insatisfatória, produção com acerto inferior a 50% ou produção não realizada.

O Apêndice U.1 apresenta um exemplo de cada ficha de atividade, respondidas pelos alunos amostrados e consideradas satisfatórias de acordo com os conteúdos produzidos, a fim de explicitar tal classificação.

Deste modo, as produções realizadas pelos alunos amostrados, explicitando as atividades e os materiais de aprendizagem a que correspondiam, foram classificadas de acordo com o nível do domínio epistêmico das habilidades cognitivas propiciadas, apresentando juntamente os respectivos rendimentos dos alunos, individualmente e de modo geral, conforme apresentado nos Quadros 35 e 36 a seguir.

Quadro 35: Classificação das produções, atividades e materiais de aprendizagem da SD conforme os níveis do domínio epistêmico das habilidades cognitivas e os respectivos rendimentos dos alunos

			Etapa	Momento	Atividade / Material de aprendizagem	Produção	Alunos														
							2.A	5.A	6.A	9.A	10.A	22.A	35.A	1.B	2.B	3.B	4.B	8.B	12.B	16.B	21.B
Domínio das habilidades cognitivas	Perceber	Observação e manipulação de diversos materiais e levantamento de hipóteses.	1	Introdução	Dinâmica das caixas coloridas	Atividade 1.1	100	60	70	80	100	100	80	100		90	80	100	85	100	
				Desenvolvimento/ Síntese		Atividade 1.2	70	0	85	15	55	90	0	100		20	15	20	8	80	
			2	Introdução	Dinâmica das caixas secretas	Atividade 2.1	96	68	100	100	100		92			100	100	100	100	100	92
				Desenvolvimento	Animação e apresentação	Síntese	50		50	60	100	100		75	75					65	50
			3	Introdução	Modelo atômico em EVA	Atividade 3.1	90	72	92	95	99	76	99	100	87	80	88	100	88	98	93
	Significar	Identificação, interpretação e representação da matéria nos aspectos observável e representacional.	2	Síntese	Pesquisa de termos/conceitos	Vocabulário Imagético	100		94	70	94	88	29	80	50	90				68	50
			3	Desenvolvimento	Quadro classificatório	Atividade 3.2	38	67	90	92	99	93	87		96	71	91	94		91	74
				Síntese	Questões	Atividade 3.3	100	43	45	42	87	50	82	94	83		67	91	82	94	73
			4	Introdução	Experimentação	Ficha para registro dos resultados		30	100	90	100	100		80	73		70	73		80	90
	Resignificar	Relação entre os aspectos macroscópicos, moleculares e simbólicos da matéria.	4	Desenvolvimento/ Síntese	Materiais, textos e modelos em 3D	Atividade 4	66	81	71	71	100	91	84		78	62	76	92	75	81	84
			5		Quadro síntese/relações	Atividade 5.1	68	32	53	41	76	71	58		40	22	40	38	30	44	32

Fonte: Autora

Quadro 36: Classificação das produções, atividades e materiais de aprendizagem da SD conforme os níveis do domínio epistêmico das habilidades cognitivas e o rendimento médio da amostra

			Etapa	Momento	Atividade / Material de aprendizagem	Produção	Rendimento médio	Desempenho geral
Domínio das habilidades cognitivas	Perceber	Observação e manipulação de diversos materiais e levantamento de hipóteses.	1	Introdução	Dinâmica das caixas coloridas	Atividade 1.1	88	77
				Desenvolvimento/ Síntese		Atividade 1.2	43	
			2	Introdução	Dinâmica das caixas secretas	Atividade 2.1	96	
				Desenvolvimento	Animação e apresentação	Síntese	69	
			3	Introdução	Modelo atômico em EVA	Atividade 3.1	90	
	Significar	Identificação, interpretação e representação da matéria nos aspectos observável e representacional.	2	Síntese	Pesquisa de termos/conceitos	Vocabulário Imagético	74	78
			3	Desenvolvimento	Quadro classificatório	Atividade 3.2	83	
				Síntese	Questões	Atividade 3.3	74	
			4	Introdução	Experimentação	Ficha para registro dos resultados	81	
	Resignificar	Relação entre os aspectos macroscópicos, moleculares e simbólicos da matéria.	4	Desenvolvimento/ Síntese	Materiais, textos e modelos em 3D	Atividade 4	79	63
			5		Quadro síntese/relações	Atividade 5.1	46	

Fonte: Autora

Legenda - Quadro 35 e 36

	Realizou a atividade satisfatoriamente (de forma completa e acerto >75%)		Realizou a atividade parcialmente (incompleta e/ou acerto entre 50-75%)		Realizou a atividade insatisfatoriamente (não fez/compareceu ou acerto <50%)
---	--	---	---	---	--

Para esta categorização, os alunos foram identificados por número seguido da turma, ou seja, “número do aluno”. “turma do aluno”, assim por exemplo “1.A” corresponde ao aluno número 1 da turma A. Esta identificação foi adotada porque nesta fase foram selecionados alunos de turmas diferentes, de acordo com a assiduidade.

No Quadro 35, para uma estimativa geral, aproveitou-se para inserir nesta classificação o rendimento obtido por cada aluno e em cada produção. Este rendimento corresponde a um valor percentual de acerto obtido pelo aluno na produção.

E para análise geral da amostra, o Quadro 36 apresenta a categorização nas unidades de significado e categorias etapa da SD, momento pedagógico e atividade/material de aprendizagem correspondentes a cada produção classificada, acrescidas do rendimento médio obtido pela amostra em cada produção e o desempenho geral da amostra em cada nível do domínio das habilidades cognitivas.

O rendimento médio foi apresentado em valor percentual, sendo calculado pela média dos rendimentos obtidos pelos alunos em uma atividade, ou seja,

$$\left(\frac{\text{somatória do rendimento obtido por cada aluno em determinada atividade}}{\text{n}^{\circ} \text{ de total de alunos}} \right) . 100.$$

Da mesma forma, o desempenho geral foi apresentado em valor percentual, mas calculado pela média dos rendimentos médios em uma atividade, ou seja,

$$\frac{\text{somatória do rendimento médios das atividades classificadas no mesmo nível}}{\text{n}^{\circ} \text{ de total de atividades do nível}}.$$

Mediante a isto, foi possível ter um panorama geral do desenvolvimento e envolvimento dos alunos amostrados durante a SD, de acordo com a participação/execução das atividades já classificadas nos três níveis deste domínio.

Primeiramente, ressalta-se que apesar da amostra compreender apenas os alunos considerados assíduos, pelo critério estabelecido, é possível constatar o considerável número de ausências mesmo entre estes, representadas pelos quadros totalmente em branco (na cor branca e sem valor numérico).

Verificou-se que nas produções que demandavam interpretação de questões e elaboração escrita, como a *Ficha de Atividade 1.2*, a *Síntese*, a *Ficha de Atividade 3.3* e o *Vocabulário Imagético*, o rendimento médio foi parcialmente satisfatório e insatisfatório. Nestas produções, foi notória a ausência e/ou dificuldade de compreensão dos enunciados, visto que as respostas dadas não condiziam com os verbos contidos nos enunciados.

Uma possível justificativa para este resultado é o baixo desempenho escolar destes alunos, de acordo com os índices obtidos em avaliações externas, já apresentados no item 7.1 - Contexto e sujeitos da pesquisa. Sendo assim, se houvesse uma avaliação oral talvez estes alunos conseguissem se expressar mais facilmente e manifestado a aprendizagem requerida.

Já a atividade em que quase a totalidade de alunos obteve um rendimento satisfatório foi a *Ficha de Atividade 3.1*. Na realização desta produção, os alunos utilizaram o material de aprendizagem “Modelo atômico de Dalton em EVA”.

O uso deste tipo de material de aprendizagem tem por objetivo tornar palpável conceitos abstratos e possibilitar a exploração de diversos sentidos, neste caso visão e tato, bem como o desenvolvimento de habilidades, como o trabalho em equipe e expressões artísticas. Isto deve ter contribuído para a participação ativa e eficaz dos alunos, pois trata-se de um tipo de atividade e material não oferecido tradicionalmente durante todo este nível de ensino.

Também verificou-se um rendimento médio satisfatório nas produções das atividades realizadas no momento *Introdução* de todas as etapas. Percebeu-se que estas atividades despertaram a motivação e o interesse dos alunos, resultando em aprendizagem.

Tais atividades - *Ficha de Atividade 1.1*, *Ficha de Atividade 2.1*, *Ficha de Atividade 3.1* e *Ficha para registro dos resultados* - visavam a sensibilização à temática e, portanto, incluíam recursos e materiais de aprendizagem diferenciados, como caixas, figuras, materiais e objetos diversos, experimentação, e uso de modelos concretos. Consequentemente, estas atividades exigiam habilidades diversas já que envolviam colagem, desenho, pintura e uso dos sentidos.

Isto reforça a necessidade de se abordar diferentes linguagens e expressões, a fim de utilizar e desenvolver habilidades peculiares de cada indivíduo. Uma sugestão seria inserir uma abordagem envolvendo expressões corporais, que incluiria alunos com tais habilidades.

As produções dos alunos referentes as *Ficha de Atividade 3.2* e *Ficha de Atividade 4* tiveram um rendimento igualmente satisfatório. Apesar de terem sido elaboradas nos momentos pedagógicos *Desenvolvimento* e *Desenvolvimento/Síntese*, respectivamente, também compreenderam ações pedagógicas diferenciadas, como expressão de forma artística ao solicitar a

representação de modelos submicroscópicos, e manipulação de materiais, objetos e modelos moleculares.

Estes resultados demonstram os benefícios da experimentação e do uso de modelos concretos para a aprendizagem em Química. Estas alternativas didáticas promoveram a sensibilização à temática, e, assim o interesse e motivação inicial, bem como o desenvolvimento de habilidades cognitivas, procedimentais e atitudinais. Além disso, facilitaram o processo de ensino e aprendizagem pois possibilitaram a contextualização conceitual e, portanto, o estabelecimento de relações entre os níveis macroscópico e o submicroscópico dos conhecimentos químicos abordados.

A atividades realizadas durante a SD envolvendo análise e manipulação de materiais e objetos, isto é, envolvendo experimentação comprovaram todas as contribuições deste tipo de estratégia didática discutidas por Oliveira (2010), destacando-se entre estas o aprimoramento da capacidade de observação e registro de informações bem como a aprendizagem da análise de dados e proposição de hipóteses para os fenômenos.

Já as atividades em que foram utilizados os modelos de ensino de representação concreta de átomos e partículas de substâncias (materiais de aprendizagem de EVA e massa *biscuit* - Apêndices L, M.4 e Q.1), associado aos modelos de ensino de representação visual (desenhos bidimensionais dos modelos moleculares), segundo classificação de Justi (2010), propiciaram o desenvolvimento, mesmo que de forma inicial, da capacidade de visualização.

Conforme discutido por Ferreira e Arroio (2013) e Justi (2010), esta capacidade envolve a compreensão das convenções, abrangências e limitações dos modelos e também o desenvolvimento das habilidades de interpretar, relacionar e transpor diferentes modos de representação.

Sendo assim, os objetivos do uso de modelos no ensino de Química explicitados por Justi (2010) foram atingidos e comprovados, destacando-se a simplificação de entidades complexas e a facilitação da visualização de entidades abstratas.

A eficácia do uso destes materiais de aprendizagem ressalta a importância dessas ferramentas visuais para compreensão dos níveis dos conhecimentos químicos e significação da linguagem química, visto que a construção conceitual

ocorre por meio da associação entre os níveis de representação dos conhecimentos químicos.

A última atividade realizada para o desenvolvimento das habilidades cognitivas, para sintetizar a SD, foi a *Ficha de Atividade 5.1*. A produção elaborada pelos alunos nesta atividade demonstrou que a maioria conseguiu relacionar o nível submicroscópico e simbólico, visto que completaram com o modelo quando constava a fórmula da substância, ou vice-versa. Já com o nível macroscópico, nome e aplicação da substância, os alunos tiveram maior dificuldade em responder quando havia apenas a representação do modelo e/ou fórmula da requerida substância.

Ademais, esta classificação possibilitou a compreensão de quais atividades e materiais de aprendizagem contribuíram para o desenvolvimento das habilidades cognitivas correspondentes a cada nível deste domínio epistêmico.

O nível *Perceber*, que tinha como objetivo desenvolver a observação e manipulação de diversos materiais e levantamento de hipóteses, foi abrangido pelas atividades das etapas 1 e 2 bem como pela atividade do momento pedagógico *Introdução* da etapa 3, a saber: dinâmica das caixas coloridas, dinâmica das caixas secretas, animação e apresentação, e exploração do modelo atômico em EVA.

Nas produções realizadas neste primeiro nível, de acordo com o Quadro 36, a amostra de alunos obteve um desempenho geral satisfatório, com 77% de acerto na média do rendimento médio alcançado em cada atividade.

Já o nível *Significar*, que teve por objetivo a identificação, interpretação e representação da matéria nos aspectos observável e representacional, foi contemplado pela atividade do momento *Síntese* da etapa 2 (pesquisa de termos e conceitos), pelas atividades dos momentos *Desenvolvimento* e *Síntese* da etapa 3 (preenchimento de quadro classificatório e resolução de questões), e pela atividade do momento *Introdução* da etapa 4 (Experimentação).

Neste segundo nível, as produções realizadas pela amostra de alunos atingiram um desempenho geral satisfatório, com 78% de acerto na média do rendimento médio de cada atividade, conforme Quadro 36.

E o nível *Ressignificar*, que objetivava a relação entre os aspectos macroscópicos, moleculares e simbólicos da matéria, foi abordado pelas atividades dos momentos *Desenvolvimento* e *Síntese* da etapa 4 (análise de materiais, textos e

modelos em 3D), bem como pela atividade da etapa 5 (preenchimento de quadro síntese).

Neste terceiro nível, o desempenho geral da amostra foi parcialmente satisfatório, com um índice de 63%, o que pode ser considerado um bom resultado visto que as atividades abrangidas neste nível envolviam habilidades cognitivas mais avançadas.

Deste modo, percebe-se que os níveis foram abordados de forma gradativa ao longo da SD, iniciando-se com atividades apenas no nível *Perceber* e culminando com atividades no nível *Ressignificar*. Com a finalidade de facilitar esta percepção, elaborou-se o Quadro 37, a seguir, que indica os níveis abordados nos momentos pedagógicos de cada etapa.

Quadro 37: Classificação das produções, atividades e materiais de aprendizagem da SD conforme os níveis do domínio epistêmico das habilidades cognitivas – Panorama Geral

		Etapa da Sequência Didática				
		1	2	3	4	5
Momento pedagógico (Nível)	Introdução (Perceber)					
	Desenvolvimento (Relacionar)					
	Síntese (Conceituar)					

Fonte: Autora

Legenda – Quadro 37

	Perceber:	Observação e manipulação de diversos materiais e levantamento de hipóteses.
	Significar:	Identificação, interpretação e representação da matéria nos aspectos observável e representacional.
	Ressignificar:	Relação entre os aspectos macroscópicos, moleculares e simbólicos da matéria.

Isto posto, as atividades ao longo desta sequência didática foram fundamentais para o alcance dos objetivos propostos. Entretanto, para avaliar a eficácia da proposta metodológica, objeto de estudo desta pesquisa, se fez necessária a verificação do desenvolvimento das habilidades definidas como domínios epistêmicos científicos.

Assim, a fim de compreender a construção dos conhecimentos químicos objetivados pela SD, as produções também foram classificadas de acordo com os três níveis do domínio epistêmico dos conceitos científicos *Perceber*, *Relacionar* e

Conhecer que correspondem as categorias universais do pensamento *primeiridade*, *secundidade* e *terceiridade*, respectivamente.

Tal investigação buscou compreender a evolução cognitiva dos alunos em relação a estas habilidades, visto que estas categorias, propostas por Peirce (1995), permitem classificar os signos em relação ao interpretante, e tendo, assim, um caráter comparativo.

Para realizar esta comparação, foram selecionadas as produções resultantes da Atividade Inicial (Apêndice B), pertencente à etapa prévia realizada para levantamento das concepções prévias (Quadro 17), e as produções resultantes da Atividade Final, reaplicação da Atividade Inicial, realizada na etapa 5 (Quadro 22).

Esta análise comparativa também foi fundamentada no método de pesquisa Análise de Conteúdo, segundo os pressupostos de Bardin (2009). A categorização considerou os níveis do domínio dos conceitos científicos (as categorias do pensamento) atingidos e/ou demonstrados nestas produções, e para tanto foram estabelecidos critérios para análise, explicitados no Quadro 38 a seguir.

Quadro 38: Critérios estabelecidos para análise dos níveis do domínio científico nas produções

Nível	Critério
Perceber	Identifica a existência de diferentes tipos de representações, mas não estabelece relações entre as diferentes representações correspondentes a mesma substância (ou elemento), ou estabelece poucas relações.
Relacionar	Reconhece a existência dos quatro tipos de representações das substâncias e estabelece algumas relações entre as diferentes representações correspondentes a mesma substância (ou elemento) e de algumas das substâncias apresentadas.
Conhecer	Relaciona os quatro tipos de representações de cada substância.

Fonte: Autora

Assim, nesta categorização, os três níveis deste domínio epistêmico (*Perceber*, *Relacionar* e *Conhecer*) foram definidos como unidades de significado e os tipos de associações realizadas com o material de aprendizagem "Cartões" (Apêndice A), antes e após a sequência didática, foram definidos como categorias.

Esses tipos de associações foram estabelecidos, durante o tratamento dos dados, de acordo com as formas de colagem e relações elaboradas pelos alunos nas produções, tanto na Atividade Inicial com na Atividade Final.

Os Apêndices U.2 e U.3 apresentam produções das atividades Inicial e Final, respectivamente, de alunos amostrados, para exemplificar alguns tipos de associações realizadas.

As diferentes associações com os cartões observadas foram: diagrama(s)/esquema(s); agrupamento de representações do mesmo tipo; colagem aleatória; agrupamentos diversos e variados; agrupamento de pares de representações; agrupamentos dos quatro diferentes tipos de representações (1 de cada tipo); mapa conceitual; agrupamento de pares de representações - modelos e fórmulas e/ou nomes e figuras.

O conteúdo a primeira e última produção de cada aluno foi classificado nestas categorias. Esses alunos foram os mesmos selecionados na amostragem dos integrantes das turmas pelo critério assiduidade (Quadro 33), realizada na análise referente ao domínio epistêmico das habilidades cognitivas, já explicitada anteriormente. Por este motivo também foram identificados por seu número e turma.

O resultado desta classificação é apresentado no Quadro 39.

