

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
MESTRADO PROFISSIONAL

FERNANDA TROES

**MODELAGEM NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA ANÁLISE NO ESTUDO DE
LIGAÇÕES IÔNICAS**

CAXIAS DO SUL, RS

2019

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

**MODELAGEM NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA ANÁLISE NO ESTUDO DE
LIGAÇÕES IÔNICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECiMa), Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade de Caxias do Sul (UCS), sob orientação da Professora Dra. Valquíria Villas Boas Gomes Missell e coorientação do Professor Dr. Odilon Giovannini Junior, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

CAXIAS DO SUL

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Caxias do Sul
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

T843m Troes, Fernanda

Modelagem no ensino de ciências : uma análise no estudo de
ligações iônicas / Fernanda Troes. – 2019.

127 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa
de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, 2019.

Orientação: Valquíria Villas Boas Gomes Missel.

Coorientação: Odilon Giovannini Junior.

1. Química - Estudo e ensino. 2. Ligações químicas. 3.
Aprendizagem ativa. I. Missel, Valquíria Villas Boas Gomes, orient. II.
Giovannini Junior, Odilon, coorient. III. Título.

CDU 2. ed.: 54:37

Catalogação na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)
Michele Fernanda Silveira da Silveira - CRB 10/2334

" Modelagem no ensino de ciências: uma análise no estudo de ligações iônicas."

Fernanda Troes

Dissertação de Mestrado submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Caxias do Sul, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Caxias do Sul, 10 de dezembro de 2019.

Orientadores:

Prof^a. Dr^a. Valquíria Villas Boas Gomes Missell

Prof. Dr . Odilon Giovannini Júnior

Banca Examinadora:

Prof^a Dr^a Carla Eliana Todero Ritter

Prof. Dr. Marcelo Giovanela

Prof. Dr. Francisco Catelli

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir que eu sinta sua presença em todos os momentos da minha vida.

Ao Jakson Matos, meu esposo, pelas palavras de apoio e incentivo em vários momentos decorridos durante a realização do mestrado. Sou muito grata e feliz por todo carinho, dedicação, companheirismo e motivação para que eu concluísse essa etapa.

Aos meus filhos, Lorenzo Troes Matos e Marthina Troes Matos, que são a manifestação mais pura e sincera da presença do amor em minha vida, agradeço a compreensão pelas horas que me fiz ausente, a fim de concluir este trabalho.

À professora Dra. Valquíria Villas Boas Gomes Missell, por todas as oportunidades de orientação, agradeço os bons conselhos que me foram dados durante vários momentos, como também os bons momentos de descontração vivenciados ao longo desses anos.

Às intervenções positivas dos professores Prof. Dr. Francisco Catelli e Prof. Dr. Marcelo Giovanela, na banca de qualificação.

À direção do Colégio e aos alunos que aceitaram participar da pesquisa, e a todos os professores que contribuíram para a concretização deste trabalho.

Enfim, a todos que, de uma forma ou outra, me auxiliaram para a conclusão desta pesquisa, muito obrigada!

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido na linha de pesquisa "Fundamentos e Estratégias Educacionais no Ensino de Ciências e Matemática" que tem por objetivo, investigar, avaliar e pôr em prática estratégias educacionais, à luz dos fundamentos da educação. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é promover a aprendizagem ativa e significativa, articulando modelagem e tecnologia em um ambiente colaborativo, em torno do tema "Ligações Iônicas". Para tanto foi elaborada uma proposta para o ensino de ligações iônicas, a partir do "modelo de modelagem", proposto por Justi e Gilbert (2000), e foi desenvolvida em uma turma de 1º série do Ensino Médio de uma escola privada no município de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul. O problema de pesquisa veio ao encontro do seguinte questionamento: Como a utilização de estratégias ativas de modelagem pode contribuir para que alunos da 1ª série do Ensino Médio aprendam de forma significativa e duradoura, aspectos conceituais relativos ao tema "Ligações Iônicas"? No ano letivo de 2015, foi aplicado um projeto piloto com uma turma de 9º ano do Ensino Fundamental II, na disciplina de Ciências – Química, uma vez que neste ano são apresentados os conceitos iniciais para explicar a formação da ligação química. No ano seguinte, foi aplicado o presente projeto com uma turma da 1º série do Ensino Médio da mesma escola e constituída pelos mesmos alunos do ano anterior, agora promovidos para a série seguinte. Essa pesquisa apresenta como os alunos construíram uma visão qualitativa de ligações iônicas, quando inseridos em um ambiente interativo de aprendizagem que lhes permitiu, através de um programa de computador, representar seus modelos mentais, tornando-os concretos, estabelecendo relações entre os conhecimentos prévios com as novas evidências. Além disso, os alunos puderam validar, através de experimentos mentais, e adequar seus modelos para diferentes situações. Os resultados desta pesquisa sugerem uma recomendação para que demais assuntos da área da Química possam ser trabalhados de maneira similar, promovendo a fusão da modelagem e tecnologia no ensino de Química.

Palavras-chave: Modelagem, ligações químicas, aprendizagem ativa, aprendizagem significativa.

ABSTRACT

This work was developed in the research line "Fundamentals and Educational Strategies in Teaching Science and Mathematics" which aims to investigate, evaluate and implement educational strategies in the light of the fundamentals of education. In this context, the objective of this work is to promote active and meaningful learning, articulating modeling and technology in a collaborative environment, around the theme "Ionic Connections". For that, a proposal was made for the teaching of ionic bonds, based on the "modeling model", proposed by Justi and Gilbert (2000), and was developed in a high school class of a private school in the municipality of Caxias do Sul, Rio Grande do Sul. The research problem came to the following question: How can the use of modeling activities contribute to students of the 1st grade of the Secondary Education to learn, in an active and lasting way, conceptual aspects to the theme "Ionic Connections". In the academic year 2015, a pilot project was applied with a class of 9th year of Elementary School II, in the discipline of Sciences - Chemistry, since this year the initial concepts to explain the formation of the chemical bond are presented. The following year, the present project was applied to a first-grade high school class from the same school and made up of the same students from the previous year, now promoted to the next series. This research presents how students constructed a qualitative view of ionic bonds, when inserted in an interactive learning environment that allowed them, through a computer program, to represent their mental models, making them concrete, establishing relationships between previous knowledge with the new evidence. In addition, students were able to validate, through mental experiments, and tailor their models to different situations. The results of this research suggest a recommendation for other issues in the Chemistry area to be worked in a similar way, promoting the fusion of modeling and technology in the teaching of Chemistry.

Keywords: Modeling, chemical bonds, active learning, meaningful learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama Modelo de Modelagem v2 (Justi, 2010, p. 223).....	17
Figura 2: Diagrama Modelo de Modelagem (Justi & Gilbert, 2002, p. 371).....	18
Figura 3: Modelo I do G1.....	42
Figura 4: Modelo I do G2.....	43
Figura 5: Modelo I do G3.....	44
Figura 6: Modelo I do G4.....	45
Figura 7: Modelo I do G5.....	46
Figura 8: Modelo II do G1.....	48
Figura 9: Modelo II do G2.....	49
Figura 10: Modelo II do G3.....	50
Figura 11: Modelo II do G4.....	51
Figura 12: Modelo II do G5.....	52
Figura 13: Modelo III do G1.....	54
Figura 14: Modelo IV do G1.....	54
Figura 15: Modelo V do G1.....	55
Figura 16: Modelo VI do G1.....	56
Figura 17: Modelo III do G2.....	57
Figura 18: Modelo IV do G2.....	58
Figura 19: Modelo V do G2.....	59
Figura 20: Modelo VI do G2.....	59
Figura 21: Modelo III do G3.....	61
Figura 22: Modelo IV do G3.....	62
Figura 23: Modelo V do G3.....	62
Figura 24: Modelo VI do G3.....	63
Figura 25: Modelo III do G4.....	65

Figura 26: Modelo IV do G4.....	65
Figura 27: Modelo V do G4.....	66
Figura 28: Modelo VI do G4.....	67
Figura 29: Modelo VII do G4.....	68
Figura 30: Modelo VIII do G4.....	68
Figura 31: Modelo III do G5.....	70
Figura 32: Modelo IV do G5.....	71
Figura 33: Modelo V do G5.....	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RS	Rio Grande do Sul
EM	Ensino Médio
3D	Tridimensional
LQ	Laboratório de Química
AS	Aprendizagem Significativa
AA	Aprendizagem Ativa
3MP	Três Momentos Pedagógicos
G1	Grupo 1
G2	Grupo 2
G3	Grupo 3
G4	Grupo 4
G5	Grupo 5
RI	Relatos de Imagem
RP	Referência à Percepção
GR	Gestos Retratados

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1. Modelos na ciência e no ensino	16
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	23
<i>3.1. Caracterização da Pesquisa</i>	23
<i>3.2. Contexto da Pesquisa</i>	25
<i>3.3. Instrumentos de coleta de dados e técnicas de análise</i>	25
<i>3.4. Desenvolvimento da pesquisa</i>	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1– Caracterização dos grupos	33
4.2 - Análise dos resultados	34
<i>4.2.1- 1º Momento: A problematização inicial</i>	34
<i>4.2.2 - 2º Momento: A organização do pensamento</i>	36
<i>4.2.3 - 3º Momento: A aplicação do conhecimento</i>	48
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
6. PRODUTO EDUCACIONAL	78
7. REFERÊNCIAS	80
8. APÊNDICES	86
9. ANEXO	105

1. INTRODUÇÃO

O ensino e a educação, de forma geral, vêm dando sinais há anos, de que algo precisa mudar. Professores acham que ensinam, mas a única certeza existente é que grande parte dos alunos não está aprendendo.

Quando a realidade que domina praticamente todas as áreas de ensino é transposta para a área específica das Ciências da Natureza, e de maneira mais analítica para o Ensino de Química, observa-se que uma das causas do fracasso desse ensino está vinculado a metodologias inadequadas em sala de aula. Em especial no Ensino de Ciências, que infelizmente está associado a um conhecimento fragmentado, difuso, carente de significados, alunos adestrados a reproduzir equações, conceitos e modelos destituídos de significados (FOUREZ, 2003), fica evidente a necessidade de romper com o ensino tradicional e passar a um modelo de ensino em que o professor atue como orientador e que o aluno participe ativamente do aprendizado, construindo relações duradouras com o conhecimento através de suas experiências.

Talvez, um dos maiores desafios de ensinar Química esteja na transposição dos modelos mentais para os concretos e vice versa por se tratar de uma ciência, na sua essência abstrata, faz com que o professor não possa intervir nos modelos mentais criados pelos alunos, o que dificulta uma aprendizagem duradoura, a partir dos mesmos.

Atualmente, aceita-se a existência de uma Ciência Cognitiva, ou seja, um estudo interdisciplinar da mente envolvendo Psicologia Cognitiva, Linguística, Inteligência Artificial, Neurociência, Filosofia e Antropologia Cognitiva. Segundo Thagard (1996, p. 10), a hipótese central da Ciência Cognitiva é que o funcionamento da mente é melhor entendido em termos de representações mentais e procedimentos computacionais que atuam sobre tais representações. Os modelos mentais, principalmente segundo a ótica de Philip Johnson-Laird (1983), possuem a finalidade de ajudar no ensino e na pesquisa em Ensino de Ciências.

Estudos na área de modelagem apontam que a aprendizagem ocorre de forma mais duradoura ao construir e manipular modelos do que apenas a partir de observações dos mesmos (VOSNIADOU, 1999). Em atividades de construção e reformulação de modelos, os estudantes são considerados participantes ativos no processo de aprendizagem, promovendo seus próprios acertos (em relação à tarefa) e construindo relações significativas através de suas experiências. Nesse contexto, o papel do professor muda, uma vez que ele para de “dar” respostas prontas e passa a guiar e facilitar a aprendizagem, criando conflitos com modelos mentais previamente existentes na estrutura cognitiva dos alunos.

Segundo Borkulo (2009), os ambientes de modelagem computacional oferecem uma forma alternativa de ensino na qual os alunos constroem e simulam o funcionamento de modelos relativos a um determinado domínio de conhecimento com base nos conceitos centrais e princípios relacionados ao mesmo. Assim, em vez de solucionar problemas sobre um domínio de forma mais ou menos algorítmica, a atenção dos estudantes é deslocada para a análise dos conceitos do domínio estudado para construir um modelo que os represente dentro de uma situação proposta, favorecendo o raciocínio e a (re) construção de concepções que se aproximem cada vez mais daquelas aceitas como científicas.

É sabido que a aprendizagem só é duradoura quando novos conhecimentos (conceitos, ideias, proposições, modelos, fórmulas) passam a significar algo para o aprendiz, quando ele ou ela é capaz de explicar situações com suas próprias palavras, quando é capaz de resolver problemas novos, enfim, quando compreende. Essa aprendizagem se caracteriza pela interação entre os novos conhecimentos e aqueles especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende, os quais constituem, segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980), o mais importante fator para a transformação dos significados lógicos, potencialmente significativos, dos materiais de aprendizagem em significados psicológicos.

Mas aprender não é, apenas, um processo de construção pessoal, desconectado das interações sociais e das ferramentas no processo de construção de conhecimento. Nesse encaminhamento, o ensino-aprendizagem passará a ser entendido como a possibilidade de despertar no aluno a curiosidade, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade. Sob esse ponto de vista, tecnologia aliada à modelagem são ferramentas da maior valia no ensino-aprendizagem das Ciências da Natureza e da Matemática do século XXI, pois a compreensão do saber científico passa pelo exercício de modelagem. Segundo Johnson-Laird (1983), a não construção de modelos mentais pode estar muito relacionada à antítese da aprendizagem duradoura, à aprendizagem mecânica.

Vários estudos (BARAB et al., 2000; VOSNIADOU, 2002; FERREIRA; JUSTI, 2005) demonstram que o envolvimento dos alunos em atividades de construção e reformulação de modelos ajuda a promover uma interlocução com o conhecimento que vai além da memorização de fatos e informações, favorecendo o desenvolvimento e a articulação de um saber crítico e reflexivo que pode ser aplicado em diferentes situações e problemas (CLEMENT, 2000)

Segundo Justi e Gilbert (2002), a introdução de atividades de modelagem nos processos de ensino e de aprendizagem de estudantes pode, além de contribuir para a construção de conhecimentos específicos, ajudar o aluno a construir seus próprios modelos, avaliar os seus e outros modelos usados pelo ensino e pela ciência, além de compreender o próprio processo de

modelagem. Assim, o aluno se torna sujeito ativo do seu processo de construção do conhecimento, estando engajado em atividades que propiciam a reflexão crítica sobre o objeto em estudo e, conseqüentemente, uma aprendizagem duradoura.

Nessa perspectiva, o objetivo deste estudo é avaliar como atividades que fundem a tecnologia e a modelagem podem contribuir para o ensino de um conteúdo específico: Ligações Iônicas, em um contexto real de sala de aula da 1^o série do Ensino Médio, de uma escola privada de Caxias do Sul, RS. A escolha desse conteúdo vem ao encontro da importância de detectar e adequar os modelos preliminares. Um modelo nunca é "errado", ele está mais próximo ou mais distante daqueles aceitos pela comunidade científica. E além disso, um modelo, mesmo distante daquele que gostaríamos que os estudantes possuíssem, é um ponto de partida, sem o qual modelos mais refinados não poderiam ser construídos.

Em um primeiro momento, uma estratégia foi aplicada como projeto-piloto com o nono ano do Ensino Fundamental II, para identificação dos conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema. No ano seguinte, uma nova sequência de estratégia de modelagem foi aplicada com o objetivo de verificar os impactos de sua utilização em torno do tema “Ligações Iônicas”, na aprendizagem de estudantes da mesma turma do projeto piloto, agora na primeira série do Ensino Médio.

O problema de pesquisa desse trabalho veio ao encontro do seguinte questionamento: Como a utilização de atividades de modelagem pode contribuir para que alunos da 1^o série do Ensino Médio aprendam de forma ativa e duradoura aspectos conceituais relativos ao tema Ligações Iônicas?

Diariamente, professores deparam-se com estudantes que apresentam inúmeras dificuldades de aprendizagem no ensino de Ciências e Matemática. Analisando de forma mais específica o ensino de Química, na maioria das vezes os estudantes constroem modelos mentais preliminares acerca dos conceitos estudados, uma vez que estes são muito abstratos. Afinal, se não pode visualizar um átomo, o que dirá visualizar os seus elétrons para interpretar e compreender a ligação química que se estabelece com outros átomos. Logo, torna-se importante pensar em uma possibilidade que proporcione ao professor mediar a construção dos modelos mentais elaborados pelos alunos ao longo das aulas, a partir de seus conhecimentos prévios, bem como aliar a isto a utilização de uma metodologia que promova uma aprendizagem ativa e duradoura, através de questionamentos.

Para tanto o presente projeto tem por objetivos específicos os relacionados a seguir:

- Elaborar um ambiente de aprendizagem que leve o aluno a questionar, imaginar e expressar seus modelos mentais, afastando-se do estado de subserviência diante do professor e do conhecimento apresentado em sala de aula;
- Utilizar atividades de modelagem como meio de promoção das habilidades estruturantes que conduzam à aprendizagem duradoura na compreensão das ligações iônicas;
- Avaliar a efetividade das atividades de modelagem na ocorrência da aprendizagem duradoura dos estudantes;
- Propor instrumentos de avaliação para que os alunos avaliem seus próprios modelos mentais, detectem lacunas de conhecimento e corrijam inconsistências;
- Criar um website sobre “Modelos em Ligações Químicas” disponibilizando no mesmo um guia didático, a fim de compartilhar a aplicação dessa proposta com os demais colegas da área, bem como a disponibilização de todos os modelos construídos durante a execução desse trabalho de mestrado, e os demais que poderão ser desenvolvidos no futuro, contemplando diferentes conteúdos da área da Química.

Essa é uma proposta que se afasta de modelos tradicionais de ensino e se aproxima de propostas hodiernas discutidas para o Ensino de Ciências.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, serão apresentados os pressupostos teóricos de Modelos na ciência e no ensino, além da importância da utilização de uma aprendizagem ativa, por questionamentos, no processo de aprendizagem.

2.1. Modelos na Ciência e no Ensino

“No esforço para compreender a realidade, somos como um homem tentando entender o mecanismo de um relógio fechado. Ele vê o mostrador e os ponteiros, ouve o seu tique-taque, mas não tem meios para abrir a caixa. Se esse homem for habilidoso, poderá imaginar um mecanismo responsável pelos fatos que observa, mas nunca poderá ficar completamente seguro de que sua hipótese seja a única possível”

(Albert Einstein)

O ensino através da construção de modelos promove uma aprendizagem participativa com ricos contextos, que encorajam a participação dos alunos, onde estes trabalham de maneira colaborativa, na construção de significados, conceitos e representações (BARAB et al., 2000). Além disso, esse processo permite ao aluno aprender sobre modelos, sua construção, representação e, conseqüentemente sobre a construção da ciência, uma vez que uma das atividades mais importantes dos cientistas é construir, testar, avaliar e validar modelos.

A atividade de construir modelos permite ao aluno visualizar conceitos, antes supostamente abstratos. A partir dos conhecimentos prévios, ele constrói seus próprios modelos e assim estes novos modelos, contribuem para o desenvolvimento e a construção de novos conhecimentos.

O uso de imagens adequadas pode facilitar o processo de ensino-aprendizagem. A visualização de algo que está muito longe da nossa sensibilidade visual é um passo de gigante para a adequada construção de nossos próprios modelos mentais (FERREIRA; ARROIO; REZENDE, 2011).

Segundo Ferreira e Justi (2008), pode ocorrer uma sinergia entre o conhecimento conceitual e a modelagem, em que o conhecimento do estudante permite criar modelos e estes contribuem para o desenvolvimento e a construção de novos conhecimentos. Além disso, a vivência desse processo permite ao aluno compreender a complexidade e as limitações envolvidas no desenvolvimento de construção do conhecimento, apresentando-o a uma realidade repleta de dúvidas e incertezas, muito diferente da exatidão com que o conhecimento escolar é frequentemente apresentado.

Nos últimos anos, os importantes papéis que os modelos desempenham na área da ciência têm sido notoriamente reconhecidos. Uma evidência disso é o grande número de filósofos, de diferentes correntes, que têm discutido esse assunto (CARTWRIGHT, 1999; GIÈRE, 2009; MORGAN; MORRISON, 1999; SUÁREZ, 2003). Apesar de apresentarem visões bem distintas sobre o significado de modelos (JUSTI, 2013), todos concordam que modelos são um dos principais produtos da Ciência e que o processo de modelagem fundamenta a produção do conhecimento científico.

Sendo a Ciência um processo de representação de mundo, sujeito a reformulações, um discurso científico na área da Química tem muito mais a ver com representações (modelos) do que com explicações.

A palavra modelagem se refere a um processo de representação simplificada de um sistema, evidenciando suas características essenciais. Uma das mais relevantes características da utilização de modelagem em ambientes de aprendizagem é a possibilidade de construir múltiplas representações de uma mesma situação, isso sem refutar nenhuma, pois a mesma “coisa” pode ser representada de diferentes formas. No caso específico do ensino de Química, tem-se através da modelagem a possibilidade de dar formas concretas a ideias abstratas, uma vez que, trata-se de uma ciência basicamente simbólica, na qual o estudante, na maioria das vezes passa a ter como único modelo os símbolos ou imagens, apresentadas por um autor em um determinado livro didático.

Os modelos são construídos por um processo de escolha e integração de aspectos considerados relevantes para o estudo em questão, podendo ser derivados tanto de fenômenos quanto da teoria, como destacado por Justi e Gilbert (2002):

“Todo processo de construção de modelo é empreendido com um propósito, seja para descrever a condução de um fenômeno, para estabelecer as entidades das quais ele pensa que consiste (junto com sua distribuição espacial e temporal), seja para descrever as razões – as causas e efeitos de – para aquele acontecimento, para prever como ele vai ocorrer sob outras circunstâncias, ou vários ou todos desses.” (p.59)

Segundo Justi (2006), o processo de modelagem ocorre em quatro etapas e cada uma delas exerce influência nas outras, como representado na Figura 1.

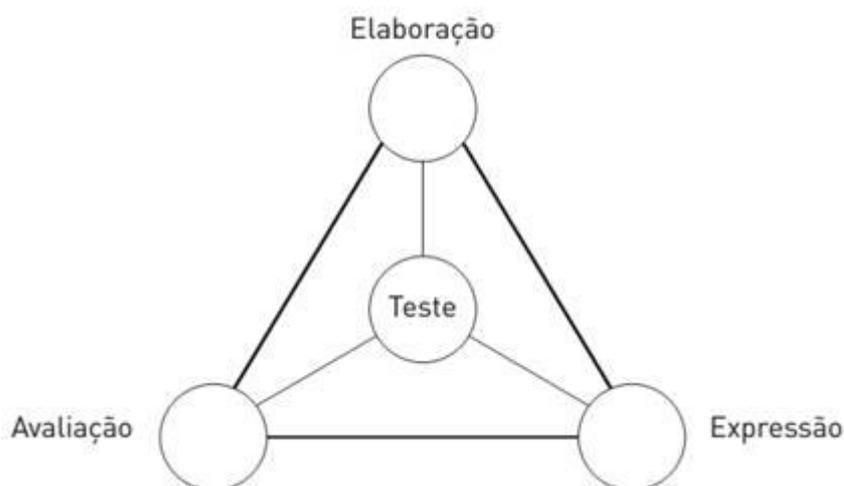


Figura 1: Diagrama Modelo de Modelagem v2 (Justi, 2010, p. 223)

Segundo Justi (2006), a elaboração de um modelo mental ocorre a partir da integração dinâmica e, às vezes, simultânea de, definir os objetivos do modelo ou entender os objetivos propostos para o modelo; obter informações sobre a entidade a ser modelada (na estrutura cognitiva prévia ou a partir de fontes externas: bibliografia, atividades empíricas etc.); definir uma analogia ou um modelo matemático para fundamentar o modelo; e integrar essas informações na proposição de um modelo. A expressão do modelo mental de forma a torná-lo acessível a outros sujeitos pode ocorrer a partir da utilização de quaisquer dos modos de representação (concreto, bidimensional, virtual, verbal, gestual, matemático). Os testes do modelo, visando avaliar sua coerência com seus objetivos, podem ser de dois tipos (empíricos e mentais), dependendo da entidade que está sendo modelada e das condições disponíveis para a realização dos mesmos. Finalmente, a avaliação do modelo consiste na identificação da abrangência e das limitações deste e ocorre a partir da tentativa de utilização do modelo em diferentes contextos (JUSTI; GILBERT, 2002; JUSTI, 2006).

Outro diagrama proposto por Justi e Gilbert (2002), chamado de modelo de modelagem (figura 2), apresenta todas as etapas envolvidas no processo de modelagem e como elas se relacionam entre si. Esse diagrama foi elaborado a partir de uma análise de como os modelos são construídos na Ciência e nos demais contextos. Todos os processos descritos no diagrama são necessários e indispensáveis à construção de modelos, sendo seguidos de forma consciente, por cientistas, ou inconsciente, por estudantes e leigos (FERREIRA, 2006).

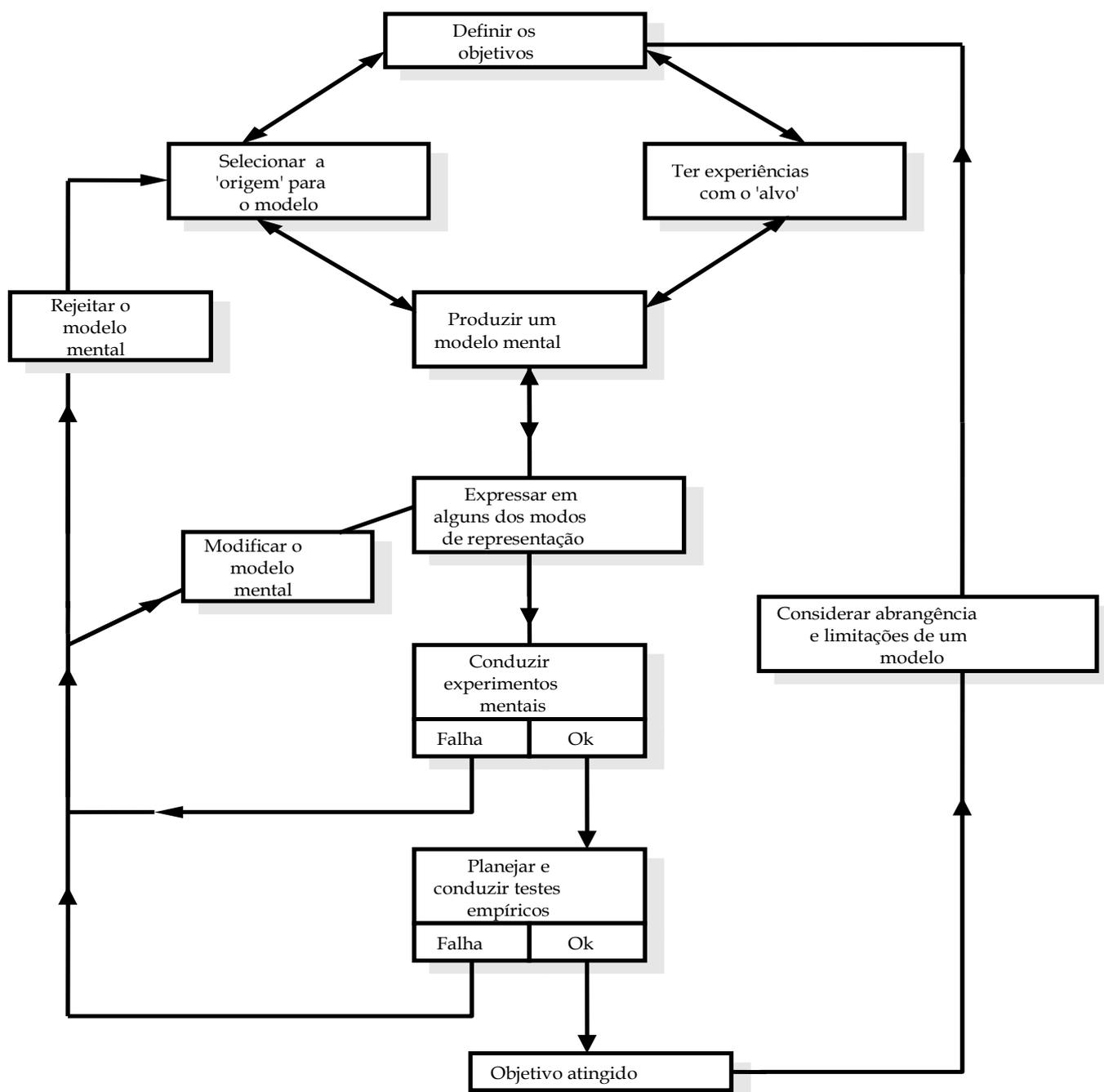


Figura 2: Diagrama Modelo de Modelagem (JUSTI; GILBERT, 2002, p. 371)

A construção do modelo de modelagem se inicia pela consideração do fenômeno que se deseja estudar, limitando-se aos aspectos que serão abordados (MAIA, 2006).

A partir daí a pessoa elabora um modelo mental que deverá ser expresso através de alguma forma (desenho, esquema, figura tridimensional, etc.). Em seguida, o modelo expresso deve ser submetido a uma etapa de testes, sejam estes mentais ou empíricos. A realização de experimentos mentais envolve processos de raciocínio que se baseiam em “resultados” de um experimento conduzido em pensamento. A situação imaginária pode ser de dois tipos: um experimento que poderia ter sido realizado em laboratório, mas por várias razões, é executado somente mentalmente, e uma realmente imaginária que não poderia, em nenhuma circunstância, ser realizada em laboratório (REINER; GILBERT, 2000).

Os testes empíricos são atividades práticas, seguidas de coleta e análise de dados e da avaliação dos resultados produzidos em relação às previsões derivadas dos modelos.

Caso o modelo falhe na etapa dos testes é possível voltar no diagrama e propor modificações no modelo, ou ainda, dependendo dos resultados, o modelo poderá ser rejeitado.

Após a construção desse modelo bem-sucedido, ele deve ser apresentado para outras pessoas que reconhecerão (ou não) sua validade. Essa etapa é muito importante para que sejam levantadas as limitações do modelo, bem como a extensão de seu emprego. Na ciência essa última etapa é fundamental, pois corresponde à comunicação do modelo com a comunidade científica, que poderá aceitá-lo ou não.

É importante ressaltar que um modelo, qualquer um, é limitado. Na metáfora de Borges (1982), um mapa que fosse perfeito, isto é, contivesse todas as informações possíveis, seria idêntico ao próprio território que ele deseja representar.

2.2 - Aprendizagem através do questionamento

Inúmeros estudos têm sido publicados acerca do desenvolvimento da competência do questionamento enquanto estratégia de ensino e de aprendizagem. Nos estudos atuais, efetivamente após a década de 1990, o foco da análise recai sobre a perspectiva do aluno (BARROS, 2008; CHIN; BROWN; BRUCE, 2002; OSBORNE, 2008; JESUS; 1991; LOUREIRO et. al, 2014) em consonância com a concepção de um aluno cuja aprendizagem tem um caráter autônomo e colaborativo. Na interação entre o professor e o aluno, bem como entre alunos, o questionamento se apresenta como estratégia para a construção de conhecimento. Souza (2006) explica que questionar é o ato de refletir para formular perguntas o que resulta em aprendizagem ativa.

Quando usamos a expressão "aprendizagem ativa", pressupomos que existe o seu oposto, e ele seria o que denominamos de "aprendizagem mecânica". Essa também pressupõe uma ação (por exemplo, memorizar é uma ação), mas a diferença é que essas ações são de certo modo provocadas, artificialmente, muitas vezes pelo próprio professor e acomodadas sem grandes problemas pelo próprio sistema de ensino.

A quais ações nos referimos então? Em primeiro lugar, queremos fazer referência a ações que resultem da própria iniciativa dos estudantes, em momentos que eles possam expressar livremente suas formas de pensar, sem serem imediatamente confrontados com a possibilidade de "estarem errando". As contestações são normais e desejáveis, e elas virão a seu tempo, permitindo que o estudante pense e repense suas posições. Trata-se de incorporar efetivamente a ideia, com a qual em geral estamos de acordo, que aprender é um processo. Mas nem sempre procedemos de forma a incorporar de fato esse processo, permitindo que ele se desenrole ao longo do tempo, acompanhando-o na medida do possível, refinado-o e retificando-o.

Quando questionamos estamos em busca de possíveis respostas para as nossas indagações, o que indica uma elaboração cognitiva mais elevada, o que exige treino e empenho especialmente quando implica em mudar de hábitos e adotar novas posturas (FERREIRA, 2010). É uma competência cujo exercício está relacionado com o desenvolvimento concomitante do pensamento crítico e reflexivo. Consideramos o ato de perguntar como uma etapa inicial no desenvolvimento da competência do questionamento. Da mesma forma que a pergunta estimula o aluno, pode tornar-se um excelente apoio ao professor, proporcionando aportes à reflexão sobre as condições de aprendizagem em que os estudantes se situam. As perguntas servem, portanto, como elemento integrador dos atores educativos que, estimula professores e os alunos a pensar, sentir e agir para transformar a ignorância pessoal em compreensão através das tarefas de aprendizagem (BAIRD, 2001; PIRES, 2011). Além disso, de acordo com Harrison (2004), é possível avaliar o nível de aprendizagem através do questionamento do aluno, conduzido pelo professor em um processo dialético, desde que este tenha clareza que mais importante do que obter respostas corretas é estimular o raciocínio do aluno, que irá buscar novas perguntas. Contudo, as investigações de Jesus, Souza e Dias (2003) demonstram que os professores exercitam equivocadamente a função comunicativa da pergunta, formulando 2 a 3 perguntas por minuto durante o período de uma aula. Essa prática além de sobrecarregar o aluno, perde a função pedagógica pois não prevê espaço para estimular o aluno a perguntar, muito menos a refletir sobre a formulação da pergunta. Moreira (2000) explica que usualmente, a proposição de perguntas ao aluno tem a principal função de verificar o que este

reteve das verdades ensinadas, buscando-se respostas consideradas certas, que reproduzam o discurso proferido em longas narrativas. Embora perguntas feitas pelo professor dominem o discurso de sala de aula, os seus questionamentos nem sempre têm efeito positivo na reflexão do aluno, uma vez que há uma grande preocupação em acertar a resposta em detrimento do aprofundamento do nível cognitivo destas. Conforme Souza (2006, p. 91) “Toda pergunta solicita uma reação de resposta, por isso perguntar pode causar constrangimentos uma vez que obriga ao ouvinte a expressar uma resposta. Existe uma relação de "poder" entre quem pergunta e quem responde e vice-versa”. Desta situação, resultam perguntas de baixo nível cognitivo e alunos silenciados pela pressão de emitir a resposta correta, em um tempo de espera de menos 3 segundos em média, seja para perguntar novamente, refazer a pergunta ou colocar uma nova pergunta (EDWARDS; BOWMAN, 1996; SOUZA; MOREIRA, 2010; ROWE, 1986). Além disso, as eventuais perguntas dos alunos podem ser interpretadas pelos professores como uma afronta a sua autoridade, como teste ao seu conhecimento e como tentativa subversiva de sabotar a estratégia de ensino. Por se sentirem vulneráveis com as perguntas, alguns professores acabam por inibir o comportamento questionador dos alunos (BARROS, 2008). Edwards e Bowman (1996) defendem que além deste fator, os professores resistem a utilizar as perguntas como estratégia de ensino seja por consumir mais tempo, seja por temer perder a autoridade e o domínio do discurso. Como o ambiente de sala de aula nem sempre é adequado para a construção do conhecimento através das perguntas, os professores evitam a estratégia para não ter que promover uma mudança na cultura do grupo, o que não é um trabalho fácil. Portanto, as perguntas podem funcionar como indicadores para a aprendizagem do aluno. Através da análise do nível cognitivo das perguntas, o professor pode verificar não somente as dúvidas que os alunos podem apresentar, mas os esquemas mentais na problematização do que lhe é apresentado.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia, neste estudo, foi organizada em dois momentos, contemplando a metodologia de pesquisa e a metodologia de ensino.

Cada uma delas será detalhada a seguir:

3.1. *Caracterização da Pesquisa*

O objetivo desta pesquisa é avaliar como a utilização de atividades de modelagem, pode contribuir para que alunos da 1ª série do ensino médio aprendam de forma ativa e significativa aspectos conceituais relativos ao tema Ligações Iônicas.

O tema “Ligações Químicas” foi escolhido pela dificuldade que os alunos apresentam em compreender e atribuir significados a uma abordagem de essência abstrata (ÖZMEN, 2004; NAHUM; MAMLOK-NAAMAN; HOFSTEIN; TABER, 2010).

Quanto à abordagem, esta pesquisa se classifica como pesquisa qualitativa, pois busca descrever, compreender e explicar a complexidade da interpretação. A pesquisa qualitativa pretende aprofundar a compreensão dos fenômenos que investiga a partir de uma análise criteriosa desse tipo de informação (MORAES, 2003) e dá ênfase à fala e à escrita dos participantes com aprofundamento da compreensão do grupo de sujeitos envolvidos (SANTANA, 2014).

De acordo com Moreira (2009), o termo “pesquisa qualitativa” tem sido utilizado como uma alternativa para nomear diversos enfoques da pesquisa educacional, como a pesquisa participativa, observacional, estudo de caso, fenomenológica construtivista, interpretativa e antropológica cognitiva, todas chamadas de pesquisa qualitativa por compartilhar em muitas semelhanças.

Logo, quanto aos procedimentos metodológicos, podemos dizer que esta pesquisa é participante, documental e pesquisa-ação. A pesquisa-ação é a pesquisa que articula a relação entre teoria e prática no processo mesmo de construção do conhecimento. A reflexão e prática, ação e pensamento, polos antes contrapostos, agora seriam acolhidos em uma modalidade de pesquisa que considera a intervenção social na prática como seu princípio e seu fim último (MIRANDA; RESENDE, 2006).

