

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE**

**APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS: UMA ESTRATÉGIA PARA O
ENSINO DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO**

FLÁVIA PICCOLI

Porto Alegre, 2016

FLÁVIA PICCOLI

**APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS: UMA ESTRATÉGIA PARA O
ENSINO DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde do Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Educação em Ciências.

Orientadora: Prof^a Dr^a Tania Denise Miskinis Salgado

Porto Alegre
2016

CIP - Catalogação na Publicação

Piccoli, Flávia

Aprendizagem baseada em problemas: uma estratégia para o ensino de Química no Ensino Médio / Flávia Piccoli. -- 2016.

90 f.

Orientadora: Tania Denise Miskinis Salgado.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre, BR-RS, 2016.

1. Ensino de química. 2. Resolução de problemas. 3. Estudos de caso. 4. Metodologias ativas. I. Salgado, Tania Denise Miskinis, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FLÁVIA PICCOLI

**APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS: UMA ESTRATÉGIA PARA O
ENSINO DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde do Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Educação em Ciências.

Aprovada em _____ de _____ 2016.

Profª Drª Maria do Rocio
Coordenadora do Programa

BANCA EXAMINADORA

Profª Drª Tania Denise Miskinis Salgado
Universidade Federal do Rio Grande do
Sul

Orientadora

Profª Drª Rosane Nunes Garcia
Universidade Federal do Rio Grande do
Sul

Profª Drª Camila Greff Passos
Universidade Federal do Rio Grande do
Sul

Profª Drª Mara Elisângela Jappe Goi
Universidade Federal do Pampa

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família por todo apoio, em especial ao meu marido pela força e pela compreensão nos momentos de ausência. Aos amigos, colegas e familiares que compartilharam comigo desta conquista.

Ao Prof. Dr. Cesar Valmor Machado Lopes pela disponibilidade e auxílio na execução e correção das aulas sobre História da Química e à Prof^a Dr^a Tania Denise Miskinis Salgado, minha orientadora, pelo acompanhamento e paciência durante o desenvolvimento do trabalho.

RESUMO

Nesta dissertação realizou-se uma pesquisa qualitativa sobre a aplicação das metodologias de Estudos de Caso e Resolução de Problemas no ensino de Química no Ensino Médio. A proposta teve como objetivos a mudança de postura dos alunos diante de sua aprendizagem, o aumento do interesse dos alunos pela disciplina e o desenvolvimento de algumas habilidades como, por exemplo, ler e resolver problemas. Para alcançá-los, buscou-se desenvolver conteúdos de Química no Ensino Médio através dos métodos de Estudos de Caso e Resolução de Problemas. Os dados desta investigação foram levantados através do diário de campo da autora durante a aplicação das estratégias metodológicas. A aplicação do estudo foi feita em uma escola pública de Porto Alegre e abrangeu três turmas de primeiro ano do Ensino Médio. O trabalho foi aplicado em duas etapas. Na primeira foram elaborados três blocos de casos sobre a História da Química e na segunda foram construídos dois blocos de problemas, um sobre interações intermoleculares e o outro sobre propriedades de algumas substâncias que apareciam em um trecho de um episódio da série *Breaking Bad*. Com a utilização destas estratégias metodológicas, as aulas de Química e a visão dos alunos sobre essa disciplina foram reformuladas. Com base nos dados obtidos, percebeu-se a melhora na participação dos alunos nas aulas e o aumento de sua autonomia em relação à busca de informações e ao posicionamento frente a alguns assuntos de seu cotidiano que por vezes passavam-lhes despercebidos.

Palavras chave: Estudos de Caso, Resolução de Problemas, ensino de Química.