Quadro 39: Classificação das produções conforme os níveis do domínio epistêmico dos conceitos científicos

Domínio dos conceitos científicos			Tipo de associação	Alunos															
				2.A	5.A	6.A	9.A	10.A	22.A	35.A	1.B	2.B	3.B	4.B	8.B	12.B	16.B	21.B	
Perceber	Reconhecer a existência de diferentes dimensões e representações envolvidas nos conhecimentos e linguagem química.	Diagrama(s) / esquema(s)																	
		Agrupamento de representações do mesmo tipo																	
		Colagem aleatória																	
		Agrupamentos diversos e variados																	
		Agrupamento de pares de representações																	
Relacionar	Interpretar e/ou representar a matéria e seus constituintes nos diferentes níveis do conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e simbólico).	Diagrama / esquema	*																
		Agrupamentos dos quatro diferentes tipos de representações (1 de cada tipo)																	
		Mapa conceitual					*												
		Agrupamento de pares de representações - modelos e fórmulas e/ ou nomes e figuras											*						
Conhecer	Compreender e relacionar os níveis macroscópico, submicroscópico (modelos) e representacional (simbólico) da matéria para interpretar e utilizar a linguagem química.	Diagrama / esquema																	
		Agrupamentos dos quatro diferentes tipos de representações (1 de cada tipo)																	

 Atividade inicial
 Atividade final

Legenda – Quadro 39

Fonte: Autora

Esta classificação comprovou que a maioria dos alunos conhecia os conceitos a serem abordados na SD em nível de primeiridade, visto que suas concepções contemplavam apenas o primeiro nível, *Perceber*, do domínio epistêmico dos conceitos científicos, de acordo com as associações que realizaram na produção da Atividade Inicial.

Pode-se observar que os alunos fizeram as associações das representações de maneiras variadas, e alguns alunos estabeleceram diferentes formas de associação, como por exemplo o aluno 6.A que utilizou os tipos de associação *Diagrama(s)/esquema(s)* e *Agrupamento de representações do mesmo tipo*.

Já em relação à Atividade Final, esta classificação possibilitou a verificação do desenvolvimento e aprendizagem dos conceitos de cada aluno. Os resultados demonstraram que houve significação dos conceitos ensinados por todos os alunos, já que avançaram suas concepções para o nível *Relacionar* ou *Conhecer*, e, portanto, para as categorias do pensamento secundidade ou terceiridade.

O símbolo asterisco (*) em três marcações de atividades no Quadro 39, indica que na produção destes alunos algumas figuras não foram agrupadas ou relacionadas, apenas colocadas ao final e indicadas como uma sobra.

Entre estas produções estavam as atividades iniciais dos alunos 2.A e 10.A, que demonstraram domínio dos conceitos em nível *Relacionar*, e esta pode ser a razão por não terem associado todas as figuras pois as figuras restantes podem não ter sido compreendidas com significado que fosse possível uma interpretação e associação. As figuras que o aluno 10.A não associou foram de modelos de uma partícula das substâncias.

Já o aluno 4.B não conseguiu associar algumas figuras que representavam o nome e aplicação de substâncias na Atividade Final, indicando que conseguiu interpretar e relacionar os modelos e fórmulas, e assim os níveis submicroscópico e simbólico, mas não os relacionar ao nível macroscópico.

No mesmo sentido, a produção do aluno 21.B na Atividade Final indicou que este conseguiu se apropriar da interpretação e relação dos modelos e fórmulas, mas não conseguiu realizar a associação com os nomes e representação em nível macroscópico das substâncias.

Esta demanda também pode ser verificada observando-se o Quadro 37, em que no panorama geral das habilidades desenvolvidas o nível ressignificar está

presente em menos momentos pedagógicos da SD, comparando-se com os outros níveis de habilidades e considerando-se as etapas de 1 a 4, já que a etapa 5 teve caráter avaliativo e, portanto, sem divisões em momentos pedagógicos.

Estas constatações sugerem uma possível necessidade de complementação nas atividades para o desenvolvimento de habilidades no nível *Ressignificar* do domínio das habilidades cognitivas, que objetivavam o estabelecimento de relações dos três níveis do conhecimento químico.

Contudo, pôde-se comprovar a adequação e eficácia do método proposto, elaborado e aplicado visto que os objetivos de aprendizagem definidos foram atingidos por um número considerável de sujeitos amostrados.

Para melhor visualização e detalhamento destes resultados foi elaborado o Quadro 40, que apresenta estes dados em outro formato e acompanhados da quantificação de alunos classificados em cada nível, visando facilitar a comparação do nível epistêmico das produções de cada aluno antes e após à SD.

Assim, neste quadro foi inserido o total de alunos cujas produções indicaram concepções em certo nível epistêmico dos conceitos científicos e seu respectivo valor percentual, e, este por sua vez, foi calculado pela razão da quantidade de aluno no nível e o total de alunos da amostra, ou seja, $\left(\frac{\text{quantidade de alunos no nível}}{\text{nº de total de alunos}} \right) \cdot 100$.

Quadro 40: Classificação comparativa das produções conforme os níveis do domínio epistêmico dos conceitos científicos

	Alunos															Quantidade de alunos / % da amostra		
	2.A	5.A	6.A	9.A	10.A	22.A	35.A	1.B	2.B	3.B	4.B	8.B	12.B	16.B	21.B			
Atividade Inicial																12 / 80%	3 / 20%	0
Atividade Final																0	7 / 47%	8 / 53%

Legenda – Quadro 40

	Perceber (Primeiridade)	Reconhecer a existência de diferentes dimensões e representações envolvidas nos conhecimentos e linguagem química.
	Relacionar (Secundidade)	Interpretar e/ou representar a matéria e seus constituintes nos diferentes níveis do conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e simbólico).
	Conhecer (Terceiridade)	Compreender e relacionar os níveis macroscópico, submicroscópico (modelos) e representacional (simbólico) da matéria para interpretar e utilizar a linguagem química.

Conforme a classificação comparativa, inicialmente 12 alunos, dos 15 alunos da amostra, que correspondiam a 80%, demonstraram concepções e conhecimentos em nível de primeiridade, *Perceber*, e 3 alunos, equivalentes a 20% da amostra, demonstraram concepções e conhecimentos em nível de secundidade, *Relacionar*.

Ao final da SD 5 alunos (33%) avançaram dois níveis (marcados com um contorno no quadro), inicialmente com concepções no nível *Perceber* desenvolveram os objetivos de aprendizagem pretendidos, expressando concepções no nível *Conhecer*.

Os outros 10 alunos da amostra também demonstraram desenvolvimento cognitivo. Destes, 7 alunos (47%), que demonstravam concepções em nível *Perceber*, desenvolveram-se e atingiram o nível *Relacionar*. Os outros 3 alunos (20%), que demonstravam concepções em nível *Relacionar*, desenvolveram-se e atingiram o nível *Conhecer*.

Do total de alunos com produções analisadas, 8 alunos (53%) demonstraram apropriação dos conceitos científicos ensinados e requeridos, atingindo o nível *Conhecer* na Atividade Final.

Deste modo, todos os alunos demonstraram desenvolvimento de habilidades, atingindo objetivos de aprendizagem definidos e progredindo em pelo menos um nível.

Em suma, os resultados comprovaram que o método de ensino proposto e aplicado cumpriu o objetivo de facilitar a compreensão dos aspectos e representações do conhecimento químico e, por conseguinte, a apropriação da linguagem química.

Este método de ensino empregou abordagens e recursos didáticos diversificados assim como atividades e materiais de aprendizagem alternativos e inovadores que propiciaram a utilização e/ou desenvolvimento de diversas linguagens, de habilidades cognitivas e significação de conceitos químicos em diferentes níveis.

A fim de sintetizar a abrangência e contribuições do método de ensino investigado, foi elaborado o Quadro 41, apresentado a seguir.

Quadro 41: Domínios epistêmicos desenvolvidos na Sequência Didática

	Domínio das linguagens		
	Linguagens Sinestésicas	Linguagens Não-verbais	Linguagens simbólicas
Etapas da SD	Todas	Todas	Todas
	Domínio das habilidades cognitivas		
	Perceber	Significar	Ressignificar
Etapas da SD	1, 2 e 3	2, 3 e 4	4 e 5
Desempenho médio (% acertos)	77%	78%	63%
	Domínio dos conceitos científicos		
	Perceber	Relacionar	Conhecer
Concepções iniciais (% de alunos)	80	20	0
Concepções finais (% de alunos)	0	47	53

Fonte: Autora

Esta sintetização dos resultados da investigação ressalta que as ações didáticas desenvolvidas bem como os recursos selecionados e materiais de aprendizagem produzidos propiciaram o uso das linguagens sinestésicas, não-verbais e simbólicas em todas as etapas da SD.

Também enfatiza que as habilidades cognitivas estabelecidas foram desenvolvidas de forma gradual durante a SD, já que as habilidades do nível *Perceber* foram abordadas nas três primeiras etapas, as habilidades em nível *Significar* nas etapas 2, 3 e 4; e as habilidades em nível *Ressignificar* nas etapas 4 e 5 da SD. Além disso, salienta que o bom desempenho médio da amostra nas atividades desenvolvidas ao longo da SD em cada nível das habilidades.

Ademais, este quadro-síntese destaca a ocorrência de um processo de significação demonstrado pela alteração dos níveis das concepções iniciais e finais da amostra, passando dos níveis *Perceber* e *Relacionar* para os níveis *Relacionar* e *Conhecer*.

E, por tudo isto, percebe-se a relevância do método de ensino proposto para o ensino de Química e mais especificamente para abordagem dos diferentes níveis dos conhecimentos químicos bem como suas representações.

Consequentemente, comprova-se a adequação da metodologia *Perceber/Relacionar/Conhecer*, proposta por Caldeira (2005), que embasou o método

proposto, para o ensino de Ciências em diferentes especificidades, no caso a Química, bem como diferentes sujeitos e contextos, no caso alunos de Ensino Médio de uma escola pública com baixos índices externos de desempenho.

E, portanto, considerando-se que esta metodologia foi fundamentada na Semiótica Peirceana (1995), pode-se verificar que ações didáticas fundamentadas na teoria sêmica de Peirce contribuíram para a construção de conhecimentos químicos pelos alunos, e assim da importância de se presumir os processos de significação envolvidos e alternativas didáticas para o desenvolvimento dos mesmos.

11 CONCLUSÕES

A presente pesquisa buscou investigar as contribuições de atividades didáticas elaboradas e desenvolvidas, que incluem ações, recursos e materiais de aprendizagem, como alternativas para apropriação da linguagem química, por meio da compreensão dos diferentes níveis do conhecimento químico (macroscópico, submicroscópico e simbólico).

Os resultados obtidos demonstraram desenvolvimento das habilidades cognitivas definidas e apropriação dos conceitos científicos ensinados por todos os alunos da amostra, selecionada segundo o critério assiduidade visto que foi uma problemática vivenciada durante a aplicação da SD.

Também demonstrou ser adequada e funcional a estruturação da SD em etapas, e estas etapas, por sua vez, divididas em três momentos pedagógicos (Introdução, Desenvolvimento e Síntese) estabelecidos como correspondentes aos três níveis do processo de ensino e aprendizagem (Perceber, Relacionar e Conhecer) da metodologia de fundamentação elaborada por Caldeira (2005).

Neste sentido, o processo EAR, utilizado para produção e avaliação desta SD, mostrou-se um facilitador para a elaboração e validação da SD, possibilitando alterações em procedimentos e ordem de aplicação das atividades, de acordo com os pareceres de pesquisadores/professores e as demandas da realidade escolar.

Além disso, o embasamento da SD em domínios epistêmicos promoveu uma construção de conhecimentos de maneira orientada e objetiva bem como a exploração e desenvolvimento dos três diferentes conjuntos de conhecimentos e habilidades.

Os materiais de aprendizagem produzidos, os recursos didáticos selecionados e as estratégias didáticas utilizadas demonstraram-se alternativas viáveis e apropriadas tanto para os objetivos de aprendizagem pretendidos quanto para o nível e contexto escolar envolvido.

E, por conseguinte, a análise da SD conforme os domínios epistêmicos definidos comprovou a presença dos três tipos de domínios nas etapas e momentos pedagógicos.

A análise indicou que os três tipos de linguagens foram utilizados e desenvolvidos em todas as etapas. Também verificou que as habilidades cognitivas

foram abordadas de forma gradativa, porém durante toda a SD. E constatou que os domínios científicos objetivados foram satisfatoriamente atingidos.

A pesquisa comprovou a relevância das representações e das interpretações conferidas a estas para a aprendizagem em Química e igualmente a importância da abordagem dos três níveis dos conhecimentos químicos e suas respectivas formas de representação para a significação da linguagem química.

Assim, ressalta-se a importância de se considerar os processos de significação realizados pelos alunos e a pertinência da metodologia com fundamentação Semiótica.

Conclui-se a eficácia do método didático elaborado e desenvolvido nesta pesquisa para apropriação da linguagem química na Educação Básica a partir das relações dos diferentes aspectos e representações presentes na Química.

Ainda, sugere-se a aplicação do método pesquisado em outros contextos escolares e em anos do Ensino Fundamental; a utilização da metodologia Perceber/Relacionar/Conhecer para o ensino em diversas áreas do conhecimento; o prosseguimento da pesquisa para um maior detalhamento na análise dos dados coletados, segundo os objetivos de cada etapa da sequência didática investigada; e a elaboração de outras sequências didáticas em continuidade a esta, para aprofundamento dos conceitos e/ou abordagem dos outros objetos de estudo da Química (propriedades e transformações da matéria).

12 PRODUTO TÉCNICO

Uma das exigências do Programa de Pós-Graduação em Docência para a Educação Básica, além desta dissertação, é um produto técnico. Para auxiliar a pesquisa e elaboração destes produtos por seus mestrandos, este programa criou o Laboratório de Desenvolvimento de Pesquisas e Produtos Educacionais (LADEPPE).

O LADEPPE é responsável por pesquisar as possibilidades, os processos e as tecnologias educacionais para a Transposição Didática bem como desenvolver Mídias Didáticas. Os produtos desenvolvidos ficam disponibilizados no site do próprio programa de pós-graduação e no Repositório EduCAPES, o portal de objetos educacionais abertos para uso de alunos e professores da fundação do Ministério da Educação CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

Atualmente, é coordenado pelas professoras Ana Maria de Andrade Caldeira e Thaís Cristina Rodrigues Tezani, com associação de graduandos dos cursos de Design, Bacharelado em Ciência da Computação e outros correlatos.

O produto educacional resultante da pesquisa aqui apresentada é um recurso audiovisual do tipo jogo digital. Trata-se de um objeto de aprendizagem (OA), e, portanto, tem como público-alvo alunos, mais especificamente alunos cursando os anos finais do Ensino Fundamental ou o Ensino Médio.

Optou-se por este produto pela possibilidade de sua utilização como um material de aprendizagem alternativo e facilitador para o ensino da linguagem representacional química, cuja abordagem deve ocorrer a partir do último ano do Ensino Fundamental, ao menos, de acordo com o currículo da rede estadual de ensino.

Este material de aprendizagem visa propiciar a significação de diferentes tipos de representações, dentre estas as relacionadas aos níveis dos conhecimentos químicos e por esta razão foi intitulado “Signos Químicos”.

Para tanto, este objeto é composto por três jogos, “Isto é...”, “Níveis” e “zoOM”, que visam desenvolver as habilidades cognitivas apresentadas no Quadro 42.

Quadro 42: Habilidades cognitivas propiciadas pelo produto técnico “Signos Químicos”

	Observar	Relacionar	Conhecer
Jogo 1 “Isto é ...”	Identificar imagens como representações.	Diferenciar os conceitos representação, modelo e símbolo	Classificar imagens em representação, modelo e símbolo.
Jogo 2 “Níveis”	Reconhecer a existência de diferentes representações dos materiais e seus constituintes.	Relacionar os níveis macroscópico (observável), submicroscópico (modelos) e representacional (simbólico) da matéria.	Compreender a matéria e seus constituintes em seus diferentes níveis (macroscópico, submicroscópico e representacional).
Jogo 3 “zoOM”	Reconhecer a existência de dimensões entre os seres e seus constituintes.	Relacionar as dimensões dos seres e seus constituintes com escalas de medidas	Classificar em ordem de grandeza as representações de seres e seus constituintes.

Fonte: Autora

Ressalta-se que este OA é fruto das demandas decorrentes bem como dos resultados satisfatórios das atividades didáticas desenvolvidas na SD, analisada nesta pesquisa, e, portanto, fundamentadas no referencial teórico da mesma.

O primeiro jogo trata-se de uma introdução aos conceitos representação, modelo e símbolo. Este jogo foi elaborado devido a uma necessidade teórica comprovada pelo levantamento realizado no momento pedagógico *Introdução* da etapa 1 da SD.

Já o segundo jogo trata-se de uma virtualização do material de aprendizagem “Cartões” (Apêndice A), utilizado em sala de aula e com bons resultados, tanto para levantamento de concepções prévias como para avaliação da aprendizagem.

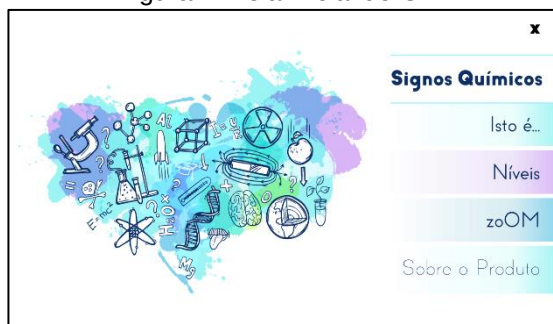
E o terceiro jogo relaciona escalas e materiais em diferentes níveis, do macroscópico ao submicroscópico. A compreensão das dimensões da matéria foi uma dificuldade dos alunos percebida com durante a aplicação da SD.

Assim sendo, os jogos propostos neste OA buscaram a sensibilização à temática e/ou a mobilização dos conceitos já ensinados por meio de um recurso digital interativo. O conteúdo e ações de cada jogo são detalhados a seguir.

12.1 Objeto de aprendizagem “Signos Químicos”

A tela inicial do OA (Figura 7) apresenta ao jogador o nome deste produto educacional, o tradicional botão para sair e um menu com quatro opções para seleção por meio de botões.

Figura 7: Tela inicial do OA



Fonte: Autora

Três destas opções correspondem aos nomes dos três jogos: *Isto é...*, *Níveis* e *zoOM*. Já a quarta opção, *Sobre o Produto*, apresenta os responsáveis pela elaboração e desenvolvimento do OA, ao ser selecionada, conforme Figura 8.