Na pesquisa-ação se faz necessária a reflexão do trabalho desenvolvido, onde o professor tem condições de refletir criticamente sobre suas ações e investigar sua própria prática

em sala de aula. O objetivo de tal reflexão é fazer com que o professor melhore sua prática e a partir dessa melhora, ele reconstrua continuamente sua prática junto aos alunos, de modo a aumentar a possibilidade de que estes venham a reconstruir seus próprios conhecimentos.

A pesquisa participante é associada a várias formas coletivas de colaboração, com o objetivo de se pensar possíveis soluções para dificuldades e problemas que ocorrem em determinados campos de atuação (ESTEBAN, 2010). As soluções podem trazer mudanças significativas em diferentes contextos, melhorando sistemas sociais, técnicos e até mesmo educacionais, podendo envolver, neste caso, o professor e os seus estudantes.

Nesse contexto, a pesquisa participante caracteriza-se pelo envolvimento e identificação do pesquisador com as pessoas investigadas, enquanto a pesquisa-ação é um tipo de investigação social com base empírica que é concebida e realizada em associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo no qual os pesquisadores e os demais participantes da pesquisa estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (FONSECA, 2002; THIOLENT, 1988 apud GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Já para a pesquisa documental, segundo Phillips (1974 apud LÜDKE; ANDRÉ, 1986), se considera documentos diversos e quaisquer materiais escritos que possam ser usados como fonte de informações sobre o comportamento humano. Esses documentos podem incluir desde leis e regulamentos até arquivos e trabalhos escolares, como cadernos, provas e redações.

As metodologias qualitativas implicam em um processo de coleta de dados em que o pesquisador, durante certo período, está em contato com a realidade examinada, ou seja, o contexto socialmente construído, participando, dialogando, intervindo, ouvindo, integrando o espaço social que é o seu foco, seu objeto de pesquisa.

Neste trabalho, buscamos evidências de que ocorreu uma aprendizagem por parte dos estudantes da 1ª série do Ensino Médio, a partir da sequência de modelos construídos, bem como de todos questionamentos, respondidos e elaborados, no decorrer da sequência didática.

Neste ponto, consideramos importante enfatizar outra faceta da pesquisa qualitativa: a narrativa. Ao invés de gráficos, coeficientes, tabelas estatísticas para apresentar resultados e asserções de conhecimento, o pesquisador interpretativo narra o que fez e sua narrativa concentra-se não nos procedimentos, mas nos resultados.

Para isso, em sua narrativa, o pesquisador utiliza trechos de entrevistas, excertos de suas anotações, exemplos de trabalhos de estudantes, entremeados de comentários interpretativos, buscando apresentar evidências que suportem sua interpretação e, ao mesmo tempo, permitam ao leitor fazer julgamentos de modo a concordar ou não com as asserções interpretativas do pesquisador (MOREIRA, 2009).

A coleta de dados para essa pesquisa ocorreu através da observação e da análise documental. As produções escritas pelos sujeitos desta pesquisa foram analisadas de forma cuidadosa, pois a pesquisa qualitativa pretende aprofundar a compreensão dos fenômenos que investiga. A intenção é a compreensão e reconstrução dos conhecimentos sobre os temas investigados (MORAES, 2003).

3.2. Contexto da Pesquisa

O estudo foi realizado com uma turma de 32 alunos da 1ª série do Ensino Médio, de uma escola particular, situada na cidade de Caxias do Sul – RS. A escola conta com uma ampla estrutura física, possui três laboratórios, sendo um deles de Química equipado com materiais e equipamentos adequados às atividades desenvolvidas. Possui uma ampla sala para projeções em 3D, todas as salas de aula da escola possuem lousa digital dupla, computador e acesso à internet banda larga. Todas as salas foram projetadas para um determinado número de alunos, assim como o laboratório de Química, que foi concebido e estruturado para receber turmas de até 30 alunos, distribuídos em duas grandes bancadas centrais.

A escola conta ainda com 30 notebooks que podem ser solicitados pelo professor para trabalho em sala de aula, todos com acesso à internet. Além dos notebooks, conta com um laboratório de informática com 40 computadores também conectados à internet.

Os alunos do Ensino Médio têm três aulas de Química por semana, cada uma de 50 minutos, sendo que a escolha do número de aulas teóricas e práticas, fica a critério do professor. Na turma na qual a presente pesquisa foi desenvolvida, as aulas de Química ocorriam duas vezes por semana, ou seja, um dia tinham duas aulas conjugadas, totalizando 100 minutos (2 aulas) e no outro dia 1 aula, de 50 minutos.

3.3. Instrumentos de coleta de dados e técnicas de análise

Os dados da pesquisa foram coletados através dos modelos que foram construídos a cada etapa, juntamente com os questionamentos feitos pela pesquisadora e os questionamentos elaborados pelos estudantes, todos estes foram registrados, por escrito pela pesquisadora.

A análise de dados foi feita com base no “Modelo de Modelagem”, proposto por Justi e Gilbert (2002), apresentado na Figura 2.

De acordo com o diagrama, o processo de modelagem compreende quatro etapas. A primeira corresponde à produção de um modelo mental. Essa fase abrange quatro sub etapas. Inicialmente, é necessário definir os objetivos para os quais o modelo será construído. Em uma situação de ensino, essa tarefa é expressa nas atividades e pelo professor. Para tanto, é importante que o professor tenha claro um modelo pedagógico, isto é, uma simplificação do modelo científico que se espera que os alunos aprendam. Entretanto, é importante que o professor não fique preso a esse modelo como a única possibilidade ou como o único modelo ‘correto’, uma vez que outros modelos, igualmente coerentes e com poderes de explicação e previsão adequados podem ser propostos pelos alunos.

Para a produção de modelos, é necessário que o sujeito tenha conhecimentos e modelos prévios que sirvam de base para a proposição de um novo modelo, ou que os conhecimentos sejam adquiridos a partir de observações e busca na literatura. No diagrama (figura 2), isso se relaciona a ter experiências com o alvo. No ensino, o professor, nas atividades de modelagem, apresenta fenômenos e sistemas interessantes (observáveis ou não), dados (teóricos ou empíricos) e informações relevantes aos alunos com o intuito de dar suporte ao processo de elaboração do modelo. Ao selecionar essas informações, o professor deve estar atento às concepções alternativas que os alunos comumente desenvolvem sobre o tema a ser estudado. Ele também deve averiguar se os alunos têm noção de conceitos prévios que são pré-requisitos para favorecer a construção de um modelo mental. No ensino de ligações iônicas, por exemplo, espera-se que os estudantes tenham noções das propriedades periódicas, energia de ionização e afinidade eletrônica, pois esses são os pré-requisitos para compreender quais são os íons que dão origem ao NaCl, por exemplo.

Simultaneamente à organização dessas experiências, na mente do indivíduo ocorre a seleção de aspectos da realidade que podem ser usados para descrever o alvo (origem). Esses aspectos podem ser situações com as quais parece possível estabelecer uma analogia, ou recursos matemáticos adequados para a situação em questão (seleção da origem do modelo). A partir do processo dinâmico de ocorrência dessas sub etapas (organização de experiências e seleção de uma fonte adequada), somado à criatividade e ao raciocínio crítico do indivíduo, um modelo mental inicial é construído (produção de um modelo mental).

A segunda etapa compreende a expressão do modelo em algum dos modos de representação (material, visual, verbal, gestual ou matemático), ou em uma combinação deles. No ensino, diante de uma situação problema, o aluno é solicitado a construir um modelo que

possa elucidar esta situação. Após a elaboração desse modelo mental, ele o expressa de modo a permitir que outras pessoas (como o professor e seus colegas) também possam conhecê-lo. Nesse momento, deve haver uma adequação entre o modelo que a pessoa elaborou em sua mente e o modelo expresso. Na busca dessa adequação, pode ocorrer um ciclo de alterações em ambos (modelo mental e modelo expresso) até o ponto em que um modelo esteja satisfatoriamente de acordo com o outro. Cabe ao professor disponibilizar vários materiais e recursos para a expressão do modelo, de forma a possibilitar ao indivíduo melhores condições de comunicar seu modelo mental. Além disso, o professor não deve limitar a expressão do modelo a alguma forma de representação convencional (a não ser que exista uma convenção representacional para determinado sistema), deixando tal decisão a cargo da criatividade de cada aluno. No ensino de ligações iônicas, o papel do professor é primordial ao favorecer a discussão dos códigos de representação utilizados por cada grupo de forma a contribuir para que os estudantes entendam a importância da escolha adequada da forma de expressão de seus modelos (MAIA; QUEIROZ; MENDONÇA; JUSTI, 2007). Os modelos de cada grupo devem ser socializados para a turma. A relevância disso está relacionada ao próprio fazer científico, contexto no qual os modelos são apresentados à comunidade científica para julgamento, e também ao fato de o modelo de determinado grupo poder influenciar outro grupo a modificar, ou mesmo abandonar, seu modelo inicial (a partir da percepção de incoerências no mesmo após explicações dos colegas). Tendo identificado os diversos modelos produzidos pelos alunos, o professor não deve simplesmente julgar e sentenciar o certo e o errado em relação ao modelo pedagógico, mas observar a coerência do modelo à situação-problema. O professor tem papel importante na socialização da aprendizagem ao favorecer a negociação de ideias entre os alunos, criando condições para que as ideias coerentes em relação ao modelo pedagógico sejam expandidas. No ensino de ligação iônica, verificamos que isso ocorreu através da aceitação de determinadas ideias, da introdução de questões sobre tais ideias ou do reforço positivo a questões apresentadas por outros alunos.

A terceira etapa corresponde aos testes do modelo, que são realizados visando identificar sua adequação em relação aos objetivos para os quais foi proposto. Os testes podem ocorrer de duas formas: a partir de experimentos empíricos (seguidos ou antecedidos por experimentos mentais) ou apenas a partir da condução de experimentos mentais. No ensino, cabe ao professor trazer novos elementos que possam se contrapor às incoerências observadas, levando os alunos a testar seus modelos através da condução de experimentos mentais. Se o modelo responder positivamente ao teste (isto é, for capaz de explicar os novos dados) deve-se seguir para a

próxima fase; caso contrário, o modelo deverá ser modificado ou até mesmo rejeitado, iniciando-se o processo novamente. O conhecimento envolvido na rejeição de um modelo pode ser utilizado pelo estudante na produção de um novo modelo. É importante que o professor valorize os modelos dos alunos, ao comparar o processo vivenciado por eles com a construção de conhecimentos na Ciência. Na fase de testes, os experimentos empíricos nem sempre são necessários ou possíveis de serem realizados. Isso depende da entidade a ser modelada e da disponibilidade de recursos materiais. Além disso, mais de um teste pode ser realizado, o que está diretamente relacionado à natureza da entidade modelada. Por exemplo, no ensino das ligações iônicas, no contexto dessa pesquisa, foram realizados apenas experimentos mentais a partir da análise de dados secundários e foram propostas duas atividades de testes do modelo visando favorecer a discussão de concepções alternativas frequentes entre os alunos (principalmente a ideia de ‘NaCl molécula’). Isto aconteceu porque ligação química é um tema de natureza fortemente abstrata, no qual não é possível, em situações escolares regulares, realizar a experimentação para medir a maioria das propriedades químicas dos compostos, mas é possível “rodar” o modelo na mente para explicá-las.

A quarta etapa compreende a avaliação do modelo. Se na etapa de teste o modelo proposto for bem-sucedido, pode-se dizer que o objetivo inicial foi atingido. Neste caso, é necessário somente discutir as abrangências e as limitações do modelo. No caso das ligações iônicas, no contexto dessa pesquisa, após a socialização dos modelos da turma (quando todos os grupos já haviam desenvolvido a ideia de modelo em rede), estabeleceu-se um modelo consensual da turma, que teve sua abrangência ressaltada (isto é, aquilo que ele era capaz de explicar foi destacado). A seguir, a pesquisadora apresentou o modelo pedagógico do NaCl e enfatizou aos alunos que eles não tinham recebido dados para concluir sobre o formato da rede iônica, sendo tal aspecto, portanto, uma limitação do modelo proposto por eles. Reconhece-se que não é possível descrever todas as ações vivenciadas pelos indivíduos envolvidos na modelagem, visto que seus raciocínios são idiossincráticos. Entretanto, acredita-se que a proposta expressa no diagrama Modelo de Modelagem é capaz de refletir as principais etapas do processo.

3.4. Desenvolvimento da pesquisa

A proposta de trabalho empregada contou com um projeto piloto aplicado à uma turma de nono ano, do Ensino Fundamental II, no ano de 2015, no segundo trimestre, na disciplina de Química, que ocorria em um período semanal, durante o estudo introdutório ao tema: Ligações Químicas. Após a construção dos conceitos fundamentais para a compreensão das ligações químicas, os alunos foram desafiados a elaborar, utilizando bolas de isopor, palitos de madeira e papel, uma representação para diferentes compostos iônicos e moléculas, isso sem terem sido apresentados a um modelo proposto pela Ciência, para que assim pudessem externalizar da melhor maneira possível aquilo que imaginavam, ou seja, seus modelos mentais. Dessa forma, os alunos tiveram que pensar a respeito e não apenas reproduzir a união dos compostos.

Este trabalho piloto foi publicado no livro “Metodologias Ativas, desafios para uma educação disruptiva” com o título: “Estudo das ligações químicas: uma aprendizagem por questionamento”. (Apêndice I)

A proposta, à qual se refere esta dissertação, foi aplicada no ano seguinte, 2016, no segundo trimestre. A aplicação teve início com uma sequência didática, que será apresentada a seguir, para que os estudantes pudessem criar seus primeiros modelos e aprimorar a capacidade de externalizar seus modelos mentais, pois este também é um trabalho a ser desenvolvido afinal, nem sempre o que se vê é o modelo mental criado pelo aluno, o que se vê é resultado daquilo que o aluno foi capaz de externalizar. Oxalá isto se aproxime o máximo possível do modelo mental criado, por isso pensa-se ser necessário uma sequência de situações para que o aluno possa desenvolver esta habilidade da melhor forma possível.

Para tal, a pesquisadora iniciou uma insaciável busca por uma ferramenta, por meio da qual, os alunos pudessem criar modelos de ligações químicas, o objetivo era disponibilizar uma ferramenta de fácil manuseio e que não necessitasse ser traduzida do inglês para o português. Assim, em uma conversa com o técnico de informática da escola, a pesquisadora tomou conhecimento de uma ferramenta “desconhecida” de um programa muito conhecido e, assim, com esta ferramenta foi possível viabilizar a construção dos modelos.

Nesse contexto, os alunos foram conduzidos a questionamentos e situações na qual utilizaram um programa de computador, disponibilizado nos notebooks da escola, para realizar o trabalho em sala de aula. O programa utilizado é o conhecido PowerPoint, sem necessidade de rede de acesso à internet, o que viabiliza a reprodução deste trabalho em escolas de diferentes realidades. Na verdade, não se utilizou o PowerPoint como ele é utilizado normalmente, mas sim se utilizou a tal ferramenta do PowerPoint pouco conhecida dos usuários deste programa.

Esta ferramenta “escondida” dentro de um programa que, aparentemente, só elabora apresentações de slides tem um potencial significativo para auxiliar no ensino de ligações químicas.

Importante ressaltar que o PowerPoint é um programa não-gratuito da Microsoft®, que faz parte do Microsoft Office®, uma suíte de aplicativos para escritório que contém programas como: processador de texto, planilha de cálculo, banco de dados, apresentação gráfica, cliente de e-mails, entre outros. Contudo, há a possibilidade de se trabalhar com o Libre Office, que é uma suíte de aplicativos gratuita com aplicativos semelhantes ao do Microsoft Office®. No Libre Office o desenvolvimento dos modelos funciona igualmente bem.

Durante as aulas teóricas, a sequência didática foi elaborada de acordo com os “Três Momentos Pedagógicos” (3MP) (DELIZOICOV, 1982):

- 1º momento: A problematização inicial;
- 2º momento: A organização do pensamento;
- 3º momento: A aplicação do conhecimento.

Para Pierson (1997), em uma “primeira aproximação”, podemos olhar os momentos pedagógicos enquanto três momentos que:

devem se suceder no processo de ensino e aprendizagem: o primeiro momento de mergulho no real, o segundo caracterizado pela tentativa de apreender o conhecimento, já construído e sistematizado, relacionado a este real que se observa e o terceiro momento de volta ao real, agora de posse dos novos conhecimentos que permitam um novo patamar de olhar (PIERSON, 1997: 156).

Durante as aulas, a sequência didática trabalhada foi desenvolvida na seguinte ordem:

1º momento: A problematização inicial

Duração: Uma aula (50 minutos)

- Objetivo: Identificar a importância da ligação iônica na manutenção da vida.
- Questionário (Apêndice II)
- Situação Problema: Texto: Viva melhor com menos sal (Anexo I)
- Questionamentos (Apêndice III)

2º momento: A organização do pensamento

Duração: Uma aula (50 minutos)

- Objetivo: Identificar e reconhecer as características dos compostos iônicos.
- Texto (Apêndice IV)
- Questionamentos - Pré-experimento – (Apêndice V)
- Experimento (Apêndice V)
- Questionamentos - Pós-experimento – Construção do primeiro modelo. (Apêndice V)

3º momento: A aplicação do conhecimento

Duração: Quatro aulas (200 minutos)

- Objetivo: Diferenciar cloreto de sódio (NaCl) do íon sódio (Na⁺).
- Texto (Anexo II)
- Desafio 1 (Apêndice VI)
- Apresentação do programa computacional, bem como as possibilidades de explorar suas ferramentas
- Construção dos modelos

O Desafio 1 proposto (Apêndice VI) é o início de uma sequência de externalizações de modelos mentais construídos durante a sequência didática, acima apresentada.

No desafio 1, segundo modelo solicitado, os estudantes foram desafiados, individualmente, a elaborar um modelo utilizando apenas lápis e/ou caneta e papel para explicar a ocorrência de uma ligação iônica.

No segundo modelo solicitado (Desafio 2), os estudantes foram organizados em grupos, para elaborar um modelo, utilizando um programa de computador, Power Point, para representar a ligação química do composto iônico: Cloreto de sódio (NaCl).

À medida que os estudantes elaboravam os modelos para os compostos, foram surgindo questionamentos entre eles, questionamentos esses que foram em seguida direcionados à professora. Como será detalhado mais adiante, esse foi um fator determinante para que os alunos elaborassem com sucesso seus experimentos mentais e empíricos, evidenciados no diagrama do “Modelo de Modelagem” proposto por Justi e Gilbert (2002, p. 371).

A partir destes questionamentos, os estudantes foram reformulando seus modelos, a fim de que chegassem em um modelo satisfatório (Apêndice VII).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos moldes do “Modelo de Modelagem” (JUSTI; GILBERT, 2002, p. 371), os objetivos foram definidos a cada momento da sequência didática, possibilitando aos estudantes experiências com o alvo “Ligações Iônicas”, para que assim pudessem elaborar seus modelos mentais e posteriormente representá-los através de algum recurso físico.

Durante as discussões vamos utilizar a sigla AxGy, onde a letra A refere-se a um número aleatório atribuído a cada estudante e a letra G indicará a qual grupo o mesmo pertence.

Os grupos foram escolhidos pelos próprios alunos, a fim de tornar a pesquisa a mais agradável e prazerosa possível, levando em conta conflitos pré-existentes entre alguns estudantes.

Optamos por uma pesquisa que se valesse de um trabalho em grupos, pois segundo Vygotsky (1982) a constituição dos sujeitos, assim como seu aprendizado e seus processos de pensamento, ocorre mediada pela relação com outras pessoas. Elas produzem modelos referenciais que servem de base para nossos comportamentos e raciocínios, assim como para os significados que damos às coisas e pessoas.

Jeong e Chi (1997) relatam que pesquisas sugerem que as pessoas passam a compartilhar memórias, conhecimentos, ou modelos mentais como resultado do trabalho em conjunto. Dessa forma, atingem significados e representações comuns, possivelmente mais complexos e ricos do que aqueles elaborados individualmente.

Segundo Barab et al. (2000), o ensino através da construção de modelos promove uma aprendizagem participativa com ricos contextos, que encorajam a participação dos alunos, onde estes trabalham de maneira colaborativa, na construção de significados, conceitos e representações.

Nesse sentido, Alvarez e Del Rio (1996) consideram que quem aprende “toma emprestado”, paulatinamente, tais modelos de seus interlocutores mais capacitados, podendo assim chegar a ultrapassar seus limites.

4.1– Caracterização dos grupos

G1: Formado por seis estudantes, todas meninas. Duas dessas alunas possuem alto rendimento escolar, duas são repetentes e as outras são alunas que batalham para atingir a média.

G2: Formado por cinco estudantes, quatro meninas e um menino. Todos apresentam um histórico de bom rendimento escolar. Possuem idade adequada para a série que frequentam, logo neste grupo não contamos com nenhum estudante repetente.

G3: Formado por oito estudantes, quatro meninos e quatro meninas. Um estudante é repetente e um aluno é inclusivo, apresenta algumas limitações cognitivas, mas foi acolhido pelo grupo, como sempre ocorre, para a realização das atividades propostas. Neste grupo, contamos com seis alunos que apresentam um rendimento escolar satisfatório.

G4: Formado por sete estudantes, destes apenas um é repetente. Esse, talvez seja o grupo que apresenta maior equilíbrio, quando comparamos o rendimento escolar individual de cada integrante.

G5: Formado por seis estudantes, cinco meninos e uma menina. Apenas três alunos apresentam um histórico de rendimento escolar satisfatório. Há neste grupo uma grande disparidade, não apenas no que se refere a rendimento, mas também no que se refere a idade, visto que temos um estudante com dezoito anos. Outro fator relevante é que cinquenta por cento do grupo é repetente.

A sequência didática foi construída, respeitando os passos necessários para a construção de um modelo. Segundo o “Modelo de Modelagem” proposto por Justi e Gilbert (2002), primeiramente é preciso definir os objetivos e selecionar a origem para o modelo, bem como fazer com que o estudante tenha experiências com o alvo, o que se pode observar nas duas primeiras aulas, com os questionários que serão apresentados a seguir, para que posteriormente pudessem construir seu primeiro modelo, representá-lo e reformulá-lo, utilizando diferentes recursos para isto, o que se observa a partir da segunda aula, onde ocorre a construção e representação do primeiro modelo, que passa a sofrer suas respectivas reformulações a partir dos testes empíricos para que assim alcancem um modelo satisfatório.

4.2 - Análise dos resultados

4.2.1- 1º Momento: A problematização inicial

Segundo Justi (2006), para que ocorra a elaboração de um modelo mental o estudante deve obter informações sobre a entidade a ser modelada (na estrutura cognitiva prévia ou a partir de fontes externas: bibliografia, atividades empíricas etc.).

Questionário I

- 1) Qual o motivo do título de vilão atribuído ao sal?

R. G1: *“O motivo do rótulo de vilão é devido ao íon sódio presente nos alimentos que tem sal e também devido ao seu consumo exagerado.”*

R. G2: *“O rótulo de vilão atribuído ao sal deve-se à presença de sódio que quando não ingerido adequadamente é prejudicial à saúde e pode ocasionar doenças.”*

R. G3: *“Pois ele aumenta a pressão, pode causar várias doenças e levar à morte a longo prazo.”*

R. G4: *“Por causa do cloreto de sódio que causa uma série de doenças, como aumento da pressão arterial, cálculos renais, etc.”*

R. G5: *“Porque o sódio, em seu consumo exagerado, pode causar doenças.”*

- 2) Ao analisarmos o rótulo de um determinado alimento podemos visualizar a quantidade de sódio presente. Sódio e sal são a mesma coisa? Justifique.

R. G1: *“O sódio e o sal são coisas diferentes, pois, o sódio é um elemento químico e o sal não. Sal é a junção do sódio com o cloro, que juntos formam o sal.”*

R. G2: *“O sal é um composto de cloreto de sódio”.*

R. G3: *“Não, o sódio é um elemento químico puro e o sal é um composto, o cloreto de sódio”.*

R. G4: *“Não são a mesma coisa. O sal é uma mistura de cloreto + sódio. E o sódio é puro”.*

R. G5: *“Não, pois sódio é uma coisa e sal é cloreto de sódio. E o sódio não está presente apenas no sal”.*

Nesta questão, pode-se observar uma certa incoerência em algumas respostas, uma vez que não há clareza na diferença entre o composto iônico (NaCl) e o íon sódio (Na⁺).

Questionário II

- 1) O sal traz em sua composição o cloreto de sódio (> 99%), composto iônico formado pela união de íons Na⁺ e Cl⁻ – espécie química envolvida na manutenção do equilíbrio de lipídios do corpo. No entanto, um aumento da quantidade de íons sódio no organismo provoca uma alteração nesse equilíbrio. A retenção de líquido no organismo pode causar aumento da pressão sanguínea e provocar a hipertensão, responsável pelo infarto e pelo acidente vascular cerebral (AVC). Faça um levantamento de dados sobre a relação do aumento da pressão arterial com o risco de infarto e AVC.

R. G1: *“O organismo é muito sensível a aumentos de pressão. Se o sangue for bombeado constantemente sob pressão mais alta, vários órgãos entrarão em sofrimento. Em situações extremas, quando acontecem aumentos bruscos de pressão, pode haver colapso do sistema e morte súbita.”*

R. G2: *“O sal é importante, mas não podemos abusar dele. Pessoas que ingerem uma grande quantidade de sal tem dificuldade em eliminá-lo. Por causa da retenção desenvolvem hipertensão crônica: uma doença que mexe com a circulação, força os batimentos cardíacos e pode causar ataques do coração e derrames cerebrais.”*

R. G3: *“Hoje em dia as pessoas consomem muito sal acima do considerado saudável, e esse abuso na alimentação, acaba desencadeando em diversos problemas, inclusive doenças e a hipertensão. O coração bombeia sangue muito mais forte, e cada vez mais as pessoas estão sofrendo com isso.”*

R. G4: *“Quando o sal é ingerido em quantidades adequadas, o sal, que traz na sua composição química o sódio não nos faz mal. Mas quando ingerimos o sal em grandes quantidades, o aumento da quantidade de sódio no organismo provoca uma alteração no equilíbrio de líquidos do nosso corpo, o que leva a hipertensão. A hipertensão é o aumento crônico da pressão arterial que pode levar ao infarto e AVC.”*

R. G5: *“O sal causa hipertensão porque aumenta o volume de sangue dentro das veias por causa de uma característica do sal: absorção de moléculas de água. Ao ingerir o cloreto de sódio o corpo retém água e, por aumentar a quantidade de sangue, aumenta a pressão arterial.”*

- 2) Explique utilizando conhecimentos por você já adquiridos, qual a diferença entre átomos de sódio e íons sódio.

R. G1: *“Átomo é aquele que está na tabela, com um elétron na camada de valência. Íon sódio é aquele que surge quando colocamos o sal na água (Na^+), esse no caso perdeu aquele elétron do átomo.”*

R. G2: *“O átomo é o sódio estável (Na), sem carga nenhuma, já o íon ele está procurando alguém é o cátion do sódio (Na^+).”*

R. G3: *“Átomo é o Na e íon é aquele Na^+ que perdeu um elétron para ficar estável.”*

R. G4: *“Átomo é aquele que não perdeu elétron, íon é aquele que perdeu, nesse caso 1 elétron.”*

R. G5: *“O átomo é o sódio com um elétron na última camada e o íon sódio é aquele que perdeu aquele um elétron para ficar estável.”*

Nestas respostas, fica claro que os grupos entendem que há diferença entre um átomo neutro e um íon. Fator que é crucial para que compreendam a ligação química iônica, e a partir disso possam criar seus próprios modelos.

4.2.2 - 2º Momento: A organização do pensamento

Nos questionamentos pré-experimento

- 1) Quais as características do composto (NaCl), no que se refere ao tipo de ligação química e ao estado físico à temperatura ambiente?

R. G1

Grupo: “Apresenta ligação química iônica, onde o metal sódio perde 1 elétron e o ametal cloro recebe 1 elétron. Quanto ao estado físico é sólido na temperatura ambiente.”

R. G2

Grupo: “É uma ligação iônica entre Na (sódio) e Cl (cloro). Sódio + Cloro = NaCl

No ambiente se encontra no estado sólido (pequenos cristais).”

Professora: Mas como assim, sódio + cloro, poderiam explicar como essa ligação acontece?

A₁₀G₂ – “Claro prof, então eu entendo que eles só se juntam, assim se ligam né, pois um tem elétrons sobrando e o outro faltando, daí um satisfaz o outro, um quer perder e o outro ganhar, daí se juntam e ficam satisfeitos, assim.”

R. G3

Grupo: “Ligação iônica onde um perde elétrons e o outro recebe. Na temperatura ambiente são sólidos.”

R. G4

Grupo: “São sólidos nessa temperatura e a ligação é do tipo iônica.”

R. G5

Ligação iônica, um composto sólido.

O sódio perde um elétron para o cloro.

- 2) Analisando os testes que serão feitos, o que o grupo espera observar quanto à condução de corrente elétrica para cada teste? (Utilize **N** se a escolha for não acender e **A** se for acender)

R. G1

1° teste: Somente água (destilada): N

2° teste: Um pedaço de madeira: N

3° teste: Um pedaço de borracha :N

4° teste: Grafite: A

5° teste: Uma solução de água + NaCl: A

6° teste: NaCl – sólido: N

Observação importante: O teste realizado com a água destilada não acende a lâmpada, pois a quantidade de sais dissolvidos é mínima e o teste não é sensível à presença destes.

Nas situações anteriores, no N (não acende) e A (acende), pode-se observar que o grupo conseguiu prever de forma correta aquilo que viria a acontecer nos testes futuros, o que indica que possivelmente possuíam conhecimentos prévios em relação ao tema. Também devemos mencionar aqui a possibilidade de “chute”, que deverá ser investigada nas questões seguintes.

R. G2

1° teste: Somente água (destilada): N

2° teste: Um pedaço de madeira: N

3° teste: Um pedaço de borracha :N

4° teste: Uma grafite: A

5° teste: Uma solução de água + NaCl: A

6° teste: NaCl – sólido: N

Nas situações anteriores, no N (não acende) e A (acende), pode-se observar que o grupo conseguiu prever de forma correta aquilo que viria a acontecer nos testes futuros, o que demonstra que possivelmente possuíam conhecimentos prévios em relação ao tema. Também devemos mencionar aqui a possibilidade de chute, que deverá ser investigada nas questões seguintes.

Professora – Por que o 5° teste acende e o 6° não, visto que ambos possuem cloreto de sódio?

A₆G₂ – “Sim os dois tem sal, mas quando colocamos água eles se soltam, desfaz o casamento, daí ficam zanzando e conduzindo corrente.”

Professora – Mas essa corrente passa por onde?

A₁₃G₂ – “Pela água eu acho”.

Professora – Isso significa que, se adicionarmos açúcar à água, observaremos o mesmo?

A₁₃G₂ – “Depende, tem que ver a fórmula dele, se tem metal e ametal sim, daí separam e a luz acende.”

A₁₀G₂ – “Eu acho que eles ficam assim + e - vagando na água e assim se forma uma corrente de elétrons e a luz acende. Qual a fórmula do açúcar prof?”

Professora – C₁₂H₂₂O₁₁, a fórmula da sacarose.

A₁₀G₂ – “Deixa-me ver na tabela, nesse caso não ia acender, pois não tem metal aí.”

A₂G₂ – “Só se for uma exceção.”

R G3

1° teste: Somente água (destilada): N

2° teste: Um pedaço de madeira: N

3° teste: Um pedaço de borracha :N

4° teste: Uma grafite: A

5° teste: Uma solução de água + NaCl: A

6° teste: NaCl – sólido: N

Nas situações anteriores, no N (não acende) e A (acende), pode-se observar que o grupo conseguiu prever de forma correta aquilo que viria a acontecer nos testes futuros, o que

demonstra que possivelmente possuíam conhecimentos prévios em relação ao tema. Também devemos mencionar aqui a possibilidade de chute, que deverá ser investigada nas questões seguintes.

R. G4

1° teste: Somente água (destilada): N

2° teste: Um pedaço de madeira: N

3° teste: Um pedaço de borracha :N

4° teste: Uma grafite: A

5° teste: Uma solução de água + NaCl: A

6° teste: NaCl – sólido: A

Nas situações anteriores, no N (não acende) e A (acende), pode-se observar que o grupo conseguiu prever de forma parcialmente correta aquilo que viria a acontecer nos testes futuros, o que demonstra que possivelmente possuíam conhecimentos prévios em relação ao tema. Também devemos mencionar aqui a possibilidade de chute, que deverá ser investigada nas questões seguintes.

Professora - Como chegaram a conclusão de que o 6° teste acende a lâmpada?

A₅G₄ - “Na verdade estamos em dúvida, mas o A₁₉G₄ mencionou que o sódio é um metal e metais são sólidos e conduzem corrente elétrica.”

Professora – Mas o teste é para o metal sódio ou para o composto cloreto de sódio?

A₅G₄ – “Nossa professora, foi mal, que mancada lemos sódio, estávamos convictos.”

Professora: Mas qual a diferença no comportamento nestes dois casos?

A₁₉G₄ – “É que muda toda história, pois tem a ver com características dos compostos iônicos, só condizem corrente elétrica quando dissolvidos em água, a estrutura não permite condução no estado sólido.”

R. G5

1° teste: Somente água (destilada): N

2° teste: Um pedaço de madeira: N

3° teste: Um pedaço de borracha :N

4° teste: Uma grafite: A

5° teste: Uma solução de água + NaCl: A

6° teste: NaCl – sólido: N

Nas situações anteriores, no N (não acende) e A (acende). Pode se observar que o grupo conseguiu prever de forma correta aquilo que viria a acontecer nos testes futuros. O que demonstra que possivelmente possuíam conhecimentos prévios em relação ao tema.

Professora. Porque o 5° teste acende e o 6° não, visto que ambos possuem cloreto de sódio?

A₂₀G₅ – “Devido à água é ela que faz a lâmpada acender neste caso.”

Professora – Como ela faz isso?

A₁₈G₅ – “Igual à água do chuveiro que dá choque quando dá um raio.”

Professora – Mas como isso acontece?

A₂₀G₅ – “É por que o sal tipo se quebra no meio quando a gente adiciona água, daí ele vai “nadando” em forma de carga e a lâmpada acende.”

Questões Pós-experimento

G1

- 1) Vamos desenvolver a sua capacidade artística. Escolha um caso no qual a lâmpada acendeu e outro no qual ela não acendeu, e represente através de um desenho o que ocorreu no interior do material e/ou solução testada. (Construção do primeiro modelo).

Neste “primeiro modelo”, (Figura 3) o objetivo é fazer um teste piloto sobre a habilidade de conseguir representar um modelo mental através de um recurso, no caso gráfico.

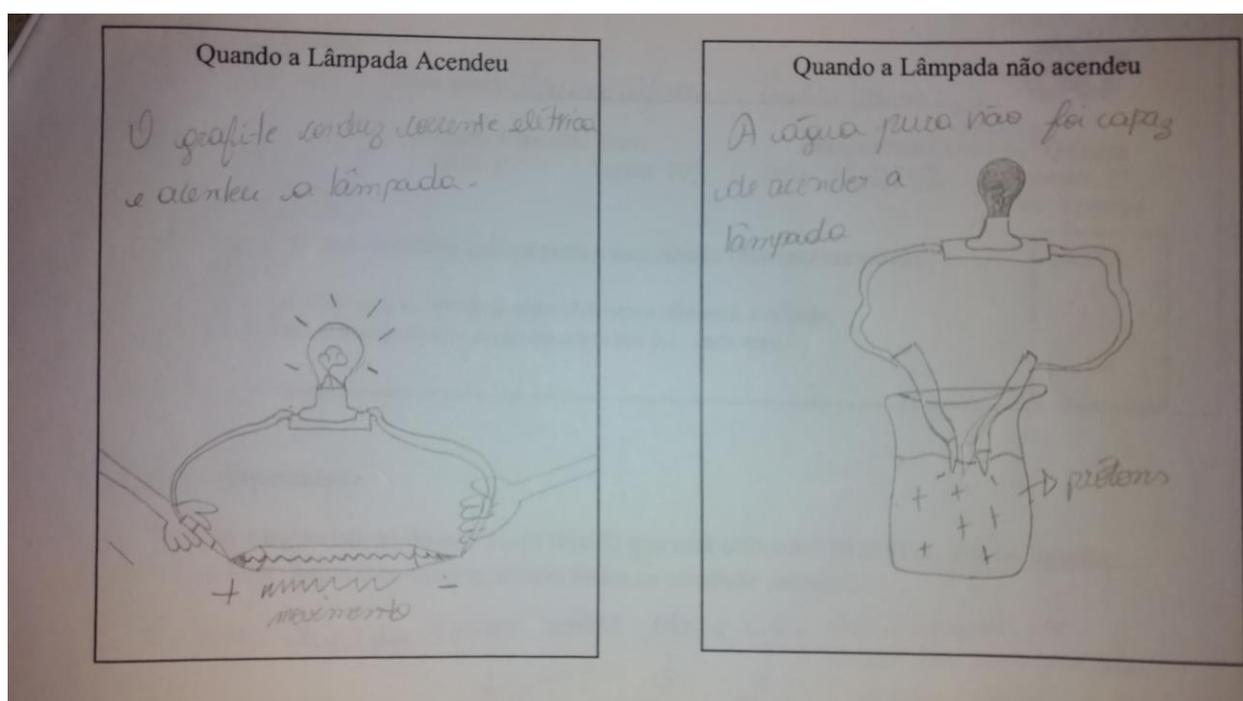


Figura 3: Modelo I do G1

Na construção deste primeiro modelo, o G1 escolheu a grafite, para representar um meio no qual a luz acende (Figura 3).

A₄G₁ – “Escolhemos a grafite, a lâmpada acende, pois, ela possui anéis hexagonais que contêm duplas ligações conjugadas que permitem a passagem de elétrons.”

Já para a situação na qual a lâmpada não acende, escolheram a água destilada. No modelo proposto, representam estranhos sinais positivos no interior do recipiente e nomeiam de prótons e chamam a água destilada de pura, apontamos aqui, várias incoerências.