Figura 8: Tela da opção *Sobre o Produto*



Fonte: Autora

Ao selecionar a primeira opção, correspondente ao jogo *Isto é...*, surge uma outra tela (Figura 9), informando ao jogador sobre o nível inicial do jogo (fácil), o tempo que este terá para jogar (30 segundos), o botão para iniciar o jogo (*Começar*) e o botão para retornar ao menu inicial (*Voltar ao Menu*).

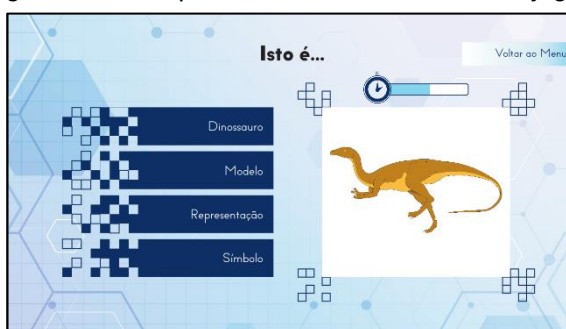
Figura 9: Tela inicial do jogo 1 “Isto é...” do OA



Fonte: Autora

Selecionando a opção *Começar*, é apresentada uma tela contendo o título do jogo, uma imagem a ser classificada, quatro opções de resposta na forma de botões e um temporizador, além do botão para retornar ao menu inicial, como demonstra a Figura 10.

Figura 10: Exemplo de tela de uma rodada do jogo 1



Fonte: Autora

Esta tela corresponde a primeira de três etapas, denominadas rodadas, deste nível do jogo. Em cada rodada o jogador tem o tempo determinado para interpretar uma imagem e completar o enunciado, que é o próprio título do jogo, selecionando uma das quatro opções apresentadas. Dentre estas opções, três são constantes, *representação*, *modelo* e *símbolo*, visto que se referem aos conceitos explorados neste jogo.

A imagem apresentada em cada rodada pode ser de um objeto do cotidiano ou ser vivo (*representação*); a representação de uma ideia, tais como animais extintos e pré-históricos, personagens mitológicos e lendários (*modelo*); ou a representação de uma imagem dotada de significado para uma certa comunidade, como placas de trânsito, trecho de uma partitura e palavras (*símbolo*).

Assim que uma opção de resposta é selecionada surge uma tela de correção, como as apresentadas na Figura 11, indicando se a resposta dada estava correta ou qual deveria ser a resposta correta.

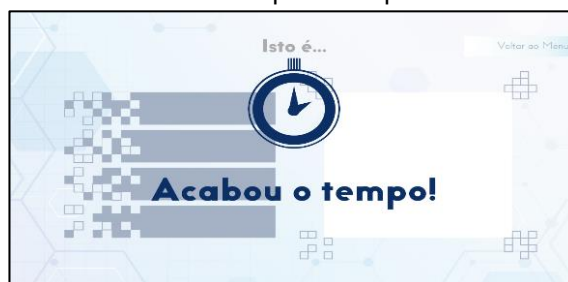
Figura 11: Telas de correção às respostas dadas nas rodadas do jogo 1



Fonte: Autora

Caso o jogador não selecione uma resposta no tempo estabelecido aparece uma tela indicando o término do tempo na rodada, conforme Figura 12.

Figura 12: Tela indicando o término do tempo de resposta em uma rodada do jogo 1



Fonte: Autora

Após a correção da resposta escolhida ou indicação do término do tempo da rodada, automaticamente surge outra tela, semelhante à Figura 10, com uma nova imagem a ser classificada, num total de três rodadas no *Nível Fácil*.

A cada rodada são somados os pontos relativos ao tempo restante após a seleção da resposta, ou seja, os pontos de cada rodada equivalem ao tempo restante até o momento da escolha do jogador. Caso o jogador não escolha uma opção dentro do prazo estabelecido não obterá pontos.

Findando as três rodadas deste nível, surge automaticamente uma tela indicando o próximo nível, *Nível Médio* (Figura 13). Neste segundo nível o tempo de resposta é de até 15 segundos e são apresentadas quatro imagens para classificação, ou seja, é composto de quatro rodadas.

Figura 13: Tela inicial do segundo nível do jogo 1



Fonte: Autora

Concluídas as rodadas deste nível, surge automaticamente a tela indicando o terceiro e último nível deste jogo, *Nível Difícil* (Figura 14), contendo o tempo de resposta em cada rodada, equivalente a 7 segundos. Este nível é composto por sete rodadas.

Figura 14: Tela inicial do terceiro nível do jogo 1



Fonte: Autora

Assim sendo, este jogo é composto de três níveis de dificuldade que diferem em relação ao tempo para escolha da resposta e a quantidade de imagens a serem classificadas.

A pontuação é a somatória dos segundos restantes em cada rodada, apresentada ao ser finalizada a última rodada do terceiro nível, em uma tela (Figura 15) com a indicação do fim do jogo, os pontos atingidos e as opções *Voltar ao Menu*, que retorna à tela inicial do OA (Figura 7), ou *Jogar Novamente*, que retorna à tela inicial do jogo 1 (Figura 9).

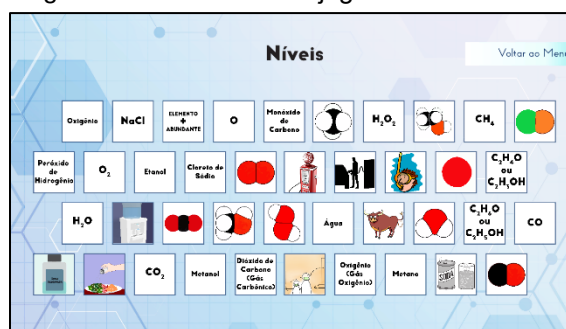
Figura 15: Tela final do jogo 1



Fonte: Autora

A segunda opção da tela inicial do OA (Figura 7) corresponde ao jogo *Níveis*, um jogo de associação. Ao ser selecionada surge a tela apresentada na Figura 16, composta por quadros com imagens da representação da aplicação macroscópica, do modelo submicroscópico, do nome e da fórmula química (ou símbolo químico) de algumas substâncias e um elemento químico, além do botão para retornar ao menu inicial (*Voltar ao Menu*).

Figura 16: Tela inicial do jogo “Níveis” do OA

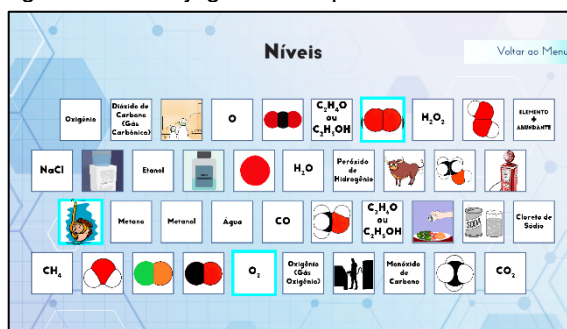


Fonte: Autora

Estes quadros devem ser relacionados, considerando-se que para cada substância, e o elemento, há quatro representações: o nome, a fórmula química (ou símbolo), um objeto/material/situação em que esta substância está presente, e uma partícula da substância.

Conforme o jogador escolhe os quadros associados estes adquirem um contorno colorido, indicando que foram selecionados (Figura 17).

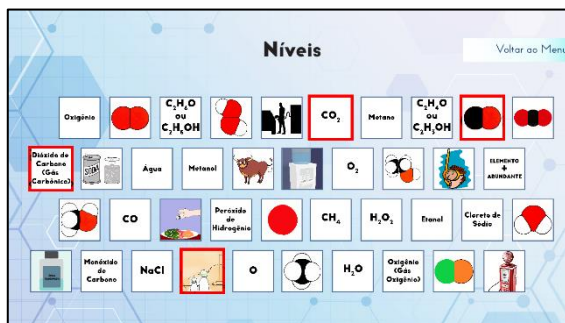
Figura 17: Tela jogo 2 com quadros selecionados



Fonte: Autora

Quando o quarto quadro é selecionado, independente dos tipos de representações indicadas, a associação realizada é automaticamente corrigida. Se a associação realizada estiver incorreta, isto é, se não foram selecionadas as quatro diferentes representações correspondentes a mesma substância ou elemento, os quadros selecionados terão um contorno vermelho por alguns instantes (Figura 18) e, em seguida, permanecerão na tela, sem contorno colorido, para uma nova associação.

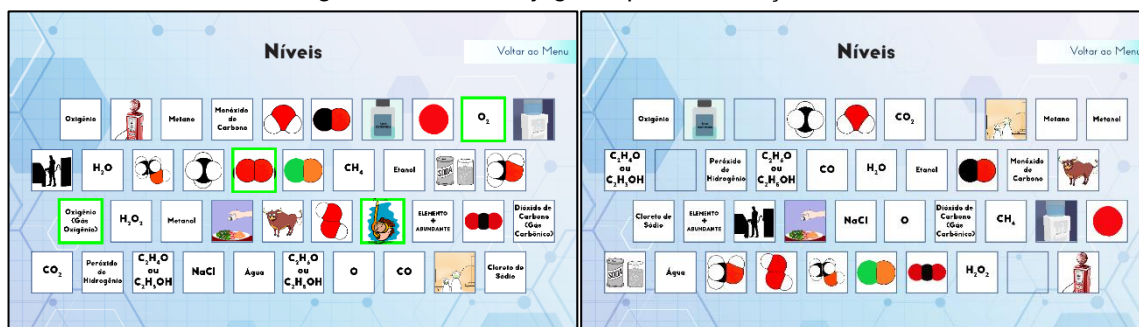
Figura 18: Tela do jogo 2 com associação incorreta



Fonte: Autora

Já se o jogador acerta a associação, os quadros adquirem um contorno verde por alguns instantes e logo em seguida ficam vazios, indicando que as imagens referentes à substância ou elemento já foram associadas e, portanto, não participam mais do jogo, como demonstrado nas telas da Figura 19.

Figura 19: Telas do jogo 2 após associação correta



Fonte: Autora

O jogo termina quando todas as associações forem realizadas e a pontuação dependerá tanto do tempo despendido quanto da quantidade de erros cometidos.

Deste modo, quando concluídas todas as associações, surge uma tela (Figura 20) com a indicação do fim do jogo, os pontos obtidos e as opções *Voltar ao Menu*, que retorna à tela inicial do OA (Figura 7), ou *Jogar Novamente*, que retorna à tela inicial do jogo 2 (Figura 16).

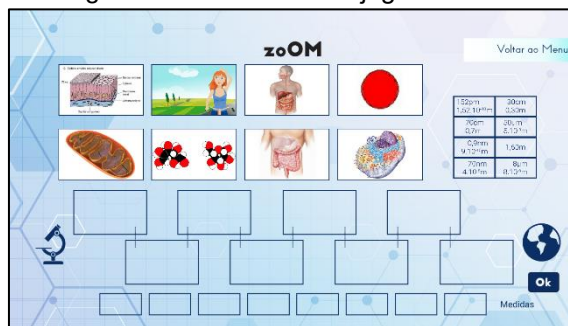
Figura 20: Tela final do jogo 2



Fonte: Autora

E a terceira opção da tela inicial do OA (Figura 7) corresponde ao jogo *zoOM*. Selecionada esta opção surge uma tela contendo o título do jogo, as opções *Voltar ao Menu* e *OK*, bem como imagens que representam a matéria em uma progressão escalar, do nível atômico até o macroscópico, bem como as respectivas dimensões na escala métrica (Figura 21).

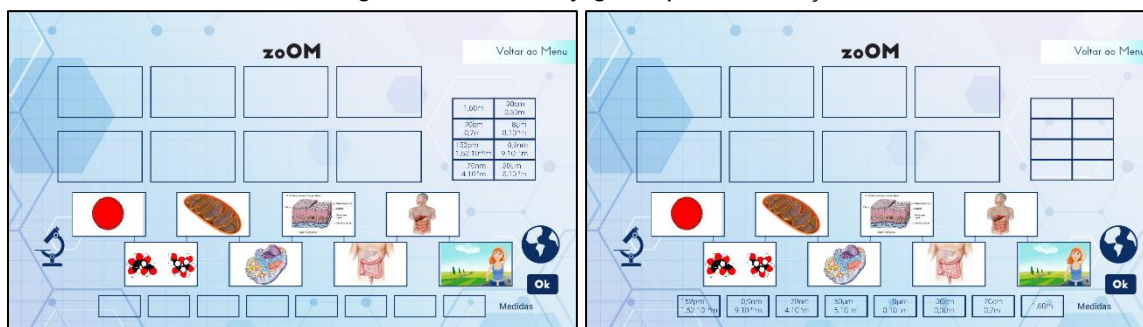
Figura 21: Tela inicial do jogo 3 “zoOM”



Fonte: Autora

O jogador deve organizar estas representações em ordem crescente, arrastando as imagens até uma posição na reta, e associar uma medida a estas, arrastando o valor correspondente a dimensão de cada representação, como demonstrado nas telas na Figura 22.

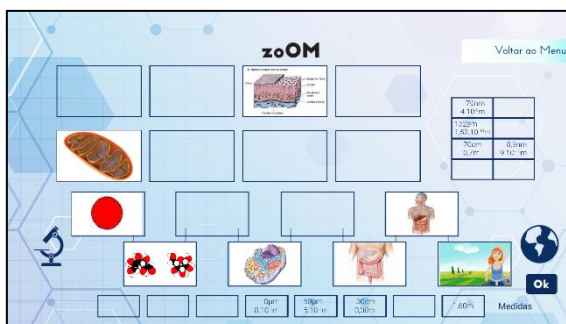
Figura 22: Telas do jogo 3 após associação



Fonte: Autora

Concluída a organização, o jogador deve selecionar a opção *OK* para correção da mesma. Se houver associações indevidas o jogo retira imediatamente da reta as imagens incorretas, cabendo ao jogador realizar nova organização destas, como exemplo na Figura 23.

Figura 23: Tela do jogo 3 após organização incorreta



Fonte: Autora

Se a organização das imagens e medidas estiver totalmente correta o jogo termina, surgindo uma tela (Figura 24) com a indicação do fim do jogo, a pontuação e as opções *Voltar ao Menu*, que retorna à tela inicial do OA (Figura 7), ou *Jogar Novamente*, que retorna à tela inicial do jogo 3 (Figura 21). A pontuação obtida depende do tempo empregado e da quantidade de acertos e erros para obtenção da organização correta.

Figura 24: Tela final do jogo 3



Fonte: Autora

REFERÊNCIAS

ALVES, M. **Características, elementos e importância do planejamento didático-pedagógico**: uma revisão de termos e conceitos utilizados na área de Ensino de Ciências. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Instituto de Química. Araraquara: [s.n.], 2018

ANDRADE, J. J.; MALDANER; O. A. Linguagem química e produção de conhecimento escolar: limiar entre os conceitos científicos e cotidianos. Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências (ENPEC), VIII, Campinas, 2011. **Anais...**, Campinas: ABRAPEC, 2011, p.1-10.

BATISTON, W. P; SILVA, C. F. N.; KIOURANIS, N. M. M. Compreensão da linguagem química simbólica por alunos de ensino médio. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), XVI, Salvador, 2012. **Anais ...**, Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2012.

ATKINS, P. W. **Moléculas**. Tradução de SANTOS, P. S.; GALEMBECK, F. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 2006.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Tradução de Alencastro, R. B. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 1026 p.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: 70, 2009. 281p.

BASTOS, F. Construtivismo e ensino de ciências. In: NARDI, R. **Questões atuais no ensino de ciências**. São Paulo: Escrituras Editora, 1998. p. 9-25.

BORGES, T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei número 9394, 20 de dezembro de 1996. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>. Acesso em: 01 ago. 2018

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. INEP. EDUCAÇÃO BÁSICA. IDEB. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/ideb>>. Acesso em: 01 set. 2018

CALDEIRA, A. M. A. **Semiótica e a relação pensamento e linguagem no ensino de ciências naturais**. 179 f. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Bauru: [s.n.], 2005.

CALDEIRA, A. M. A.; MANECHINE, S. R. S. Apresentação e representação de fenômenos biológicos a partir de um canteiro de plantas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.12, n.2, p. 227-261, 2007.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, 2003.

CRESWELL, J. W. **Projeto de Pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Trad. Lopes, M. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CUNHA, T. A. S. O Ensino de Química no Ensino Fundamental II: características a partir de uma análise curricular do Ensino de Ciências. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade de São Paulo, Jaú, 2016.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico em sala de aula. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.9, p.31-40, 1999.

FERREIRA, C. R.; ARROIO, A. Visualizações no ensino de Química: concepções de professores em formação inicial. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 35, n.3, p.199-208, 2013.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v.28, p.32-36, 2008.

GIORDAN, M. Princípios de elaboração de SD no ensino de Ciências. In: **Planejamento do ensino de Ciências**. 1 ed. São Paulo: USP/Univesp/Edusp, 2014.

GOIS, J.; GIORDAN, M. Semiótica na Química. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, n.7, 2007.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. Elementos para Validação de Sequências Didáticas. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), IX, 2013, Águas de Lindóia. **Anais...**, Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013. p.1-8

HODSON, D. Hacia um enfoque más critico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 12, n.3, p. 299-313, 1994.

JOHNSTONE, A.H. The Development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, n. 70, p.701-704, 1993.

JOHNSTONE, A. H. Macro and micro-chemistry. **The School Science Review**, p.64-377, 1982.

JUSTI, R. Modelos e Modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais pouco discutidos. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010, p.209-230.

MACHADO, A.H. Pensando e falando sobre fenômenos químicos. **Química Nova na Escola**. n.12, p.38-42, 2000.

MACHADO, A.H.; MOURA, A. L. A. Concepções sobre o papel da linguagem no processo de elaboração conceitual em Química. **Química Nova na Escola**, v.1, n.2, p. 27-30, 1995.

MARTINS, I. Explicações, representações visuais e retórica na sala de aula de ciências. In: MORTIMER, E. F.; SMOLKA, A. L. B. **Linguagem, cultura e cognição: reflexões para o ensino e a sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001, p.139-150.

MILAGRES, V. S. O; JUSTI, R. S. Modelos de ensino de equilíbrio químico: algumas considerações sobre o que tem sido apresentado em livros didáticos no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.13, p.41-46, 2001.

MORAES, R.; RAMOS, M. G.; GALIAZZI, M. C. Aprender Química: Promovendo excursões em discursos da Química. In: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. **Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2012. p. 191-209

MORTIMER, E. F. As chamas e os cristais revisitados: estabelecendo diálogos entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana no ensino de Ciências da natureza. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010, p.182-207

MORTIMER, E. F; MACHADO, A. Química para o Ensino Médio: Fundamentos, pressupostos e o fazer cotidiano. In: MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. (org.). **Fundamentos e propostas de ensino de química para a educação básica no Brasil**. Ijuí: Unijuí, 2012. p. 23-41

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A Proposta Curricular de Química do Estado de Minas Gerais: Fundamentos e Pressupostos. **Química Nova**, v.23, n.2, p. 273-283, 2000.

NETO, A. S. de A.; RAUPP, D. T.; MOREIRA, M. A. A evolução histórica da linguagem representacional química: uma interpretação baseada na teoria dos campos conceituais. Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências (ENPEC), VII, Florianópolis, 2009. **Anais...**, Florianópolis: ABRAPEC, 2009, p.1-12

NOTH, W. **Panorama da Semiótica**: de Platão a Peirce. São Paulo: Annablume, 1995. 150p.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, v.12, n. 1, p. 139-153, 2010.

PEIRCE, C. S. **Semiótica**. Trad.: COELHO NETO, J. T. 2.ed. São Paulo: Perspectiva, 1995.

ROQUE, N. D; SILVA, J. L. A Linguagem Química e o Ensino da Química Orgânica. **Química Nova**, v. 31, n. 4, p. 921-923, 2008.

SANTAELLA, L. **O que é semiótica**. 26.reimp da 1.ed. (1983). São Paulo: Brasiliense, 2007. 84 p.

SANTAELLA, L. **A Teoria geral dos signos**: semiose e autogeração. São Paulo: Ed. Ática, 1995. 199 p.

SANTOS, H. F. O conceito de modelagem molecular. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**. N.4, p.4-5, 2001.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Ensino de Química e a formação do cidadão. In: _____. **Educação em Química**: compromisso com a cidadania. 2.ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2000. p. 45-56

SÃO PAULO (Estado). CONSELHO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO. Parecer CEE n.º 67/98 de 18/03/1998. Disponível em: <http://siau.edunet.sp.gov.br/ItemLise/arquivos/notas/parcee67_98.htm>. Acesso em: 01 set. 2018

SÃO PAULO (Estado). SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO. Programa de Qualidade da escola: Nota técnica 2017. 2018a. Disponível em: < http://idesp.edunet.sp.gov.br/Arquivos/Nota%20tecnica_2017.pdf >. Acesso em: 01 set. 2018

SÃO PAULO (Estado). SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO. PROGRAMA DE QUALIDADE DA ESCOLA. IDESP. 2018b. Disponível em: <<http://idesp.edunet.sp.gov.br/>>. Acesso em: 01 set. 2018

SOUZA, K. A. F. D.; PORTO, P. A. Estratégias visuais na construção de uma realidade química: análise Semiótica das ilustrações em livros didáticos ao longo do século XX. Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências (ENPEC), VIII, Campinas, 2011. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2011.

WARTHA, E. J.; REZENDE, D. B. Os níveis de representação no ensino de Química e as categorias da Semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16, p. 275-290, 2011.

ZUMDAHL, S. S.; DECOSTE, D. J. **Introdução à Química**. Trad.: Noveritis do Brasil. 8.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE A – MATERIAL DE APRENDIZAGEM “CARTÕES”

Materiais necessários

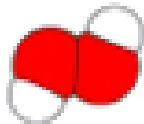
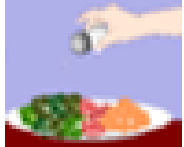
- folhas de papel sulfite (quantidade equivalente ao número de alunos);
- impressão colorida;
- tesoura;
- sacos de papel ou outra embalagem opaca (quantidade equivalente ao número de alunos).

Etapas de confecção

- Imprimir o quadro, na folha a seguir, em uma folha sulfite. A quantidade de impressões equivale a quantidade de alunos, sendo um quadro por folha e uma folha por aluno.
- Recortar cada cartão, que corresponde a cada retângulo no quadro.
- Embaralhar os cartões e acondicioná-los em saco de papel, ou outra embalagem.
- Lacrar o saco de papel.



Fotos das etapas de confecção do material de aprendizagem “Cartões”

oxigênio		O	Elemento mais abundante da superfície terrestre
oxigênio (gás oxigênio)		O ₂	
água		H ₂ O	
peróxido de hidrogênio		H ₂ O ₂	
dióxido de carbono (gás carbônico)		CO ₂	
monóxido de carbono		CO	
cloreto de sódio		NaCl	
metano		CH ₄	
metanol		CH ₄ O ou CH ₃ OH	
etanol		C ₂ H ₆ O ou C ₂ H ₅ OH	

APÊNDICE B – FICHA DE ATIVIDADE INICIAL**FICHA DE ATIVIDADE INICIAL**

Estabeleça um critério e associe os seguintes cartões. Em seguida, cole os agrupamentos produzidos abaixo.

APÊNDICE C – MATERIAL DE APRENDIZAGEM “CAIXAS COLORIDAS”

Materiais necessários

- ✓ 4 caixas de papelão tamanho pequeno ou médio;
- ✓ 4 folhas de papel laminado com cores diferentes (azul, vermelho, verde e dourada);
- ✓ fita adesiva;
- ✓ 1 folha de material EVA;
- ✓ recortes de figuras (fotos ou desenhos)³:
 - de objetos ou animais do cotidiano (APÊNDICE D);
 - de animais extintos e pré-históricos, personagens mitológicos e lendários (APÊNDICE E);
 - de símbolos presentes em situações cotidianas, tais como placas de trânsito, trecho de uma partitura e palavras (APÊNDICE F);
- ✓ exemplares de objetos de uso comum, tais como: chave, caneta, lápis, borracha, pente, escova, etc.² (APÊNDICE G);
- ✓ etiquetas com as letras A, B, C e D para identificação das caixas para codificação dos recortes.

Etapas de confecção das “caixas coloridas”

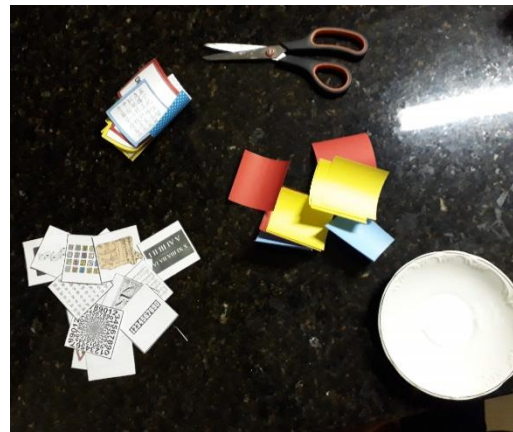
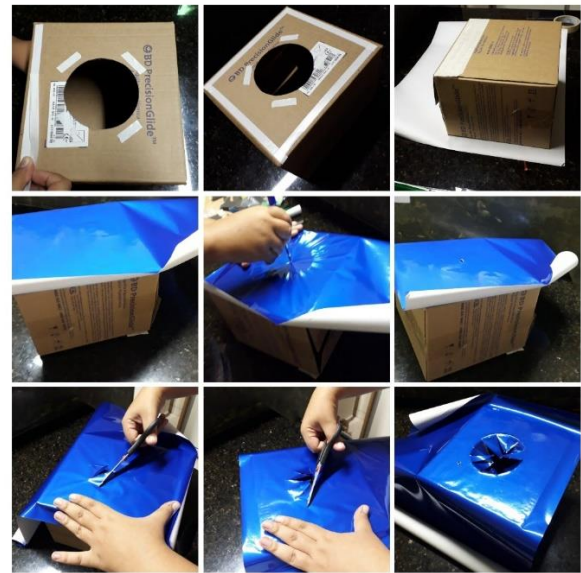
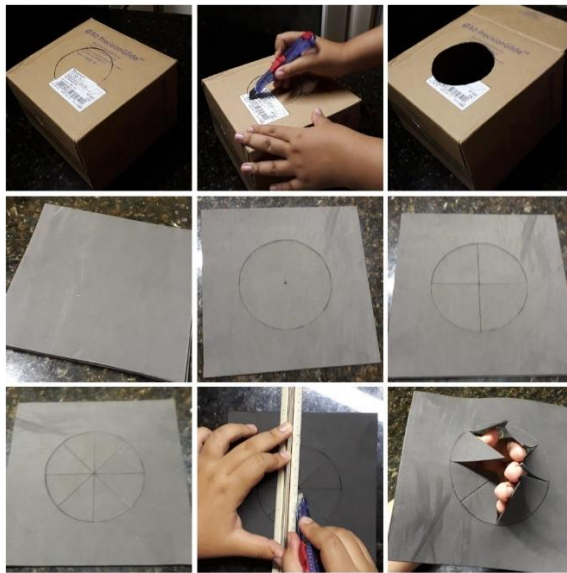
Em um dos lados das caixas de papelão deve ser recortado um círculo central e afixado no local um círculo em EVA, previamente cortado em tiras do centro até próximo a borda. Em seguida, cada caixa de papelão deve ser encapada com uma folha de papel laminado colorido. E por fim, colar em cada caixa uma letra, sendo A, B, C e D respectivamente nas caixas azul, vermelha, verde e dourada.

Os recortes (APÊNDICES C.1, C.2 e C.3) e objetos (APÊNDICE C.4) devem ser colocados nas quatro caixas coloridas, sendo que cada tipo deve estar contido em uma caixa específica, ou seja, na caixa azul (A) devem ser colocados os recortes de imagens de objetos cotidianos, na caixa vermelha (B) os recortes de figuras de animais extintos pré-históricos, na caixa verde (C) colocados os recortes de imagens de símbolos, e na caixa dourada (D) os exemplares de objetos.

Todos estes itens devem ser identificados e para isto devem ter um código, escrito no verso dos recortes de imagens e colocados (ou escritos, se possível) nos objetos. Estes códigos correspondem a letra da caixa a que pertence o item acrescido de um número cardinal, de 1 até o número total de itens da caixa, por exemplo na caixa azul os códigos serão: A.1, A.2, A.3, e assim sucessivamente. A codificação dos itens de cada caixa pode ser feita de forma aleatória, visto que o intuito é identificar dos itens para a realização da atividade proposta.

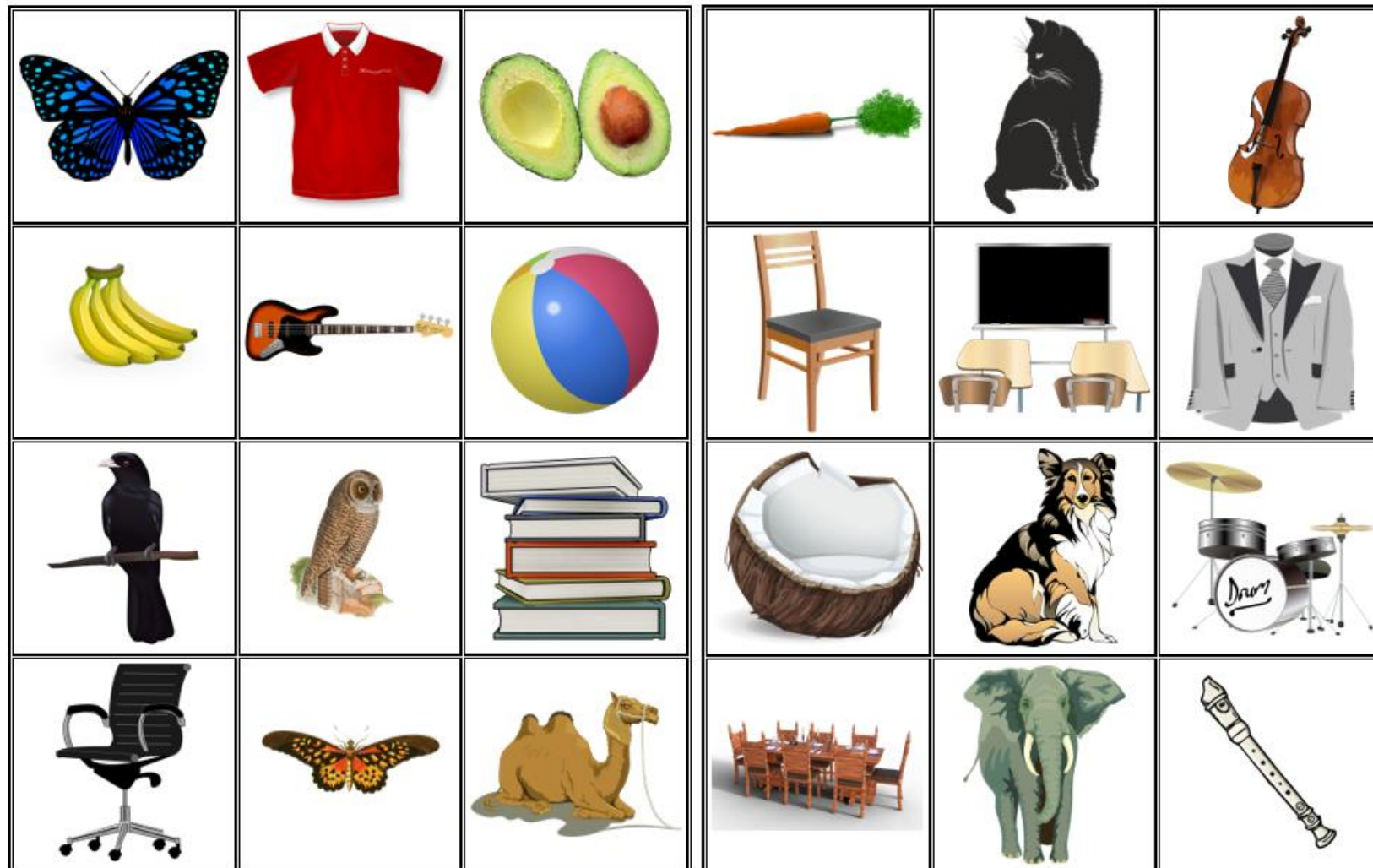
A seguir, apresenta-se algumas fotos destes procedimentos.

³ A quantidade mínima de objetos e de cada tipo de recorte equivale a quantidade de alunos da turma em que a atividade será realizada. Neste trabalho todas as imagens utilizadas são de domínio público e extraídas do banco de imagens Pixabay, disponível em <https://pixabay.com/pt/>.



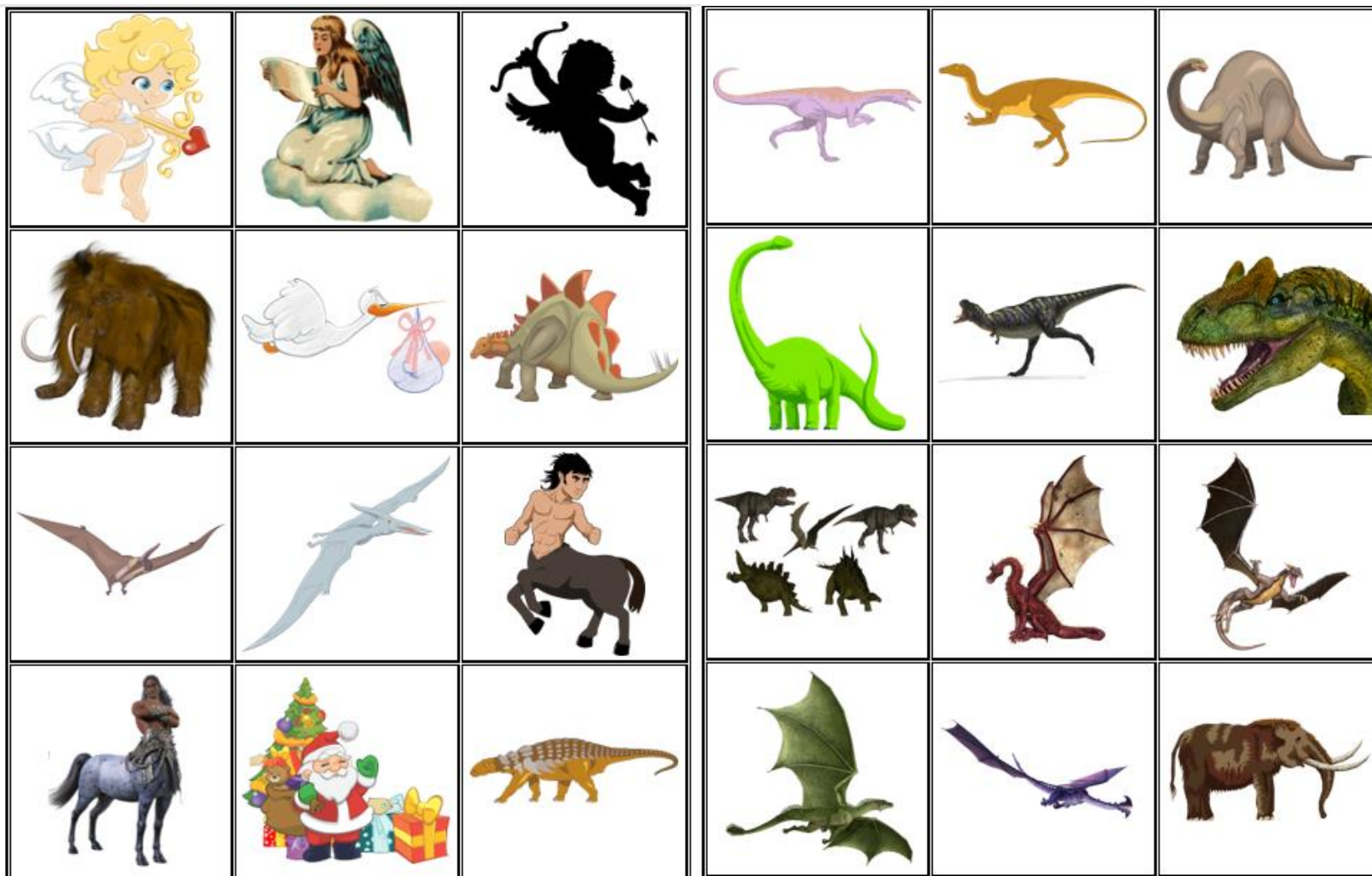
APÊNDICE C.1 – Representações (figuras da caixa azul)