Professora: Por que vocês chamam a água destilada de água pura?

A₄G₁ – “Mas não são a mesma coisa? Pensei que fossem.”

A₂G₁ – “Tem uma diferença, sim, pera aí destilados, tipo bebida retira uma parte, mas não tudo, então na água é igual, é isso prof?”

Professora: Estão no caminho. Quem pode ajudar o A₂G₁ a formular melhor estes conceitos?

A₇G₁ – “Água pura: é pura, como o nome diz, só H₂O e água destilada foram retirados grande parte dos sais, nós erramos ali, em colocar prótons, nada a ver, isso é para representar a presença de alguns sais no copinho. “

G2

- 1) Vamos desenvolver a sua capacidade artística. Escolha um caso no qual a lâmpada acendeu e outro no qual ela não acendeu, e represente através de um desenho o que ocorreu no interior do material e/ou solução testada. (Construção do primeiro modelo – Figura 4).

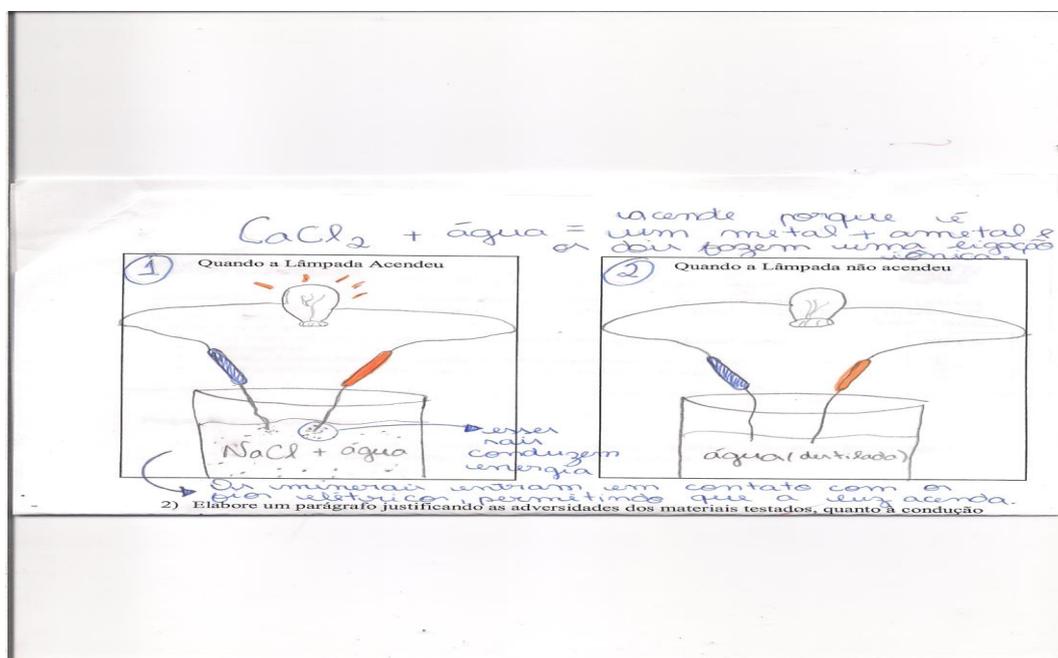


Figura 4: Modelo I do G2

Na construção deste primeiro modelo, o G2 escolheu o cloreto de sódio mais água, para representar um meio no qual a luz acende (Figura 4). Na justificativa descrita no próprio modelo em anexo, pode se observar que eles imaginam, que os sais do (NaCl) conduzem eletricidade a partir da quebra da ligação iônica do referido composto.

A₆G₂ e A₉G₂ – “Aqui a gente tentou mostrar os pontinhos como aqueles + e -, que se mexem e fazem a lâmpada acender. Se mexem por que se separaram quando jogamos ele (o sal) na água.”

Professora: Mas então poderíamos dizer que isso acontece para todos os compostos que apresentam ligação iônica?

A₁₃G₂ – “Sim, se tem metal e ametal, se separam na água, geram elétrons e a lâmpada acende.”

Já para a situação na qual a lâmpada não acende, escolheram a água destilada. No modelo proposto, não representam nenhuma mobilidade no interior do recipiente, o que na visão deles justifica a não condução de corrente elétrica.

A₁₃G₂ – “Aqui neste caso, não desenhamos os pontinhos, por que não tem, a água pura fica inteira H₂O e não separa, pois não é uma ligação iônica, logo não tem o que conduzir daí a lâmpada não liga.”

Neste grupo, identifica-se três aspectos muito importantes: segundo Monaghan e Clement (1999), há relatos de imagens (RI), ou seja, o estudante explicita efetivamente que está imaginando o fenômeno. Fica clara a referência à percepção (RP) que ocorre no momento em que o aluno A₁₀G₂ se refere ao experimento claramente imaginado na fala, ou seja, ele fala imaginando aquilo que explica. E em diferentes momentos, quando questionados e observados, com certa distância, observa-se os gestos retratados (GR), os estudantes fazem gestos específicos que indicam possíveis movimentos de partículas no espaço.

G3

- 1) Vamos desenvolver a sua capacidade artística. Escolha um caso no qual a lâmpada acendeu e outro no qual ela não acendeu, e represente através de um desenho o que ocorreu no interior do material e/ou solução testada. (Construção do primeiro modelo – Figura 5).

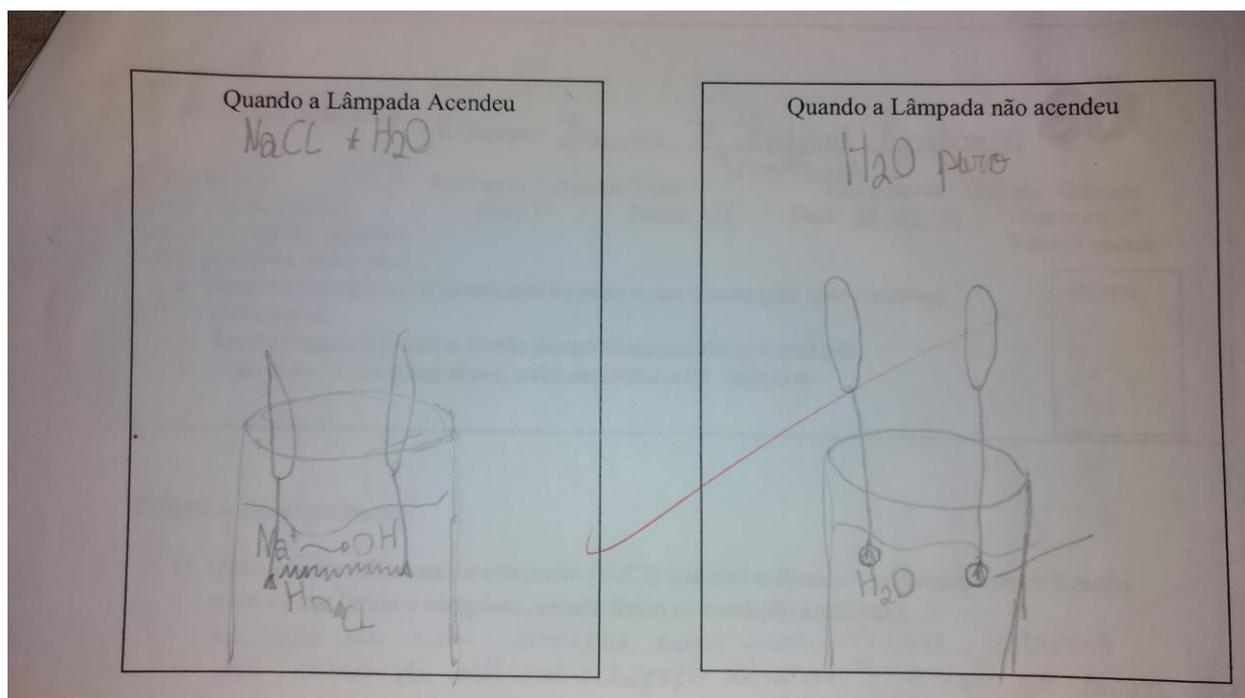


Figura 5: Modelo I do G3

Na construção deste primeiro modelo o G3 escolheu o cloreto de sódio mais água, para representar um meio no qual a luz acende (Figura 5). Na justificativa descrita no próprio modelo em anexo, pode se observar que eles imaginam, que os sais do (NaCl) conduzem eletricidade a partir da quebra da ligação iônica do referido composto.

Já para a situação na qual a lâmpada não acende, escolheram a água destilada. No modelo proposto, não representam nenhuma mobilidade no interior do recipiente, o que na visão deles justifica a não condução de corrente elétrica.

O grupo estabelece uma relação confusa entre água pura e água destilada.

Professora: Água pura e água destilada são a mesma coisa?

A₁G₃ - “Mas a lâmpada não acende, deve ser pura sim, a mesma coisa.”

A₁₀G₃ - “Eu também achava que era a mesma coisa, mas realmente por que os nomes são diferentes.”

Professora: Pensem sobre as bebidas destiladas, como ocorre o processo?

A₁₇G₃ - Já sei, na pura não sobra nada, mas na destilada sobra alguma coisa, é pouca falta muito mineral para o corpo também, não dá de tomar e tal, mas tem um pouquinho, acho que é isso. Está certo?”

G4

- 1) Vamos desenvolver a sua capacidade artística. Escolha um caso no qual a lâmpada acendeu e outro no qual ela não acendeu, e represente através de um desenho o que ocorreu no interior do material e/ou solução testada.

Construção do primeiro modelo – (Figura 6)

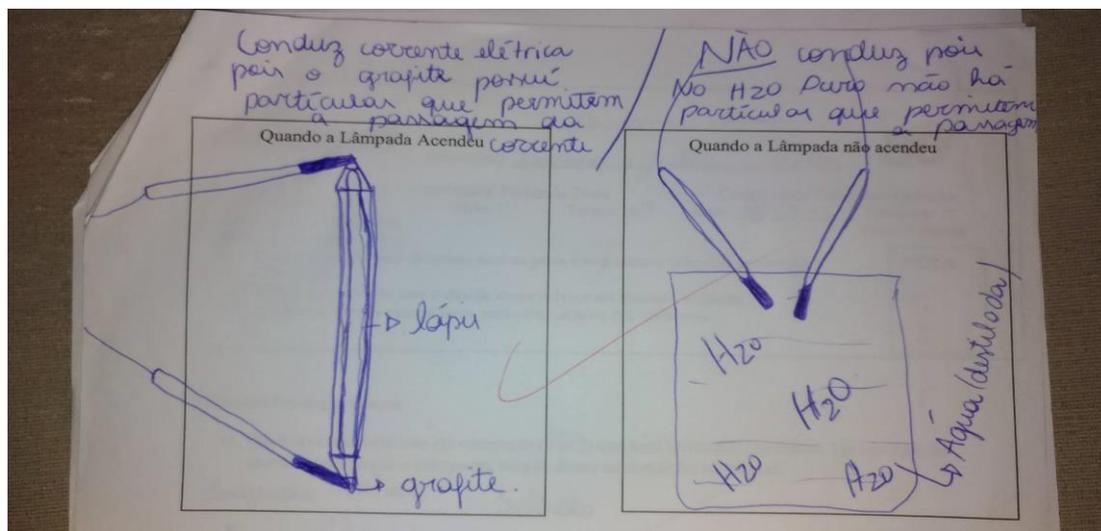


Figura 6: Modelo I do G4

Na construção deste primeiro modelo, o G4 escolheu a grafite, para representar um meio no qual a luz acende (Figura 6). Na justificativa descrita no próprio modelo em anexo, pode se observar o que eles imaginam.

Já para a situação na qual a lâmpada não acende, escolheram a água destilada. No modelo proposto, não representam nenhuma mobilidade no interior do recipiente, o que na visão deles justifica a não condução de corrente elétrica.

É possível observar que representam a água pura e não a água destilada no modelo em questão.

O grupo foi orientado a rever estes conceitos, assim como os demais.

G5

- 1) Vamos desenvolver a sua capacidade artística. Escolha um caso no qual a lâmpada acendeu e outro no qual ela não acendeu, e represente através de um desenho o que ocorreu no interior do material e/ou solução testada.

Construção do primeiro modelo – (Figura 7)

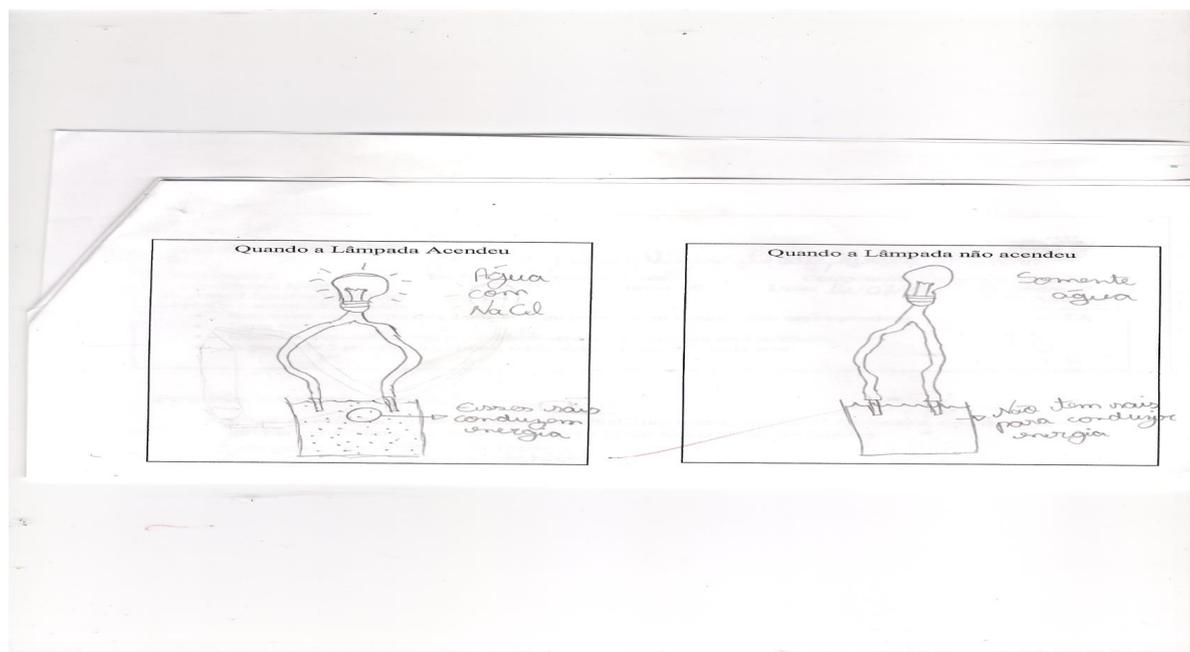


Figura 7: Modelo I do G5

Na construção deste primeiro modelo para a ligação química o G5 escolheu o cloreto de sódio mais água, para representar um meio no qual a lâmpada acende (Figura 4). Na justificativa, descrita no próprio modelo em anexo, pode-se observar que eles imaginam, que o sal (NaCl) enquanto composto, conduz corrente elétrica e acende a lâmpada, quando em solução aquosa.

A₃G₅ – Imaginamos que o sal tem a função de conduzir a energia para acender a lâmpada.

Professora: Mas de onde vem a corrente elétrica que ele conduz?

A₂₀G₅ – Na verdade a corrente elétrica vem do sal, quando ele se quebra.

Já para a situação na qual a lâmpada não acende, escolheram a água destilada. No modelo proposto, não representam nada no interior do recipiente, para demonstrar que água destilada não conduz corrente elétrica. (Neste momento, a pesquisadora esclareceu a diferença entre água destilada e água pura, apontando eventuais equívocos.)

A₁₅G₅ – Neste caso, não tem nada que conduz corrente é como se o copo estivesse vazio, pois a água pura não influencia.

Neste grupo, igualmente se identifica aspectos muito importantes: segundo Monaghan e Clement (1999), há relatos de imagens (RI), ou seja, o estudante explicita efetivamente que está imaginando o fenômeno. E em diferentes momentos, quando questionados e observados, com certa distância, observa-se os gestos retratados (GR), os estudantes fazem gestos específicos que indicam possíveis movimentos de partículas no espaço.

4.2.3 - 3º Momento: *A aplicação do conhecimento*

Após a leitura e socialização do texto que evidencia a diferença entre o cloreto de sódio e o íon sódio, dando ênfase à diferença entre um composto iônico e o seu íon, os estudantes foram desafiados a criarem, em seus respectivos grupos, seu segundo modelo, que também satisfizesse a ocorrência de uma ligação iônica.

Segundo Justi (2006), a elaboração de um modelo mental pode ser feita por uma analogia para fundamentar o modelo. A expressão do modelo mental de forma a torná-lo acessível a outros sujeitos, por sua vez, pode ocorrer a partir da utilização de quaisquer dos modos de representação (concreto, bidimensional, virtual, verbal, gestual, matemático). Neste caso, cada grupo representa de forma concreta, através de um desenho, utilizando lápis e papel o modelo mental, criado pelo grupo.

A construção de um modelo mental origina-se de uma representação interna a partir de outra exterior do então modelo conceitual (KRAPAS et al, 1997, p. 2). Para Johnson-Laird (apud MOREIRA, 1996a, p.195) os modelos mentais podem ser definidos como sendo “uma representação interna de informações que corresponde, analogamente, ao estado de coisas que estiver sendo representado, seja qual for ele. Modelos mentais são análogos estruturais do mundo”.

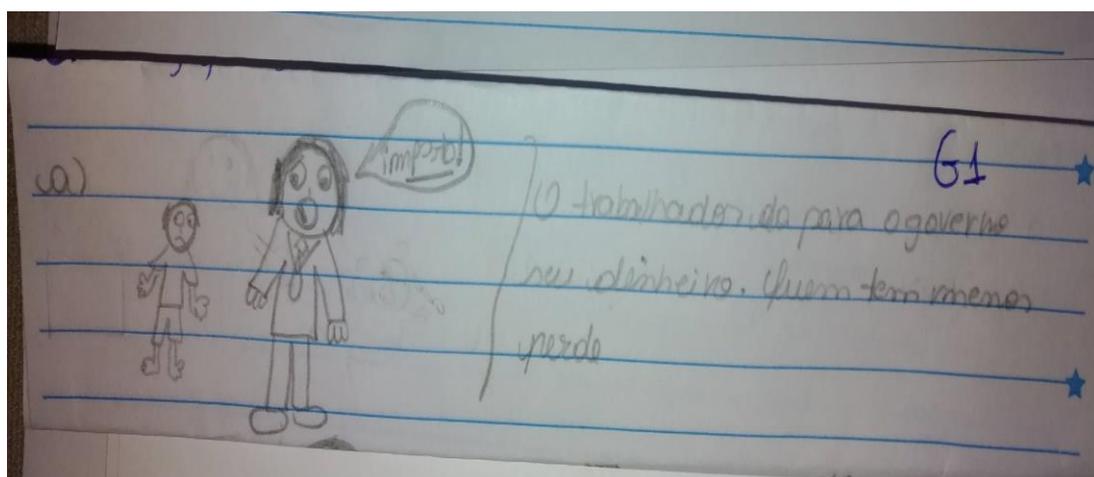
Nos modelos construídos nesta etapa, neste trabalho de pesquisa, os estudantes estabeleceram analogias entre a ligação iônica e situações do cotidiano. Para Pozo e Gómez-Crespo (apud LIMA; NUÑEZ, 2004, p. 256) os modelos são definidos como sendo “um processo representacional que faz uso de imagens, analogias e metáforas, para auxiliar o sujeito (aluno ou cientista) a visualizar e compreender o referente, que pode se apresentar como de difícil compreensão, complexo e abstrato, e/ou em alguma escala perceptivelmente inacessível”.

Tem sido frequente o uso de analogias por muitos autores a fim de subsidiar a aprendizagem de Ciências como apontam Ferraz e Terrazan (2001, p. 46 apud LIMA; NUÑEZ, 2004, p. 256): “[...] as analogias e metáforas são um componente central do processo de

conhecimento humano. O raciocínio por analogia é parte integrante de nossa cognição e, nessa perspectiva, as analogias são ferramentas do pensamento”.

Modelo II – G1

Neste modelo (Figura 8), construído estabelecendo uma analogia entre a ligação química iônica e pagamento de impostos ao governo, pelo trabalhador. No modelo evidenciam que quem tem menos (o trabalhador) perde, no caso dinheiro e que tem mais (o governo) recebe o dinheiro.



Escrita: O trabalhador dá para o governo seu dinheiro. Quem tem menos perde.

Figura 8: Modelo II do G1

Como este é apenas o segundo modelo e que foi construído através de uma relação análoga, observa-se que vários conceitos ainda precisam ser evidenciados, a fim de representar um modelo satisfatório para a ligação iônica, o que se poderá observar nos próximos modelos construídos e reformulados pelos estudantes.

Modelo II - G2

Neste modelo (Figura 9), construído estabelecendo uma analogia entre a ligação química iônica e o pagamento de impostos, pode-se evidenciar que o grupo relaciona corretamente a “perda” de dinheiro (daquele que possui menos) para aquele que possui mais, no caso o

governo, com a “perda” de elétrons (do átomo que possui menos elétrons na camada de valência) para aquele que possui mais, ou seja, que utilizará estes para atingir sua estabilidade eletrônica.

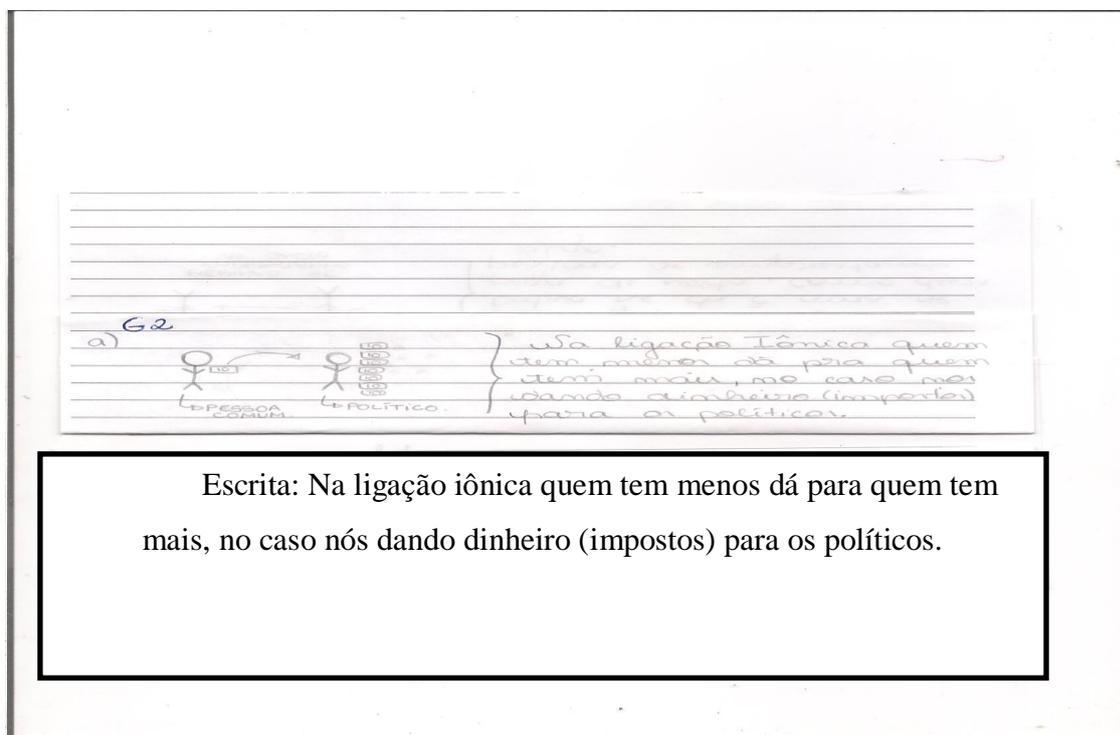
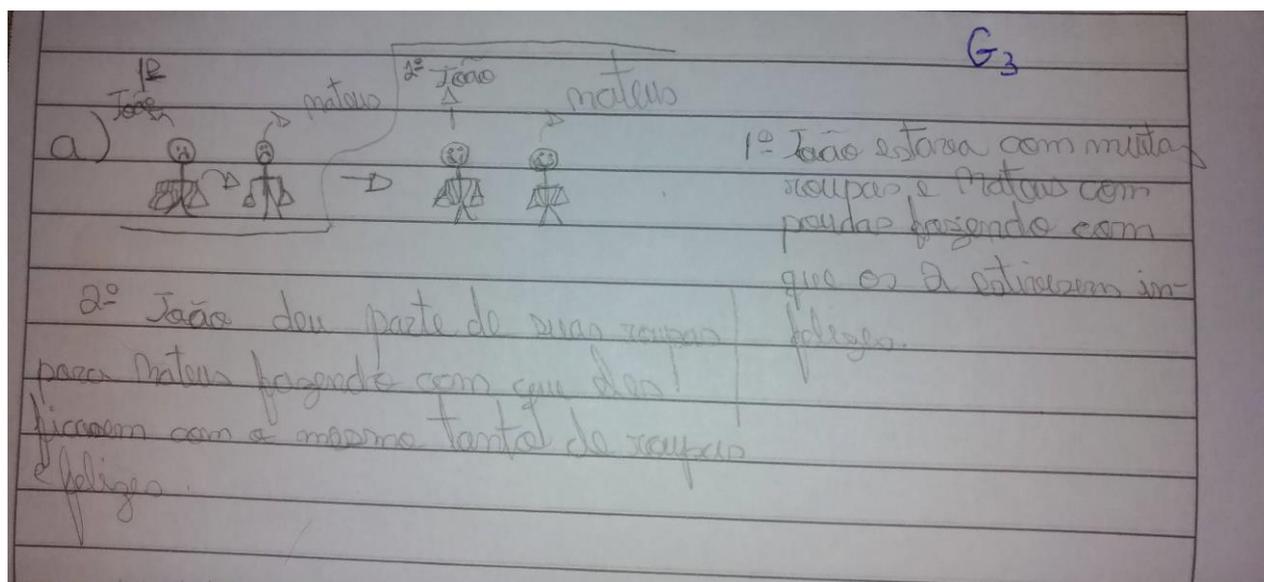


Figura 9: Modelo II do G2

Como este é apenas o segundo modelo e que foi construído através de uma relação análoga, observa-se que vários conceitos ainda precisam ser evidenciados, a fim de representar um modelo satisfatório para a ligação iônica, o que se poderá observar nos próximos modelos construídos e reformulados pelos estudantes.

Modelo II – G3

Neste modelo (Figura 10), construído estabelecendo uma analogia entre a ligação química iônica e doação de roupas. Na analogia apresentada, ambos se favorecem, pois um doa as roupas que lhe são demasiadas e o outro as recebe, uma vez que lhe fazem falta.



Escrita: 1º: João estava com muitas roupas e Mateus com poucas fazendo com que os 2 estivessem infelizes.

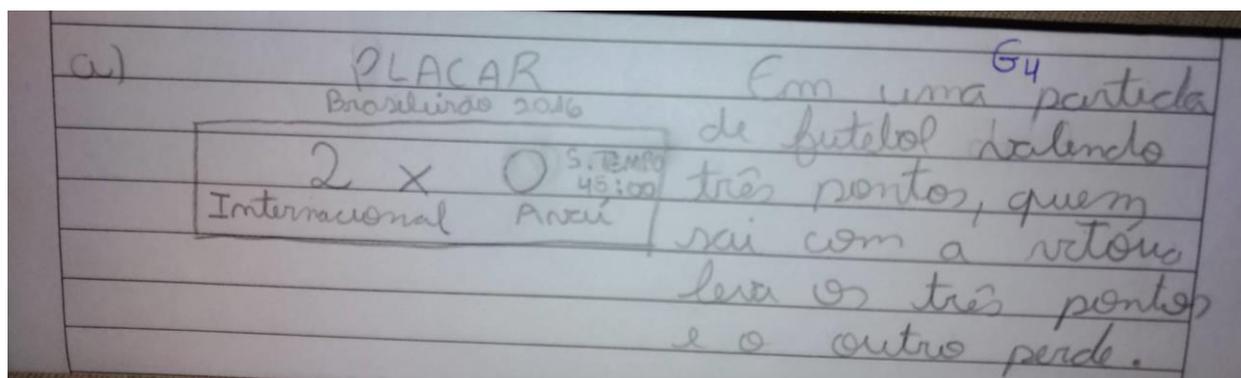
2º: João deu parte de suas roupas para Mateus fazendo com que eles ficassem com o mesmo tanto de roupas e felizes

Figura 10: Modelo II do G3

É possível aproximar os modelos apresentados até então, com o princípio da ligação iônica, entretanto, observa-se que os estudantes ainda têm dificuldade de relacionar vários conceitos em um único modelo, por isso da reformulação e correção, a partir dos questionamentos e testes que surgirão nos próximos modelos.

Modelo II – G4

Neste modelo (Figura 11), construído estabelecendo uma analogia entre a ligação química iônica com um campeonato de futebol, fica evidente a dificuldade de construir um modelo satisfatório até esse momento, pois sabemos que no campeonato quem não vence apenas não pontua.



Escrita: Em uma partida de futebol valendo três pontos, quem sai com a vitória leva os três pontos e o outro perde.

Figura 11: Modelo II do G4

Como este é apenas o segundo modelo e que foi construído através de uma relação análoga, observa-se que vários conceitos ainda precisam ser evidenciados, a fim de representar um modelo satisfatório para a ligação química iônica, o que se poderá observar nos próximos modelos construídos e reformulados pelos estudantes.

Modelo II - G5

Neste modelo (Figura 12), observa-se que o grupo apenas se limita a representar a ligação iônica como sendo uma ligação em que um átomo recebe e outro perde, o que de fato ocorre, mas diferente do G2 que relaciona a questão dos números de elétrons da última camada com a tendência em receber ou perder, este constrói seu modelo de forma bem mais generalizada e ampla.

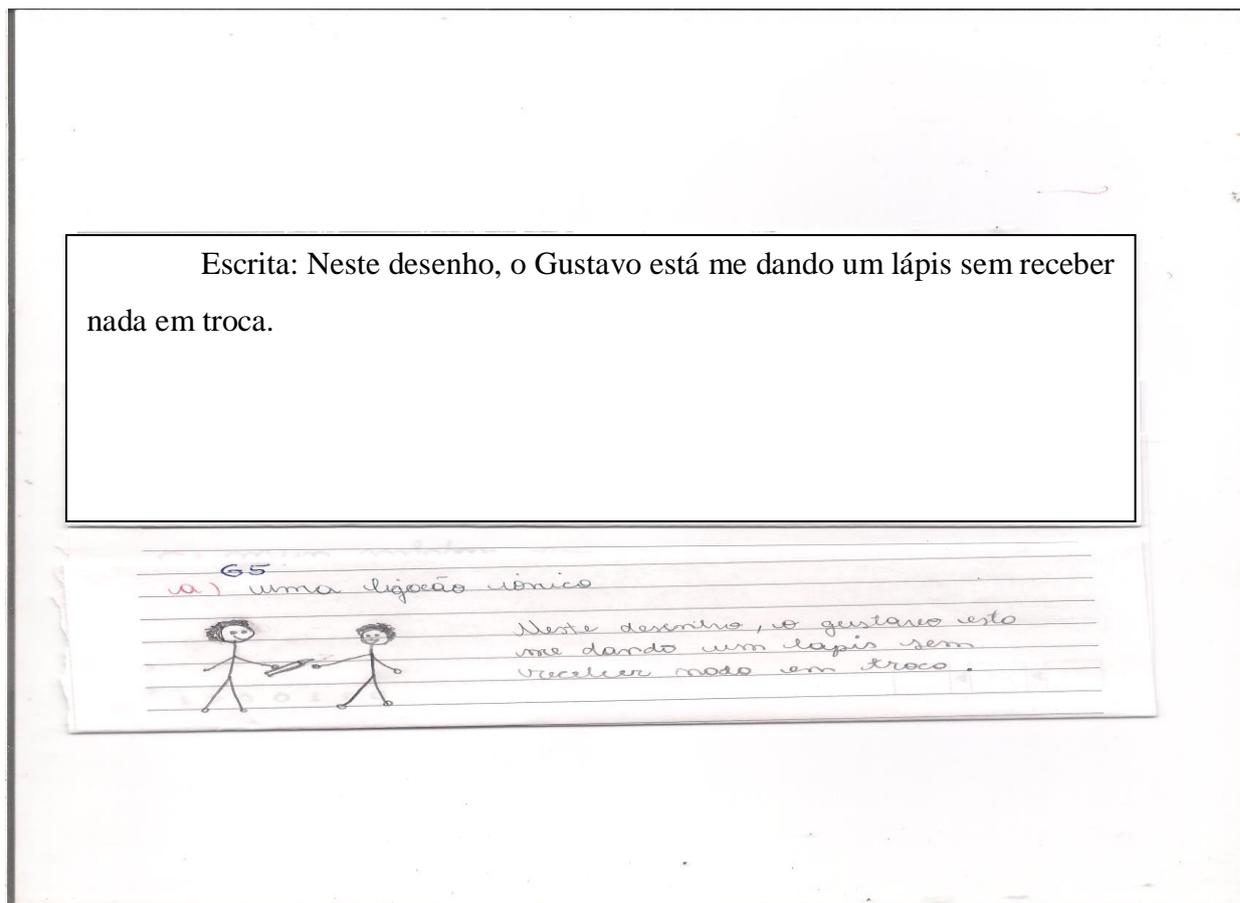


Figura 12: Modelo II do G5

Observa-se que nesta altura de construção de modelos, os estudantes ainda tinham dificuldade de relacionar vários conceitos em um único modelo, por isso da reformulação e correção, a partir dos questionamentos e testes que surgirão nos próximos modelos.

Neste momento, os alunos organizados em seus grupos, receberam um notebook (da escola) por grupo, para que explorassem a ferramenta do Power Point (explicada no apêndice VII) a qual é apresentada pela professora, com intuito de capacitá-los para que pudessem construir seus modelos no computador.

O objetivo de dar continuidade utilizando este recurso deve-se ao fato da necessidade de contar com um recurso que permitisse representar a movimentação dos elétrons, átomos, ... durante uma ligação química, o que se tornaria praticamente impossível, caso se tivesse continuado apenas com lápis e papel.

É importante ressaltar que em nenhum momento foi utilizado o recurso para dar exemplos de ligações químicas, pois a pesquisadora evitou, a todo custo, intervir nos modelos

mentais elaborados pelos estudantes. A apresentação da ferramenta se resumiu à utilização de algumas figuras geométricas e a programação de movimentação destas.

Após a apresentação da ferramenta, os alunos foram desafiados a construir um modelo de ligação para o composto iônico cloreto de sódio, a essa altura da pesquisa bem familiar a todos, uma vez que, assim como sugerem Justi e Gilbert (2002), os alunos já tiveram contato com o alvo, para agora sim construir e reconstruir seus próprios modelos mentais.

Segundo Reiner e Gilbert (2000), o modelo expresso deve ser submetido a uma etapa de testes, sejam estes experimentais ou empíricos. Neste caso, os estudantes efetuaram experimentos mentais, ou seja, que se basearam em “resultados” de um experimento conduzido em pensamento, uma vez que não havia como ser realizada em laboratório, visto que o fenômeno da ligação química não é um fenômeno observável a nível atômico nas condições de laboratório que se dispõem em uma escola de ensino básico.

Estes testes foram, na maioria das vezes, realizados a partir de questionamentos realizados pela professora e pelos próprios colegas. Faz-se importante ressaltar, que a professora pesquisadora optou pelos questionamentos, uma vez que esses caracterizam uma estratégia com potencial para a promoção de uma aprendizagem ativa. Três conceitos fundamentais para a aprendizagem por questionamento (do inglês *Inquiry Based Learning* – IBL) foram difundidos pela Stanford University, a saber: a) ensino centrado no aluno ao invés de centrado no docente; b) trabalhos em grupos ao invés de individualizados; c) docentes como facilitadores ao invés de disseminadores de conhecimentos.

Ao analisarmos o modelo III (Figura 13) construído pelo G1 na animação¹, e cuja captura de tela está apresentada na figura 13, observa-se que o grupo representa a transferência definitiva do elétron de um átomo do elemento sódio para um átomo do elemento cloro. Nesse mesmo modelo fica evidente que eles representam a camada do átomo do elemento de sódio igualmente estável com oito elétrons, após doar um elétron para o átomo do elemento cloro.

G1

¹ As animações estão disponíveis no produto educacional, que se trata de um website responsivo.



Figura 13: Modelo III do G1

Quando o grupo é questionado sobre a viabilidade deste modelo para um composto iônico diferente, no caso o K_2O (óxido de potássio) eles constroem um novo modelo para testar sua viabilidade, e surge o modelo IV (Figura 14).

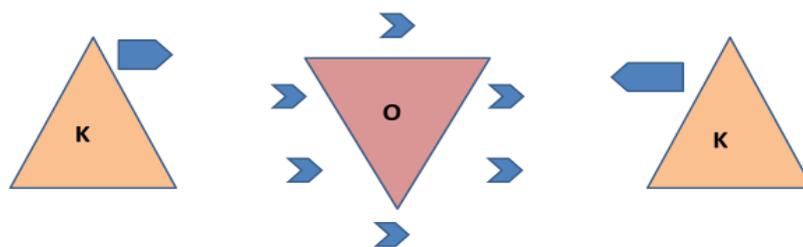


Figura 14: Modelo IV do G1

Com a construção do modelo IV (Figura 14), os estudantes são levados à realização de testes experimentais mentais, uma vez que, conforme citado anteriormente, esta proposta não tem como realizar uma experimentação concreta, visto que o fenômeno da ligação química não é um fenômeno observável a nível atômico nas condições de laboratório que se dispõem em uma escola de ensino básico.

Através destes experimentos mentais, os estudantes compreendem que se o objetivo de uma ligação iônica é proporcionar estabilidade química e, como consequência há a formação de um composto, o modelo apresentado é incoerente, pois não apresenta a aproximação/união dos átomos após a ligação. Os estudantes repensam o modelo, o modelo passa por ajustes, e surge o modelo V (Figura 15).

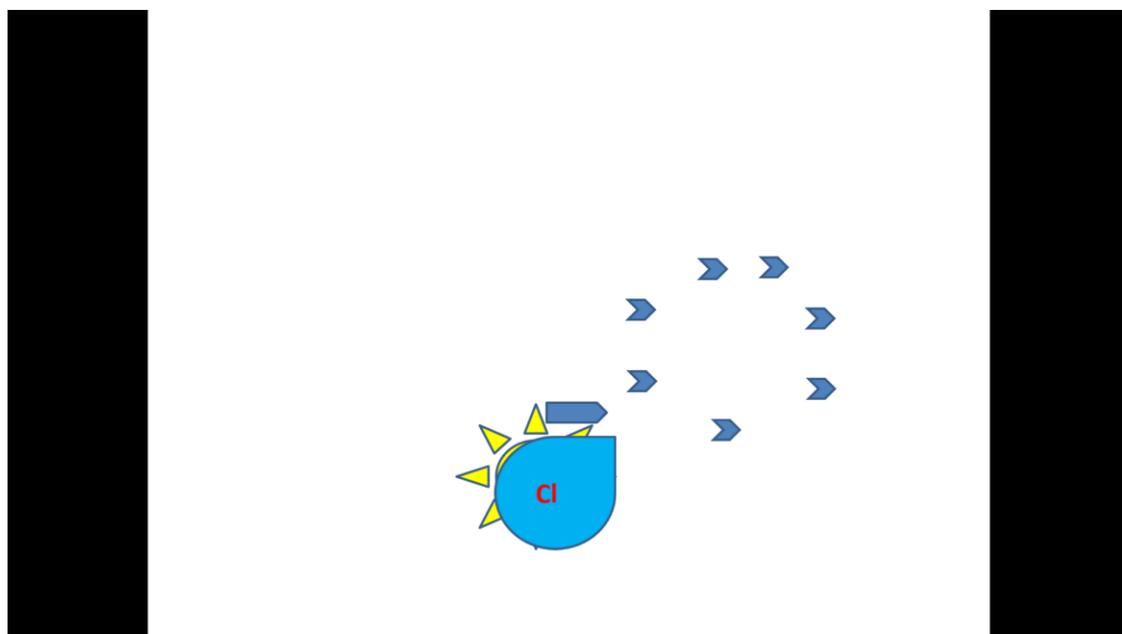


Figura 15: Modelo V do G1

Após repensarem o modelo, propõem alguns ajustes, na captura de tela representada na figura 15, visto que a animação encontra-se disponível no website, do produto educacional observa-se que, assim como sugerido no “Modelo de Modelagem”, proposto por Justi e Gilbert (2002), os estudantes realizaram seus testes experimentais mentais, identificaram as incoerências e aperfeiçoaram o modelo.

Ao analisarmos o modelo V construído pelo G1, observa-se na animação, que pode ser visualizada no website apresentado no produto educacional que o grupo representa a transferência definitiva do elétron de um átomo do elemento sódio para um átomo do elemento cloro. Uma captura de tela desta representação pode ser observada na Figura 16.

No passo seguinte, os estudantes são desafiados a testar o modelo com um composto diferente, no caso o óxido de potássio, e assim surge o modelo VI (Figura 16).

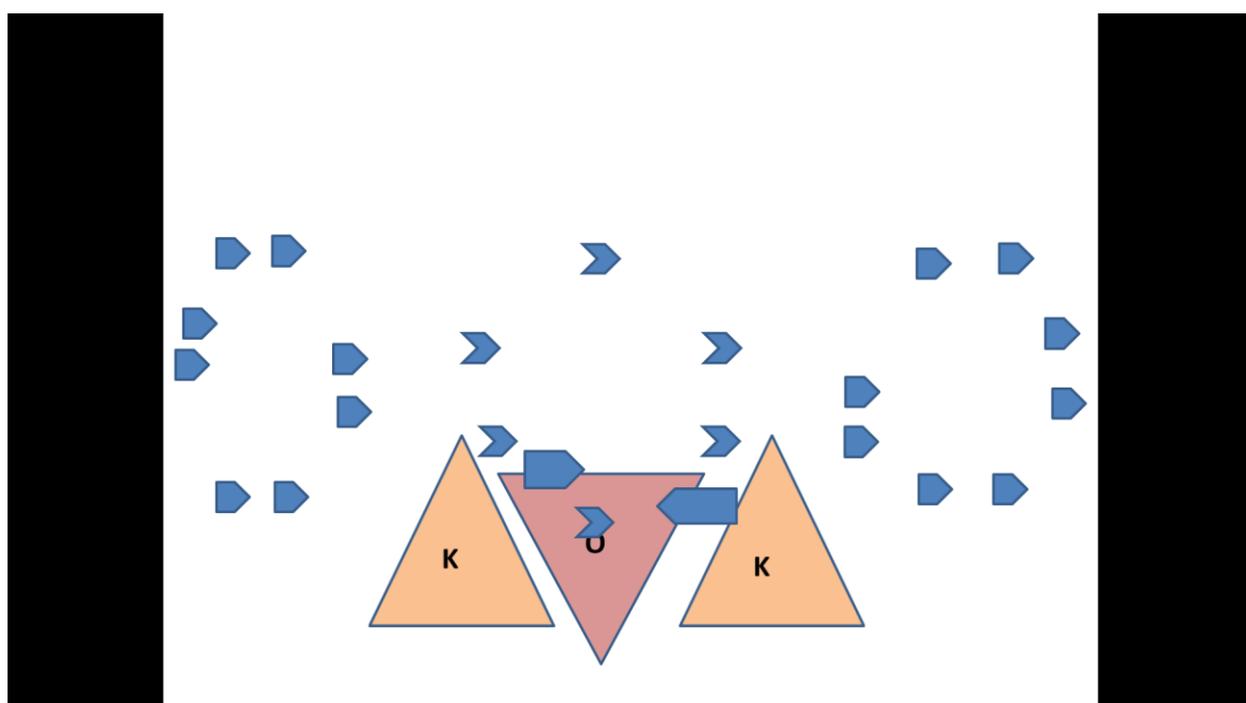


Figura 16: Modelo VI do G1

Apesar da aparente desorganização em relação ao número de elétrons ao redor do átomo central de cada elemento em questão, antes/durante e depois de estabelecer a ligação química, observa-se a evolução nítida dos modelos mentais, bem como a construção e compreensão dos conceitos básicos referentes à ligação química – iônica.

Neste momento recebem a seguinte atividade:

- 1) Descreva em um parágrafo, de no mínimo 5 linhas, como uma ligação iônica se estabelece, bem como o comportamento dos elétrons antes, durante e após a ligação química.

Resposta:

A ligação iônica é composta por um metal e um ametal. O metal dá seus elétrons da última camada para o ametal. O ametal fica estável com 8 elétrons. Antes da ligação os elétrons de ambos ficavam girando na eletrosfera. Durante a ligação, os elétrons do metal se deslocam para a eletrosfera do ametal, e esse por sua vez tem os elétrons chacoalhados pela ligação. Após a ligação os átomos permanecem ligados com seus elétrons estáveis.

2) O modelo proposto pelo grupo satisfaz qualquer tipo de ligação iônica?

Resposta:

Satisfaz, pois acreditamos que os elétrons do metal irão sempre se deslocar para a eletrosfera do ametal, provocando a agitação de seus elétrons antes de se estabilizarem.

Na última etapa, na qual o modelo é apresentado para o grande grupo, a fim de ser julgado se é válido ou não, alguns estudantes questionam o número de elétrons representado nos modelos, mas de imediato um integrante A4G1, explica se tratar da estabilidade pós ligação, que também precisa atender à teoria do octeto. Com as explicações que complementam as aparentes inconsistências dos modelos, o modelo proposto pelo G1 é considerado válido. Conforme previsto nos objetivos desta pesquisa, os estudantes do grupo em questão desenvolveram a habilidade de questionar, imaginar e expressar seus modelos mentais, tornando-se cada vez menos dependentes do professor, além disso utilizaram as atividades de modelagem como meio de promoção das habilidades estruturantes que os conduziram a uma aprendizagem na compreensão das ligações iônicas.

G2

Ao analisarmos o modelo III construído pelo G2, observa-se na animação, que pode ser visualizada no website apresentado no produto educacional que o grupo representa a transferência definitiva do elétron de um átomo do elemento sódio para um átomo do elemento

cloro. Uma captura de tela desta representação pode ser observada na Figura 17.

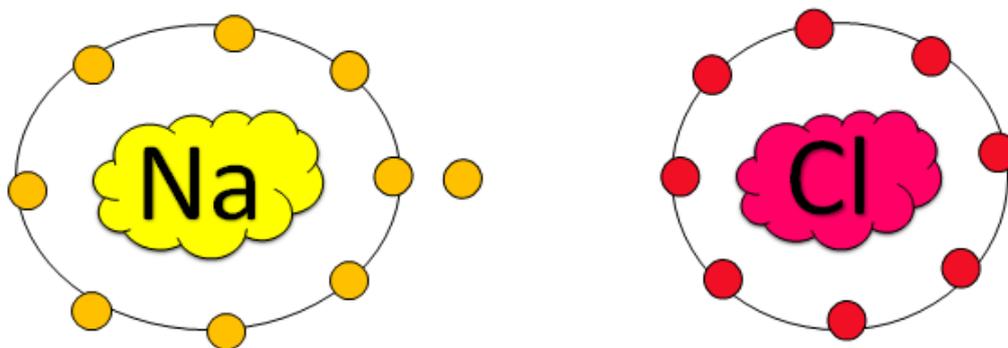


Figura 17: Modelo III do G2

Quando o grupo é questionado sobre a viabilidade deste modelo para um composto iônico diferente, no caso o K_2O (óxido de potássio) eles constroem um novo modelo para testar sua viabilidade, e surge o modelo IV (Figura 18).

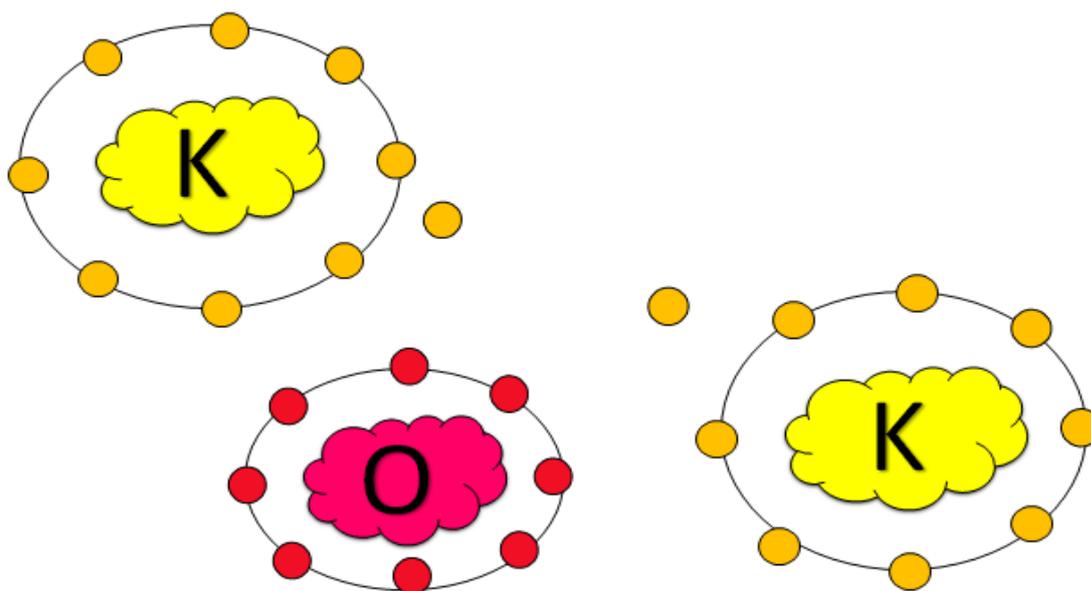


Figura 18: Modelo IV do G2

Com a construção do modelo IV (Figura 18), os estudantes são levados à realização de testes experimentais mentais, uma vez que, o fenômeno da ligação química não é um fenômeno

observável a nível atômico nas condições de laboratório que se dispõem em uma escola de ensino básico.

Por meio desses experimentos mentais, os estudantes compreendem que se o objetivo de uma ligação iônica é proporcionar estabilidade química e como consequência há a formação de um composto, o modelo apresentado é incoerente, pois não apresenta a aproximação/união dos átomos após a ligação e o modelo passa por ajustes, e surge o modelo V (Figura 19).

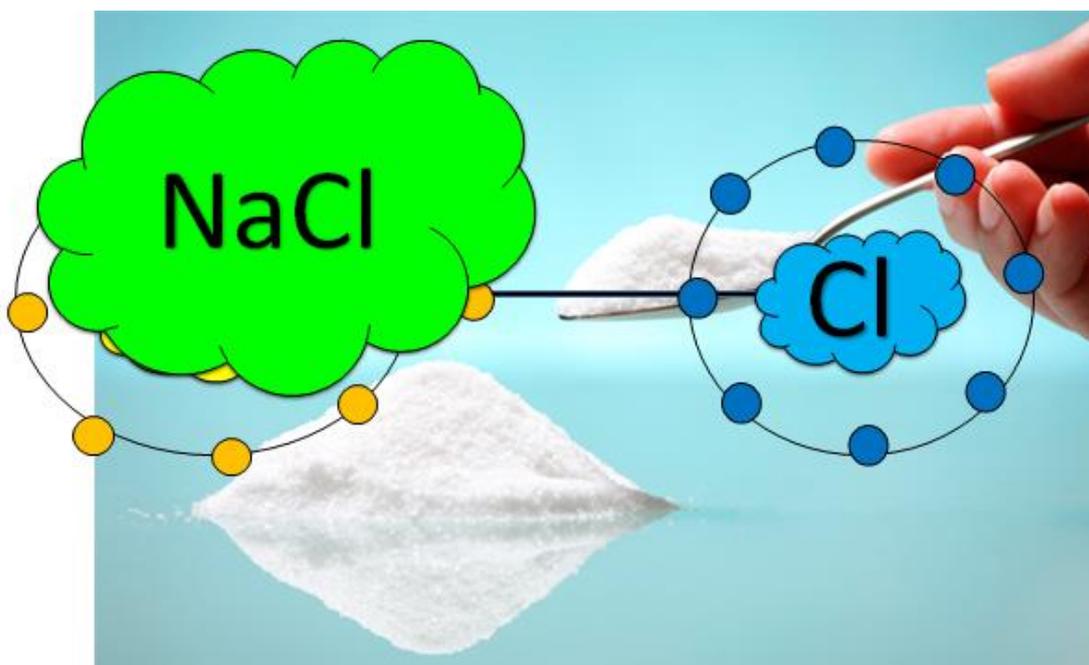


Figura 19: Modelo V do G2

Na animação que poderá ser visualizada através do website, no produto educacional e aqui representada através de uma captura de tela (Figura 19), assim como sugerido no “Modelo de Modelagem”, proposto por Justi e Gilbert (2002), os estudantes realizaram seus testes experimentais mentais, identificaram as incoerências e aperfeiçoaram o modelo.

No passo seguinte, os estudantes são desafiados a testar o modelo com um composto diferente, no caso o óxido de potássio, e assim surge o modelo VI (Figura 20).

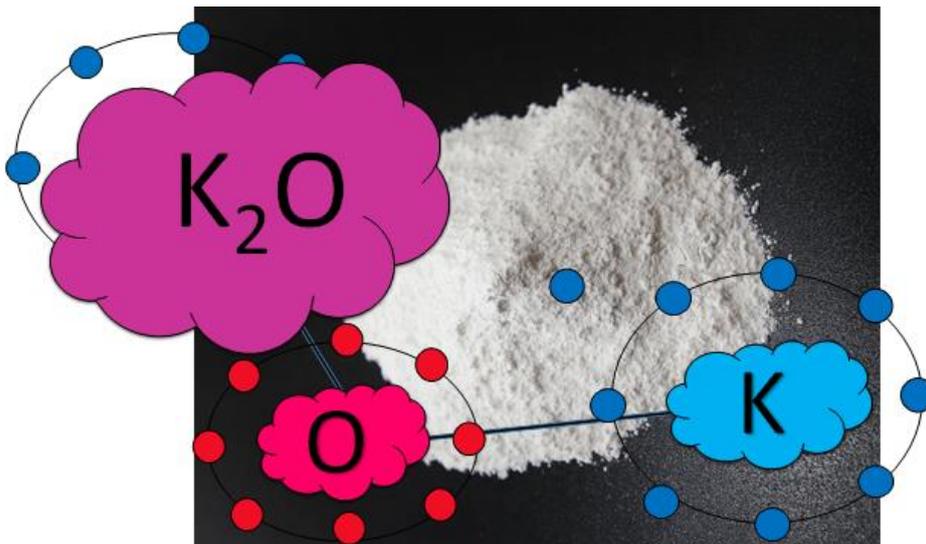


Figura 20: Modelo VI do G2

Os estudantes compreendem que o modelo proposto para o cloreto de sódio, também satisfaz o óxido de potássio (Figura 20). Logo este é o modelo final construído pelo G2.

Neste momento recebem a seguinte atividade:

- 1) Descreva em um parágrafo, de no mínimo 5 linhas, como uma ligação iônica se estabelece, bem como o comportamento dos elétrons antes, durante e após a ligação química.

Resposta:

Formar novos compostos, através da perda e ganho de elétrons. Na ligação iônica os elétrons estão girando ao redor do átomo. No caso do Na na sua 2° camada existem 8 elétrons e na última 1 elétron. Esse único elétron na última camada vai para o outro átomo, no caso o Cl, e ele se estabiliza ficando com 8 elétrons também.

- 2) O modelo proposto pelo grupo satisfaz qualquer tipo de ligação iônica?

Resposta:

Sim, porque eles (os elétrons) se distribuem corretamente deste modo, em qualquer situação que ocorra a formação de um composto iônico.

Na última etapa, na qual o modelo é apresentado para o grande grupo, a fim de ser julgado se é válido ou não, fica evidente além da validação do composto pelos colegas que os estudantes do G2, conforme previsto nos objetivos desta pesquisa, desenvolveram a habilidade de questionar, imaginar e expressar seus modelos mentais, tornando-se cada vez menos dependentes do professor, além disso utilizaram as atividades de modelagem como meio de promoção das habilidades estruturantes que os conduziram a uma aprendizagem na compreensão das ligações químicas iônicas.

Também foi possível observar pelos padrões de respostas (MONAGHAN; CLEMENT, 1999) durante todo o processo, que ocorreu a internalização do conhecimento, através dos Relatos de Imagem, da Referência à Percepção e dos Gestos Retratados.

G3

Ao analisarmos o modelo III (Figura 21) construído pelo G3, na animação, que será disponibilizada num website, no produto educacional, observa-se que o grupo representa a transferência definitiva do elétron de um átomo do elemento sódio para um átomo do elemento cloro. O grupo representa a camada L do átomo do elemento sódio, que apresenta 8 elétrons, garantindo a estabilidade após a ligação.

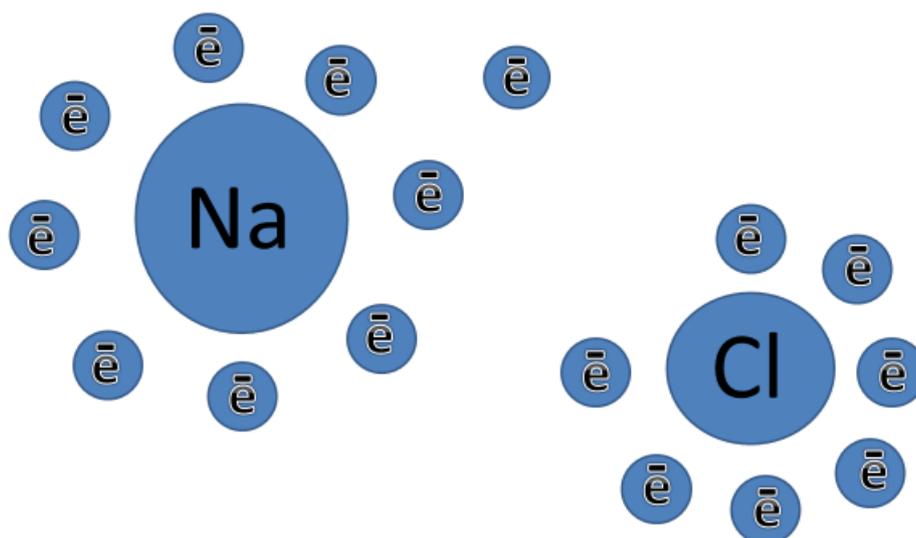


Figura 21: Modelo III do G3

Para validar o modelo proposto (Figura 21), o grupo deveria utilizar o mesmo princípio para a construção do modelo (Figura 22), porém nesse representam apenas o elétron da última camada do átomo do elemento potássio e desconsideram a camada anterior, diferente do que fizeram no modelo anterior. Ao serem questionados pela professora e pesquisadora, relatam não terem representado por se tratar de dois átomos e o número de “bolinhas” do modelo poderia impedir uma compreensão clara da movimentação que representa a perda de elétron, por parte dos átomos do elemento potássio.

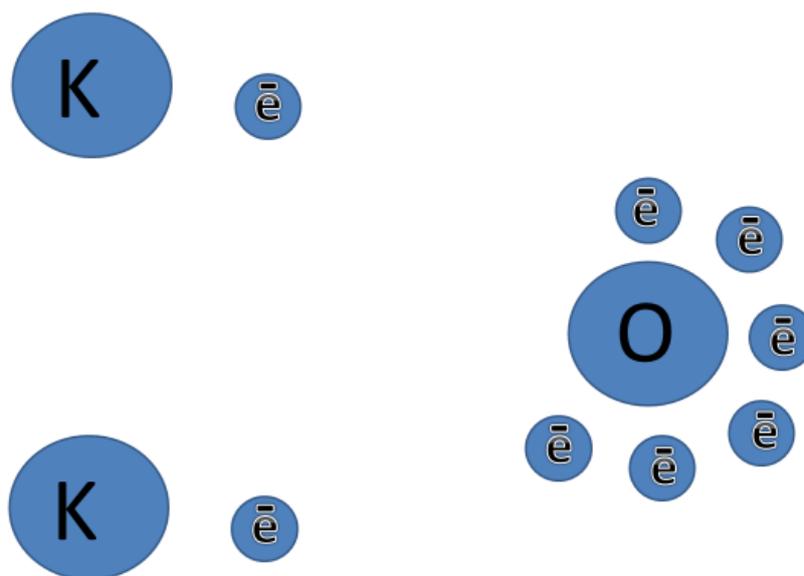


Figura 22: Modelo IV do G3

Na Figura 23, o grupo representa aproximação dos átomos dos elementos em questão para a formulação do composto, cloreto de sódio.

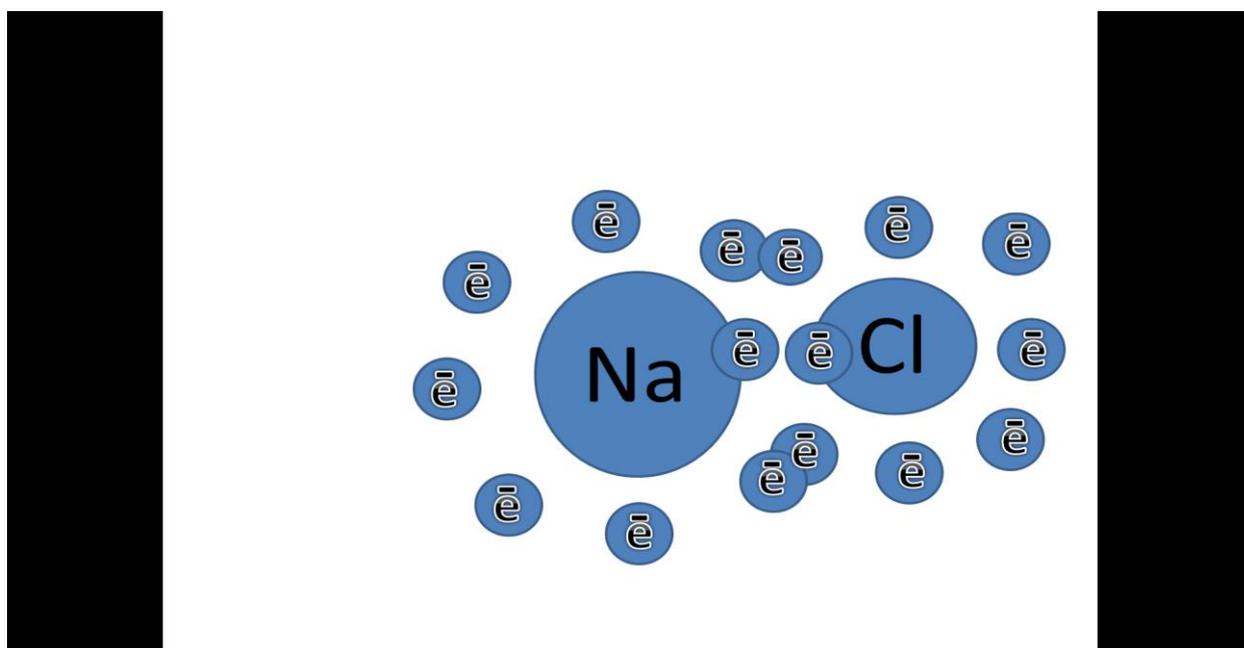


Figura 23: Modelo V do G3

Na Figura 24, representam a aproximação/união dos três átomos, a fim de formarem um novo composto, K_2O .

Novamente quando comparamos os modelos propostos para os compostos diferentes, $NaCl$ e K_2O , observamos que no primeiro representam os elétrons da camada L do átomo do elemento de sódio, mas no segundo não representam os elétrons da camada M dos átomos do elemento potássio.

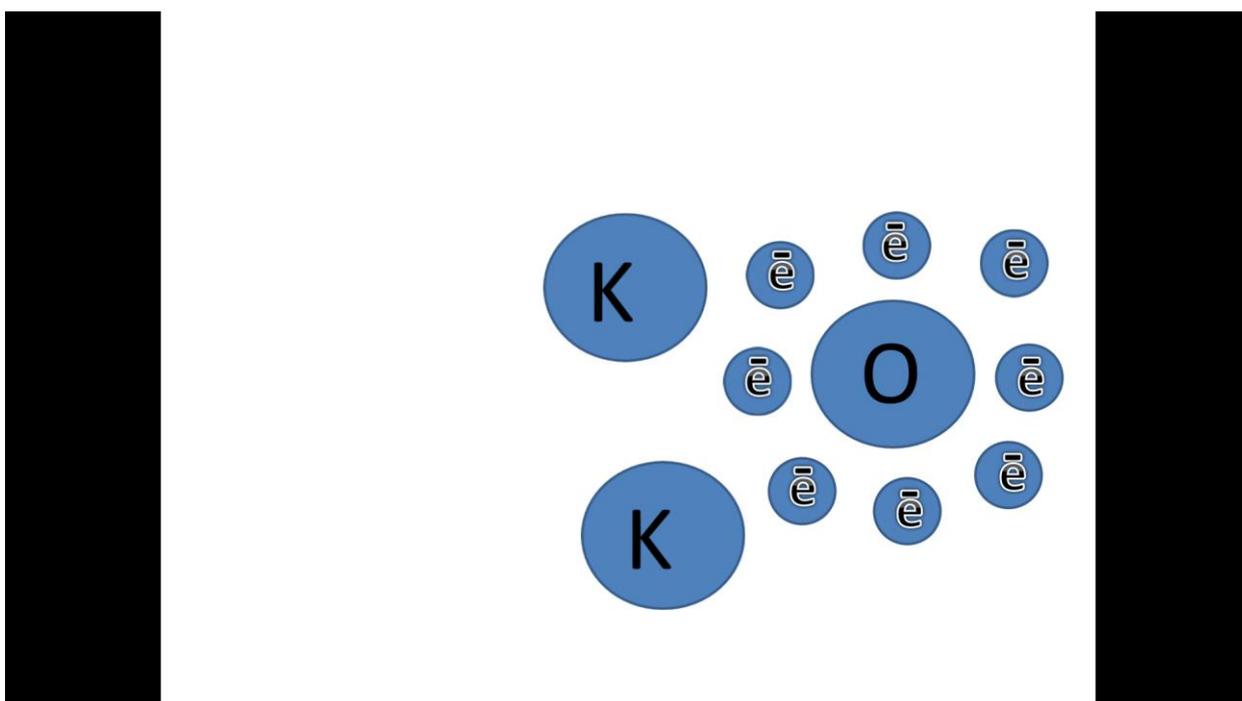


Figura 24: Modelo VI do G3

Neste momento recebem a seguinte atividade:

- 1) Descreva em um parágrafo, de no mínimo 5 linhas, como uma ligação iônica se estabelece, bem como o comportamento dos elétrons antes, durante e após a ligação química.

Resposta:

A ligação iônica consiste em uma ligação que acontece entre íons. Em que um elemento ganha elétrons e o outro perde elétrons.

Comportamento dos elétrons

- *Antes: Os elétrons dos dois íons estão instáveis;*
- *Durante: Estão estabilizando*
- *Após: Estão estabilizados*

2) O modelo proposto pelo grupo satisfaz qualquer tipo de ligação iônica?

Resposta:

Satisfaz. A não ser que haja uma exceção à regra/anomalia.

Na última etapa, na qual o modelo é apresentado para o grande grupo, a fim de ser julgado se é válido ou não, alguns estudantes questionam a existência dos 8 elétrons ao redor do átomo de sódio, que assim como explicado para a professora anteriormente é novamente explicado aos colegas. Com as explicações que complementam as aparentes inconsistências dos modelos, o modelo proposto pelo G3 é considerado válido. Conforme previsto nos objetivos desta pesquisa, os estudantes do grupo em questão desenvolveram a habilidade de questionar, imaginar e expressar seus modelos mentais, tornando-se cada vez menos dependentes do professor. Além disso, eles utilizaram as atividades de modelagem como meio de promoção das habilidades estruturantes que os conduziram a uma aprendizagem na compreensão das ligações iônicas.

G4

Ao analisarmos o modelo III (Figura 25) construído pelo G4, na animação, que está disponibilizada no produto educacional observa-se que o grupo representa a transferência definitiva do elétron de um átomo do elemento sódio para um átomo do elemento cloro.

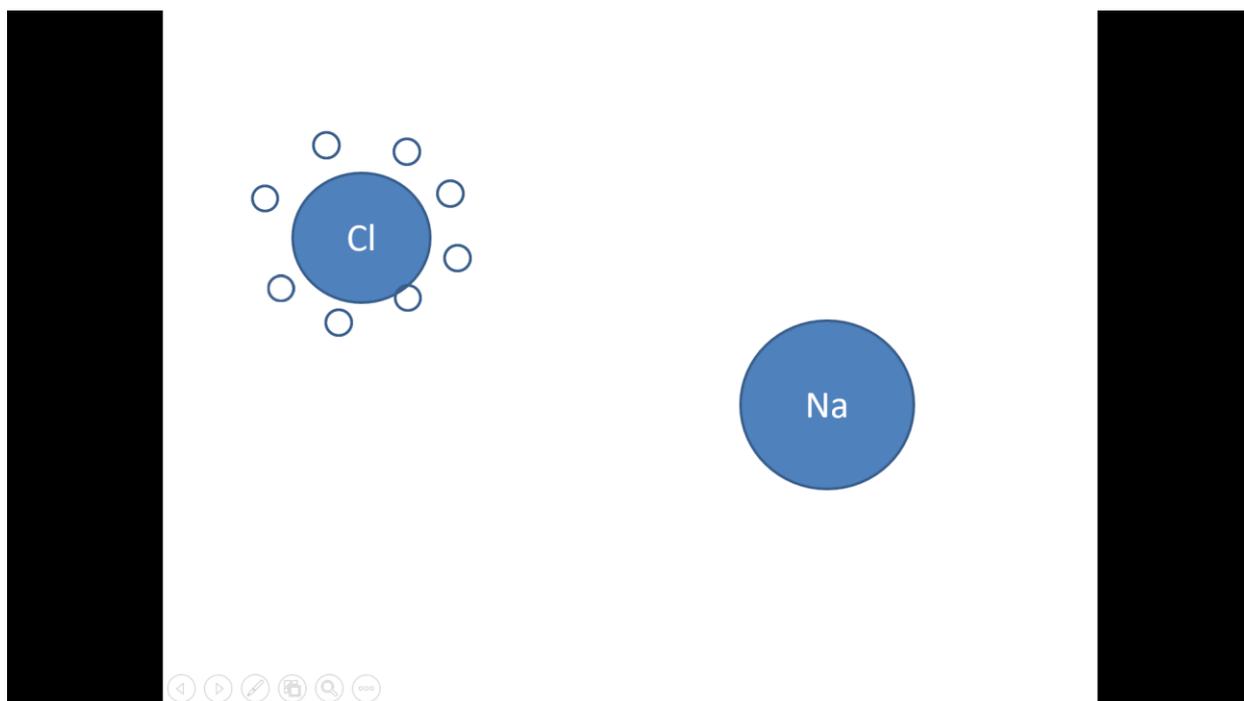


Figura 25: Modelo III do G4

O mesmo acontece, quando o modelo é testado no composto, K_2O , conforme apresentado na Figura 26.

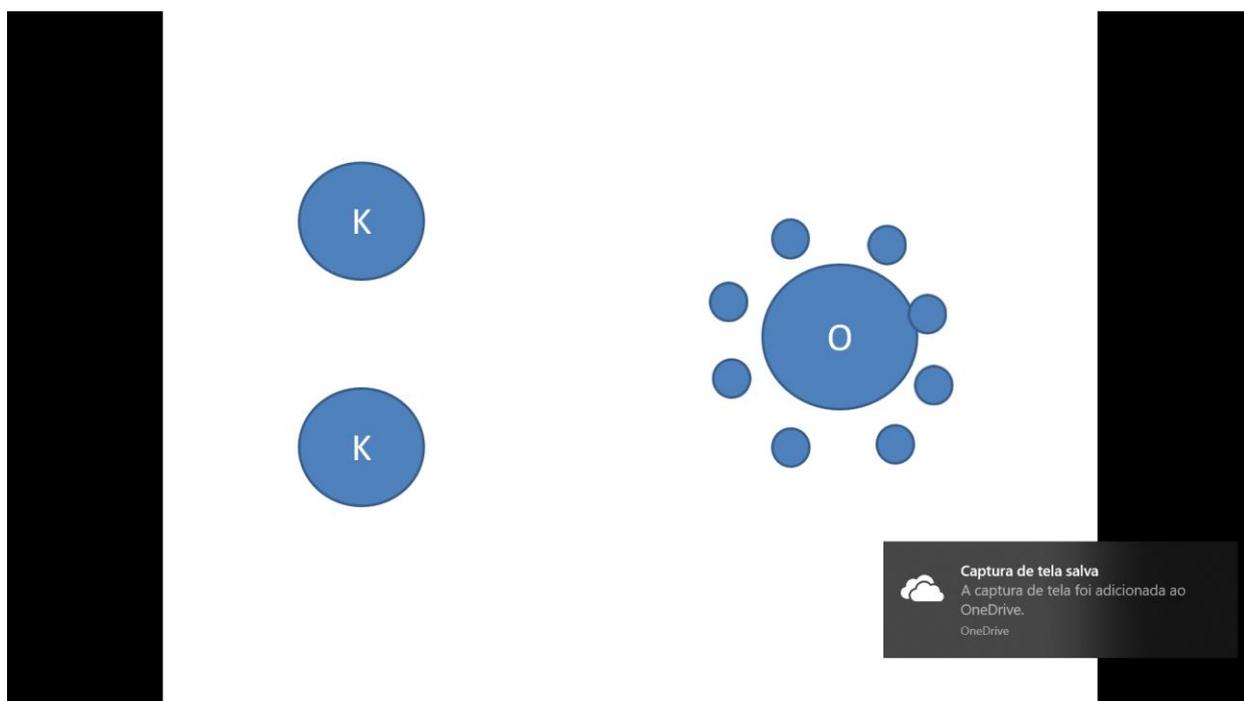


Figura 26: Modelo IV do G4

Quando questionados, pela professora, sobre a formulação do modelo, bem como sobre o objetivo de uma ligação química entre diferentes átomos, eles repensam o modelo e na animação, representada aqui simbolicamente pela Figura 27, inserem no modelo a camada L do átomo do elemento sódio. Na animação, disponível no produto educacional fica clara a perda da camada mais externa após a ligação estabelecer-se.