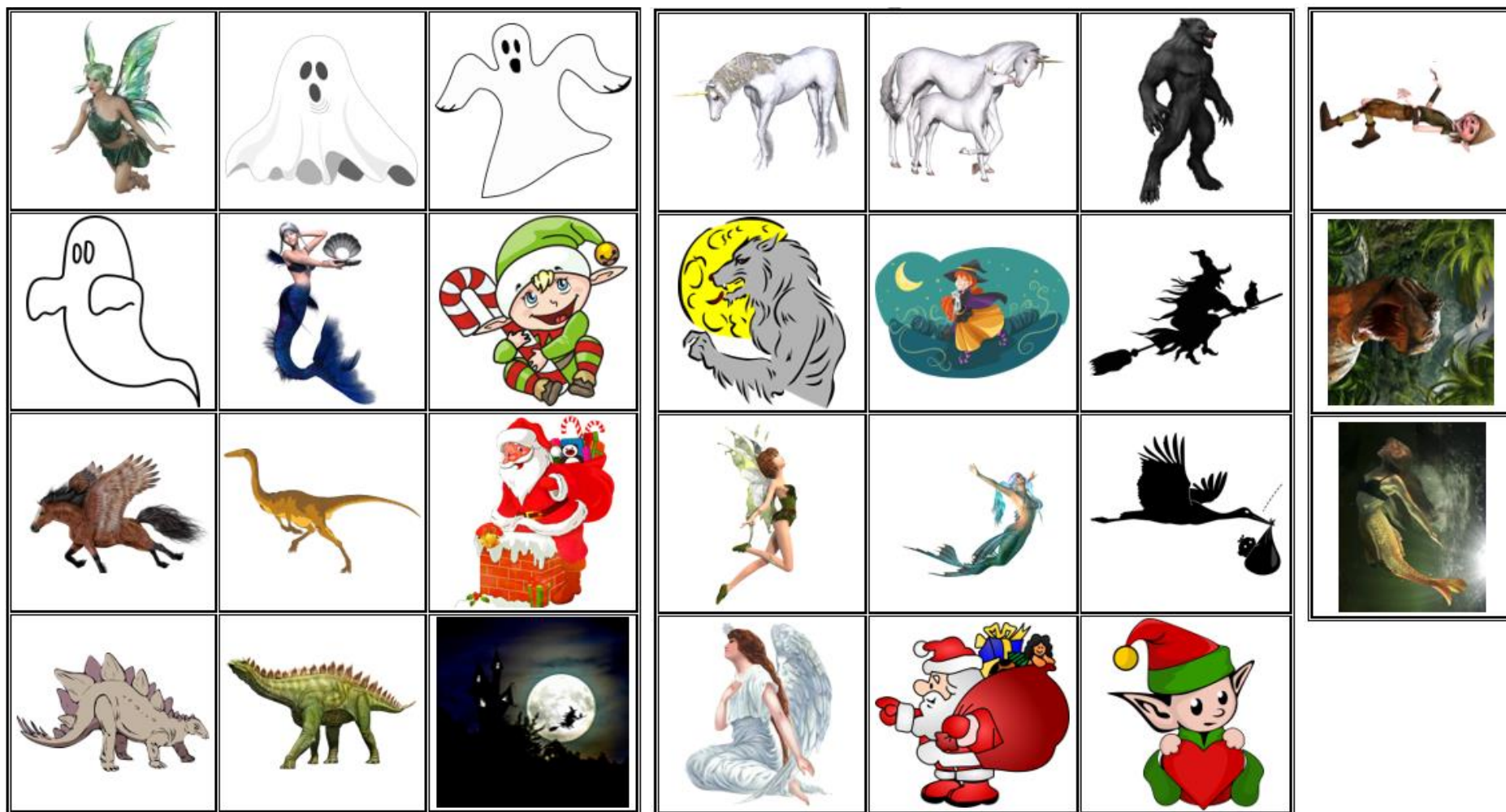






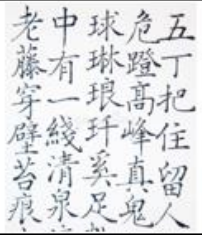
APÊNDICE C.2 – Modelos (figuras da caixa vermelha)⁴





⁴ As figuras representando modelos de dinossauros são pictóricas e não correspondem necessariamente à representação biológica estabelecida por estudos científicos.

APÊNDICE C.3 – Símbolos (figuras da caixa verde)

						亞物瑪利亞, 滿被額 鍊, 濟亞者, 亞 馬, 女中爾為讚美, 爾 胎子耶蘇, 併為主 天主聖母瑪利亞, 為 我等罪人, 今祈天主, 及我等死候, 亞孟
						saudade
						cadeira
						

APÊNDICE C.4 – Objetos (objetos da caixa dourada)

Lista objetos utilizados

D-1 bico de pato cor-de-rosa

D-2 imã de noivo

D-3 presilha de cabelo laranja

D-4 pecinhas de montar brinquedo

D-5 presilha de cabelo de metal

D-6 miniatura Urso Verde brinquedo

D-7 caneta esferográfica com tubo branco

D-8 lápis de cor vermelho

D-9 brilho labial

D-10 chave

D-11 prendedor plástico cinza

D-12 pente para sobrancelha

D-13 tampa plástica para pote

D-14 esmalte cor azul

D-15 pente para cabelo cor branca com detalhes coloridos

D-16 pé de meia Azul infantil

D-17 luva infantil com branco e um animal

D-18 copo de medida para remédio transparente

D-19 escova de dente infantil vermelha

D-20 peça do brinquedo Engenheiro

D-21 colher plástica descartável branca

D-22 faca plástica descartável transparente

D-23 caixa para fósforos vazia

D-24 fita adesiva tipo crepe

D-25 prendedor tipo joaninha

D-26 prendedor de roupa madeira

D-27 lixa para unhas

D-28 rabinho para cabelo cor branca

D-29 rabinho para cabelo rosa de tecido

D-30 canetinha cor verde

D-31 colar com pingente de coração vermelho

D-32 enfeite bibelô ursinho

D-33 espelho de tomada duas entradas cor branca

D-34 vela branca

D-35 bolsinha para moedas

D-36 brinquedo Thor

D-37 brinco dourado

D-38 presilha de pressão

D-39 tubo de cola escolar

D-40 mini garrafa pet formato de bola

D-41 imã smilinguido

D-42 caneta esferográfica preta tubo transparente

D-43 pincel para tingir cabelo

D-44 pulseira prata

D-45 bolsinha para bijuterias preta

D-46 brinco com pedrarias

D-47 presilha de cabelo formato pé rosa

D-48 caneta esferográfica tubo prateado

D-49 brinco com bolinhas marrons

D-50 caneta hidrocor azul

APÊNDICE D – FICHA DE ATIVIDADE 1.1**FICHA DE ATIVIDADE 1.1**

CAIXA **AZUL** (A) / ETIQUETA: _____

a) O QUE É ISTO?

b) CITE CARACTERÍSTICAS E DETALHES DISTO (DESCREVA-O).

c) BASEADO EM SUA RESPOSTA, O QUE É POSSÍVEL FAZER COM ISTO?

CAIXA **VERMELHA** (B) / ETIQUETA: _____

a) O QUE É ISTO?

b) CITE CARACTERÍSTICAS E DETALHES DISTO (DESCREVA-O).

c) BASEADO EM SUA RESPOSTA, O QUE É POSSÍVEL FAZER COM ISTO?

CAIXA VERDE (C) / ETIQUETA: _____

a) O QUE É ISTO?

b) CITE CARACTERÍSTICAS E DETALHES DISTO (DESCREVA-O).

c) BASEADO EM SUA RESPOSTA, O QUE É POSSÍVEL FAZER COM ISTO?

CAIXA DOURADO (D) / ETIQUETA: _____

a) O QUE É ISTO?

b) CITE CARACTERÍSTICAS E DETALHES DISTO (DESCREVA-O).

c) BASEADO EM SUA RESPOSTA, O QUE É POSSÍVEL FAZER COM ISTO?

APÊNDICE F – MODELO DE QUADRO CLASSIFICATÓRIO

MODELO DE QUADRO CLASSIFICATÓRIO

OBJETO	REPRESENTAÇÃO	MODELO	SÍMBOLO

*Cada item, previamente identificado por uma etiqueta, deve ser analisado e classificado em uma das colunas.

APÊNDICE G – MATERIAL DE APRENDIZAGEM “CAIXAS SECRETAS”

Materiais necessários

- ✓ 5 caixas para palitos de fósforo ou 4 recipientes idênticos na forma, tamanho e material.
- ✓ Papel colorido e fita adesiva ou papel *contact* para embalar as caixas (ou os recipientes).
- ✓ Etiquetas com números de 1 a 5 para identificar as caixas (ou os recipientes).
- ✓ 5 diferentes tipos de materiais ou objetos para serem colocados no interior dos recipientes.

Conteúdo sugerido/utilizado para as caixas de fósforo ou outro recipiente escolhido:

- Lã de aço;
- Grãos de milho, feijão e/ou arroz;
- Algodão;
- Clipes;
- Moedas;
- Pregos ou parafusos;
- Macarrão;
- Palitos;
- Ou qualquer outro material que preferir, o importante é não revelar, nem dar dicas aos alunos sobre o conteúdo das caixas.

Etapas de confecção das “caixas secretas”

- Colocar um ou vários materiais do mesmo tipo, ou diferentes materiais, no interior de cada caixa/recipiente. Caso a turma seja numerosa, recomenda-se produzir duas unidades de cada caixa.
- Embalar cada caixa ou recipiente com papel *contact* (ou papel e fita adesiva) de forma que não seja possível observar seu interior e dificultoso danificar a embalagem.
- Colar uma etiqueta com um número de 1 a 5 em cada uma das caixas ou recipientes.



Fotos das etapas de confecção do material de aprendizagem “Caixas Secretas”

APÊNDICE H – FICHA DE ATIVIDADE 2.1

FICHA DE ATIVIDADE 2.1

Caixa	Propriedades do(os) objeto(os)	Características que permitiram definir estas propriedades	Possível(is) objeto(s)	Modelo do(os) objeto(os)	Símbolo(s) do(s) objeto(s)
1					
2					
3					
4					
5					

APÊNDICE I – MODELO DE QUADRO-SÍNTESE

GRUPO CAIXA	1	2	3	4	5
1					
2					
3					
4					
5					

*As colunas correspondem aos grupos de alunos, sendo que a cada grupo deve ser identificado por um número, assim o número de colunas equivale a quantidade de grupos em que a turma foi dividida, sugere-se 5 pela quantidade de caixas elaboradas. As linhas se referem as caixas, de 1 a 5. Cada grupo deve preencher a coluna, indicada pelo número conferido a este, com o nome e símbolo(s) do(s) objeto(s) sugeridos pelo grupo para cada caixa.

APÊNDICE J – APRESENTAÇÃO “INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA

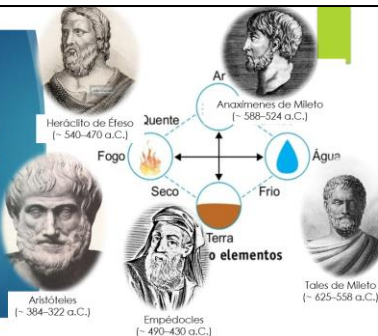




Do que de tudo é feito?

Antiguidade

- Filósofos da Grécia Antiga
- Idealismo



Antiguidade

- Filósofos da Grécia Antiga
- Idealismo



a tomo não divisível

- Matéria: partes indivisíveis e espaços vazios
- Prevaleceu a concepção filosófica de Aristóteles

Alquimia

(300 a.C. – 1500 d.C.)

"Se tudo fosse uma mistura dos quatro elementos, então seria possível transformar qualquer material em outro material."

- ▶ A ideia de Aristóteles que teve maior influência na Ciência Medieval;
- ▶ Contribuiu para:
 - ▶ invenção de uma variedade de equipamentos de laboratório;
 - ▶ procedimentos laboratoriais;
 - ▶ descoberta de outros materiais.



Renascimento

(séculos XV a XVII)

Marcado por importantes descobertas científicas

- ▶ Foi retomada a hipótese de que a matéria seria constituída por partículas - concepções de Epicuro (atomismo).
- ▶ No século XVII - Pierre Gassendi (1592-1655);
- ▶ Por Newton (1643-1727) e Boyle (1627-1691), na explicação de propriedades dos materiais.



Estudo dos gases

TEM MAIS: LAVOSIER TAMÉM CONCLUIU QUE O PESO TOTAL DO FRASCO SELADO COM O CONTÉUDO INTERNO ERA O MESMO ANTES E DEPOIS DA REAÇÃO.



E, ENTÃO, ELE ESTABELECEU A LEI DA CONSERVAÇÃO DA MATÉRIA.

Nas reações químicas, nada se cria ou se perde. Os elementos são simplesmente rearranjados em novas combinações.



John Dalton

(1766-1844)



Por volta de 1805-1807...

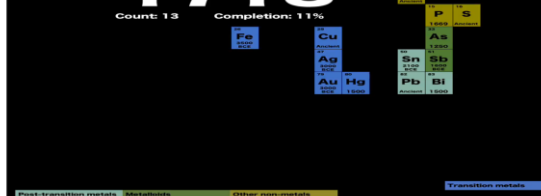
Baseou-se em um conjunto de observações experimentais

- Estudou o comportamento de diversos gases da atmosfera e de misturas gasosas.
- Leis de conservação e proporção das massas (Leis Ponderais)

Propôs a primeira teoria e modelo científicos para o átomo

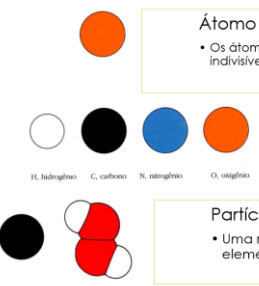
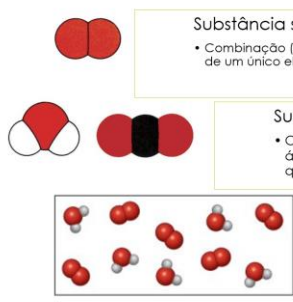
300 years of element discovery

Count: 13 Completion: 11%



Produced by Dr Jamie Gallagher @jamielgall jamielgall.co.uk

APÊNDICE J.1 – Apresentação “Investigação Científica” – Parte 2

Teoria atômica de Dalton (1805 - 1807) Matéria é qualquer coisa que tenha massa e ocupa espaço. ▶ Toda matéria é composta de várias combinações de átomos. ▶ Átomos de um mesmo tipo (mesmo elemento químico) têm a mesma massa. ▶ Átomos combinam-se em proporções fixas e definidas.	Átomo • Os átomos são esféricos, maciços, indivisíveis e indestrutíveis. Elemento • Uma espécie (tipo) de átomo, com características semelhantes. Partícula • Uma representação da estrutura de um elemento ou uma substância. 	Substância simples • Combinação (agrupamento) de átomos de um único elemento químico. Substância composta • Combinação (agrupamento) de átomos de mais de um elemento químico. Mistura de substância • Constituído por mais de um tipo de substância. 
Linguagem Química Símbolos Químicos Representam átomos Uma ou duas letras, sendo a primeira sempre maiúscula e a segunda, caso exista, sempre minúscula Exemplos: N – Nitrogênio Na – Sódio	Linguagem Química Fórmulas Químicas Representam substâncias Exemplos: O₂ – oxigênio O₃ – ozônio; H₂O – água; H₂O₂ – peróxido de hidrogênio (água oxigenada)	Níveis de representação dos conhecimentos químicos  Representação Macroscópica Simbólica H₂O símbolo Submicroscópica Modelo (MACHADO, MORTIMER, ROMANELLI, 2000)
Linguagem Química Fórmulas Químicas Índices: indicam quantos átomos de um elemento são necessários para formar uma partícula de uma substância. CO₂ } 1 átomo do elemento carbono e 2 átomos do elemento oxigênio Coefficientes: indicam a quantidade de partículas de uma substância. 3 CO₂ } 3 partículas da substância dióxido de carbono	Referências ▶ ARAGÃO, M. J. História da Química. Rio de Janeiro:ed. Interciência, 2008. ▶ Gallagher, J. 300 years of element discovery in 99 seconds. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7kCCWWtCpA>. Acesso em: 21.abr.2018. ▶ MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A Proposta Curricular de Química do Estado de Minas Gerais: Fundamentos e Pressupostos. Química Nova, v.23, n.2, p. 273-283, 2000. ▶ REIS, M. Química: meio ambiente, cidadania, tecnologia. São Paulo: FTD, 1. ed., v.1, 2010 ▶ SANTOS, W.; MÖL, G. S. Química Cidadã 1. São Paulo: ed. AJS, 2013. ▶ Universitat de Barcelona. Ciencia Animada, Episodio 1. El Método Científico. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=dGnd9vF_s2A&feature=youtu.be>. Acesso em: 21.abr.2018. ▶ California Academy of Sciences. Travel deep inside a leaf. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Bf-RFPaZeAM>. Acesso em: 21.abr.2018	

APÊNDICE K – VOCABULÁRIO IMAGÉTICO

VOCABULÁRIO IMAGÉTICO

Pesquise e complete a tabela com os modelos e definições de acordo com a teoria atômica de Dalton:

TERMO/CONCEITO	MODELO	DEFINIÇÃO
átomo		
elemento		
partícula		
substância simples		
substância composta		
mistura de substâncias		

APÊNDICE L – MATERIAL DE APRENDIZAGEM “MODELO ATÔMICO DE DALTON EM EVA”

Trata-se de um material de aprendizagem confeccionado em EVA para representação de átomos segundo o modelo proposto por Dalton, que considera os átomos esféricos maciços e indivisíveis.

Para tanto, adotou-se a coloração CPK, uma convenção de cores para representação de cada elemento proposta inicialmente por Corey e Pauling (1952), mas aperfeiçoada e patenteada por Koltun (1965).

Também considerou-se os raios covalentes dos átomos destes elementos, segundo dados extraídos de Lee (1999), para o estabelecimento das dimensões de forma proporcional.

Assim neste trabalho, considerou-se o seguinte código de cores e diâmetros:

Elemento (Símbolo)	Cor	Raio atômico (Å)	Diâmetro utilizado
Hidrogênio (H)		~0,30	5,0
Nitrogênio (N)		0,74	7,5
Oxigênio (O)		0,74	7,5
Carbono (C)		0,77	7,5
Cloro (Cl)		0,99	9,0
Enxofre (S)		1,04	9,0
Sódio (Na)		1,57	10,0

Materiais necessários

- 7 folhas de material EVA coloridas⁵ (branco, vermelha, azul, preta, laranja, amarela e verde);
- tesoura;
- caneta tipo marcador permanente ou hidrográfica;
- régua e compasso ou utensílios com formato circular de diversos tamanhos;
- sacos plásticos (dimensão mínima 15x20) ou elásticos;
- Caixa média ou outro recipiente.

Etapas de confecção

- Definir os tamanhos dos elementos (Hidrogênio, Carbono, Oxigênio, Nitrogênio, Cloro, Sódio, Enxofre), considerando seus raios atômicos.
- Desenhar, com auxílio de transferidor e régua ou utensílios circulares, circunferências do tamanho previamente estabelecido na folha de EVA com a cor correspondente ao elemento.
- Recortar e escrever, no centro de um dos lados de cada círculo, o símbolo do elemento correspondente.