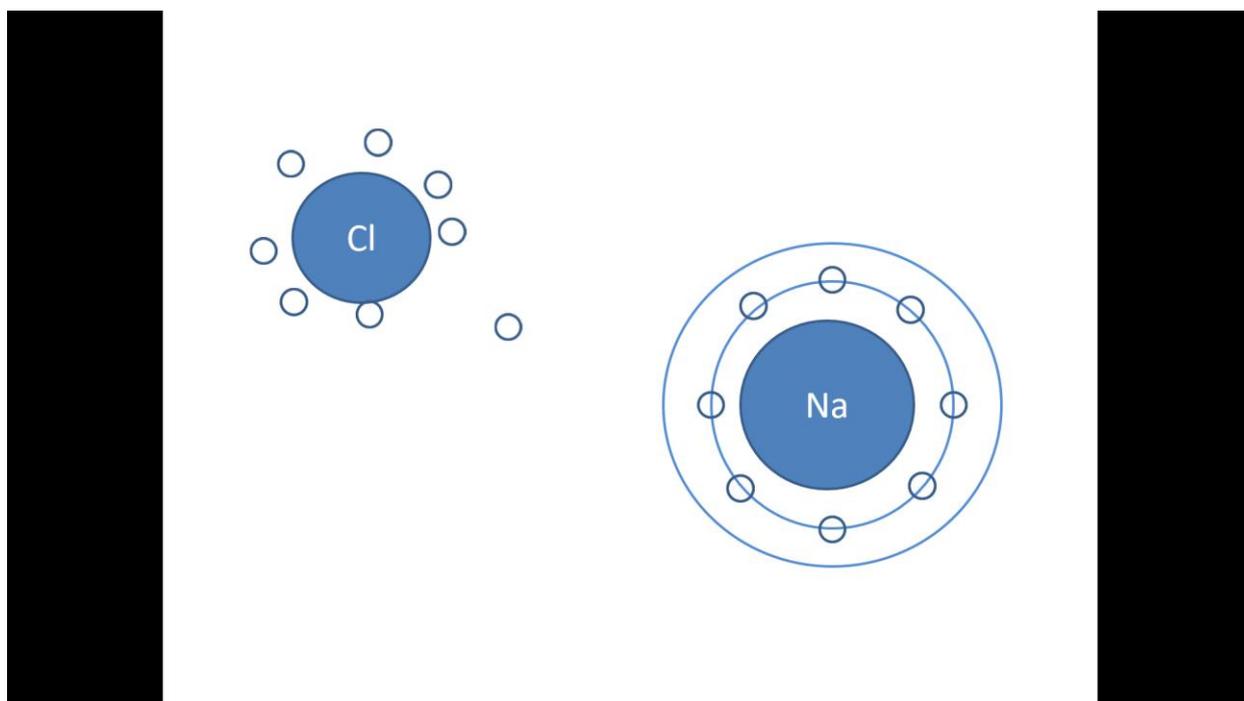


Figura 27: Modelo V do G4

Ao testarem o modelo para o composto K_2O (Figura 28) compreendem a viabilidade do mesmo, porém os átomos permanecem afastados, uma inconsistência do modelo em questão, que segundo Justi e Gilbert (2002), necessita de mais testes experimentais mentais, para que os estudantes possam identificar as incoerências e aperfeiçoar o modelo.

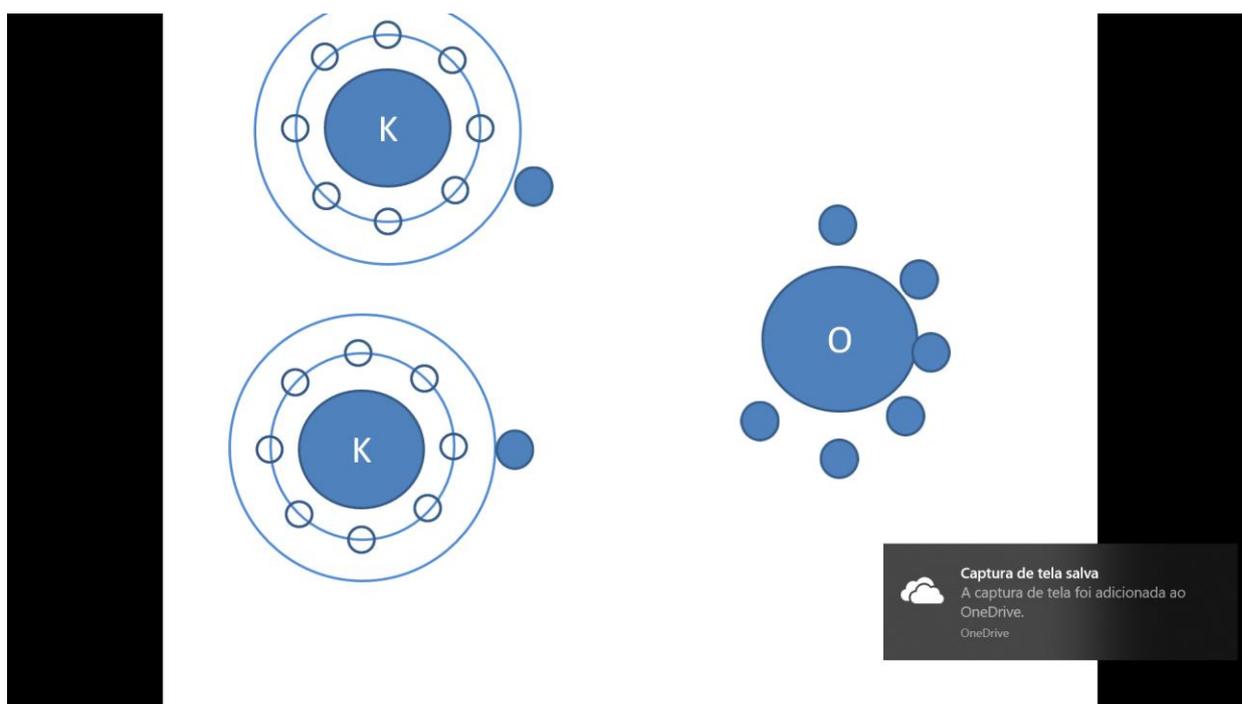


Figura 28: Modelo VI do G4

Na Figura 29, após novos experimentos mentais, segundo Justi e Gilbert (2002), os estudantes através de uma nova animação propõem o modelo final para a ligação química iônica. Neste novo modelo aproximam os átomos após a ligação e forma o composto cloreto de sódio.

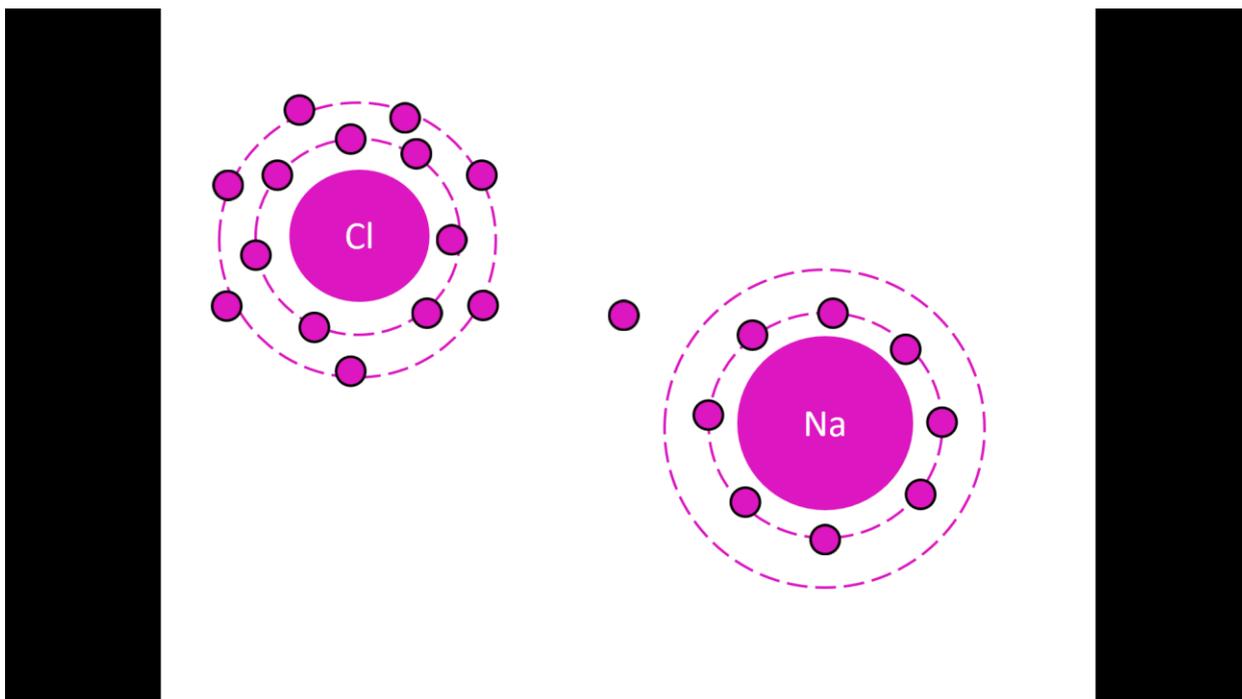


Figura 29: Modelo VII do G4

Ao testarem o modelo (Figura 30) para o composto K_2O , compreendem a viabilidade do mesmo.

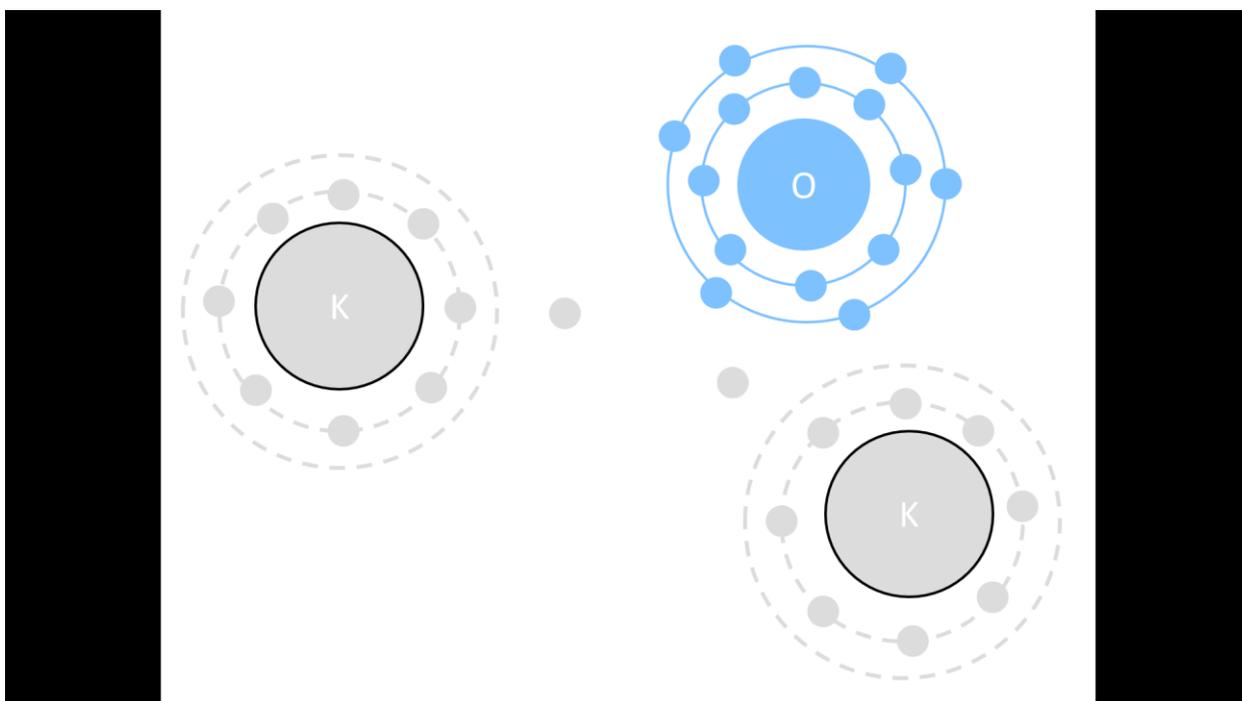


Figura 30: Modelo VIII do G4

O grupo 4, foi o único grupo analisado que utilizou um número superior de modelos, até chegar na versão final. Ficou evidente a elaboração do modelo, avaliação, expressão e teste do mesmo assim como propõe o Diagrama Modelo de Modelagem v2 (Justi, 2010).

Assim como observado nos demais grupos, porém neste como tivemos dois modelos a mais, observa-se a clara proposta do Diagrama Modelo de Modelagem (JUSTI; GILBERT, 2002), no qual os estudantes consideraram a abrangência e as limitações do modelo em questão, e modificaram o mesmo, a fim de que este satisfizesse o modelo ao qual se propuseram.

Neste momento recebem a seguinte atividade:

- 1) Descreva em um parágrafo, de no mínimo 5 linhas, como uma ligação iônica se estabelece, bem como o comportamento dos elétrons antes, durante e após a ligação química.

Resposta:

É uma ligação que ocorre entre metais e ametais, onde os metais perdem elétrons e tornam-se cátions e onde os ametais recebem elétrons e tornam-se ânions, também pode ocorrer entre hidrogênio e metais, onde o metal perde elétrons e o hidrogênio recebe elétron(s).

- 2) O modelo proposto pelo grupo satisfaz qualquer tipo de ligação iônica?

Resposta:

Não, pois existem anomalias para as ligações iônicas, onde alguns átomos estabilizam com um número diferente de elétrons na camada de valência, tirando essa situação, o modelo satisfaz sim.

Na última etapa, na qual o modelo é apresentado para o grande grupo, a fim de ser julgado se é válido ou não, percebe-se que além da validação do composto pelos colegas que os estudantes do G4, conforme previsto nos objetivos desta pesquisa, desenvolveram a habilidade de questionar, imaginar e expressar seus modelos mentais, tornando-se cada vez menos dependentes do professor, além disso utilizaram as atividades de modelagem como meio de promoção das habilidades estruturantes que os conduziram a uma aprendizagem na compreensão das ligações químicas iônicas.

Também foi possível observar pelos padrões de respostas (MONAGHAN; CLEMENT, 1999) durante todo o processo, que ocorreu a internalização do conhecimento, através dos Relatos de Imagem, da Referência à Percepção e dos Gestos Retratados.

G5

Na representação deste modelo III (Figura 31), que está disponibilizado no produto educacional observa-se que o grupo não identifica os átomos, mas o átomo da direita representa o cloro e o da esquerda o sódio. Pois bem, apenas pensam no modelo como uma movimentação intensa do(s) elétrons ao redor do próprio eixo.



Figura 31: Modelo III do G5

Quando questionados sobre a viabilidade do modelo, não ficaram satisfeitos com este no primeiro experimento mental e resolveram descartá-lo e formular um novo modelo. Nesse contexto, surge o modelo IV.

Neste modelo (Figura 32), pode se observar a clara evolução, além de identificarem os átomos participantes, após uma sequência de questionamentos entre os estudantes (registrados pela professora e pesquisadora) que serão disponibilizados na dissertação, estes compreendem que o elétron do átomo de sódio não pode só girar ao redor dele mesmo, mas precisa “pular” expressão utilizada por eles para o átomo de cloro) e assim satisfazer a sua instabilidade eletrônica.



Figura 32: Modelo IV do G5

Testando o modelo com um composto diferente, o óxido de potássio, surge o modelo V (Figura 33).

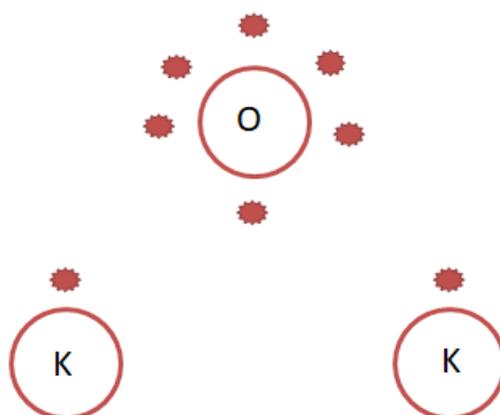


Figura 33: Modelo V do G5

Assim como no modelo anterior os elétrons dos átomos de potássio (Figura 33) se deslocam para a camada eletrônica de valência do átomo de oxigênio.

Mesmo após questionamentos dirigidos, discussões entre os colegas, eles acreditam que este é o modelo que satisfaz a ligação iônica.

Dessa vez, a resposta à atividade proposta foi a seguinte:

A ligação iônica é a ligação entre um metal e um ametal onde um perde elétrons, o outro ganha e ambos se estabilizam. Antes da ligação, não estão estabilizados, durante, ambos estão

procurando estabilidade e começam a criar íons e, após a ligação, os dois elementos estão estabilizados.

1) O modelo proposto pelo grupo satisfaz qualquer tipo de ligação iônica?

Resposta:

Sim, o modelo é baseado em que, um elemento perde elétrons e o outro ganha, uns em mais quantidade, outros em menos. A ideia é sempre a mesma em toda ligação iônica.

Ao apresentarem o modelo para o grande grupo, os mesmos de imediato identificam as incoerências e por unanimidade descartam o modelo.

Um fator interessante a ser observado aqui, é que, teoricamente, as ideias do grupo parecem ter coerência com aquilo que os estudantes “imaginam”, mas não conseguem representar através do modelo, pois o modelo não reflete aquilo que teoricamente descrevem.

Analisando os resultados observados pela professora, a qual não apresentou modelos ‘prontos’ para os estudantes, mas os auxiliou a construí-los ativamente a partir de seus conhecimentos prévios, assim como sugerem (JUSTI; GILBERT, 2002) no Modelo de Modelagem, os alunos tiveram a oportunidade de expressar seus modelos mentais, tornando-se, desta forma, possível a percepção das concepções alternativas pelo professor – situação que, geralmente, não é facilitada pelo ensino tradicional (ERDURAN; DUSCHL, 2004). Alguns autores ressaltam também a importância da modelagem para o ensino de temas de natureza fortemente abstrata, como é o caso aqui abordado, Ligações Iônicas, devido à construção e manipulação de modelos 3D ou pseudo-3D (virtuais) favorecerem a visualização e porque conceitos como átomos e moléculas são, por natureza, modelos (ERDURAN; DUSCHL, 2004). Entretanto, a compreensão de conceitos científicos é apenas uma das formas de aprendizagem possibilitada pelo ensino por modelagem.

Ao aplicar as estratégias de ensino, pude compreender a importância do questionamento no processo de modelagem, além de como as atividades de modelagem tendem a favorecer o questionamento. Quando os estudantes (que se encontravam organizados em grupos) tinham que produzir um modelo para explicar um fenômeno, ou para resolver um problema, eles, geralmente, apresentavam pontos de vista divergentes. Cada estudante defendia seu ponto de vista a partir de justificativa(s) que demonstrava(m) o mérito de seu raciocínio. Os estudantes

também apresentavam críticas aos pontos de vista opostos por meio de razões contrárias. Quando solicitavam minha participação nas discussões, sempre procurei pedir a eles que justificassem claramente as suas opiniões, pois só dessa forma poderíamos buscar consenso. Quando chegavam a um acordo, o que algumas vezes ocorria com a minha mediação a partir da proposição de questões, do favorecimento da integração de dados ou da retomada de conhecimentos prévios, eles propunham um modelo inicial. Caso não chegassem a esse acordo, havia a existência de mais de um tipo de modelo no mesmo grupo. Isso não era um problema, desde que cada aluno argumentasse a favor de seu modelo. Durante a socialização dos modelos dos grupos para a turma, cada um deles tinha que argumentar a favor de seu(s) modelo(s). Eu também solicitava aos estudantes que propusessem refutações aos modelos dos colegas. Para avaliar os modelos construídos, era necessário compreender se o modelo proposto pelo grupo era capaz de explicar adequadamente dados disponíveis. Portanto, para concluir se um modelo era capaz de explicar um fenômeno, era necessário argumentar sobre o motivo de o modelo explicar determinadas evidências. Caso necessário, os modelos eram reformulados ou mesmo rejeitados. Nesse caso, os estudantes tinham que explicitar porque estavam descartando um modelo e apresentar razões favoráveis para a adoção de outro modelo. Esse processo de produção e revisão de modelos a partir da argumentação conduzia a um modelo consensual da turma. Enquanto professora, pude observar, a partir das discussões ocorridas em sala de aula, das atividades escritas produzidas pelos estudantes, e de suas avaliações, que a qualidade dos questionamentos deles se sofisticava a partir das várias oportunidades que eles tinham de produzir, expressar, testar, modificar, reformular e avaliar modelos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo foi realizado com a preocupação de enfrentar a dificuldade, no ensino de Ciências e Matemática, relacionada com a transposição do modelo tradicional de ensino, que favorece, por muitas vezes, uma aprendizagem mecânica, para um modelo em que o estudante é mais autônomo e, assim, constrói o seu conhecimento (MOREIRA; MASINI, 1982). Segundo Castro e Costa (2011), o ensino tradicional pode apresentar muitas desvantagens, e destacam a transmissão de conhecimento unidirecional, onde o professor expõe o conteúdo de forma que os estudantes não possam ser críticos, mas somente ouvintes. Sendo assim, ainda segundo Castro e Costa (2011), eles recebem e armazenam informações de maneira mecânica e memorística, não sendo capazes de reproduzi-las em diferentes situações. Para Santos (2008, p.76), no ensino que tradicionalmente é ministrado,

[...] os professores dedicam-se a explicações exaustivas em definições, conceitos, fórmulas, e fazem uso da linguagem voltada para a racionalidade tecnocientífica. A fragmentação traz como consequência a ideia de neutralidade e objetividade do conhecimento. Com esse viés, o conhecimento referido em sala de aula perde sentido existencial ao não trabalhar a relação com o todo e com o sujeito do processo cognitivo.

Tendências atuais do Ensino de Ciências enfatizam a necessidade de os estudantes: adquirirem noções sobre natureza da ciência, apreciarem como e porque teorias e modelos são construídos na ciência e terem oportunidade de participar de atividades de construção de conhecimento (HODSON, 1992; MILLAR; OSBORNE, 1998). Em outras palavras, elas refletem a visão de que é importante não apenas adquirir conhecimentos declarativos e propor explicações através do uso deles, mas compreender como raciocinamos de maneira a concluir porque pensamos de uma forma e não de outra (ERDURAN; DUSCHL, 2004). Alguns pesquisadores sistematizam a importância da educação científica para o desenvolvimento do raciocínio científico:

“Conhecimentos científicos podem ser provisórios, mas habilidades científicas e processos não são.” (BROOK; DRIVER; JOHNSTON, 1989, p. 13).

“O aumento da complexidade técnica, especialização e rápida evolução do conhecimento em ciência tornam o ensino de um corpo particular de conhecimento científico um objetivo educacional insatisfatório e pouco

desejável. Mais proveitoso seria pensar na Educação em Ciências como forma de promover uma maneira de pensar. O desenvolvimento do pensamento científico seria um objetivo significativo do Ensino de Ciências” (KUHN, 1991, p. 319).

Para alguns pesquisadores, a modelagem é um dos principais processos científicos (BOTTCHER; MEISERT, 2010; ERDURAN; DUSCHL, 2004; GIERE, 2001), e os modelos são as formas pelas quais cientistas raciocinam e divulgam os resultados de suas pesquisas para seus pares (NERSESSIAN, 1992). Dessa forma, a modelagem é adequada aos objetivos mais amplos para o Ensino de Ciências, pois se constitui em uma forma autêntica de pensar cientificamente em função de englobar as cinco características principais deste processo: hipótese, teste, revisão, explicação, e previsão (WINDSCHITL; THOMPSON; BRAATHEN, 2008), e a argumentação está envolvida nessas operações epistêmicas. Assim, o ensino através da modelagem pode contribuir para que os alunos aprendam sobre como o conhecimento científico é produzido e desenvolvam o pensamento científico quando eles estiverem imersos no processo de produção, teste, revisão e levantamento das abrangências e limitações de modelos. Isso não implica no fato de os alunos serem apresentados a algum método de produção de modelos, como o diagrama Modelo de Modelagem. Acreditamos que os alunos devem ter noção das principais etapas necessárias ao processo de modelagem e desenvolver as habilidades inerentes ao processo quando estiverem imersos na própria prática de produção de conhecimentos, de forma análoga ao que ocorre na Ciência.

A partir das conclusões deste trabalho, sugerimos o uso do diagrama Modelo de Modelagem para fundamentar estratégias de ensino que visam favorecer o questionamento e o uso de dados em outros contextos (outros temas da Química e nas disciplinas de Física, Biologia e Matemática) porque o uso do mesmo favoreceu o aprendizado na situação analisada.

6. PRODUTO EDUCACIONAL

Como produto educacional da pesquisa realizada foi criado um website, sobre construção de “Modelos mentais no estudo das Ligações Iônicas”, cuja URL1 é a seguinte:

<https://fernandatros.wixsite.com/modelosmentais>

A dissertação que deu origem a este website como produto educacional da pesquisa realizada foi desenvolvida dentro da linha de pesquisa "Fundamentos e Estratégias Educacionais no Ensino de Ciências e Matemática". Nesse website pode-se encontrar todo o trabalho desenvolvido na presente dissertação, de forma mais específica os modelos propostos pelos grupos analisados, utilizando o Modelo de Modelagem, proposto por Justi e Gilbert (2002) cujo tema é: Modelos mentais no estudo das ligações iônicas. Além de alojar os principais resultados dessa dissertação, tem como objetivos:

- introduzir essa metodologia de aprendizagem a professores de Ensino Fundamental e médio;

- armazenar artigos e dissertações sobre Modelagem;
- e servir de repositório para outras propostas educacionais que poderão vir a ser desenvolvidas.

Este website pode ser visitado por professores interessados em conhecer um pouco melhor a metodologia de ensino que se âncora no Modelo de Modelagem proposto por Justi e Gilbert (2002) e quem sabe aplicar na sua escola.

Com a pretensão de construir novos produtos com este mesmo tema ou com novos temas disponibilizamos um espaço para a postagem de futuras produções. Assim o item das sugestões de trabalhos futuros também é apresentado no website.

O espaço para contato com a pesquisadora para maiores informações sobre os detalhes da aplicação da metodologia ocorre por um e-mail disponibilizado no próprio website. A iniciativa é que mais professores possam ter conhecimento sobre a metodologia para possíveis construções no futuro.

Segundo Ken Robinson, a educação é um processo vivo que tem na agricultura a sua melhor comparação. Os jardineiros sabem que eles não fazem as plantas crescerem. Eles não prendem as raízes, colam as folhas e pintam as pétalas. As plantas crescem sozinhas. O seu ofício é criar as melhores condições para que isso ocorra. Bons jardineiros criam essas condições, maus jardineiros não o fazem. O mesmo ocorre com o ensino. Bons professores

criam as condições para a aprendizagem, e professores ruins não as fazem. Bons professores também sabem que nem sempre podem controlar essas condições, mas nem por isso desistem.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, A.; DEL RIO, P. Educação e desenvolvimento: a teoria de Vygotsky e a zona de desenvolvimento próximo. In: COLL SALVADOR, C.; PALACIOS, J.; MARCHESI, A. (Org.). Desenvolvimento psicológico e educação. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. v. 2.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Psicologia educacional. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: 2 ed. Melhoramentos. 1980.

BAIRD, J. R. Learning and Teaching: From Ignorance to Understanding. In D. Clarke (Ed.), Perspectives on Practice and Meaning in Mathematics and Science (pp. 255-289). Netherlands: Kluwer Academics Publishers, 2001.

BARAB, S. A; HAY, K. E.; BARNETT, M.; KEATING, T. Virtual solar system project: building understanding through model building. *Journal of Research in Science Teaching* (2000) 37, 719-756.

BARROS, P. T. O Questionamento do Supervisor e dos Docentes nas Sessões de Formação Contínua: uma estratégia de reflexão sobre a praxis. Mestre em Supervisão, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2008.

BORGES, J. L. “Sobre o Rigor na Ciência”, in *História Universal da Infância*, trad. de José Bento, Assírio e Alvim, 1982.

BORKULO, S. P. VAN. The assessment of learning outcomes of computer modelling in secondary science education. 2009. Tese (D.Sc, Science and Mathematics Education) -- University of Twente, Enschede, 2009.

BOTTCHEER, F.; MEISERT, A. Argumentation in Science Education: A Model-based Framework. *Science & Education*, v. 20, n. 2, p. 103-140, 2010.

CARTWRIGHT, NANCY. *The Dappled World. A Study of the Boundaries of Science*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999

CASTRO, B. J. COSTA, P. C. F. Contribuições de um jogo didático para o processo de ensino e aprendizagem de Química no Ensino Fundamental segundo o contexto da Aprendizagem Significativa. *Revista Eletrônica de Investigação em Educação em Ciências*, v. 6, n. 2, p. 25-36, dez. 2011

CHIN, C.; OSBORNE, J. Students' Questions: a potential resource for teaching and learning science. *Studies in Science Education*, 44(1), 2008, 1-39.

CHIN, C.; BROWN, D. E.; BRUCE, B. C. (2002). Student-generated questions: a meaningful aspect of learning in science. *International Journal of Science Education*, 24(5), 2002.

CLEMENT, J. Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education*, 2000, 22(9), pp.1041-1053.

DELIZOICOV, D. Concepção problematizadora do ensino de ciências na educação formal: relato e análise de uma prática educacional na Guiné Bissau. 1982. 227 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

DUSCHL, R. A. Reestruturação Ciência Educação: A importância da teoria e seu desenvolvimento, 2004.

EDWARDS, S.; BOWMAN, M. A. Promoting Student Learning Through Questioning: A Study of Classroom Questions. *Journal on excellence in college teaching*, 1996, 7(2), pp.3-24.

ERDURAN, S.; DUSCHL, R. A. Interdisciplinary Characterizations of Models and the Nature of Chemical Knowledge in the Classroom. *Studies in Science Education*, v. 40, p. 105-138, 2004.

ESTEBAN, Maria Paz Sandín. Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições. Tradução de Miguel Cabrera. Porto Alegre: AMGH, 2010.

FERRAZ, D. F.; TERRAZZAN, E. A. O uso de analogias como recurso didático por professores de Biologia no ensino médio. In: Revista da ABRAPEC, 2001, v.1, n.3, p. 124-135.

FERREIRA, POLIANA FLÁVIA MAIA; JUSTI, ROSÁRIA DA SILVA. "Modelagem e o "fazer ciência". *Química nova na escola* 28 (2008): 32-36.

FERREIRA, P.F.M. Modelagem e suas contribuições para o ensino de ciências: uma análise no estudo de equilíbrio químico. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação)- Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2006

FERREIRA, P.F.M & JUSTI, R.S. From chemical reaction to chemical equilibrium: learning through modeling paper present at the V International Conference of the European Science Education Research Association, Barcelona, Spain, 28 August to 01 September 2005.

FERREIRA, C., ARROIO, A. & REZENDE, D. de B. "Uso de modelagem molecular no estudo dos conceitos de nucleofilicidade e basicidade." *Quim. Nova* 34.9 (2011): 1661-1665.

FERREIRA, A. P. B. Questionamento dos professores: o seu contributo para integração curricular. Dissertação de Mestrado em Didáctica das Ciências. Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa. Universidade de Aveiro. Aveiro, 2010.

FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2002, FOUREZ, G. "Crise no Ensino de Ciências". *Investigações em Ensino de Ciências*. V8, pp. 109-123, 2003.

GIERE, R. N. A new framework for teaching scientific reasoning. *Argumentation*, v. 15, p. 21-33, 2001.

GIERE, R. "Why Scientific Models Should Not be Regarded as Works of Fiction", In: Mauricio Suárez (ed.): *Fictions in Science. Philosophical Essays on Modelling and Idealisation* London: Routledge, 2009, 248–258.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (organizadoras). Métodos de Pesquisa. 1ª Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

HODSON, D. In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*, 14, 541-562, 1992.

JEONG, H.; CHI, M. T. H. Construction of shared knowledge during collaborative learning. In: R. HALL, R.; MIYAKE, N.; ENYEDY, J. (Ed.). *International Conference On Computer Support For Collaborative Learning*, Toronto, 1997. p. 1-5.

JOHNSON-LAIRD, P.N. *Mental models*. Cambridge, MA, Harvard University Press, 1983.

JOHNSON-LAIRD, P.N, Legrenzi P, Girotto V, Legrenzi MS, Caverni J-P .Naive probability: a mental model theory of extensional reasoning. *Psychol Ver*, 1996, 106:62–88

JUSTI, R. La Enseñanza de Ciencias Basada en la Elaboración de Modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 24, n. 2, p. 173-184, 2006.

_____. Modelos e Modelagem no Ensino de Química. In: SANTOS, W. L. P. e MALDANER, O. A. (Ed.). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí, RS: Ed. Unijuí, 2010. p. 209-230.

_____. Models and Representations: Additional theoretical discussions in the science education context. Trabalho apresentado na X European Science Education Research Association Conference, Nicosia, Cyprus, 2-9 September. 2013

JUSTI, R., & GILBERT, J. K. Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 2002, 24(4), 369-387.

KRAPAS, S., QUEIROZ, G., COLINVAUX, D.; FRANCO, C. Modelos: Uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 2, n. 3, p. 185-205, 1997.

KUHN, T. Metaphor in science. In: ORTONY, A. (E.). *Metaphor and thought*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. p. 533-42.

LIMA, A. A.; NÚÑEZ, I. B. Aprendizagem por modelos utilizando modelos e analogias. In: NÚÑEZ, I. B. e RAMALHO, B. L. (Orgs.). *Fundamentos do ensino-aprendizagem das ciências naturais e da matemática: o novo ensino médio*. Porto Alegre: Sulina, 2004, p. 245-264.

LOUREIRO, M. J.; SOUZA, F. N.; BEZERRA, A.; RODRIGUES, A. Collaboration, knowledge and digital environments: What about argumentation and questioning skills? In: *Learning and collaboration technologies. Technology – Rich environments for learning and collaboration lecture*. Notes in Computer Science, Vol 8524, 2014, pp 440-449

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E.D.A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

MAIA, P. F.; JUSTI, R. Learning of Chemical Equilibrium through Modelling-Based Teaching. *International Journal of Science Education*, v. 31, n. 5, p. 603-630, 2006.

MAIA, P. F., QUEIROZ, A. S., MENDONÇA, P. C. C., & JUSTI, R. Modelagem e representações no ensino de ligações iônicas: Análise de uma estratégia de ensino. Artigo apresentado no VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, Florianópolis, 2007, 26 de novembro a 01 de dezembro.

MENDONÇA, P. C. C., JUSTI, R., & OLIVEIRA, M. M. Analogias sobre ligações químicas elaboradas por alunos do ensino médio. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 6(1), 35-54, 2007.

MILLAR, R., & OSBORNE, J. *BEYOND 2000: Science education for the future*. London: King's College, London School of Education. 1998.

MIRANDA, M.G. AND RESENDE, A.C.A. Sobre a pesquisa-ação na educação e as armadilhas do praticismo. *Revista Brasileira de Educação*, 11(33), p.511, 2006

MONAGHAN, J.M.; CLEMENT, J. Use of a computer simulation to develop mental simulations for understanding relative motion concepts. *International Journal of Science Education*, v. 21, n. 9, p. 921– 944, 1999.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Revista Ciência e Educação*, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MOREIRA, M.A. e MASINI, E.A.F.S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo, Editora Moraes, 1982.

Moreira, M. A. Modelos mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.1, n.3, p.193-232, 1996.

MOREIRA, M. A. Modelos Mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 1, n. 3, pp. 193-232, 2000.

MOREIRA, M. A. *Investigações em Ensino de Ciências – 2006*, v1(3), pp.193-232. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID17/v1_n3_a1.pdf> Acesso em: 08 de julho de 2016.

MOREIRA, M. A. *Aprendizaje Significativo Crítico*. Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación, nº 6, 2009.

MORGAN, M. “Learning from Models”, in Morgan and Morrison 1999, 347–88.

NAHUM, T. L.; MAMLOK-NAAMAN, R.; HOFSTEIN, A.; TABER, K. S. Teaching and learning the concept of chemical bonding, *Studies in Science Education*, 46:2, 179-207, 2010.

NERSESSIAN, N. J. How do Scientists Think? Capturing the Dynamics of Conceptual Change in Science. In: GIÉRE, R. N. (Ed.). *Cognitive Models of Science*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1992.p.3-44.

ÖZMEN, H. Some student misconceptions in chemistry: A literature review of chemical bonding. *Journal of Science Education and Technology*, 2004, 13(2), 147-159.

PIERSON, A. H. C. O cotidiano e a busca de sentido para o ensino de física. 1997. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

REINER, M. e GILBERT, J. Epistemological resources for thought experimentation in science education. *International Journal of Science Education*, v. 22, p. 489-506, 2000.

ROBINSON . K. *Creative Schools: The grassroots Revolution that's transforming education*. Copyright, 2015.

SANTANA, I. S. Elaboração de uma unidade de ensino potencialmente significativa em química para abordar a temática água. 2014. 153 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e da Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, 2014.

SANTOS, A. Complexidade e transdisciplinaridade em educação: cinco princípios para resgatar o elo perdido. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Laboratório de Estudos e Pesquisas Transdisciplinares, 2008.

SOUZA, F. N. Perguntas na aprendizagem de Química no Ensino Superior. Tese de Doutorado em Didática das Ciências, Departamento de Didática e Tecnologia Educativa. Universidade de Aveiro, Aveiro, 2006.

SOUZA, F. N.; MOREIRA, A. "Perfis de questionamento em contextos de aprendizagem online." *IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa* 12 (2010): 15-25.

SUÁREZ, MAURICIO. "Scientific Representation: Against Similarity and Isomorphism." *International Studies in the Philosophy of Science*, 2003, 17: 225–244.

THAGARD, P. *Mind: introduction to cognitive science*. Cambridge, MA: A Bradford Book. The MIT Press, 1996.

THIOLENT, M. *Metodologia da pesquisa-ação*. São Paulo: Cortez, 1992.

VOSNIADOU, S. Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4: 45-69, 1999.