⁵ Neste trabalho, por questões de disponibilidade, a folha de EVA de cor branca foi substituída pela de cor bege claro e a folha de EVA de cor preta foi substituída pela cor cinza. E os tamanhos definidos para o modelo do elemento de hidrogênio e do elemento sódio diferem um pouco da escala definida, o primeiro porque ficaria muito pequeno e facilmente se perderia e o segundo porque resultaria em poucas unidades.

- Agrupar os círculos de diferentes elementos, montando conjuntos contendo, no mínimo, as seguintes quantidades de cada modelo de elemento:

<i>Modelo (círculo representando átomos) do elemento</i>	H	C	N	O	Cl	Na	S
<i>Quantidade (unidade)</i>	9	5	5	6	4	4	1

- Acondicionar em um saco plástico, ou envolver com elástico, cada conjunto.
- Armazenar todos os conjuntos na caixa, ou outro recipiente.



Fotos do material de aprendizagem “Modelo atômico de Dalton em EVA” confeccionado.

Referências

Corey, R. B.; Pauling, L. “Molecular models of amino acids, peptides, and proteins” (PDF). The Review of Scientific Instruments, v.24, n.8, p.621-627, 1953. Disponível em: <https://profiles.nlm.nih.gov/ps/access/MMBBHN.pdf> . Acesso em: 01.dez.2018

Koltun, W. L. Space filling atomic units and connectors for molecular models. United States Patent Office, 3.170.246, 1965. Disponível em: <http://www.freepatentsonline.com/3170246.pdf> . Acesso em: 01.dez.2018

Lee, J. D. Química Inorgânica não tão concisa. Trad. Toma, E. H.; Araki, Koiti; Rocha, R. C. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. p.76

APÊNDICE M – EXPERIMENTAÇÃO

EXPERIMENTAÇÃO

Materiais necessários

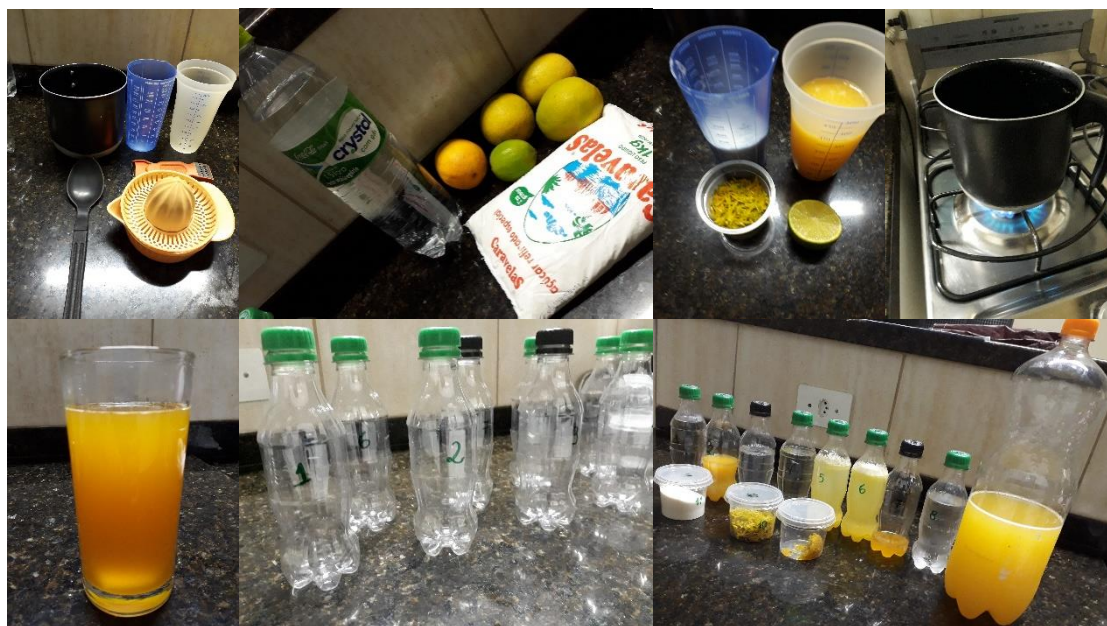
- ✓ 30 unidades de copos descartáveis 50mL;
- ✓ Água;
- ✓ Água com gás;
- ✓ Laranjas;
- ✓ Caldo de laranja;
- ✓ Limão;
- ✓ Caldo de limão;
- ✓ Raspas de casca de laranja;
- ✓ Açúcar;
- ✓ Xarope de laranja, limão, raspas de casca de laranja e açúcar;
- ✓ Conta gotas;
- ✓ Garrafa PET de 2L.

Procedimento

Será disponibilizado para observação, manipulação e degustação dos alunos amostras de materiais, em copos descartáveis, que compõem e diferentes combinações dos principais constituintes de um refrigerante sabor laranja, a saber:

- ✓ Laranja;
 - ✓ Limão;
 - ✓ Açúcar refinado;
 - ✓ Água;
 - ✓ Caldo de laranja;
 - ✓ Água com gotas de limão;
 - ✓ Raspas de casca de laranja;
 - ✓ Água com açúcar;
 - ✓ Água com caldo de laranja e gotas de limão;
 - ✓ Água com caldo de laranja, gotas de limão e açúcar;
 - ✓ Xarope de laranja;
 - ✓ Água com gás;
 - ✓ Água com gás e xarope de laranja
- .

A cada item disponibilizado, os alunos deverão anotar suas percepções visuais, táteis, olfativas e gustativas na ficha impressa disponibilizada (FICHA PARA REGISTRO DOS RESULTADOS EXPERIMENTAIS - ETAPA 3). Ao final, serão apresentados todos os materiais, explicitando as substâncias que compõem cada material, bem como, suas respectivas características e/ou função na composição do refrigerante. Se possível, apresentar a quantidade necessária de cada item para a produção de uma certa quantidade de refrigerante natural.



Fotos dos materiais e procedimentos da experimentação

APÊNDICE M.1 – Receita de refrigerante caseiro**RECEITA DE REFRIGERANTE CASEIRO SABOR LARANJA****Ingredientes necessários**

- ✓ 1 garrafa de água com gás (800mL)
- ✓ 2 xícaras de suco de laranja (4 laranjas pêra grandes)
- ✓ 1 xícara de açúcar
- ✓ raspas de 1 laranja
- ✓ 1 limão

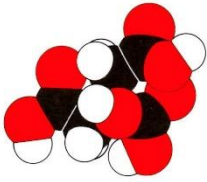
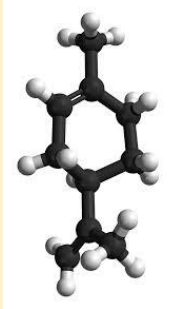
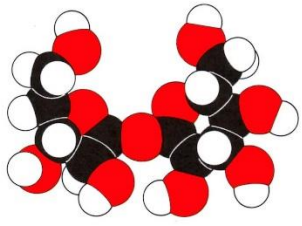
Modo de preparo

Coloque a água com gás na geladeira. Esprema as duas laranjas e coloque o suco dessas laranjas em uma panela. Raspe a laranja e coloque essa raspa na panela. Esprema meio limão direto na panela. Adicione o açúcar na panela e misture bem. Leve a panela a fogo baixo, misturando sempre. Deixe ferver até o líquido ficar com a metade do volume inicial, cerca de meia hora de fervura. Espere esfriar e coloque na geladeira. Após meia hora, ou assim que gelar, retire o xarope da geladeira. Retire também a garrafa de água com gás. Misture levemente o xarope obtido e a água com gás, ambos gelados, em uma garrafa de 1,5 litros de capacidade. Tampe rapidamente a garrafa.

Adaptado de:
Refrigerante Caseiro - 'Descobrimos a Cozinha' com Leo Duarte #24. Disponível em:
<<https://www.youtube.com/watch?v=weeSJPAojQI>>. Acesso: 12.mar.2018

APÊNDICE M.2 – Identificação e representação das substâncias na experimentação

QUADRO: IDENTIFICAÇÃO E REPRESENTAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS NA EXPERIMENTAÇÃO

Substância	Características	Função	Fórmula	Modelo
Água	Líquido, insípido, inodoro	solvente,	H ₂ O	
Ácido cítrico	ácido orgânico que está presente na maioria das frutas. As laranjas e os limões	sabor azedo (cítrico)	C ₆ H ₈ O ₇	
Limoneno	Odor da laranja e dos limões, presente na casca	aroma	C ₁₀ H ₁₆	
Gás carbônico (Dióxido de carbono)	Produto das combustões, gás exalado na respiração aeróbia, responsável pelo Efeito Estufa	melhorar o sabor e tornar o meio mais ácido	CO ₂	
Sacarose (açúcar comercial)	Principal fonte é o caule de cana-de-açúcar, cristais brancos	sabor doce	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	

APÊNDICE M.3 – Ficha para registro dos resultados experimentais

FICHA PARA REGISTRO DOS RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Amostra	Observações	Material
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		

APÊNDICE M.4 – Material de aprendizagem “Modelos das substâncias na experimentação”

Trata-se de um material de aprendizagem confeccionado em massa de modelar tipo *biscuit* para representação de uma partícula de algumas substâncias abordadas em uma atividade experimental (ver Apêndice M.2), considerando os átomos segundo o modelo proposto por Dalton, e assim os átomos esféricos maciços e indivisíveis.

Para tanto, adotou-se a coloração CPK, uma convenção de cores para representação de cada elemento proposta inicialmente por Corey e Pauling (1952), mas aperfeiçoada e patenteada por Koltun (1965).

Também considerou-se os raios covalentes dos átomos destes elementos, para o estabelecimento das dimensões de forma proporcional, e a quantidade de ligações covalentes simples que podem ser estabelecidas por estes átomos, segundo dados extraídos de Lee (1999).

Assim neste trabalho, adotou-se o seguinte código de cores e escala:

Elemento (Símbolo)	Cor	Raio atômico (Å)	Escala	Ligações: qtde. / forma / ângulo
Hidrogênio (H)		~0,30	1	1/linear / 180°
Oxigênio (O)		0,74	2,5	2 / tetraédrica / ~104°
Carbono (C)		0,77	2,6	4 / tetraédrica / ~109°

Material necessários

- massa de modelar tipo *biscuit* nas cores branca (100g), preta (250g) e vermelha (150g).
- 1 caixa de palitos de dente;
- cola escolar líquida e branca;
- rolo ou utensílio cônico;
- cortador ou formas circulares para massinha de modelar (dispensável)
- pedaço de espuma para enchimento de traveseiro e/ ou papel manteiga;
- pincel;
- verniz geral
- desenhos do modelo tridimensional de uma partícula das substâncias (Apêndice M.2);
- 5 pratos redondos de isopor (diâmetro mínimo de 19 cm);
- rolo de filme de PVC;
- impressão, em folha sulfite, do quadro com identificação das substâncias (Apêndice M.2);
- cola instantânea multiuso

Etapas de confecção

- Amassar a massa de modelar, em seguida esticar a massa com o auxílio do rolo e cortar/separar um pequeno pedaço. Para tanto, considerar, para cada elemento (Hidrogênio, Carbono e Oxigênio), as cores convencionadas bem como os tamanhos das esferas de acordo com a proporção estabelecida.

- Fazer esferas e fincar pequenos pedaços de palito de dente com cola, de acordo com a quantidade de ligações e o ângulo, aproximado, entre estas ligações em cada elemento.

- Colocar as esferas para secar na espuma ou papel manteiga. Assim que as esferas estiverem rígidas, montar a estrutura da partícula, observando o modelo tridimensional da mesma, encaixando as esferas que representam os elementos em suas devidas posições, retirando se preciso palitos. Em cada encaixe, adicionar cola para fixação, com auxílio do pincel.

- Deixar a estrutura secando na espuma, ou papel manteiga, até enrijecer e sem seguida envernizar toda a estrutura, utilizando para isso o pincel e o verniz.

- Colar a estrutura no prato de isopor, utilizando para tanto a cola universal. No mesmo prato, colar os dados sobre a substância (nome, características, função e fórmula), recortados do quadro impresso.

- Por fim envolver o prato e seus componentes com o filme PVC.

- Realizar estes procedimentos para a confecção de cada partícula das cinco substâncias (água, ácido cítrico, limoneno, gás carbônico e sacarose).



Fotos dos materiais e das etapas de confecção do material de aprendizagem “Modelos das substâncias na experimentação”

Referências

Corey, R. B.; Pauling, L. “Molecular models of amino acids, peptides, and proteins”. **The Review of Scientific Instruments**, v.24, n.8, p.621-627, 1953. Disponível em: <https://profiles.nlm.nih.gov/ps/access/MMBBHN.pdf> . Acesso em: 01.dez.2018

Koltun, W. L. Space filling atomic units and connectors for molecular models. United States Patent Office, 3.170.246, 1965. Disponível em: <http://www.freepatentsonline.com/3170246.pdf> Acesso em: 01.dez.2018

Lee, J. D. Química Inorgânica não tão concisa. 5. ed. Inglesa. Trad. Toma, E. H.; Araki, Koiti; Rocha, R. C. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. p.39,40,76

APÊNDICE N – FICHA DE ATIVIDADE 3.1

FICHA DE ATIVIDADE 3.1

Com base no modelo atômico de Dalton, represente as substâncias a seguir em nível submicroscópico, utilizando para isto as esferas de diferentes elementos disponibilizadas. Em seguida, analise a constituição destas substâncias e responda ao que se pede.

Substância	Fórmula	Representação	Quantidade de átomos	Quantidade de elementos	Tipo de substância (simples ou composta)
Água	H ₂ O				
Água oxigenada (peróxido de hidrogênio)	H ₂ O ₂				
Gás oxigênio	O ₂				
Gás ozônio	O ₃				
Gás carbônico (dióxido de carbono)	CO ₂				
Monóxido de carbono	CO				
Gás cloro	Cl ₂				
Ácido clorídrico	HCl				
Cloreto de sódio	NaCl				
Tetracloro de carbono	CCl ₄				
Hidreto de sódio	NaH				

Substância	Fórmula	Representação	Quantidade de átomos	Quantidade de elementos	Tipo de substância (simples ou composta)
Gás hidrogênio	H ₂				
Amônia	NH ₃				
Gás nitrogênio	N ₂				
Monóxido de nitrogênio (óxido nítrico)	NO				
Dióxido de nitrogênio	NO ₂				
Gás metano	CH ₄				
Etanol	C ₂ H ₅ OH				
Etano	C ₂ H ₆				
Dióxido de enxofre	SO ₂				
Sulfeto de sódio	Na ₂ S				
Ácido sulfídrico	H ₂ S				
Soda cáustica (hidróxido de sódio)	NaOH				
Óxido de sódio	Na ₂ O				

APÊNDICE O – FICHA DE ATIVIDADE 3.2

FICHA DE ATIVIDADE 3.2

Com base no modelo atômico de Dalton, represente as substâncias a seguir em nível submicroscópico, utilizando para isto as esferas de diferentes elementos disponibilizadas. Em seguida, analise a constituição destas substâncias e responda ao que se pede.

Substância	Fórmula	Representação	Quantidade de partículas	Quantidade de átomos	Quantidade de elementos	Quantidade de átomos de cada elemento	Tipo de substância
Cianeto de hidrogênio	5HCN						
Gás ozônio	2O ₃						
Cloreto de sódio	3NaCl						
Cloreto de vinila (PVC)	C ₂ H ₃ Cl						
Água oxigenada	2H ₂ O ₂						
Soda cáustica	4NaOH						
Metanol	CH ₃ OH						

Substância	Fórmula	Representação	Quantidade de partículas	Quantidade de átomos	Quantidade de elementos	Quantidade de átomos de cada elemento	Tipo de substância
Gás cloro	2Cl_2						
Amônia	3NH_3						
Ácido sulfúrico	H_2SO_4						
Ácido carbônico	$2\text{H}_2\text{CO}_3$						
Tetróxido de nitrogênio	N_2O_4						
Sulfeto de sódio	Na_2S						
Cloreto de amônio	NH_4Cl						
Ureia	$2\text{CO}(\text{NH}_2)_2$						

APÊNDICE P – FICHA DE ATIVIDADE 3.3

FICHA DE ATIVIDADE 3.3

1. Sobre os sistemas a seguir responda:



a) Em cada sistema, indique a quantidade de:

	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Sistema 4
átomos				
elementos				
substâncias				
partículas				

b) Qual(is) dos sistemas representa(m):

- Substância simples? _____
- Substância composta? _____
- Mistura de substâncias? _____

2. Classifique em simples ou compostas as substâncias: O_2 , H_2 , H_2O , Pb , CO_2 , O_3 , CaO , S_8 .

3. Indique a quantidade de átomos de cada elemento que formam as partículas das seguintes substâncias:

- $3H_2O_2$ (peróxido de hidrogênio, conhecido como água oxigenada): _____
- C_2H_5OH (álcool etílico ou etanol): _____
- $2CaCO_3$ (carbonato de cálcio): _____
- $Fe(NO_3)_3$ (nitrato de ferro III): _____

4. Carbono e hidrogênio são elementos que se combinam para formar diversas substâncias químicas. Cada um dos modelos a seguir representa uma substância formada por eles. Escreva a fórmula que representa cada substância.

Obs.: Considere que as esferas brancas representam o hidrogênio e as pretas representam o carbono e que nas fórmulas o símbolo carbono é escrito antes do símbolo do hidrogênio.



APÊNDICE Q – LISTA DE MATERIAIS

LISTA DE MATERIAIS

Material	Forma/Quantidade disponibilizada	Substância analisada
Álcool em gel	Gel/ copo descartável de 50mL	Etanol
Vinagre	Copo descartável de 50mL	Ácido acético
Laranja	Fruta/1 unidade em pedaços	Ácido cítrico
Leite integral	Integral/Copo descartável de 50 mL	Lactose
Bala	Bala / unidades embaladas	Glicose
Margarina	Colher de sopa	Butanodiona
Café	Pó/ copo descartável de 50 mL	Cafeína
Comprimido de Aspirina	Comprimido/ 1 unidade embalada	Ácido acetilsalicílico



Foto dos materiais utilizados

APÊNDICE Q.1 – Material de aprendizagem “modelos de substâncias presentes em materiais do cotidiano”

Trata-se de um material de aprendizagem confeccionado em massa de modelar tipo *biscuit* para representação de uma partícula de algumas substâncias, presentes em materiais e objetos de uso cotidiano (ver Apêndice R), considerando os átomos segundo o modelo proposto por Dalton, e assim os átomos esféricos maciços e indivisíveis.