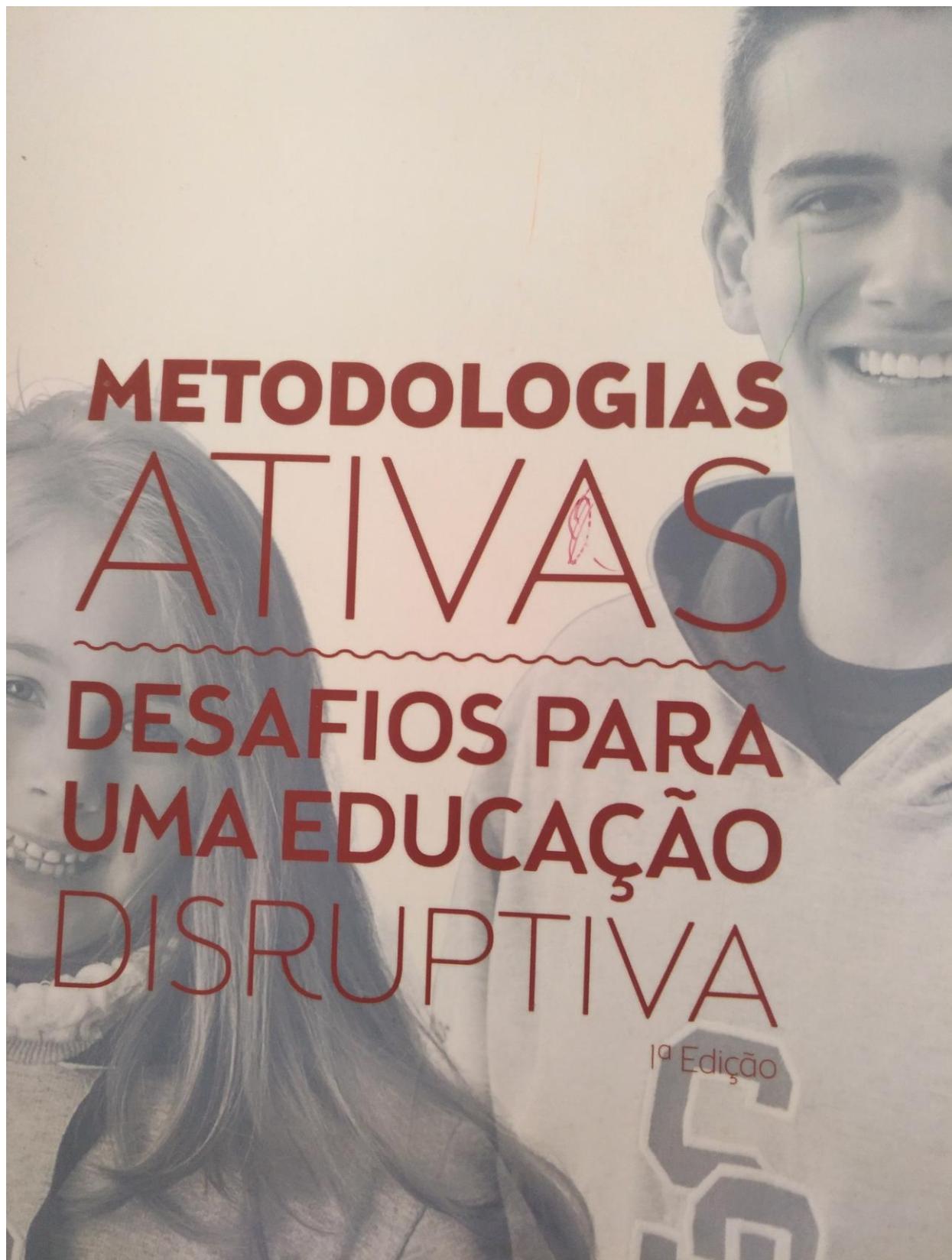
VOSNIADOU, S. Mental Models in Conceptual Development. Em: Mangani, L. e Nersessian, N.J. (Eds.). *Model Based Reasoning: Science, Technology, Values*. New York: Kluwer/Plenum, 2002. p. 353-368.

VYGOTSKY, L. S. Obras Escogidas II (Pensamento Y Lenguage). Moscú: Editorial Pedagógica, 1982.

WINDSCHITL, M.; THOMPSON, M. B.; BRAATEN, M. Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations Science Education, v. 92, n. 5, p. 941-967, 2008.

7. APÊNDICES

APÊNCIDE I





FERNANDA TROES

Natural de Feliz - RS, atualmente reside em Caxias do Sul. Formada em Licenciatura Plena em Química, pela Universidade de Caxias do Sul. Pós-graduada em Gestão Educacional pela Faculdade Anhanguera. Mestrado em andamento em Ensino de Ciências, com ênfase em Química, pela Universidade de Caxias do Sul. No momento, é professora exclusiva do Colégio São Carlos, ministrando a disciplina de Química, para os nonos anos do Ensino Fundamental II, bem como para as primeiras, segundas e terceiras séries do Ensino Médio.

ESTUDO DAS LIGAÇÕES QUÍMICAS: UMA APRENDIZAGEM POR QUESTIONAMENTO

Resumo: Neste artigo serão apresentados resultados de uma proposta de aprendizagem ativa, desenvolvida no Colégio São Carlos, com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, na disciplina de Ciências – Química. Contemplando diferentes estilos de aprendizagem, esta proposta visa promover a aprendizagem ativa e o envolvimento do estudante através de uma metodologia por questionamento: Formulação e resolução de questões. O trabalho incluiu a adoção de métodos de ensino e aprendizagem que estimulam a aprendizagem ativa através do desenvolvimento da qualidade das interações em sala e da capacidade de resolução e formulação de questões pelo estudante. Os resultados revelam apreciável envolvimento e participação da maioria dos estudantes, evidenciando uma potencial aprendizagem na área da Química e, por consequência, uma significativa melhoria na qualidade da aprendizagem.

Palavras-chave: Questionamento, Ligação Química, Aprendizagem Ativa, Aprendizagem Significativa.

INTRODUÇÃO

O ensino e a educação, de forma geral, há anos dão sinais de que precisa mudar. Professores acham que ensinam e alunos com um certo grau de certeza: não estão aprendendo! Quando transpomos a realidade que vivemos praticamente todas as áreas de ensino para a área específica das Ciências, percebemos a natureza e de maneira mais analítica para o ensino de Química, percebemos uma das causas do fracasso deste ensino se vincula a metodologias ineficazes.

ESTUDO DAS LIGAÇÕES QUÍMICAS: UMA APRENDIZAGEM POR QUESTIONAMENTO

Estudo das Ligações Químicas: Uma aprendizagem por Questionamento.

Fernanda Troes

Resumo

Neste artigo serão apresentados resultados de uma proposta de aprendizagem ativa, desenvolvida no Colégio São Carlos, com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental, na disciplina de Ciências – Química. Contemplando diferentes estilos de aprendizagem, esta proposta visa promover a aprendizagem ativa e o envolvimento do estudante através de uma metodologia por questionamento: Formulação e resolução de questões. O trabalho incluiu a adoção de métodos de ensino e aprendizagem que estimulam a aprendizagem ativa através do desenvolvimento da qualidade das interações em sala de aula e da capacidade de resolução e formulação de questões pelo estudante. Os resultados revelam apreciável envolvimento e participação da maioria dos estudantes, revelando uma potencial aprendizagem na área da Química e por consequência uma significativa melhoria na qualidade da aprendizagem.

Palavras-chave

Questionamento, Ligação Química, Aprendizagem ativa, Aprendizagem significativa.

I. INTRODUÇÃO

O ensino, e a educação de forma geral, há anos dão sinais de que algo precisa mudar. Professores acham que ensinam e alunos com uma única certeza: não estão aprendendo! Quando transpomos a realidade que domina praticamente todas as áreas de ensino para a área específica das Ciências da natureza e de maneira mais analítica para o ensino de Química, observa-se que uma das causas do fracasso deste ensino se vincula a metodologias inadequadas em sala de aula. Em especial, o ensino de ciências, que infelizmente está associado a um conhecimento fragmentado, difuso, carente de significados, alunos adestrados a reproduzir equações, conceitos e modelos livres de significados (Fourez, 2003) isso evidencia a necessidade de romper com o ensino tradicional e passar a um sistema em que o professor atue como orientador e que o aluno participe ativamente do aprendizado construindo relações significativas com o conhecimento através de suas experiências.

O aperfeiçoamento da prática educacional exige um repensar das metodologias utilizadas, e o estudo de novas teorias que possam dar suporte às mudanças metodológicas

inovadoras. Neste contexto surgem as metodologias que promovem a aprendizagem ativa, que vem ganhando espaço em instituições que são referência mundial em educação.

Diferentemente de metodologias de ensino, onde a aprendizagem é passiva, sendo o professor o centro do conhecimento, as metodologias para uma aprendizagem ativa, tem por objetivo descentralizar o papel monopolizador do professor e torná-lo o mediador entre o conhecimento e o aluno.

Metodologias ativas não têm por objetivo “encher” a cabeça dos alunos de conhecimentos livres de significados, que ficam armazenados na memória curta, mas sim proporcionar um ambiente agradável de aprendizagem, que lhes permita “aprender a aprender”, visando uma aprendizagem significativa e portanto duradoura. Segundo Ausubel, a aprendizagem só é significativa quando novos conhecimentos (conceitos, ideias, proposições, modelos, fórmulas) passam a significar algo para o aprendiz, quando ele ou ela é capaz de explicar situações com suas próprias palavras, quando é capaz de resolver problemas novos, enfim, quando compreende.

Nesta nova perspectiva o aluno passa a ser agente ativo do processo de ensino aprendizagem, abandonando o estado de subserviência frente ao professor, desenvolvendo a alfabetização científica.

Dentro das várias possibilidades de se construir um ambiente utilizando diferentes metodologias que promovam a aprendizagem ativa, foi escolhida a aprendizagem por questionamento, do inglês, inquiry-based learning, definida como uma abordagem de aprendizagem guiada pelo processo de elaboração de perguntas pelos próprios aprendizes (Barret et al., 2005).

Nesta abordagem, busca-se instigar os estudantes à elaboração de questões sobre determinado tema, como forma de levá-los a desenvolver suas próprias investigações sobre o assunto.

II. METODOLOGIA

Como mencionado anteriormente a metodologia utilizada foi: Aprendizagem por Questionamento, do inglês inquiry-based learning.

Este ambiente de aprendizagem ativa foi construído com uma turma de nono ano do ensino fundamental II, do Colégio São Carlos, na cidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul.

Abaixo serão apresentadas as etapas, bem como as atividades desenvolvidas, durante cinco semanas, sendo que estes alunos possuíam uma aula de Química por semana, logo foram utilizadas cinco aulas (50 min cada).

Estrutura da estratégia:

1º Leitura/estudo/formulação de um problema;

2º - Discussão em grupos ou individual, para a resolução das situações problemas;

3º - Apresentação da resolução da situação proposta;

Para a aplicação da metodologia de ensino, foi levado em consideração que os alunos traziam como bagagem conceitual: Tabela periódica, íons: cátions e ânions.

Aula 1 – Os alunos receberam um pequeno texto, a fim de promover uma contextualização sobre o assunto que se pretende desenvolver: Ligações Químicas.

Texto:

Há mais de cinco mil anos o sal já era usado no Egito e na China, mas com uma função diferente da que lhe cabe hoje: ao invés de temperar os alimentos, ele servia para conservá-los da deterioração, já que possui característica osmótica, ou seja, retira água dos alimentos e assim evita que bactérias se proliferem. Em tempos sem geladeira, essa era a forma utilizada para conservar a comida, e assim permaneceu até o início do século XX, quando passou a ser utilizado como tempero. Ironicamente, se antes ele tinha a função de zelar pela qualidade dos alimentos e, conseqüentemente, pela saúde dos homens, hoje ele recebe o título de vilão e integra a lista dos condimentos que podem ser prejudiciais à saúde.

A partir do texto, os alunos tiveram que, em grupos de quatro integrantes, formular duas perguntas, como forma de levá-los a desenvolver uma investigação sobre o assunto proposto.

Abaixo estão alguns questionamentos feitos pelos grupos:

“A composição do sal mudou? Pois antigamente era bom e hoje pode até matar”.

Questionamento G3

“ Qual a diferença do sal rosa e do sal branco?”

Questionamento G2

“ O que o sal faz dentro do corpo, que ele se torna um vilão?”

Questionamento G1

“ Mas sal só tem no que é salgado, então a solução não seria comer mais coisas doces?”

Questionamento G5

“ De onde vem o sal? Como ele se forma?”

Questionamento G7

A partir destes e dos outros questionamentos, seguimos para a etapa seguinte ainda na primeira aula.

Todas as perguntas/ questionamentos elaborados pelos alunos foram digitados pela professora na lousa da sala de aula e estes foram projetados, afim de que os alunos pudessem visualizar e em seus respectivos grupos pesquisar e formular as respostas para os diferentes questionamentos. Levando em consideração que surgiram alguns questionamentos parecidos, no final havia nove perguntas diferentes.

A discussão e resolução das questões se estenderam até o término do período.

Aula 2 - A turma foi novamente organizada em pequenos grupos (ilhas com classes e cadeiras) assim como na primeira aula e os alunos, mediados pela professora apresentaram suas resoluções para as situações que haviam sido propostas pela turma.

Durante a socialização a manifestação e o interesse de praticamente todos ficou evidente, estavam entusiasmados e queriam participar, de fato a aprendizagem estava sendo ativa, por vezes a maior dificuldade acaba sendo do professor, pois atua de forma “passiva”, parece estranho mas foi sem sombra de duvida uma experiência fascinante ver os alunos mobilizados, afinal eles estavam discutindo “perguntas” que eles queriam saber, partimos do interesse do aluno, dentro de um tema proposto pelo professor, acredito que isso fez toda a diferença.

A aceitação e valorização das “respostas” dos colegas, também é algo que chama atenção e evidencia a construção de conceitos atitudinais.

Após a resolução e socialização das questões propostas, a professora lançou para o grande grupo um questionamento:

Lembrando que nos questionamentos propostos já havia surgido a pergunta que fazia referência a constituição do sal. Logo, estes já haviam chegado a conclusão que ele era formado por íons sódio e íons cloro.

Questionamento: *Como os elementos químicos, mais especificamente os diferentes íons, se unem para formar o sal, NaCl?*

Em grupos os alunos tiveram 5 minutos para propor uma solução para o questionamento.



Figura 1: Mediação da professora durante a construção da solução para o questionamento

Alguns chegaram muito próximo ao que de fato acontece: Perda e ganho de elétrons.

Aula 3 - A partir do questionamento proposto no último encontro foi desenvolvida uma aula com construção de conceitos para a compreensão das ocorrências das ligações químicas: iônicas e covalentes, bem como suas características.

Aula 4 - A fim de mobilizar os alunos e hibridizando a ideia da aprendizagem por questionamentos, agora com uma situação problema proposta pela professora foram sorteados entre os sete grupos, 14 substâncias, a fim de que cada grupo recebesse um composto iônico e uma molécula.

A partir do reconhecimento de suas substâncias químicas, os mesmos grupos tiveram que representar/ construir com auxílio de bolas de isopor, palitos de churrasco e demais materiais que tivessem à disposição, um modelo para cada substância, que evidenciasse a transição eletrônica, bem como justificasse a formação do composto iônico e da molécula em questão.

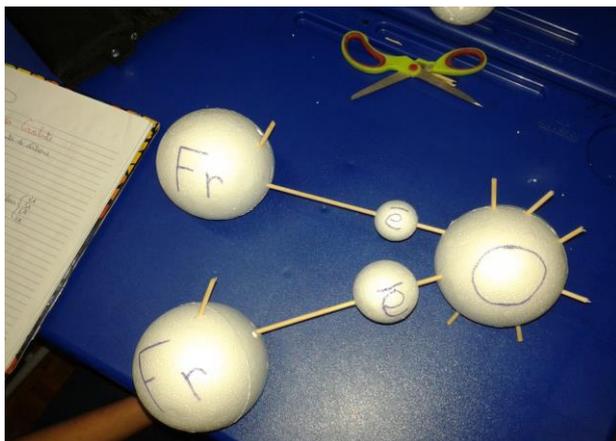


Figura 2: Representação do composto iônico Fr_2O (óxido de Frâncio)



Figura 3: Mobilização dos grupos na construção das propostas

Aula 5 - Para finalização desta etapa, todos os grupos socializaram seus modelos, justificando suas construções e para isso tiveram que pesquisar uma aplicação do cotidiano de cada estrutura construída. A fim de desenvolver a alfabetização científica.

III. RESULTADOS

Essa prática, permitiu reflexões constantes sobre a atividade didática, e trouxe várias certezas, trabalhar a partir de questionamentos é oportunizar aos alunos e professores um olhar além do reino dos livros, recheados de perguntas prontas e acabadas, muitas vezes livres de significados, é preciso oportunizar a formulação de novos questionamentos e se permitir enquanto professor um agradável desafio, descer do palco e sair do centro, pois somente assim poderemos visualizar o potencial e a transformação dos nossos alunos durante as construções, ali, pertinho deles, entre eles, na plateia.

Quanto aos resultados cognitivos, na avaliação somativa após aplicação dessa metodologia, tive a feliz resposta, funciona, dá certo: melhor média na disciplina de química até então, surpresa para a professora e para os alunos que exclamavam: *esse conteúdo é muito fácil, faz todo sentido!* Quanta satisfação.

Talvez a grande desmotivação dos nossos alunos, está na distância entre aquilo que aprendem e aquilo que vivem, não veem significado e não são desafiados, precisamos saber o que o nosso aluno quer aprender dentro do tema que vamos trabalhar, não significa que eles vão comandar o processo, apenas partimos do que eles gostariam e posteriormente como sujeitos do processo, motivados e participando ensinamos o que queremos, pois tudo fará sentido.

IV. CONCLUSÕES

Já dizia Paulo Freire, a curiosidade é uma pergunta e hoje parece que a educação acredita na metodologia das respostas e não das perguntas, o que caracteriza uma “castração de curiosidades” os alunos recebem respostas de algo que nunca perguntaram.

Nesta perspectiva a aprendizagem por questionamentos, valoriza a curiosidade do aluno e aposta em uma aprendizagem por perguntas e não apenas por respostas, e se ensinar é a arte de aprender, eis uma bela metodologia para a aprendizagem do professor.

Encerro meu artigo com as palavras abaixo, quando li tive a percepção de haviam sido escritas para este momento.

“A curiosidade do estudante às vezes pode abalar a certeza do professor. Por isso é que, ao limitar a curiosidade do aluno, a sua expressividade, o professor autoritário limita a sua também. Muitas vezes, por outro lado, a pergunta que o aluno, livre para fazê-la, faz sobre um tema, pode colocar ao professor um ângulo diferente, do qual lhe será possível aprofundar mais tarde uma reflexão mais crítica. É isso que venho tentando fazer ao longo de minha vida de professor.” (FREIRE e FAUNDEZ, 1985, p.p.44).

V. BIBLIOGRAFIA

1. ALMEIDA, P. Questões dos alunos e estilos de aprendizagem – um estudo com um público de Ciências no ensino universitário. (Doutorado). Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2007. 600 p
2. AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. (1980). Psicologia educacional. Rio de Janeiro, Interamericana. Tradução para português, de Eva Nick et al., da segunda edição de Educational psychology: a cognitive view.
3. Barrett, G., Selman, D. & Thomas, G. (2005) Interprofessional Working in Health and Social Care: Professional Perspectives. Basingstoke: Palgrave Macmillan
4. Bruner, J. S. (1965/1960). The process of education. Cambridge, MA: Harvard University Press. Dewey, John (1933). How we think: A rethinking of the relation of reflective thinking in the educative process. New York: D. C. Heath.
5. FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido. 6.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979(a).
6. FREIRE, P.; FAUNDEZ, Antonio. Por uma pedagogia da pergunta. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.
7. FOUREZ, G (2003). Crise no Ensino de Ciências. Investigações em Ensino de Ciências – V8(2), pp. 109-123.
8. <http://drauziovarella.com.br/hipertensao/por-que-o-excesso-de-sal-faz-mal-a-saude/>
(acesso em 20/08/2015)
9. PEDROSA DE JESUS, H. A Descriptive Study of Some Science Teachers Questioning Practices. (Master Thesis). Chemical Education Sector - School of Chemical Sciences, University of East Anglia, Norwich, U.K., 1987. 108 p.
10. _____. An Investigation of Pupils' Questions in Science Teaching. (Ph.D. Thesis). Chemical Education Sector - School of Chemical Sciences, University of East Anglia, Norwich, U.K., 1991. 179 p.

APÊNDICE II – Questionário

- 1) Qual o motivo de vilão atribuído ao sal?
- 2) Ao analisarmos o rótulo de um determinado alimento podemos visualizar a quantidade de sódio presente. Sódio e sal são a mesma coisa? Justifique.
- 3) Se você tivesse que descrever os componentes do sódio e do sal de cozinha, quais seriam?
- 4) Quais os alimentos que possuem maior quantidade de sódio?

APÊNDICE III - Questionário

- 3) O sal traz em sua composição o íon sódio – elemento químico envolvido na manutenção do equilíbrio de lipídios do corpo. No entanto, um aumento da quantidade de íons sódio no organismo provoca uma alteração nesse equilíbrio. A retenção de líquido no organismo pode causar aumento da pressão sanguínea e provocar a hipertensão, responsável pelo infarto e pelo acidente vascular cerebral (AVC). Faça um levantamento de dados sobre a relação do aumento da pressão arterial com o risco de infarto e AVC.
- 4) Explique utilizando conhecimentos por você já adquiridos, qual a diferença entre o átomo e o íon do elemento sódio.

APÊNDICE IV – Texto – Por Fernanda Troes

Compostos iônicos são aqueles formados por íons de cargas opostas (resultando numa substância eletricamente neutra) através de interação eletrostática. Como resultado de tamanha força de ligação, são sólidos em condições ambientes (25°C e 1atm) e apresentam altos valores de ponto de ebulição.

É muito comum os compostos iônicos serem formados por metais (cátions) e ametais (ânions) – mesmo quando estão ligados previamente a outros átomos (ex: CaO, constituído por $\text{Ca}^{2+} + \text{O}^{2-}$)

- Basicamente, quando dois íons entram em contato direto, se ligam por atração eletrostática. Assim, com mais íons presentes (cátions e ânions) atraindo-se em diversas direções, forma-se um conglomerado fortemente ligado e organizado: o retículo cristalino.

- A estrutura cristalina é uma rede constituída por unidades cristalinas (células unitárias) que se repetem ao longo da cadeia. Sendo essas células unitárias as menores representações possíveis de toda a estrutura da rede.

Características dos Compostos Iônicos

- As principais características da maioria dos compostos iônicos são:
- Alto ponto de fusão e ebulição (devido à atração eletrostática);
- Nas condições ambientes, são sólidos cristalinos;
- Conduzem eletricidade quando fundidos ou solvatados (dissociados em solvente).

APÊNDICE V - Roteiro da aula prática, para elaboração do primeiro modelo.

- 1) Quais as características do composto (NaCl), no que se refere à: estrutura, tipo de ligação química, estado físico na condição ambiente?
- 2) Analisando os testes que serão feitos, qual a sua perspectiva quanto à condução de corrente elétrica para cada teste?

1° teste: Somente água (destilada) _____

2° teste: Um pedaço de madeira _____

3° teste: Um pedaço de borracha _____

4° teste: Uma grafite _____

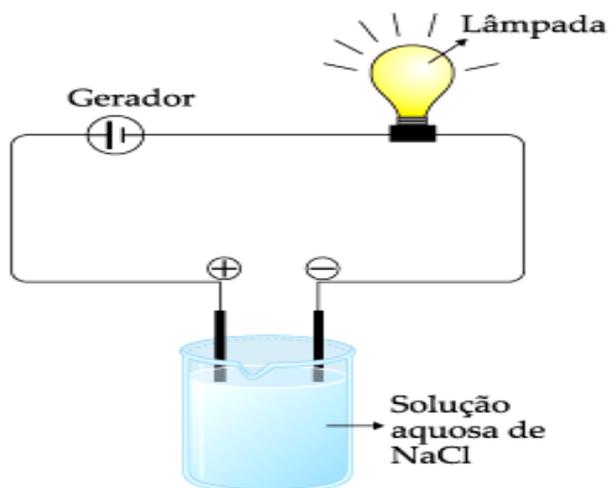
5° teste: Uma solução de água + NaCl _____

6° teste: NaCl – sólido _____

- 3) Vamos fazer alguns testes, você terá a missão de observar e registrar o ocorrido.

Uma das características dos compostos iônicos é conduzir corrente elétrica.

Vamos analisar...



1° teste: Somente água (destilada) _____

2° teste: Um pedaço de madeira _____

3° teste: Um pedaço de borracha _____

4° teste: Uma grafite _____

5° teste: Uma solução de água + NaCl _____

6° teste: NaCl – sólido _____

Questões Pós-experimento:

- 2) Vamos desenvolver a sua capacidade artística, escolha um caso no qual a lâmpada acendeu e outro no qual ela não acendeu e represente através de um desenho o que ocorreu no interior do material e/ou solução testada. (Construção do primeiro modelo).

Quando a Lâmpada Acendeu

Quando a Lâmpada não acendeu

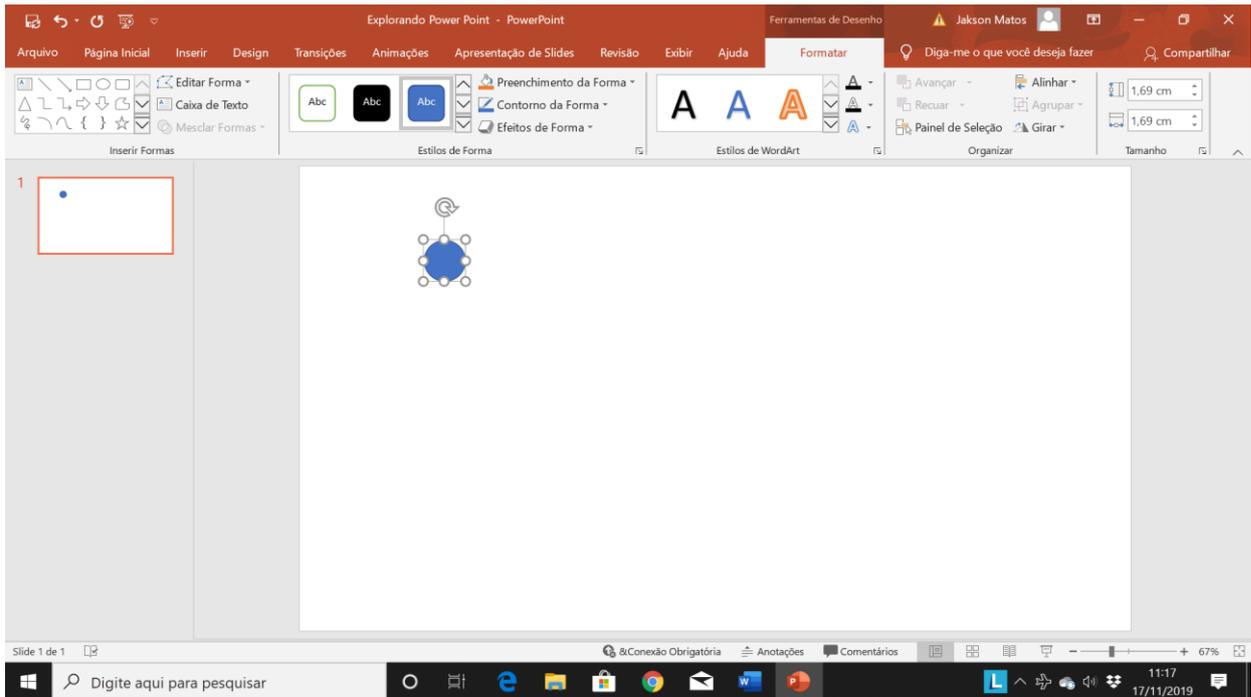
3) Por que o cloreto de cálcio conduz corrente elétrica? Justifique.

APÊNDICE VI– Desafio: Elabore um modelo, utilizando um desenho para explicar a ocorrência de uma ligação química iônica.

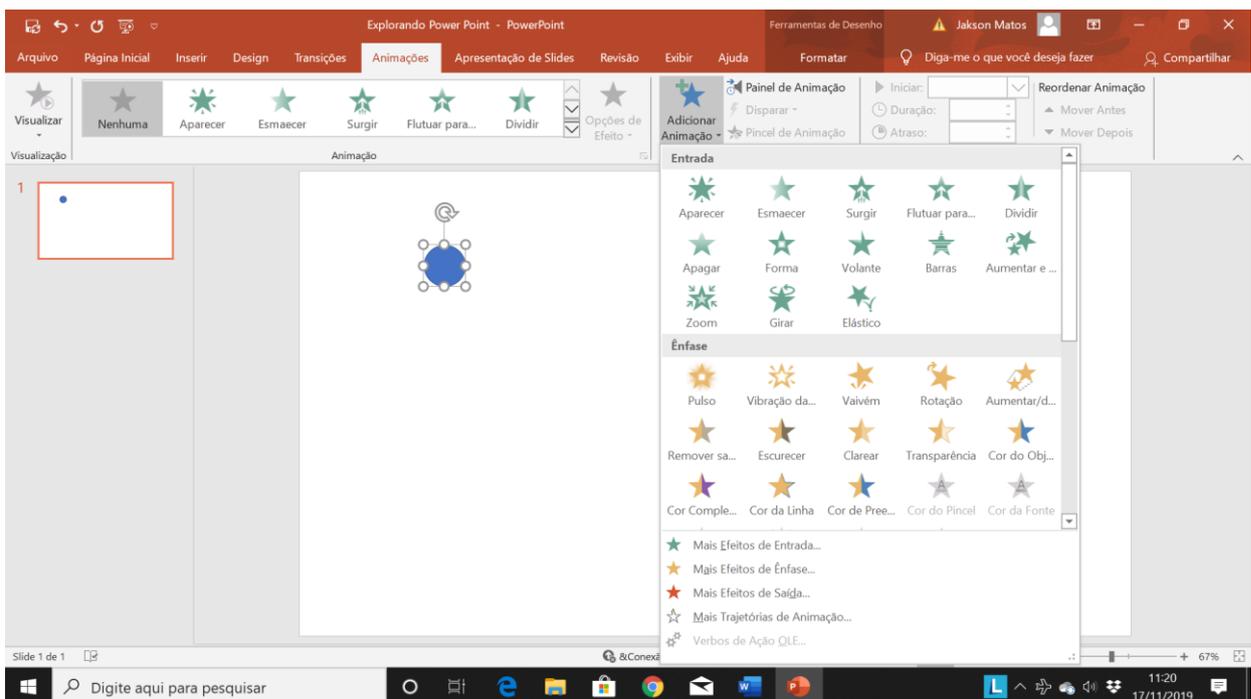
APÊNDICE VII – Explorando o Power Point para a construção dos modelos.

Vamos listar aqui um passo-a-passo para que que consigas reproduzir o trabalho, aqui apresentado, com seus alunos, utilizando a ferramenta do Power Point.

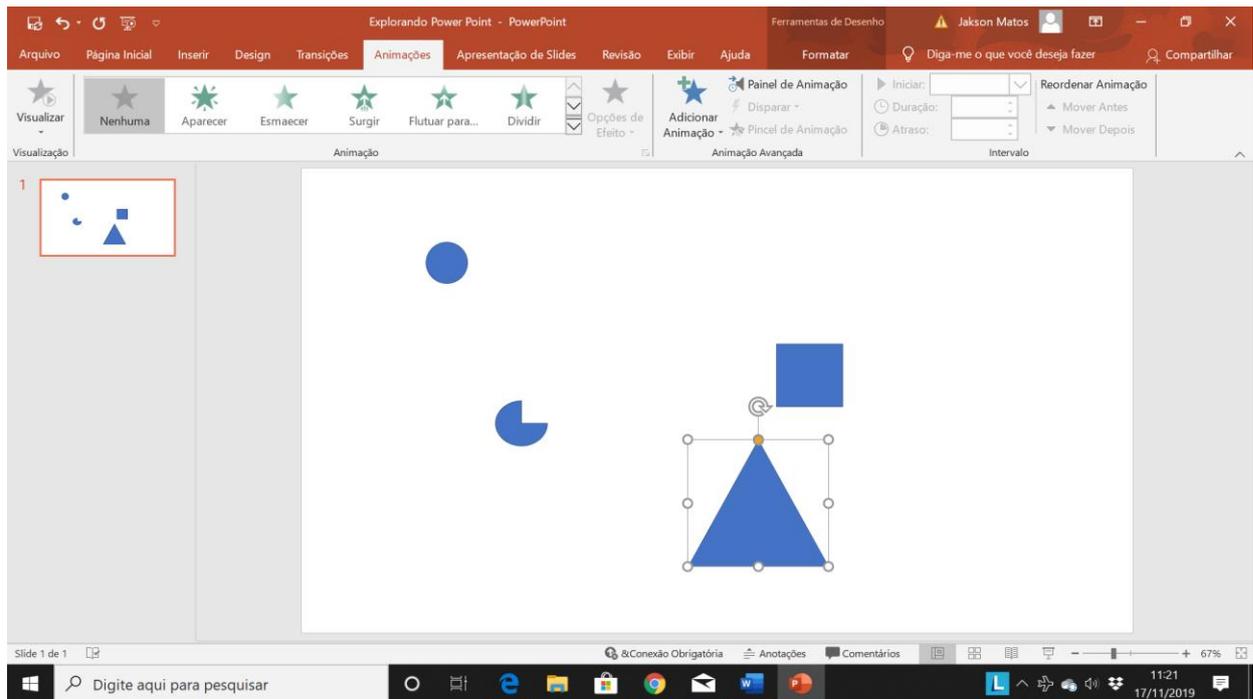
1º - Comece abrindo o PowerPoint e criando o objeto que será animado, para isso clicar em inserir formas (quadrado, triângulo, círculo, estrela, ...)



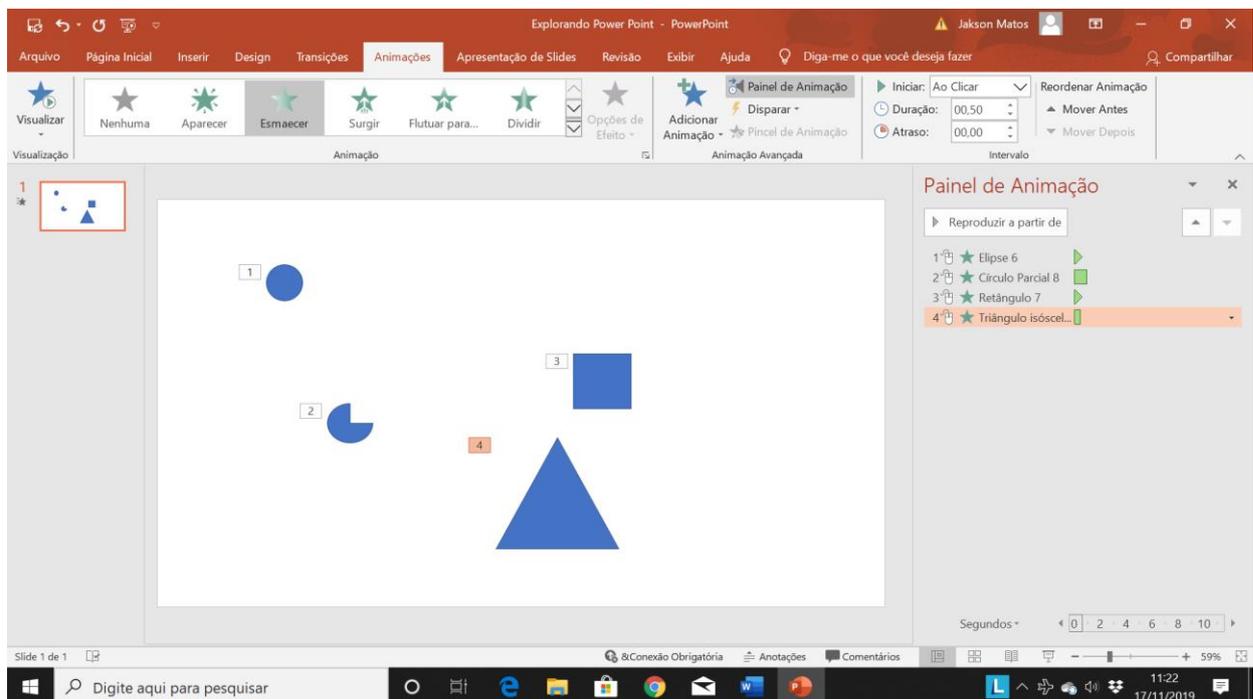
2º - Após inserir a forma desejada, entre na aba Animações, clique no objeto e depois em Adicionar Animação. Várias opções de efeitos e movimentos estarão disponíveis.



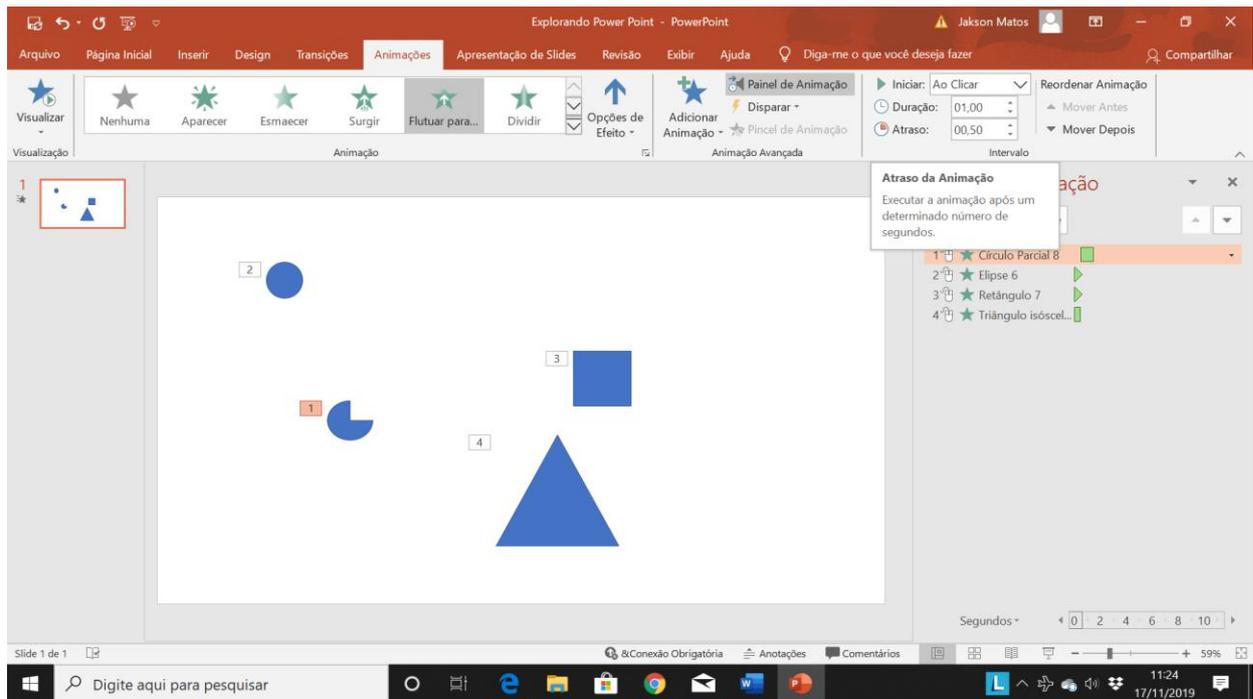
3º - Escolha a animação pretendida. Lembrando que você deve inserir o número de formas que desejar, e para cada uma delas escolha a animação desejada, de forma individual.



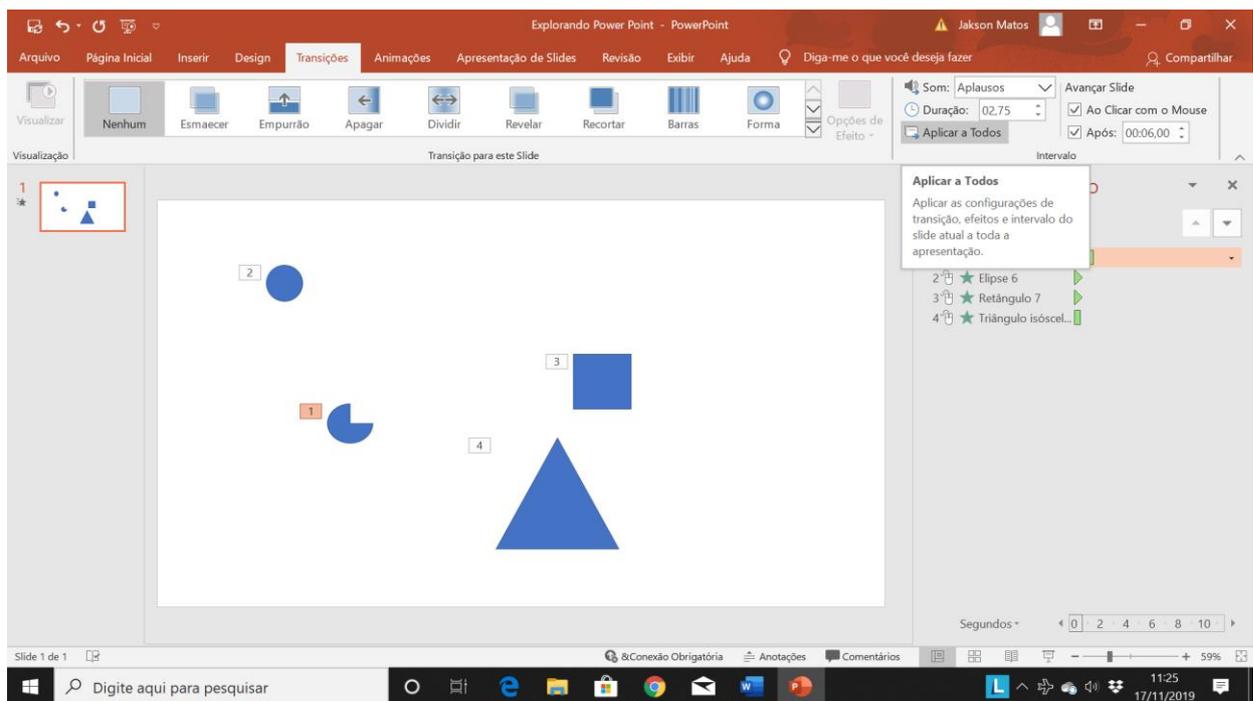
4º - Abra o Painel de Animação. Nele você poderá ver as animações de todos os objetos do slide, e alterar a ordem e a duração das mesmas.



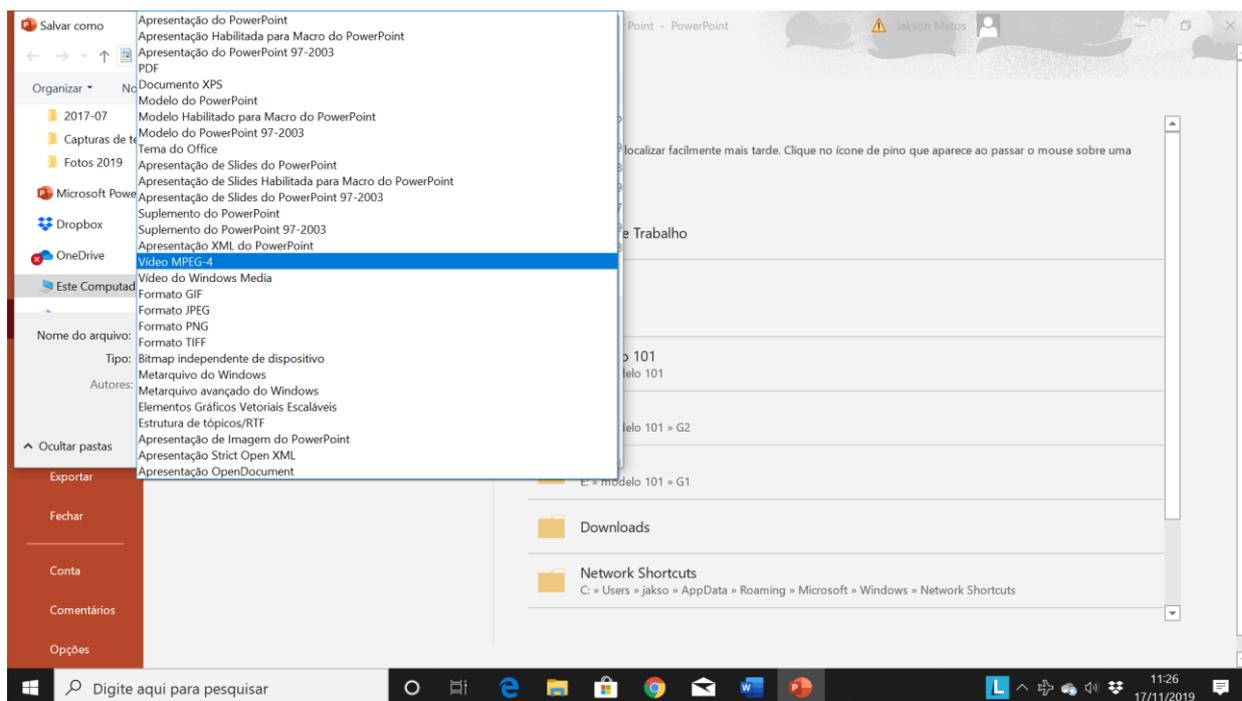
5º - É importante selecionar cada uma das animações no Painel de Animação e escolher para elas iniciarem "com o anterior" ou "após o anterior". Nessa parte também é possível definir um atraso para as animações.



6º - Após isso, vá para a aba Transições e escolha a opção de avançar o slide após determinado tempo. Você pode ver a duração da animação do slide no Painel de Animação.



7º - Depois de realizar esse processo em todos os slides, vá em "Salvar como" e salve o arquivo como um Vídeo MPEG-4.



No website do Produto Educacional

<https://fernandatroes.wixsite.com/modelosmentais>

Também disponibilizamos um tutorial para auxiliar na construção de modelos, utilizando a ferramenta do Power Point.

8. ANEXO

Anexo I

Texto: Viva melhor com menos sal

Com pequenas mudanças na dieta e os novos produtos da indústria, é possível vencer a hipertensão sem abrir mão de comer bem – e com prazer

A humanidade parece ter um problema recorrente com o sal. Em seus primórdios, na África, os ancestrais do *Homo sapiens* lutavam contra a escassez dessa substância essencial ao organismo humano. No sal encontra-se o sódio, elemento químico crucial para o metabolismo das células. Sem sódio, não haveria vida como a conhecemos. Por ele ser importante, e difícil de obter na natureza, a evolução dotou o corpo de mecanismos extremamente eficazes para reter o sal. Cada vez que um caçador obtinha sal por meio do sangue e dos órgãos dos animais ou pela ingestão de algum vegetal rico em sódio, o corpo se agarrava a ele com tenacidade. A máquina orgânica foi aprimorada nas savanas africanas para que o suor, a urina e as fezes eliminem quantidades mínimas de sal. O objetivo da natureza é preservá-lo dentro do corpo. Mas as circunstâncias mudaram radicalmente.

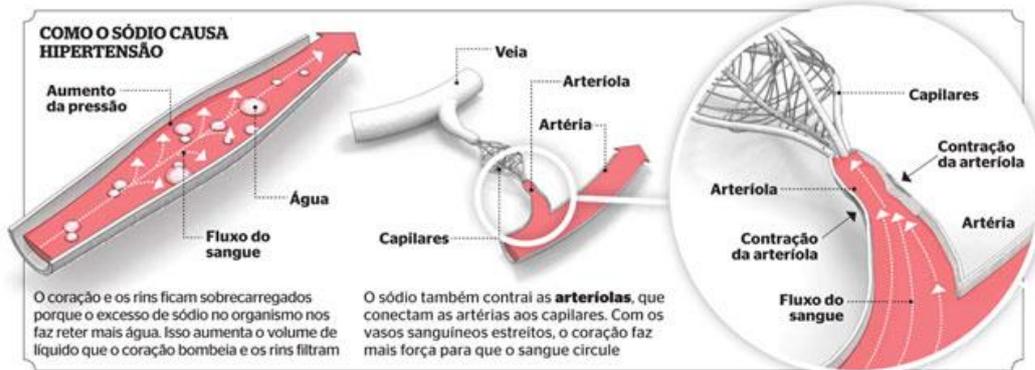
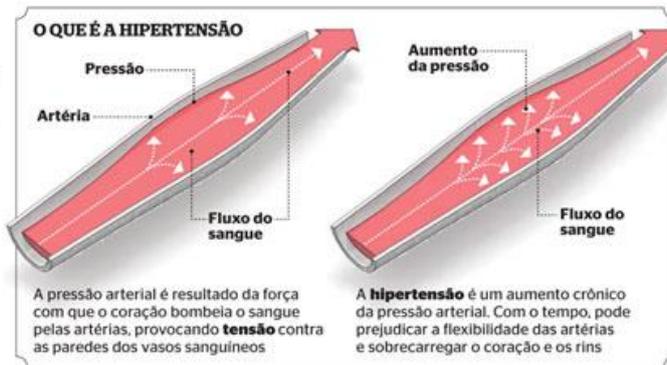
O problema que se coloca para os homens e mulheres do século XXI é oposto: excesso de sal. O Institute of Medicine, organização que assessora o governo americano, estima que cada um de nós poderia sobreviver com cerca de 450 miligramas de sal por dia, mas as estatísticas internacionais mostram que a ingestão diária *per capita* pode passar de 10 gramas. É uma quantia 22 vezes maior. No Brasil, o consumo *per capita* chega a 12 gramas. Como conciliar um organismo projetado para viver com quantidades mínimas de sal com um regime alimentar em que ele é superabundante? Para um grupo que varia de 25% a 30% da população, essa questão é urgente. Essas pessoas têm dificuldade em eliminar o excesso de sal que ingerem. Por causa da retenção, desenvolvem hipertensão crônica: uma doença que mexe com a circulação, força os batimentos cardíacos e pode causar ataques do coração e derrames cerebrais (*leia o quadro abaixo*). Mais de 17 milhões de brasileiros sofrem dessa doença.

“O sal é importante para nosso organismo, mas não podemos abusar dele”, diz o médico Flávio Sarno, pesquisador da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP). A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda um consumo inferior a 5 gramas de sal por dia – equivalente a uma colher de chá ou a cinco azeitonas. Pense em sua própria alimentação e calcule quantas vezes você passou da conta na última semana. Se você não está entre os 25% ou 30% da população que são sensíveis ao sal, não deve haver problema. Mas como saber? Sarno diz que seriam necessários seis dias de internação sob controle alimentar para medir com precisão a sensibilidade ou resistência de cada um ao sal. “Como não dá para internar todo mundo, a recomendação é que todos diminuam a ingestão de sal”, diz Agostinho Tavares, nefrologista da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp).

OS EFEITOS DO SAL NO ORGANISMO

Ele é fundamental para nossa sobrevivência. Mas, se consumido em excesso, traz problemas de saúde

O sal traz em sua composição o sódio, elemento químico envolvido na manutenção do equilíbrio de líquidos do corpo. Ele controla a quantidade de água que fica dentro e fora de nossas células, mantendo-as hidratadas na medida certa para que elas funcionem bem. O aumento da quantidade de sódio no organismo provoca uma alteração nesse equilíbrio de líquidos. E pode levar à hipertensão, o aumento anormal da pressão arterial. Quadros crônicos de hipertensão podem levar a infarto e a acidente vascular cerebral



Fonte: <http://revistaepoca.globo.com/Revista/Epoca/0,,EMI157598-15257,00-VIVA+MELHOR+COM+MENOS+SAL.html>

Onde sódio – ler íons sódio Na^+

ANEXO II

Muitas pessoas se confundem e não sabem a diferença entre sal e sódio. O sódio (Na) é um mineral que tem diversas funções no organismo, como equilíbrio entre os fluidos celulares e extracelulares. Atua na transmissão de impulsos nervosos em todo o corpo, permitindo o funcionamento do cérebro e o controle de nossas funções vitais, mas, em excesso, é prejudicial à saúde, leva à hipertensão arterial, perda de cálcio na urina, edemas.

Ligado ao cloro (Cl), outro mineral, forma o cloreto de sódio (NaCl), que é o usual sal de cozinha. Os cristais de cloreto de sódio contêm 39,337% de sódio e 60,663% de cloro. O sal de cozinha é o alimento que contém mais sódio. É importante saber que o termo sal é de uso genérico em química, e nem todos os sais contêm sódio.

- O sódio está presente na maioria dos produtos industrializados, mesmo nos de sabor doce. Para aumentar a confusão, o sódio não está apenas em alimentos salgados, mas também em conservantes (nitrito de sódio e nitrato de sódio), adoçantes (ciclâmato de

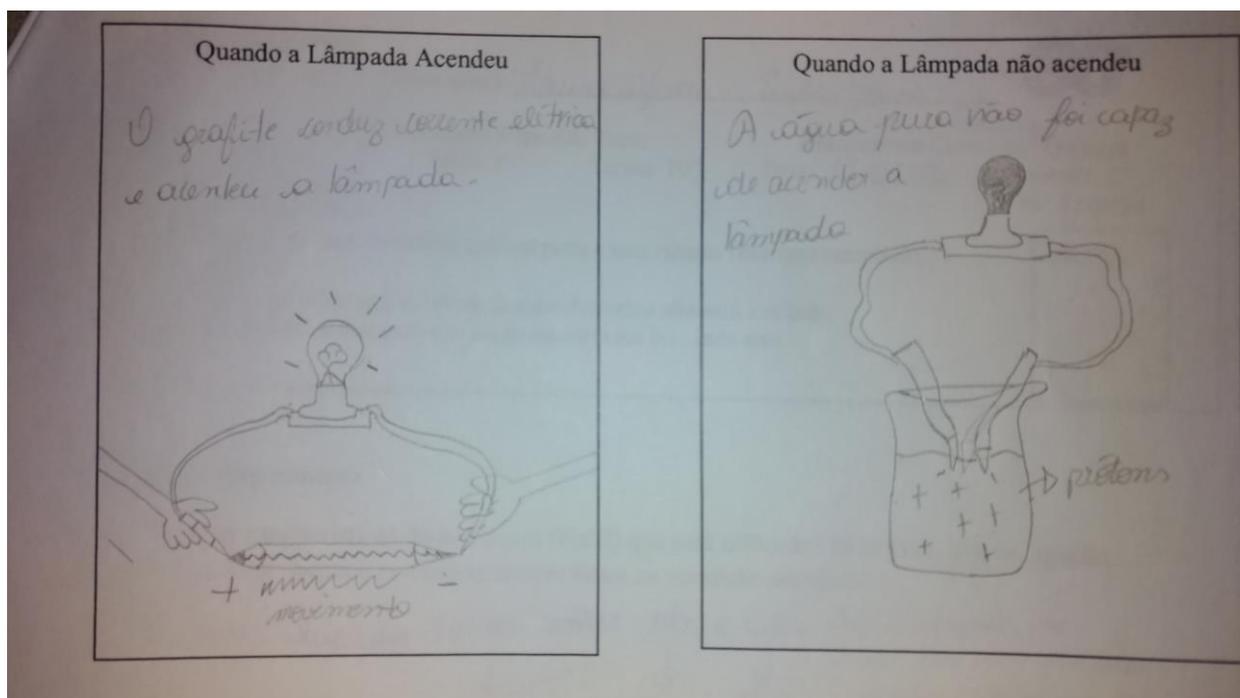
sódio e sacarina sódica), fermentos (bicarbonato de sódio) e realçadores de sabor (glutamato monossódico).

- Uma pesquisa publicada no ano de 2012, pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), apontou o teor de sódio presente em diversos alimentos. Ao todo foram analisados 496 produtos de 26 categorias de alimentos, e o campeão foi o queijo parmesão ralado, com teor médio de sódio de 1981mg para 100g do produto.
- A quantidade de sódio dos produtos precisa ser multiplicada por 2,5 para termos o equivalente em sal de cozinha. Um alimento com 500 mg de sódio representa 1250mg ou 1,25 g de sal. Por exemplo: macarrão instantâneo, com 570mg de sódio para 33g do produto, contém 1425 mg ou 1,42g de sal.

<http://www.dm.com.br/opiniaio/2015/01/qual-e-a-diferenca-entre-sal-e-sodio.html>

Anexo III

1º Modelo G1



Anexo IV

1° Modelo G2

$\text{CaCl}_2 + \text{água} =$ acende porque é um metal + ametal e os dois fazem uma ligação iônica.

① Quando a Lâmpada Acendeu

$\text{NaCl} + \text{água}$

→ esse não conduz energia

② Quando a Lâmpada não acendeu

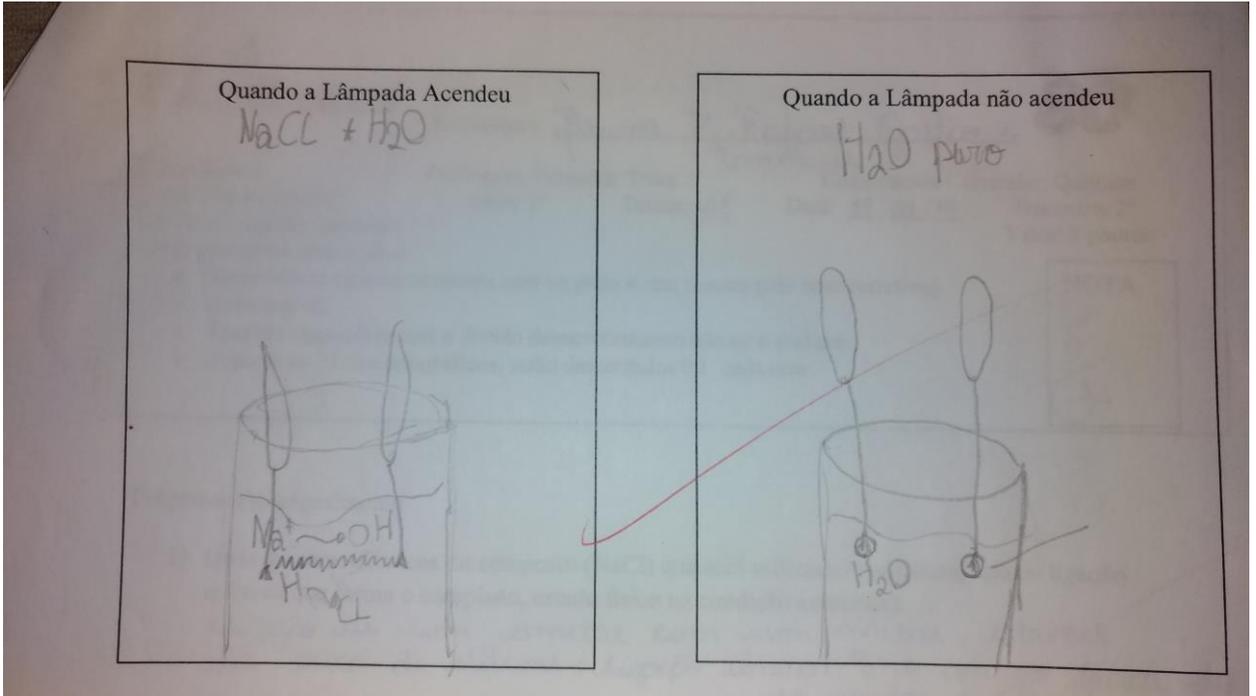
água (destilada)

→ Os íons entram em contato com os eletrodos, permitindo que a luz acenda.

2) Elabore um parágrafo justificando as adversidades dos materiais testados, quanto à condução

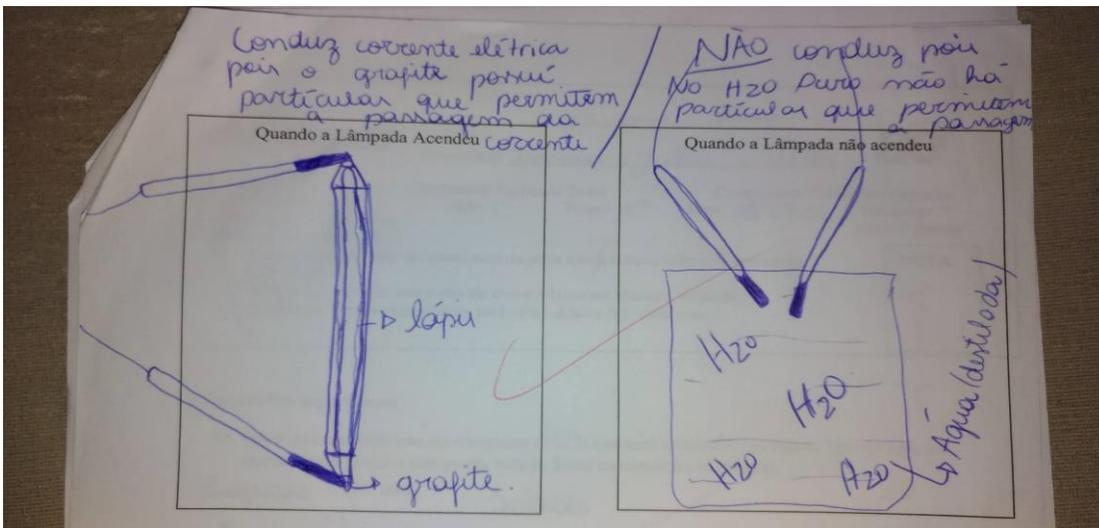
Anexo V

1° Modelo G3



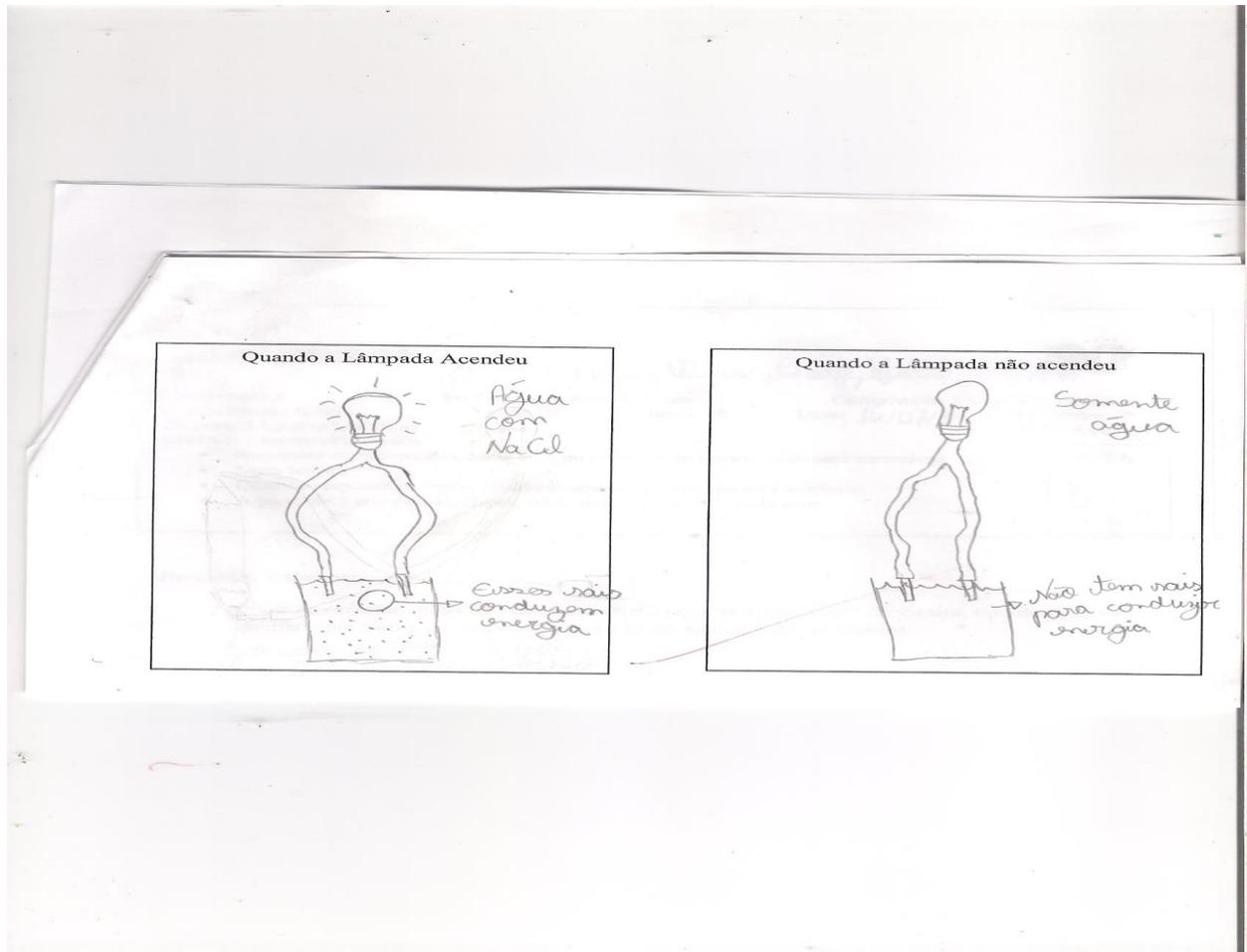
Anexo VI

1° Modelo G4



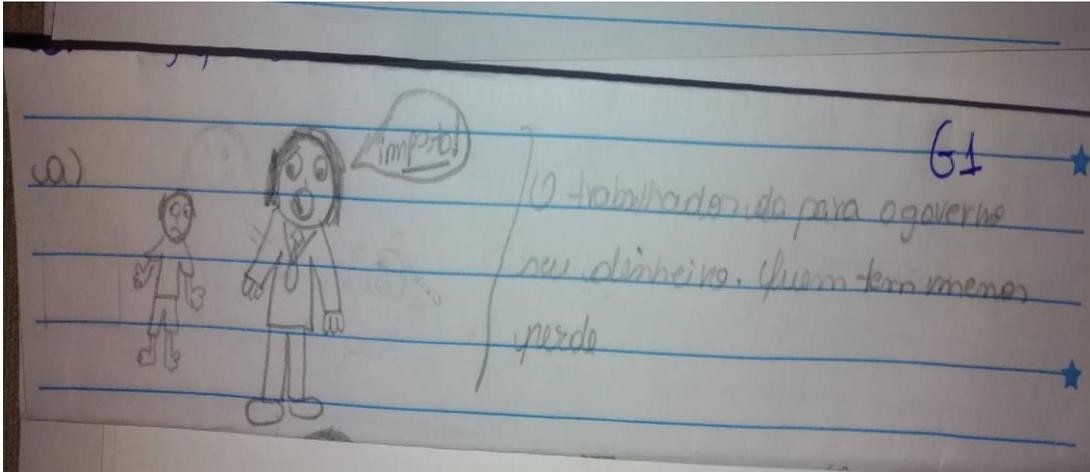
Anexo VII

1º Modelo G5



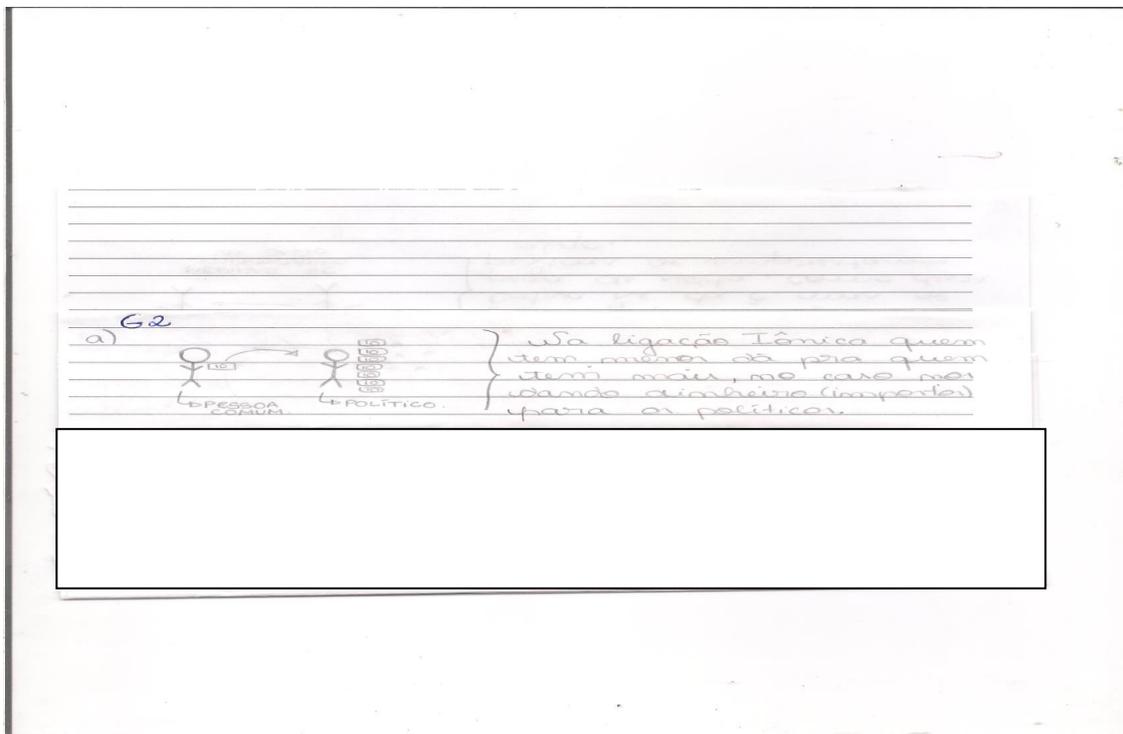
Anexo VIII

2º Modelo G1



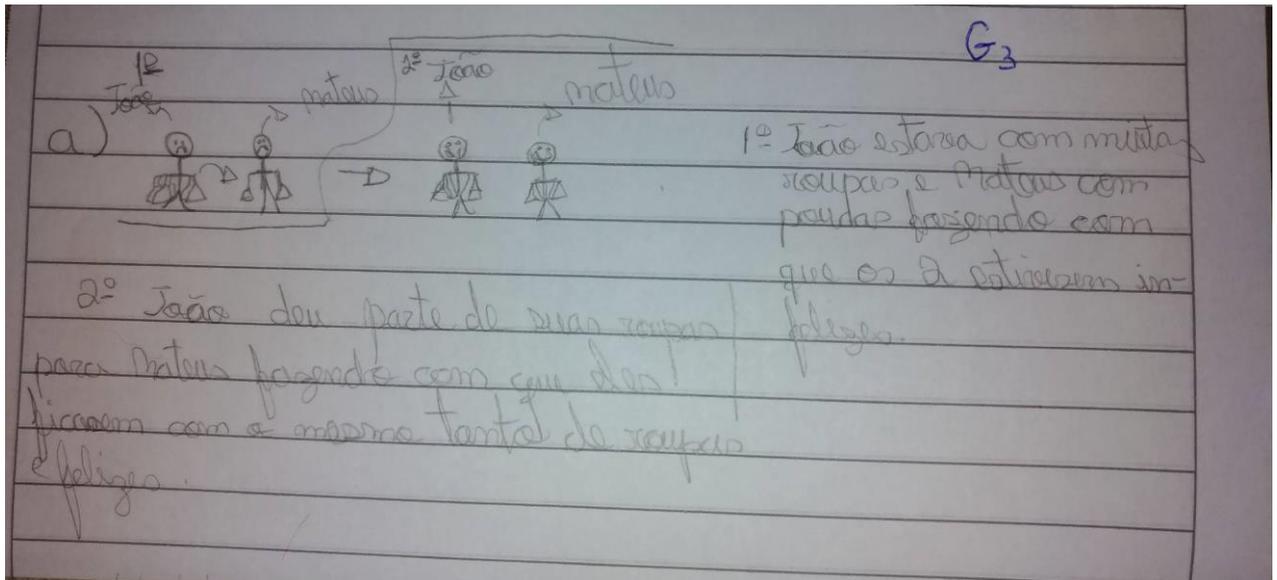
Anexo IX

2º Modelo G2



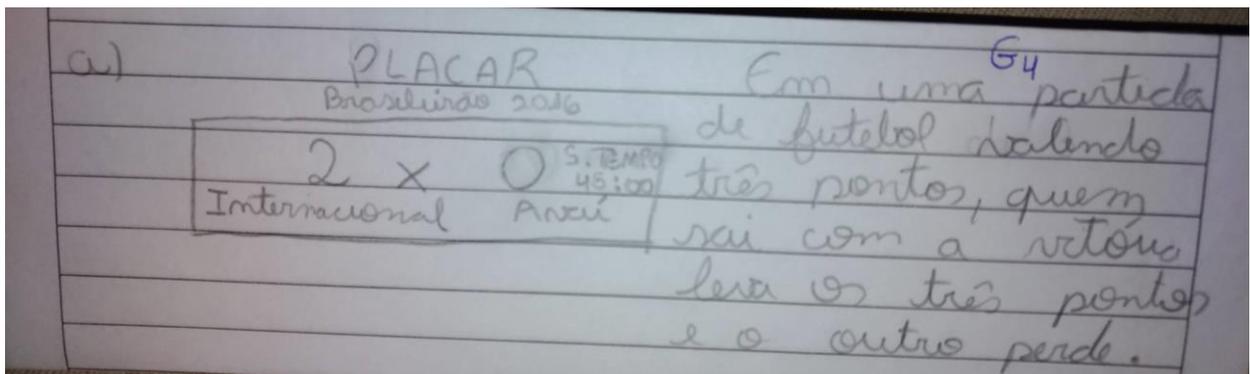
Anexo X

2º Modelo G3



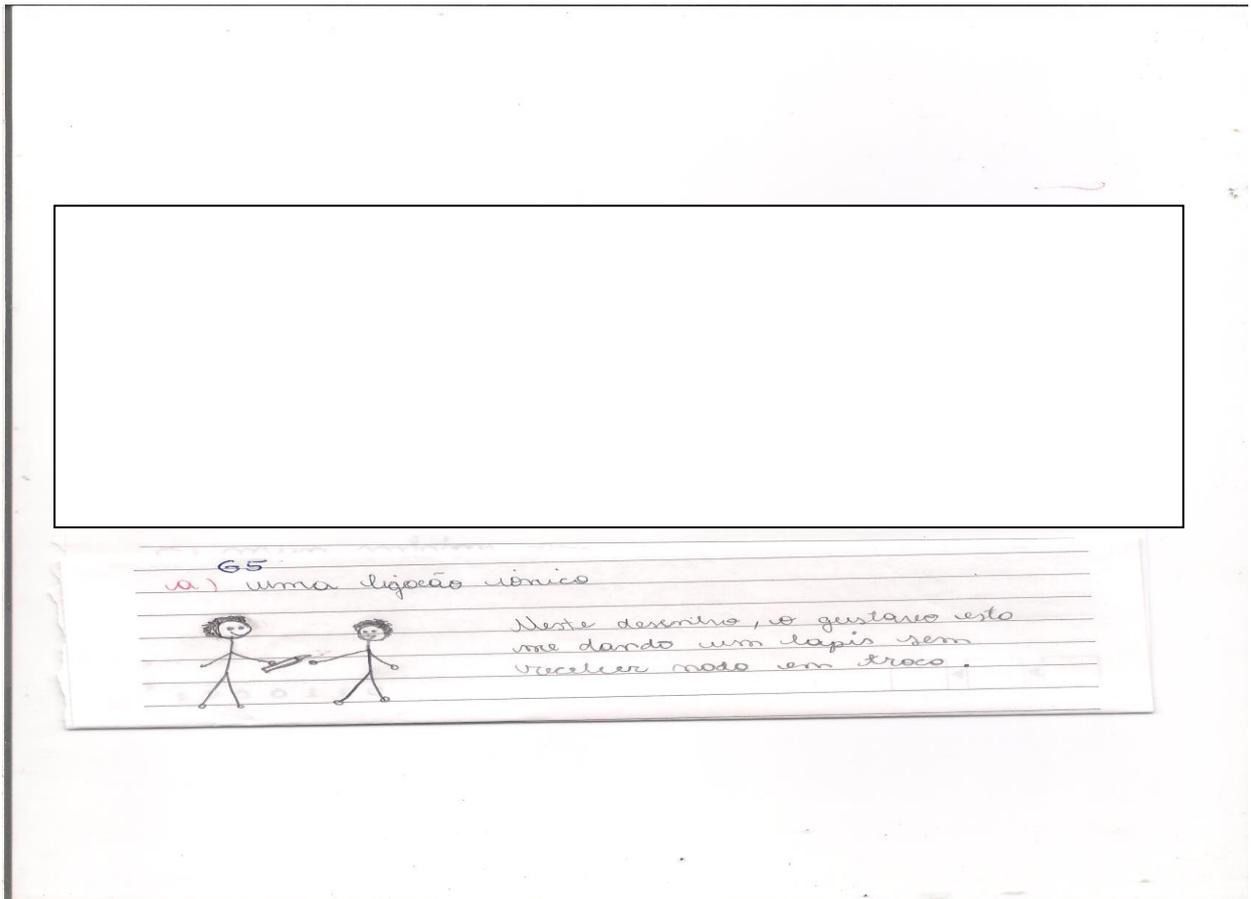
Anexo XI

2º Modelo G4



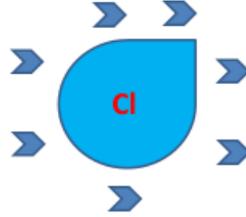
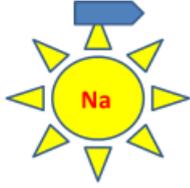
Anexo XII