Para tanto, adotou-se a coloração CPK, uma convenção de cores para representação de cada elemento proposta inicialmente por Corey e Pauling (1952), mas aperfeiçoada e patenteada por Koltun (1965).

Também considerou-se os raios covalentes dos átomos destes elementos, para o estabelecimento das dimensões de forma proporcional, e a quantidade de ligações covalentes simples que podem ser estabelecidas por estes átomos, segundo dados extraídos de Lee (1999).

Assim neste trabalho, adotou-se o seguinte código de cores e escala:

Elemento (Símbolo)	Cor	Raio atômico (Å)	Escala	Ligações: qtde. / forma / ângulo
Hidrogênio (H)		~0,30	1	1/linear / 180°
Oxigênio (O)		0,74	2,5	2 / tetraédrica / ~104°
Nitrogênio (N)		0,74	2,5	3 / tetraédrica / ~107°
Carbono (C)		0,77	2,6	4 / tetraédrica / ~109°

Materiais necessários

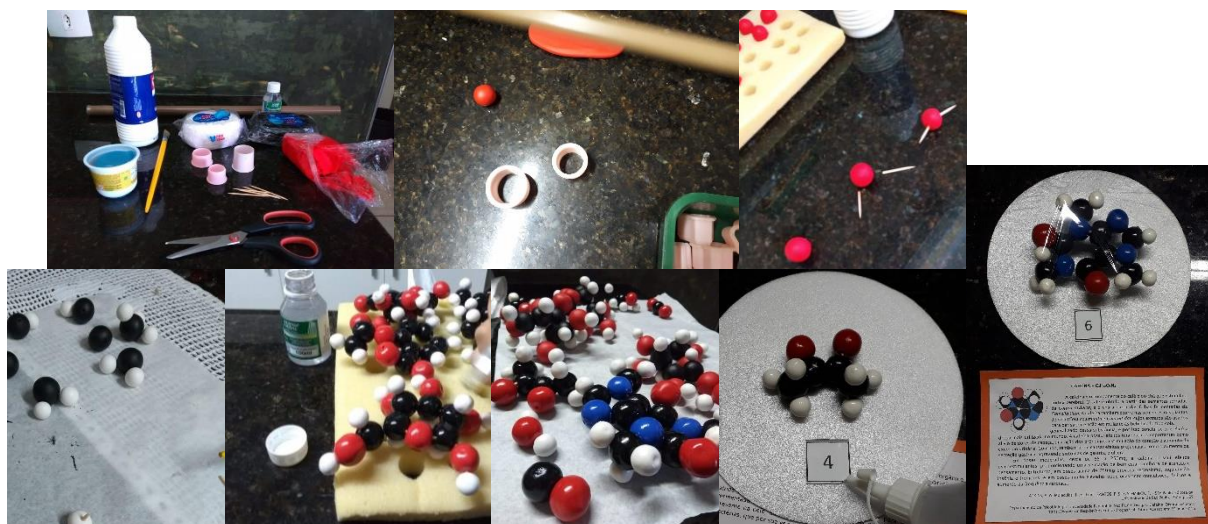
- massa de modelar tipo *biscuit* nas cores branca (200g), preta (350g), vermelha (250g) e azul (50g);
- 1 caixa de palitos de dente;
- cola escolar líquida e branca;
- rolo ou utensílio cônico;
- cortador ou formas circulares para massinha de modelar (dispensável)
- pedaço de espuma para enchimento de travesseiro e/ ou papel manteiga;
- pincel;
- verniz geral
- desenhos do modelo tridimensional de uma partícula das substâncias (Apêndice R);
- 8 pratos redondos de isopor (diâmetro mínimo de 19 cm);
- rolo de filme de PVC;
- cola instantânea multiuso;
- impressão, em folha sulfite, dos textos (Apêndice R);
- cartolina dupla face colorida.

Etapas de confecção

- Amassar a massa de modelar, em seguida esticar a massa com o auxílio do rolo e cortar/separar um pequeno pedaço. Para tanto, considerar, para cada elemento (Hidrogênio, Carbono, Oxigênio e Nitrogênio), as cores convencionadas bem como os tamanhos das esferas de acordo com a proporção estabelecida.

- Fazer esferas e fincar pequenos pedaços de palito de dente com cola, de acordo com a quantidade de ligações e o ângulo, aproximado, entre estas ligações em cada elemento.

- Colocar as esferas para secar na espuma ou papel manteiga. Assim que as esferas estiverem rígidas, montar a estrutura da partícula, observando o modelo tridimensional da mesma, encaixando as esferas que representam os elementos em suas devidas posições, retirando se preciso palitos. Em cada encaixe, adicionar cola para fixação, com auxílio do pincel.
- Deixar a estrutura secando na espuma, ou papel manteiga, até enrijecer e sem seguida envernizar toda a estrutura, utilizando para isso o pincel e o verniz.
- Colar a estrutura no prato de isopor, utilizando para tanto a cola universal, e identificar com um número de 1 a 8.
- Por fim, envolver o prato com o filme PVC.
- Recortar, da folha impressa, cada quadro referente ao texto da substância e colá-lo em pedaço de cartolina dupla face, um retângulo com 1 centímetro a mais de cada lado em relação ao quadro.
- Realizar estes procedimentos para a confecção de cada partícula das oito substâncias (etanol, ácido acético, ácido cítrico, glicose, butanodiona, cafeína, ácido acetil salicílico e lactose).



Fotos dos materiais e das etapas de confecção do material de aprendizagem “modelos de substâncias presentes em materiais do cotidiano”

Referências

Corey, R. B.; Pauling, L. “Molecular models of amino acids, peptides, and proteins”. **The Review of Scientific Instruments**, v.24, n.8, p.621-627, 1953. Disponível em: <https://profiles.nlm.nih.gov/ps/access/MMBBHN.pdf> . Acesso em: 01.dez.2018

Koltun, W. L. Space filling atomic units and connectors for molecular models. United States Patent Office, 3.170.246, 1965. Disponível em: <http://www.freepatentsonline.com/3170246.pdf> Acesso em: 01.dez.2018

Lee, J. D. Química Inorgânica não tão concisa. 5. ed. Inglesa. Trad. Toma, E. H.; Araki, Koiti; Rocha, R. C. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. p.39,40,76

APÊNDICE R – TEXTOS SOBRE ALGUMAS SUBSTÂNCIAS PRESENTES EM MATERIAIS DO COTIDIANO

Pequenos textos informativos sobre as propriedades, aplicações, fórmula química e representação molecular em 3D de uma substância que constitui os respectivos materiais analisados por cada grupo.

- Material: Álcool em gel / Substância: Etanol

ETANOL – C_2H_6O



O etanol, ou álcool etílico, é o conhecido álcool. Desde a Antiguidade tem sido o componente essencial da maioria das bebidas alcoólicas aceitas socialmente. A quem o ingere o etanol parece ser um estimulante, mas, na verdade, fisiologicamente age como um depressivo, tal como um anestésico geral.

Pode ser obtido a partir do processamento e fermentação de cana de açúcar, milho, beterraba e batata, entre outros. No Brasil a cana é a matéria-prima para obtenção do etanol muito utilizado como combustível para motores automotivos.

O álcool 70, solução aquosa de etanol com concentração 70% (v/v), é usado na desinfecção de superfícies e materiais. Além disso, o etanol é empregado como solvente de perfumes, tintas e vernizes e produtos farmacêuticos.

ATKINS, P. W. Moléculas. 1 ed. Trad.: SANTOS, P. S.; GALEMBECK, F. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. p. 43

- Material: Vinagre / Substância: Ácido acético

ÁCIDO ACÉTICO – $C_2H_4O_2$



O ácido acético, ou ácido etanoico, é um líquido incolor com odor acentuado, é o componente ácido do vinagre e é responsável pelo seu cheiro característico. É produzido quando o vinho permanece exposto ao ar e o etanol (álcool) presente sofre oxidação por bactérias aeróbias. É o ácido acético que dá aos vinhos de baixa qualidade o gosto característico de vinagre. Isto explica o nome vinagre que vem do francês *vinaigre*, que significa vinho azedo.

O vinagre é considerado um condimento pois a sua principal finalidade é atribuir gosto e aroma aos alimentos. Os condimentos, de modo geral, quando ingeridos em quantidades moderadas, estimulam a digestão. O vinagre também é utilizado para conservar vegetais e outras substâncias, atribuindo-lhes gosto agradável. Além disso, possui propriedade desinfetante e anti-inflamatória, e por isso já foi utilizado como medicamento, na cura de feridas e úlceras, e nas epidemias de cólera que arrasaram a Europa, com a recomendação de lavar com vinagre todas as frutas e hortaliças antes do consumo.

ATKINS, P. W. Moléculas. 1 ed. Trad.: SANTOS, P. S.; GALEMBECK, F. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. p. 48

EMBRAPA. Sistema de Produção de Vinagre. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Vinagre/SistemaProducaoVinagre/introducao.htm>>. Acesso em: 31. mar. 2018

- Material: Laranja / Substância: Ácido cítrico



ÁCIDO CÍTRICO - $C_6H_8O_7$

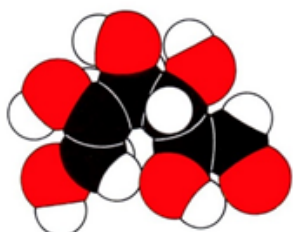
O ácido cítrico é um ácido orgânico que está presente na maioria das frutas. As laranjas e os limões são particularmente ricos em ácido cítrico, e por isso classificados como frutos cítricos. É este ácido que confere a estes frutos o sabor azedo, sendo que os limões apresentam uma maior concentração deste ácido.

É também o ácido mais usado na indústria alimentícia como aditivo na fabricação de refrigerantes, sobremesas, conservas de frutas, geleias, doces e vinhos, bem como na composição de sabores artificiais de refrescos em pó e na preparação de alimentos gelatinosos. Tem esta aplicação por ser e potencializar os conservantes, conferir sabor "frutal" característico, prolongar a estabilidade da vitamina C, reduzir alterações de cor, realçar os aromas e regular a acidez.

ATKINS, P. W. Moléculas. 1 ed. Trad.: SANTOS, P. S.; GALEMBECK, F. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. p.111

ADITIVOS & INGREDIENTES. Ácido cítrico. Disponível em: <http://aditivosingredientes.com.br/upload_arquivos/201604/2016040746833001460591974.pdf>. Acesso em: 31.mar.2018

- Material: Bala / Substância: Glicose



GLICOSE - $C_6H_{12}O_6$



A glicose ocorre em frutos maduros, no néctar das flores, nas folhas, nas seivas e no sangue. É o combustível primário das células vivas, uma vez em solução sua energia está imediatamente disponível para atender a quaisquer solicitações feitas por um processo metabólico. Os açúcares e amidos mais complexos (carboidratos) tais como a sacarose (açúcar comum), são quebrados em unidades de glicose quando digeridos. Os carboidratos são a principal fonte de energia do nosso organismo.

O xarope produzido pela glicose é usado na manufatura de balas. Uma bala é uma solução colorida e aromatizada transformada em um sólido vítreo. O amido, principal reserva energética vegetal, é o mais comum carboidrato na dieta humana, sendo encontrado em grande quantidade em grãos, tubérculos e raízes, como milho, feijão, arroz, trigo, batatas e mandioca.

ATKINS, P. W. Moléculas. 1 ed. Trad.: SANTOS, P. S.; GALEMBECK, F. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. p. 95-97

MOURA, C. C. M. et. al. Extração, caracterização e hidrólise do amido presente em tubérculos nas aulas práticas de Bioquímica. IX Jornada de Ensino, Pesquisa E Extensão (IX JEPEX). Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). out. 2009. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/jepe2009/cd/resumos/r0462-2.pdf>>. Acesso em: 31.mar.2018

- Material: Manteiga / Substância: Butanodiona



BUTANODIONA – $C_4H_6O_2$

A butanodiona, ou diacetil, é um composto orgânico (uma cetona), líquido nas condições ambientes, de coloração amarela, volátil (evapora com facilidade) e com cheiro de queijo.

É a substância que dá à manteiga o seu odor característico, pois quando o creme do leite, um dos ingredientes da manteiga, é incubado com bactérias elas produzem butanodiona.

O cheiro de butanodiona também pode ser percebido ao cheirar as axilas ou pés ainda não lavados de alguém, já que esta contribui para o cheiro da transpiração fermentada. O suor fresco é quase inodoro, mas ação da bactéria *Streptococcus albus*, presente na pele, aumenta sua acidez e torna-o um banquete convidativo para outras bactérias, que por sua vez excretam compostos com odor forte, inclusive a butanodiona.

ATKINS, P. W. Moléculas. 1 ed. Trad.: SANTOS, P. S.; GALEMBECK, F. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. p.58

- Material: Café / Substância: Cafeína



CAFEÍNA – $C_8H_{10}O_2N_4$

A cafeína é o componente do café e do chá que estimula o córtex cerebral. O café é obtido a partir das sementes torradas da *Coffea arabica*, e o chá a partir das folhas fermentadas da *Camella thea*. A cafeína também ocorre nas sementes das plantas de cola (*Cola acuminata* e *Cola nitida*), cujos extratos são usados para dar sabor e ação estimulante às bebidas do tipo cola.

generalizado dessa substância, e por isso conclui-se que ela é a droga mais utilizada no mundo. A cafeína possui efeitos terapêuticos importantes como alívio de dores de cabeça, dilatação dos brônquios, estimulação do coração e aumento da excreção urinária. Contudo, também pode causar efeitos prejudiciais como o aumento da secreção gástrica, agravando sintomas de gastrite e úlcera.

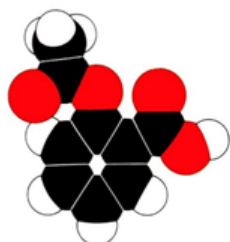
Em doses moderadas, cerca de 85 a 250mg, a cafeína possui efeitos psicoestimulantes, proporcionando uma sensação de bem-estar, melhora de atenção e pensamento. Entretanto, em doses acima de 250mg provoca nervosismo, inquietação, insônia e tremores, e em doses muito elevadas pode ocasionar convulsões, delírios e aumento da frequência cardíaca.

ATKINS, P. W. Moléculas. 1 ed. Trad.: SANTOS, P. S.; GALEMBECK, F. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. p.169

Departamento de Psicobiologia. Universidade Federal de São Paulo. Drogas: Cafeína. Disponível em: <<https://www2.unifesp.br/dpsicobio/drogas/cafe.htm>>. Acesso em: 31.mar.2018

- Material: “Aspirina” / Substância: Ácido acetil salicílico

ÁCIDO ACETIL SALICÍLICO – $C_9H_8O_4$



O ácido acetil salicílico, comumente conhecido como *aspirina*, é um analgésico que age pela inibição da dilatação dos vasos sanguíneos que provoca a dor de cabeça (se são vasos intracranianos) ou enxaqueca (se forem externos ao crânio).

Além de sua ação analgésica, alivia a dor sem reduzir a sensibilidade ou consciência, também é antipirético, reduz a temperatura corporal quando está elevada (febre), e é anti-inflamatório, combate inchaço e inflamação das juntas, pele e olhos.

O ácido acetil salicílico é um derivado, mais efetivo e mais bem tolerado pelo organismo, do ácido salicílico, um componente ativo extraído da casca do salgueiro (salicina deriva de *salix* que quer dizer salgueiro). Foi descoberto em 1898 pelo químico Felix Hoffman em sua busca por um medicamento menos agressivo que o ácido salicílico, usado nesta época para tratar febre reumática, gota e artrite, mas que causava irritação estomacal crônica, já que seu pai era um desses pacientes atingidos.

Nos últimos trinta anos, muitas pesquisas foram realizadas com o ácido acetil salicílico, tendo sido encontrados novos usos para esta droga centenária, como a sua ação anticoagulante que pode prevenir e tratar doenças cardiovasculares bem como reduzir o risco de trombose e de derrame cerebral.

ATKINS, P. W. Moléculas. 1 ed. Trad.: SANTOS, P. S.; GALEMBECK, F. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. p. 162-163

BORDNER, G. B.; PADUE, H. L.; Chemistry. An experimental science. 2 ed. Nova York: John Wiley, 1995. p. 970 Trad.: PERUZZO, F.M.; CANTO, E.L. In: _____ Química na abordagem do cotidiano. v. 3. São Paulo: Moderna, 2011.

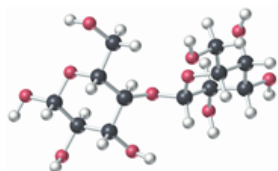
MASSABNI, A. C. Aspirina: Um velho medicamento com novos usos. In: CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA – IV REGIÃO. Química Viva. 2006. Disponível em: < http://www.crq4.org.br/quimica_viva_aspirina >. Acesso em: 31.mar.2018

- Material: Leite / Substância: Lactose

LACTOSE – $C_{12}H_{22}O_{11}$



A lactose é o principal carboidrato presente no leite e seus derivados, tais como queijos e iogurtes. e por isso conhecida como açúcar do leite, contudo possui um terço da doçura da sacarose (açúcar comum). No leite de diferentes espécies de mamíferos, a concentração de lactose varia de 2 a 7%, representando, em média, 7,2% no leite humano e no leite de vaca 4,7%.



Quando digerida, a lactose é quebrada no intestino delgado em outras duas substâncias: a galactose e a glicose. Neste processo há ação de uma enzima, a lactase. Quando o organismo não produz a lactase em quantidade suficiente para digestão da lactose ingerida, esta não é devidamente absorvida pelo intestino e é fermentada por bactérias provocando desconfortos gastrointestinais, dor abdominal e diarreia.

Um indivíduo com tal carência apresenta intolerância à lactose, que é o tipo mais comum de intolerância à carboidratos, afetando cerca de 70% da população adulta mundial.