2º Modelo G5



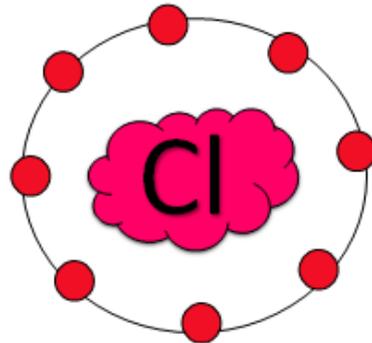
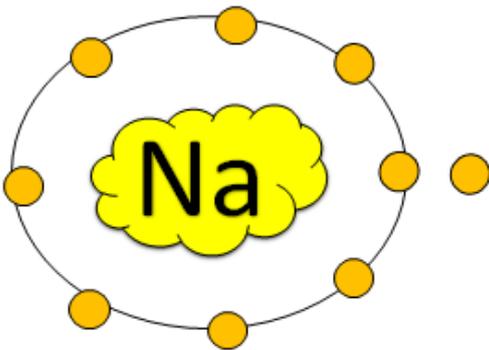
Anexo XIII

3º Modelo construído pelo G1



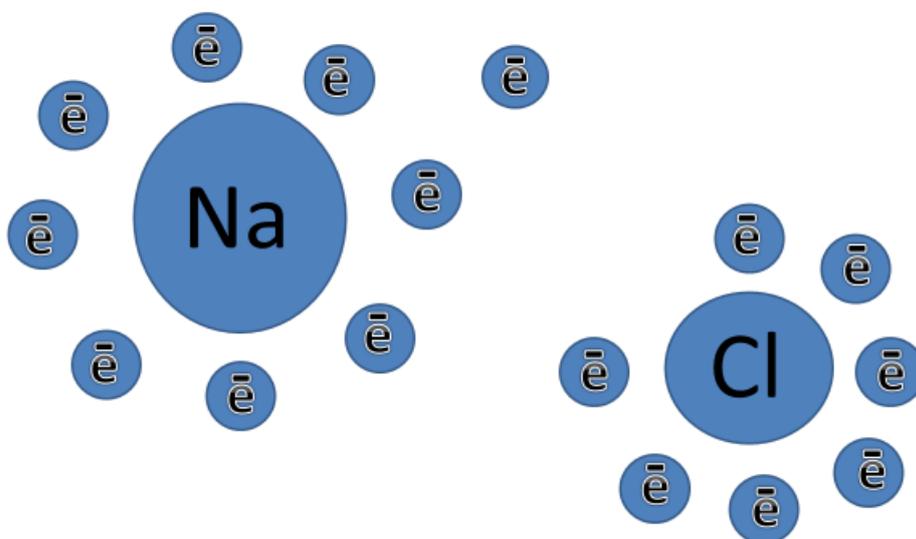
Anexo XIV

3º Modelo construído pelo G2



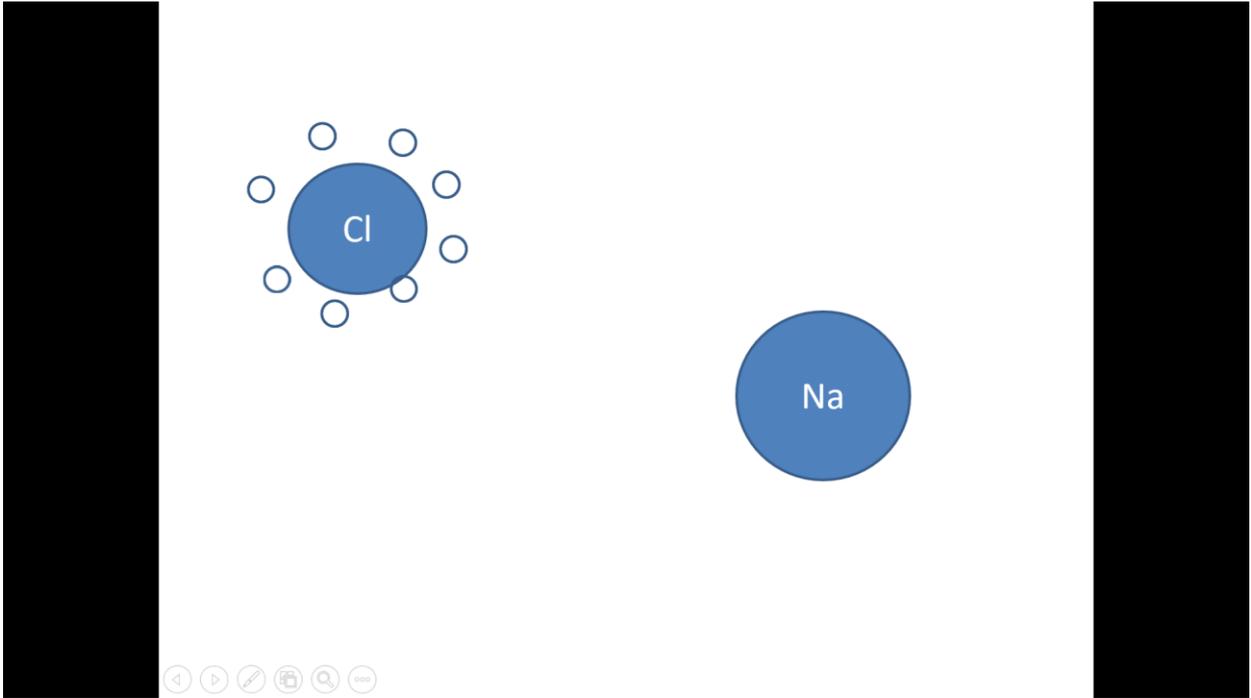
Anexo XV

3º Modelo construído pelo G3



Anexo XVI

3º Modelo construído pelo G4



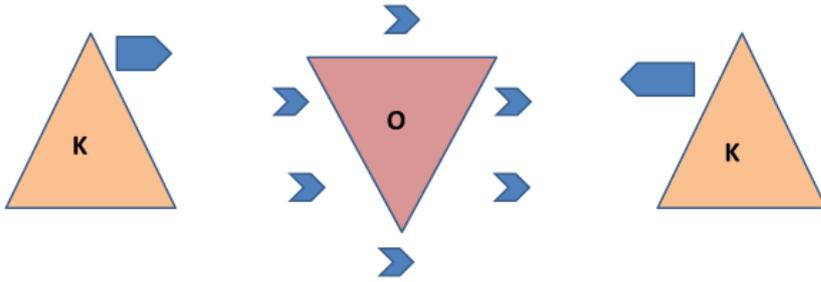
Anexo XVII

3º Modelo construído pelo G5



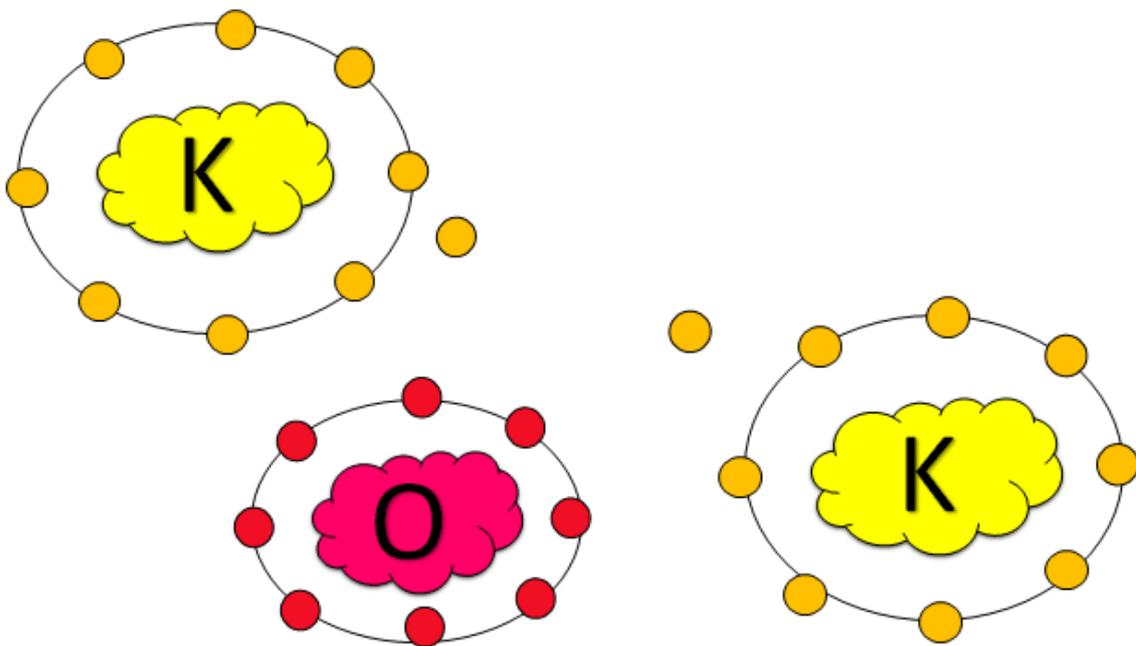
Anexo XVIII

4º Modelo construído pelo G1



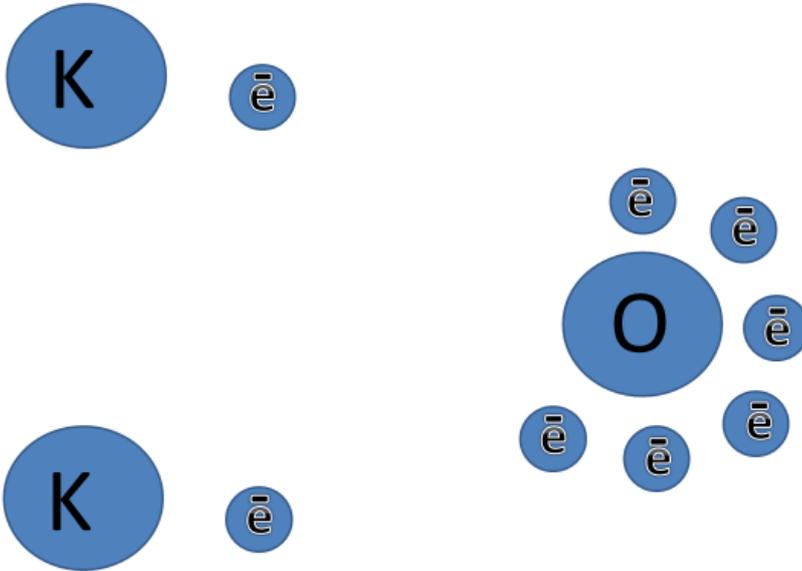
Anexo XIX

4º Modelo construído pelo G2



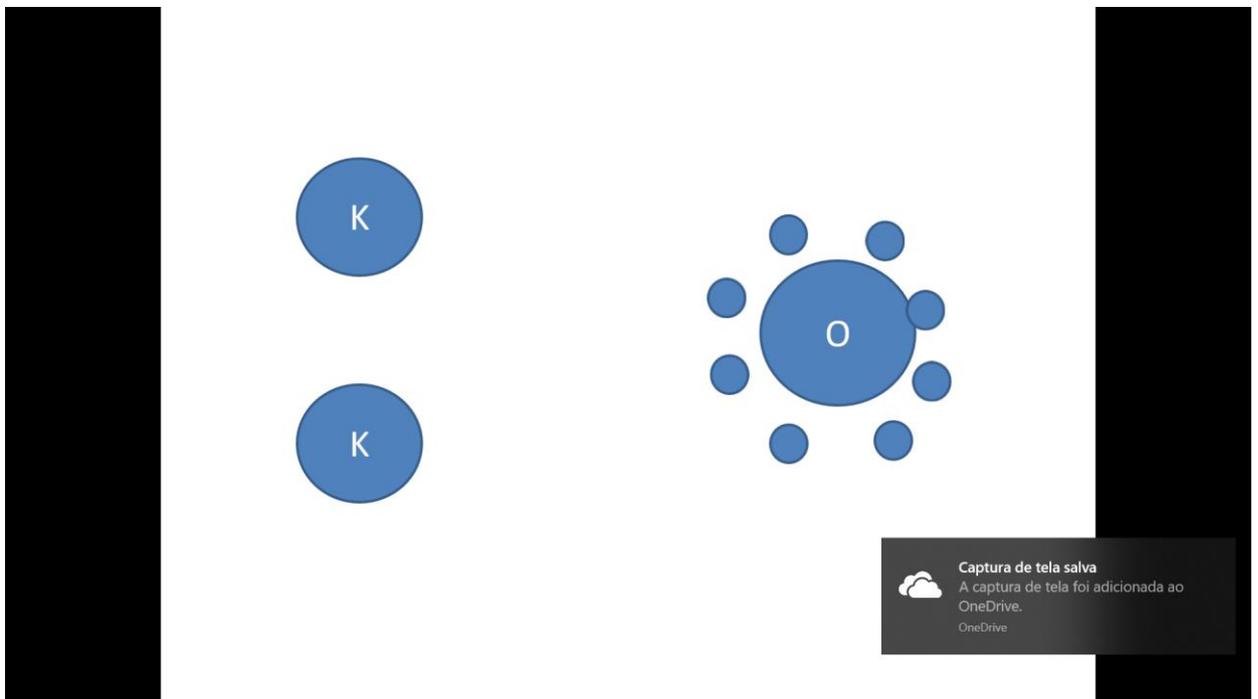
Anexo XX

4º Modelo construído pelo G3



Anexo XXI

4º Modelo construído pelo G4



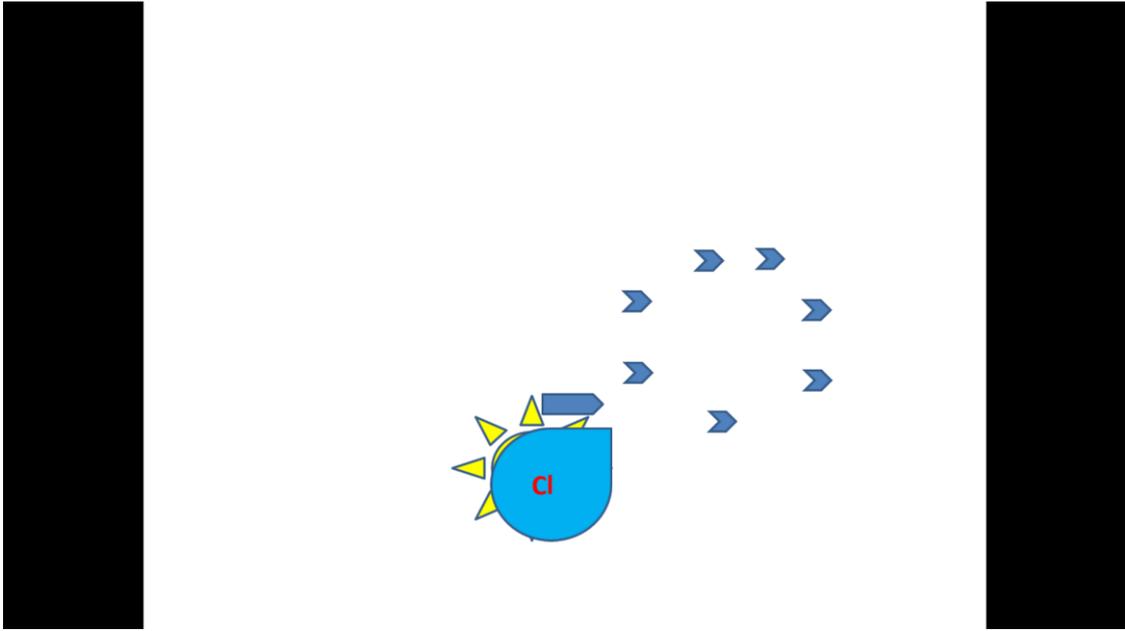
Anexo XXII

4º Modelo construído pelo G5



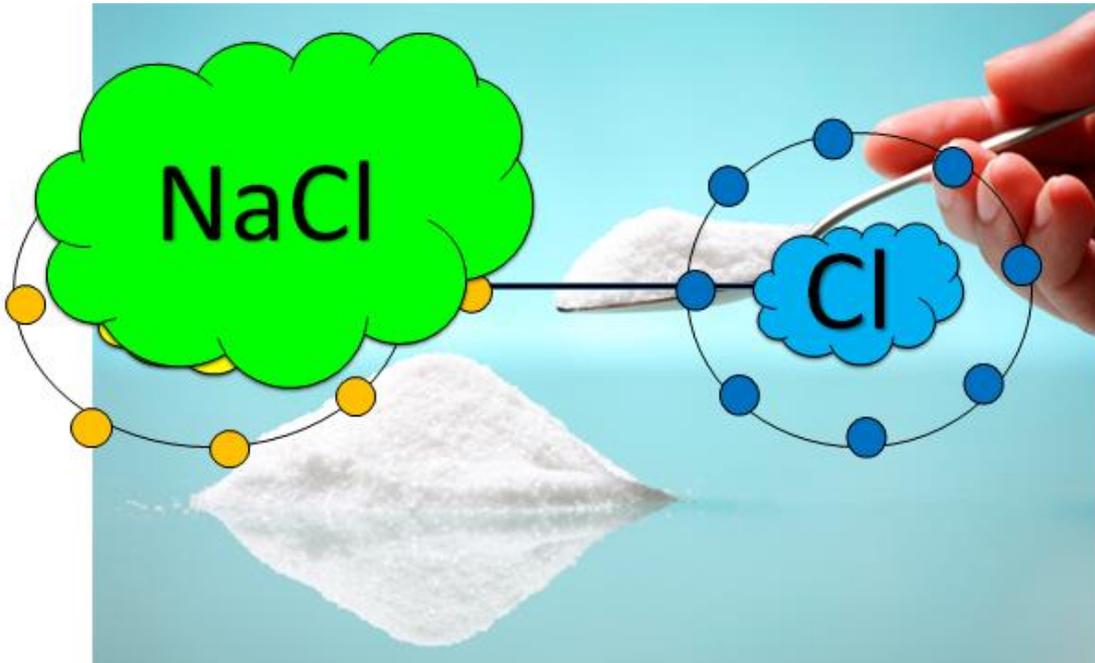
Anexo XXIII

5º Modelo construído pelo G1



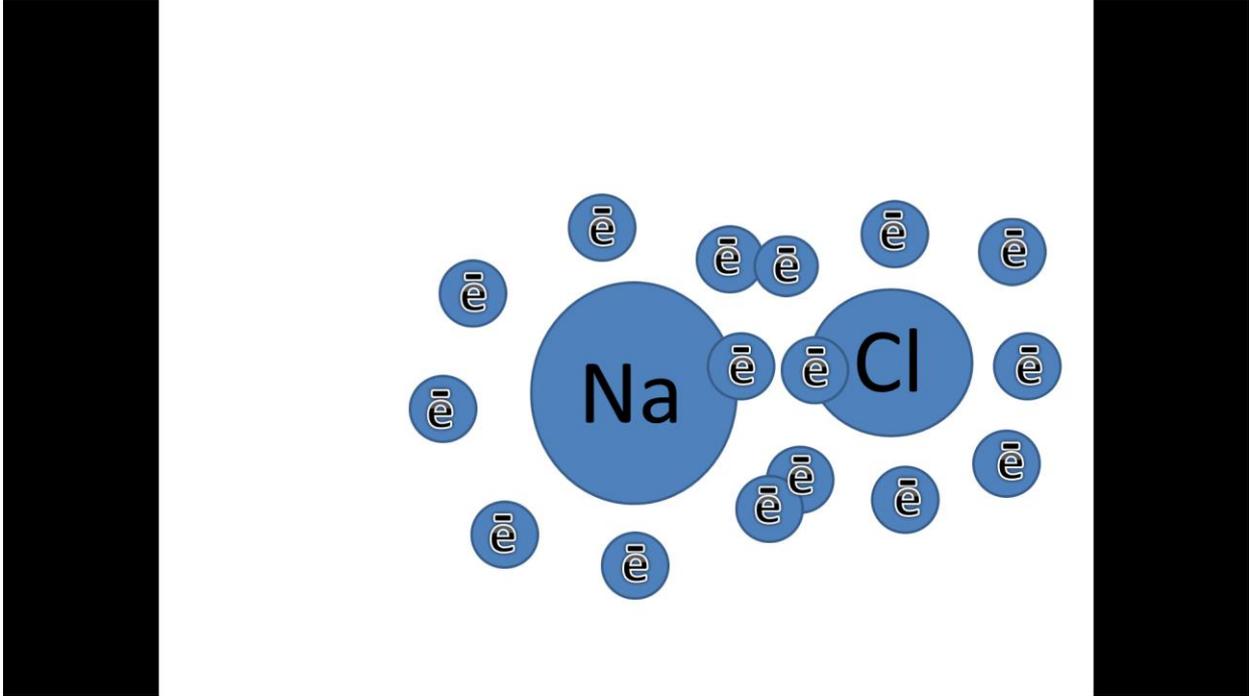
Anexo XXIV

5º Modelo construído pelo G2



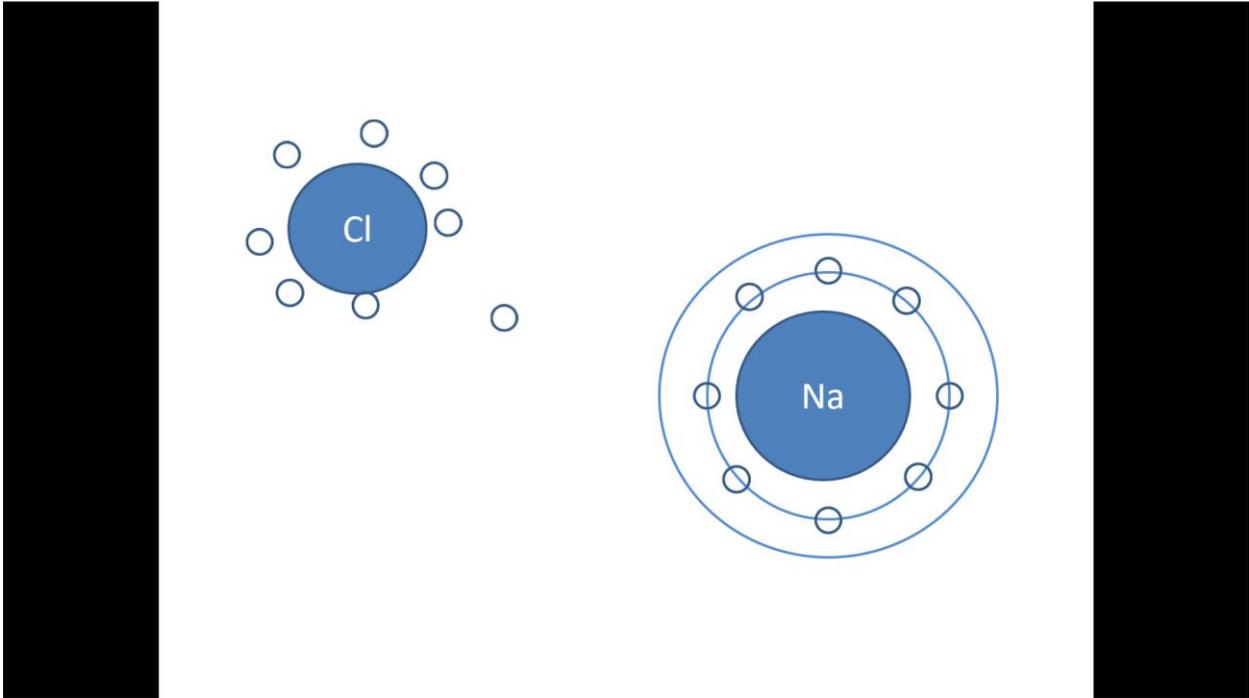
Anexo XXV

5º Modelo construído pelo G3



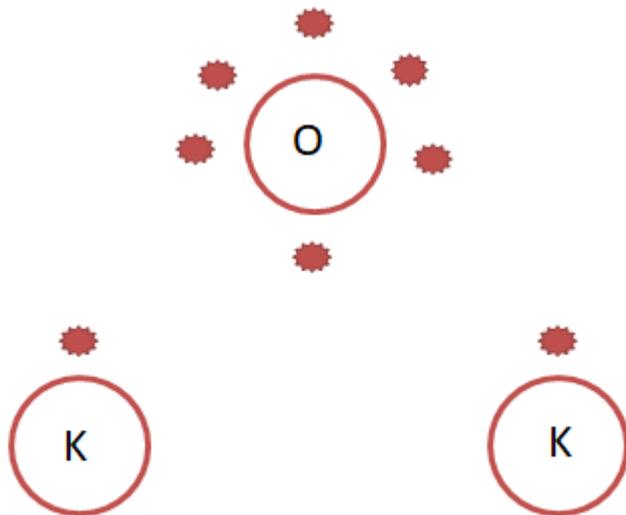
Anexo XXVI

5º Modelo construído pelo G4



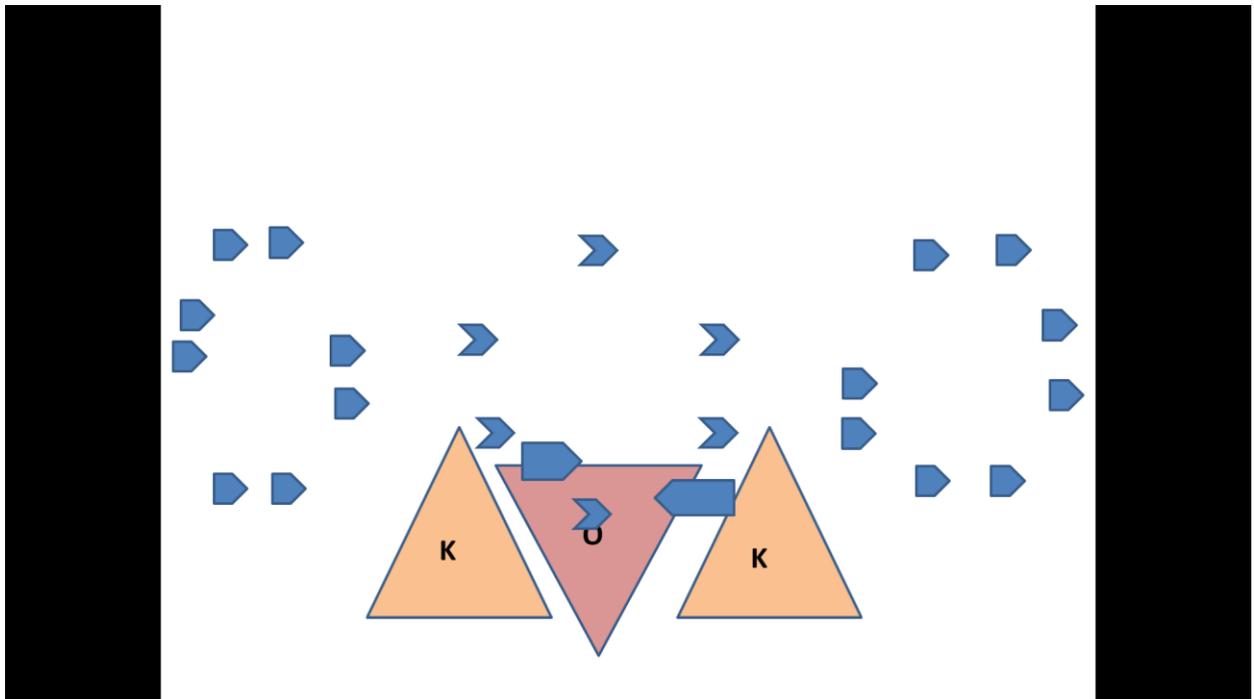
Anexo XXVII

5º Modelo construído pelo G5



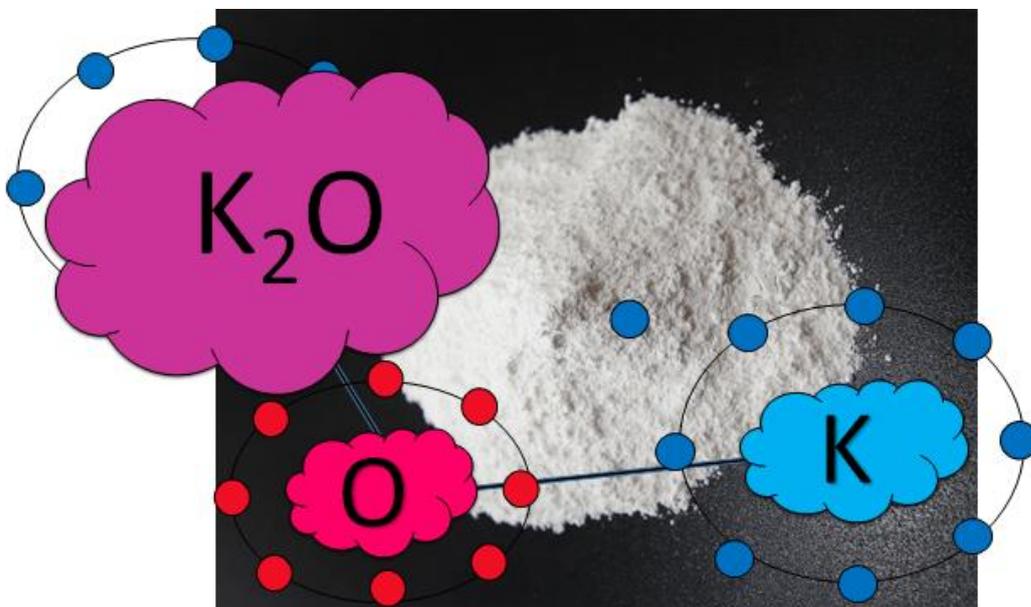
Anexo XXVIII

6º Modelo construído pelo G1



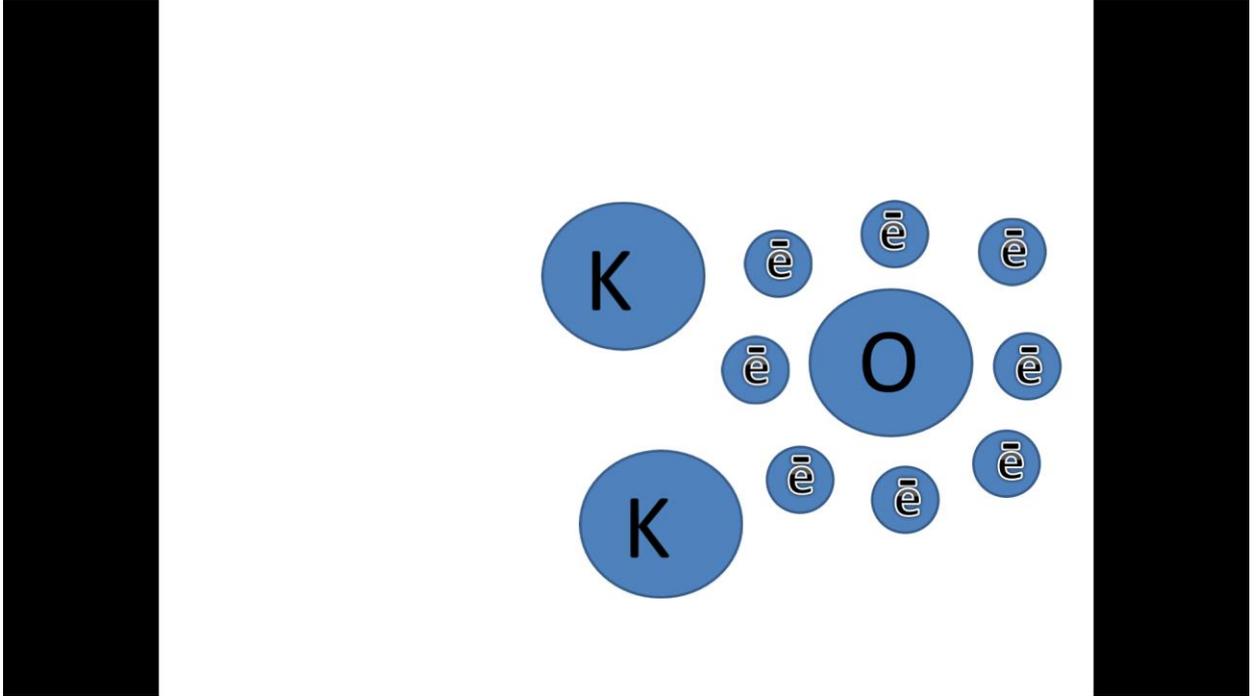
Anexo XXIX

6º Modelo construído pelo G2



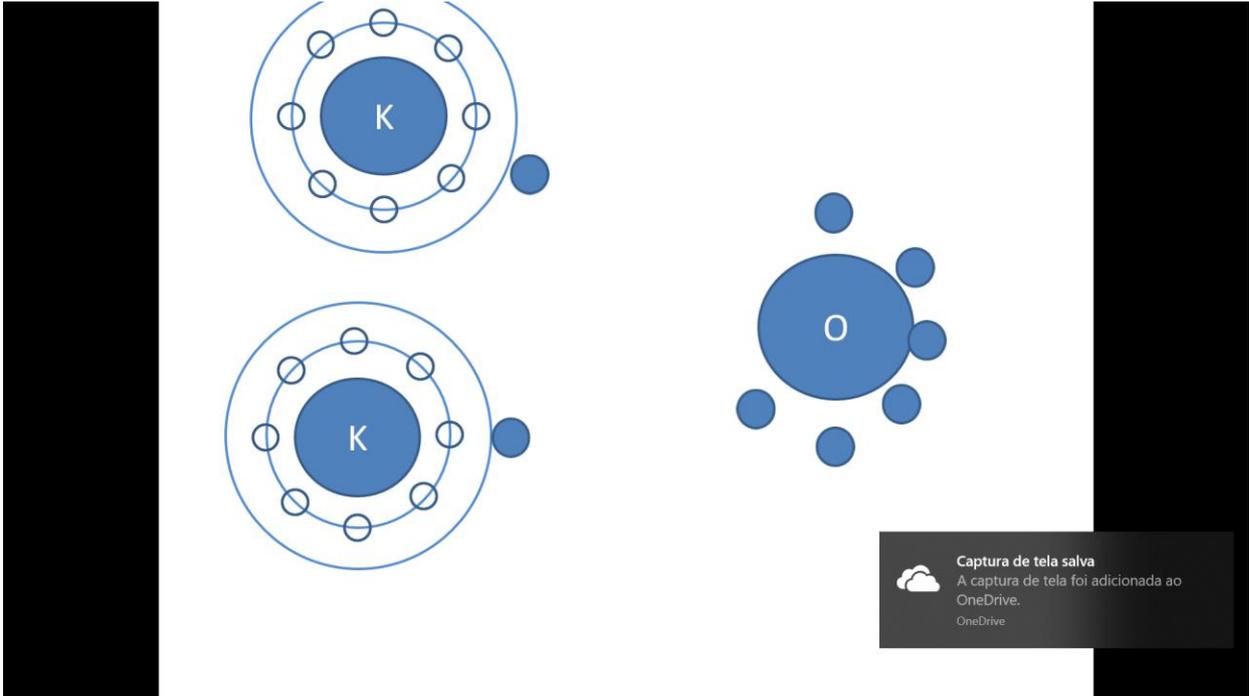
Anexo XXX

6º Modelo construído pelo G3



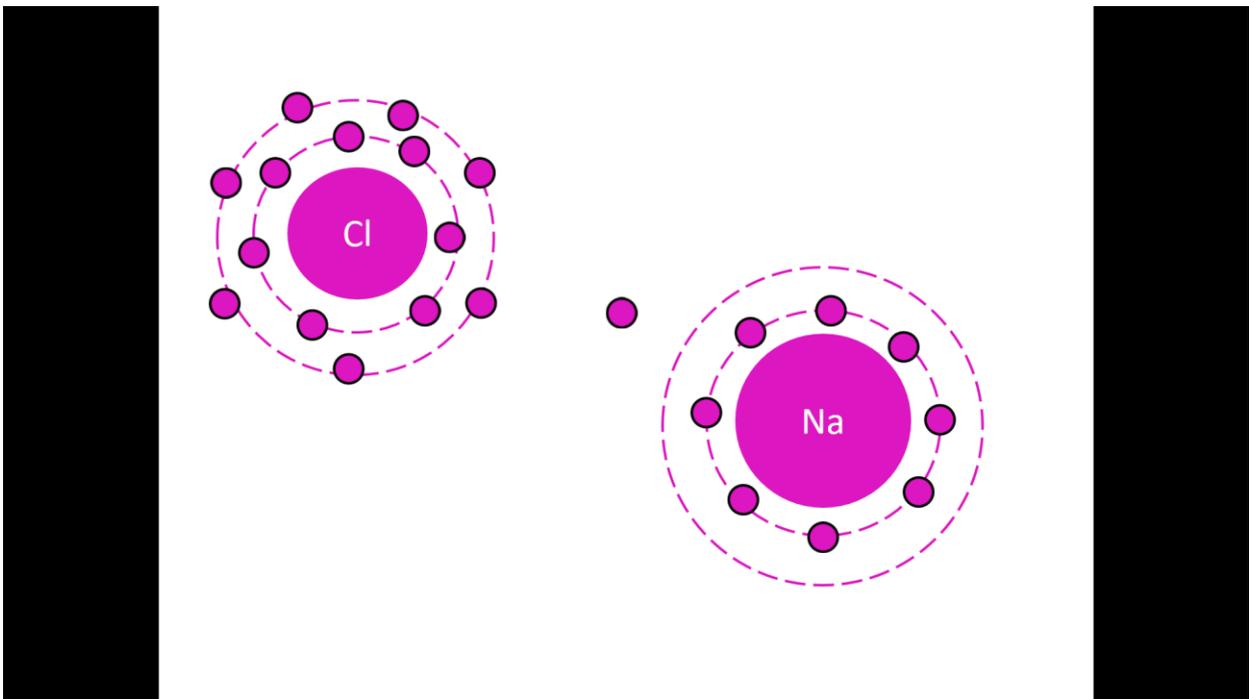
Anexo XXXI

6º Modelo construído pelo G4



Anexo XXXII

7º Modelo construído pelo G4



Anexo XXXIII

8º Modelo construído pelo G4