REDAÇÃO SAÚDE É VITAL. Afinal, o que é mesmo lactose?. In: ABRIL. SAÚDE. Alimentação.2016. Disponível em:< <https://saude.abril.com.br/alimentacao/afinal-o-que-e-mesmo-lactose/>>. Acesso em: 31.mar.2018

REZENDE, R. C. Lactose. In: Infoescola. Bioquímica. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/bioquimica/lactose/>>. Acesso em: 31.mar.2018

APÊNDICE S – FICHA DE ATIVIDADE 4

FICHA DE ATIVIDADE 4

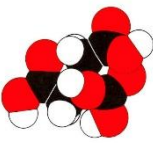
Analise o modelo produzido de cada uma das substâncias estudadas e complete a tabela:

Substância	Nome	Fórmula	Características (propriedades/fonte/utilização)	Quantidade de átomos	Quantidade de elementos	Nome dos elementos	Quantidade de átomos de cada elemento
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

APÊNDICE T – FICHA DE ATIVIDADE 5.1

FICHA DE ATIVIDADE 5.1

Identifique as substâncias listadas a seguir, a partir dos dados já fornecidos, e complete a tabela:

Nome	Fonte/Aplicação	Modelo	Fórmula
			
Etanol			
			
			
oxigênio (substância)			
			CO ₂
	Principal componente do gás natural veicular		CH ₄
			
	Compõe a camada que protege a Terra da radiação ultravioleta		
			

APÊNDICE U – PRODUÇÕES

APÊNDICE U.1 – Exemplos de produções satisfatórias

FICHA DE ATIVIDADE 1.1

CAIXA AZUL (A) / ETIQUETA: A-46

a) O QUE É ISTO?

Ladeira

b) CITE CARACTERÍSTICAS E DETALHES DISTO (DESCREVA-O).

É uma ladeira de madeira com assento preto

c) BASEADO EM SUA RESPOSTA, O QUE É POSSÍVEL FAZER COM ISTO?

Sentar, apoiar os pés, subir e etc.

CAIXA VERMELHA (B) / ETIQUETA: B-28

a) O QUE É ISTO?

Aferecauro

b) CITE CARACTERÍSTICAS E DETALHES DISTO (DESCREVA-O).

Parece um camurão, sua coloração é verde e sua pele parece ser grossa.

c) BASEADO EM SUA RESPOSTA, O QUE É POSSÍVEL FAZER COM ISTO?

Pode se tratar de um animal extinto, cujo que apenas di. para estudar seus fósseis.

CAIXA VERDE (C) / ETIQUETA: C-18

a) O QUE É ISTO?

Letras

b) CITE CARACTERÍSTICAS E DETALHES DISTO (DESCREVA-O).

Todas, uma tem um formato e é o tema elas
diferentes.

c) BASEADO EM SUA RESPOSTA, O QUE É POSSÍVEL FAZER COM ISTO?

É possível formar palavras, frases, textos, se comunicar,
e etc.

CAIXA DOURADO (D) / ETIQUETA: D-15

a) O QUE É ISTO?

Paralela

b) CITE CARACTERÍSTICAS E DETALHES DISTO (DESCREVA-O).

Seus dentes são médios e o corpo é curto com um material
emborrachado.

c) BASEADO EM SUA RESPOSTA, O QUE É POSSÍVEL FAZER COM ISTO?

Paralela, ou paralela.

FICHA DE ATIVIDADE 1.2

Escreva um pequeno texto descrevendo, diferenciando e apresentando exemplos dos conceitos de representação, modelo e símbolo.

Representação é quando você representa determinado item de alguma forma. Por exemplo: um papel com um pedrinho colado nele.

Modelo é quando você faz representação de determinada coisa que não é física, que não existe ou que não existe mais. Modelo é a representação de uma ideia.

Símbolo é algo universal com significados universais, não importa se você é chinês ou brasileiro, você vai saber o que é uma tabuada, ou o que é uma nota musical.

FICHA DE ATIVIDADE 2.1

Caixa	Propriedades do(s) objeto(s)	Características que permitiram definir estas propriedades	Possível(is) objeto(s)	Modelo do(s) objeto(s)	Símbolo(s) do(s) objeto(s)
1	leve, compacto, não é boz boz.	ausência de peso, dificuldade em observar, não possui um	algodão		
2	leve, boz boz.	para velar, dois sons diferentes	avoz e feijão		
3	leve, boz boz.	dois sons diferentes: um mais baixo que o outro, parece um pouco	bolinhas de chum		
4	sem metal, leve.	dois sons: um mais baixo que o outro.	pingos de perfume		
5	relativamente leve, arredondada, boz boz.	sem peso;	moeda		

Síntese

- Ao observar as plantas,*
1. O menino do vídeo queria saber o porquê de uma ser maior que a outra. Então ele criou algumas hipóteses e fez um experimento com cada uma com a ajuda da tecnologia e de uns amigos. Após vários experimentos, ele descobriu o porquê de uma planta crescer mais que a outra.
 2. Antigamente tinha a ideia que tudo era feito de um determinado elemento, ou água, ou terra, ou fogo ou ar. Depois um filósofo pegou todas essas coisas e presumiu que tudo era feito a partir da junção de todos os elementos, e essa ideia "teimou" durante um bom tempo. Até que a hipótese do átomo veio a tona, e com a tecnologia atual foi comprovada essa hipótese.

VOCABULÁRIO IMAGÉTICO

Pesquise e complete a tabela com os modelos e definições de acordo com a teoria atômica de Dalton:

TERMO/CONCEITO	MODELO	DEFINIÇÃO
átomo		Os átomos são partículas indivisíveis e indivisíveis. Átomos de um mesmo elemento têm o mesmo peso atômico.
elemento		Os diferentes elementos químicos serão constituídos por átomos diferentes e cada tipo é considerado por seu símbolo.
partícula		Agrupamento de átomos.
substância simples		são formados por átomos de um mesmo elemento químico.
substância composta		são formados por átomos de dois ou mais elementos químicos, que se combinam em uma mesma proporção.
mistura de substâncias		Quando há mais de um tipo de substâncias.

FICHA DE ATIVIDADE 3.1

Com base no modelo atômico de Dalton, represente as substâncias a seguir em nível submicroscópico, utilizando para isto as esferas de diferentes elementos disponibilizadas. Em seguida, analise a constituição destas substâncias e responda ao que se pede.

Substância	Fórmula	Representação	Quantidade de átomos	Quantidade de elementos	Tipo de substância (simples ou composta)
Água	H ₂ O		3	2	composta
Água oxigenada (peróxido de hidrogênio)	H ₂ O ₂		4	2	composta
Gás oxigênio	O ₂		2	1	simples
Gás ozônio	O ₃		3	1	simples
Gás carbônico (dióxido de carbono)	CO ₂		3	2	composta
Monóxido de carbono	CO		2	2	composta
Gás cloro	Cl ₂		2	1	simples
Ácido clorídrico	HCl		2	2	composta
Cloreto de sódio	NaCl		2	2	composta
Tetracloroeto de carbono	CCl ₄		5	2	composta
Hidreto de sódio	NaH		2	2	composta

Substância	Fórmula	Representação	Quantidade de átomos	Quantidade de elementos	Tipo de substância (simples ou composta)
Gás hidrogênio	H ₂		2	1	simples
Amônia	NH ₃		4	2	composta
Gás nitrogênio	N ₂		2	1	simples
Monóxido de nitrogênio (óxido nítrico)	NO		2	2	composta
Dióxido de nitrogênio	NO ₂		3	2	composta
Gás metano	CH ₄		5	2	composta
Etanol	C ₂ H ₅ OH		9	3	composta
Etano	C ₂ H ₆		8	2	composta
Dióxido de enxofre	SO ₂		3	2	composta
Sulfeto de sódio	Na ₂ S		3	2	composta
Ácido sulfídrico	H ₂ S		3	2	composta
Soda cáustica (hidróxido de sódio)	NaOH		3	3	composta
Óxido de sódio	Na ₂ O		3	2	composta

Quilômetros de São Paulo
n: 10 2: 200 km

FICHA DE ATIVIDADE 3.2

Com base no modelo atômico de Dalton, represente as substâncias a seguir em nível submicroscópico, utilizando para isto as esferas de diferentes elementos disponibilizadas. Em seguida, analise a constituição destas substâncias e responda ao que se pede.

H: 1
C: 2
O: 3
Na: 4
Cl: 5
N: 6

Substância	Fórmula	Representação	Quantidade de partículas	Quantidade de átomos	Quantidade de elementos	Quantidade de átomos de cada elemento	Tipo de substância
Cianeto de hidrogênio	5HCN		5	15	3	H: 5 C: 5 N: 5	compostos
Gás ozônio	2O ₃		2	6	1	O: 6	compostos
Cloreto de sódio	3NaCl		3	6	2	Na: 3 Cl: 3	simples
Cloreto de vinila (PVC)	C ₂ H ₃ Cl		1	6	3	C: 2 H: 3 Cl: 1	compostos
Água oxigenada	2H ₂ O ₂		2	8	2	H: 4 O: 4	compostos
Soda cáustica	4NaOH		4	12	3	Na: 4 O: 4 H: 4	compostos
Metanol	CH ₃ OH		1	6	3	C: 1 H: 4 O: 1	compostos

Substância	Fórmula	Representação	Quantidade de partículas	Quantidade de átomos	Quantidade de elementos	Quantidade de átomos de cada elemento	Tipo de substância
Gás cloro	2Cl_2		2	4	1	Cl = 4	substância simples
Amônia	3NH_3		3	9	2	N = 3 H = 9	composto molecular
Ácido sulfúrico	H_2SO_4		1	7	3	H = 2 S = 1 O = 4	composto molecular
Ácido carbônico	$2\text{H}_2\text{CO}_3$		2	12	3	H = 4 C = 2 O = 6	composto molecular
Tetróxido de nitrogênio	N_2O_4		1	6	2	N = 2 O = 4	composto molecular
Sulfeto de sódio	Na_2S		1	3	2	Na = 2 S = 1	composto iônico
Cloreto de amônio	NH_4Cl		1	6	3	N = 1 H = 4 Cl = 1	composto iônico
Ureia	$2\text{CO}(\text{NH}_2)_2$		2	16	4	C = 2 O = 2 N = 4 H = 8	composto molecular

FICHA DE ATIVIDADE 3.3

1. Sobre os sistemas a seguir responda:



a) Em cada sistema, indique a quantidade de:

	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Sistema 4
átomos	8	8	8	8
elementos	2	2	2	2
substâncias	2	2	2	2
partículas	4	4	4	4

b) Qual(is) dos sistemas representa(m):

- I. Substância simples? 02
 II. Substância composta? 01
 III. Mistura de substâncias? 04, 03, 01

2. Classifique em simples ou compostas as substâncias: O_2 , H_2 , H_2O , Pb , CO_2 , O_3 , CaO , S_8 .

simples: O_2 , H_2 , Pb , O_3 , S_8
compostas: H_2O , CO_2 , CaO

3. Indique a quantidade de átomos de cada elemento que formam as partículas das seguintes substâncias:

- a) $3H_2O_2$ (peróxido de hidrogênio, conhecido como água oxigenada): 6 átomos de hidrogênio e 6 de oxigênio
 b) C_2H_5OH (álcool etílico ou etanol): 2 átomos de carbono, 6 de hidrogênio e 1 de oxigênio
 c) $2CaCO_3$ (carbonato de cálcio): 2 átomos de cálcio, 2 de carbono e 6 de oxigênio
 d) $Fe(NO_3)_3$ (nitrato de ferro III): 1 átomo de ferro, 3 de nitrogênio e 9 de oxigênio

4. Carbono e hidrogênio são elementos que se combinam para formar diversas substâncias químicas. Cada um dos modelos a seguir representa uma substância formada por eles. Escreva a fórmula que representa cada substância.

Obs.: Considere que as esferas brancas representam o hidrogênio e as pretas representam o carbono e que nas fórmulas o símbolo carbono é escrito antes do símbolo do hidrogênio.



FICHA DE ATIVIDADE 4

Análise o modelo produzido de cada uma das substâncias estudadas e complete a tabela:

Substância	Nome	Fórmula	Características (propriedades/fonte/utilização)	Quantidade de átomos	Quantidade de elementos	Nome dos elementos	Quantidade de átomos de cada elemento
1	Ácido Acético	$C_2H_4O_2$	cheiro forte e azedo (água com vinagre)	8	3	carbono oxigênio hidrogênio	C = 2 O = 2 H = 4
2	Ácido acetil salicílico	$C_9H_8O_4$	compacto no comprimido (comprimido)	21	3	carbono oxigênio hidrogênio	C = 9 O = 4 H = 8
3	etanol	C_2H_5O	cheiro forte e consistente (alcoól em gel)	9	3	carbono oxigênio hidrogênio	C = 2 O = 1 H = 5
4	Butandiona	$C_4H_8O_2$	cheiro forte e consistente (manteiga)	12	3	carbono oxigênio hidrogênio	C = 4 O = 2 H = 8
5	glicose	$C_6H_{12}O_6$	compacta e doce (balau)	24	3	carbono oxigênio hidrogênio	C = 6 O = 6 H = 12
6	caféina	$C_8H_{10}O_2N_4$	cheiro forte e em pó (café)	24	4	carbono oxigênio hidrogênio nitrogênio	N = 4 C = 8 O = 2 H = 10
7	lactose	$C_{12}H_{22}O_{11}$	líquido branco (leite)	45	3	carbono oxigênio hidrogênio	C = 12 O = 11 H = 22
8	ácido cítrico	$C_6H_8O_7$	citrico e adocicado (laranja)	21	3	carbono oxigênio hidrogênio	C = 6 O = 7 H = 8

FICHA DE ATIVIDADE 5.1

Identifique as substâncias listadas a seguir, a partir dos dados já fornecidos, e complete a tabela:

Nome	Fonte/Aplicação	Modelo	Fórmula
Sódio		//	//
Etanol	presente em combustíveis		C_2H_6O
Água			H_2O
Ácido acético			$C_2H_4O_2$
oxigênio (substância)	presente no ar que respiramos		O
gás carbônico	Ônibus e usinas, emitem esses gases		CO_2
metano	Principal componente do gás natural veicular		CH_4
bafeiras			$C_8H_{10}N_4O_2$
Ozônio	Compõe a camada que protege a Terra da radiação ultravioleta	//	//
Ácido Cítrico			C: 6 H: 8 O: 7

APÊNDICE U.2 – Exemplos de produções da Atividade Inicial

- Agrupamento de representações do mesmo tipo

FICHA DE ATIVIDADE INICIAL

Estabeleça um critério e associe os seguintes cartões. Em seguida, cole os agrupamentos produzidos abaixo.

				
				
				
				
$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ ou $\text{C}_2\text{H}_3\text{OH}$	CO_2	CH_4	O_2	CO
NaCl	H_2O	O	monóxido de carbono	oxigênio
metano	dióxido de carbono (gás carbônico)	Elemento mais abundante da superfície terrestre	cloreto de sódio	etanol
oxigênio (gás oxigênio)	metanol	peróxido de hidrogênio	água	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ou $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

- Agrupamento diversos e variados

Handwritten notes at the top: "No 8 - moléculas de 3 átomos" and "LIGADIDAS" (crossed out).

	CO ₂		O
	CO		CH ₄
	metano		O ₂
	NaCl		C ₂ H ₆ O ou C ₂ H ₅ OH

FICHA DE ATIVIDADE INICIAL

Estabeleça um critério e associe os seguintes cartões. Em seguida, cole os agrupamentos produzidos abaixo.

	água		H ₂ O		oxigênio
	Elemento mais abundante da superfície terrestre		cloro de sódio		dióxido de carbono (gás carbônico)
	etanol		metanol		H ₂ O ₂
	oxigênio (gás oxigênio)		peróxido de hidrogênio		oxigênio

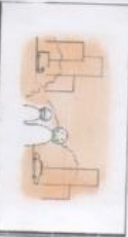
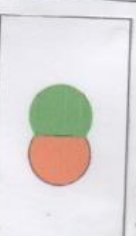
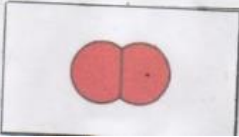
APÊNDICE U.3 – Exemplos de produções da Atividade Final

- Agrupamentos dos quatros diferentes tipos de representações

FICHA DE ATIVIDADE FINAL

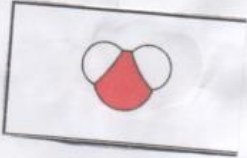
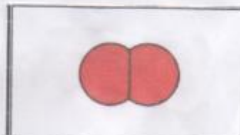
Estabeleça um critério e associe os seguintes cartões. Em seguida, cole os agrupamentos produzidos abaixo.

		etanol	
água H_2O		 C_2H_6O ou C_2H_5OH	
peróxido de hidrogênio		oxigênio	
H_2O_2		O	
dióxido de carbono (gás carbônico)		cloreto de sódio	
CO_2		NaCl	
monóxido de carbono		metano	
CO		CH ₄	

metano	dióxido de carbono (gás carbônico)	peróxido de hidrogênio	cloreto de sódio	água	oxigênio
metanol					
					
CH ₄	CO ₂	H ₂ O ₂	NaCl	H ₂ O	O
etanol			C ₂ H ₆ O ou C ₂ H ₅ OH		
monóxido de carbono			CO		
oxigênio (gás oxigênio)	Elemento mais abundante da superfície terrestre		O ₂		

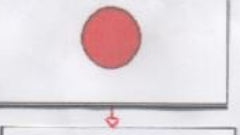
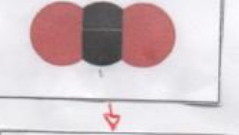
FICHA DE ATIVIDADE INICIAL

Estabeleça um critério e associe os seguintes cartões. Em seguida, cole os agrupamentos produzidos abaixo.

água		H_2O	
oxigênio		O	
etanol		C_2H_6O ou C_2H_5OH	
cloreto de sódio		$NaCl$	
oxigênio (gás oxigênio)		O_2	
Elemento mais abundante da superfície terrestre			

- Diagrama / esquema

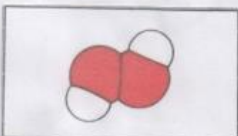
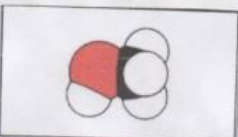
Estabeleça um critério e associe os seguintes cartões. Em seguida, cole os agrupamentos produzidos abaixo.

			
↓	↓		↓
cloreto de sódio	água		monóxido de carbono
↓	↓	↓	↓
NaCl	H ₂ O	H ₂ O ₂	CO
↓	↓	↓	↓
			
—	—	—	—
etanol	oxigênio (gás oxigênio)		
↓	↓	↓	↓
	O ₂	oxigênio	dióxido de carbono (gás carbônico)
↓	↓	↓	↓
			
↓	↓	↓	↓
C ₂ H ₆ O ou C ₂ H ₅ OH	Elemento mais abundante da superfície terrestre	O	CO ₂

- Agrupamento de pares de representações

FICHA DE ATIVIDADE FINAL

Estabeleça um critério e associe os seguintes cartões. Em seguida, cole os agrupamentos produzidos abaixo.

	água		H_2O_2
	CH_4		CO_2
	etanol		H_2O
	CO		NaCl
	O_2		$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ ou $\text{C}_2\text{H}_3\text{OH}$
	cloreto de sódio		dióxido de carbono (gás carbônico)
	O		oxigênio
	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ou $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$		