ABSTRACT

For this dissertation, a qualitative research about Case Studies and Problem Solving applications to Chemistry teaching was made. The proposal's objectives were a change in student's posture regarding learning, a raise on student's interest for the subject, and the development of certain skills, such as reading and problem solving. In order to do that, the syllabus for the High School Chemistry course was developed through the Case Study and Problem Solving methods. This data was collected through the author's field journal, written during the methodological strategies application period. This was done in a public school in Porto Alegre and covered three classes of the High School First Years. The research had two phases. The first one was to elaborate three bundles of cases about Chemistry History and the second was to build another two bundles, one about intermolecular interaction and another about the properties of certain substances that appeared in a scene from Breaking Bad. Those methodological strategies allowed the rethinking of the Chemistry classes and the change of the students' perceptions of this class. Based on the results obtained, a rise on the students' participation in class was noticed, as well as a higher autonomy regarding information search, and a more mature positioning towards certain daily topics, that sometimes passed them by unnoticed.

Keywords: Case Studies, Problem Solving, Chemistry teaching.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Desempenho dos estudantes na primeira atividade.....	42
Gráfico 2 – Desempenho dos estudantes na segunda atividade	45
Gráfico 3 – Desempenho dos estudantes na terceira atividade	49
Gráfico 4 – Desempenho dos estudantes na quarta atividade	51
Gráfico 5 – Desempenho dos estudantes na quinta atividade	54
Gráfico 6 – Rendimento do grupo 1.7 no caso sobre o Flogisto	56
Gráfico 7 – Rendimento do grupo 1.7 no caso sobre a Organização dos Elementos.....	56
Gráfico 8 – Rendimento do grupo 1.7 no Problema sobre Interações Intermoleculares.....	57
Gráfico 9 – Rendimento do grupo 1.7 no Problema sobre Reação de Térmite.....	57
Gráfico 10 – Rendimento do grupo 2.4 no Problema sobre Interações Intermoleculares.....	59
Gráfico 11 – Rendimento do grupo 2.4 no Problema sobre Reação de Térmite.....	59
Gráfico 12 – Rendimento do grupo 2.5 no caso sobre a Teoria do Flogisto	60
Gráfico 13 – Rendimento do grupo 2.5 no Problema sobre Interações Intermoleculares.....	60
Gráfico 14 – Rendimento do grupo 2.5 no Problema sobre a Reação de Térmite	60
Gráfico 15 – Rendimento do grupo 3.10 no Caso sobre a Tabela Periódica Moderna	62
Gráfico 16 – Panorama geral das três primeiras atividades.....	65
Gráfico 17 – Panorama geral das duas últimas atividades	66
Gráfico 18 – Comparativo das três primeiras atividades dos grupos que realizaram todas as atividades.....	67
Gráfico 19 – Comparativo das duas últimas atividades dos grupos que realizaram todas as atividades.....	68

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 ESTUDOS DE CASO OU PROBLEM BASED LEARNING	14
2.2 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....	20
2.3 HISTÓRIA DA CIÊNCIA	24
2.4 AVALIAÇÃO	27
3. OBJETIVOS E METODOLOGIA	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1 RELATO DAS OBSERVAÇÕES E ANÁLISE DOS RESPECTIVOS RESULTADOS DOS CASOS/PROBLEMAS.....	41
4.1.1 Caso sobre a Teoria do Flogisto	41
4.1.2 Casos sobre as Tentativas de Organização dos Elementos Químicos.....	42
4.1.2.1 Caso sobre Julius Lothar Meyer	43
4.1.2.2 Caso sobre Alexander Reina Newlands	43
4.1.2.3 Caso sobre Willian Odling.....	44
4.1.2.4 Caso sobre Dmitri Ivanovitch Mendeleev.....	44
4.1.2.5 Panorama geral das três turmas na segunda atividade.....	44
4.1.3 Casos sobre as Mudanças na Tabela de Mendeleev	45
4.1.3.1 Caso sobre Moseley	45
4.1.3.2 Caso sobre gases nobres.....	46
4.1.3.3 Caso sobre lantanídeos.....	46
4.1.3.4 Caso sobre actinídeos	47
4.1.3.5 Caso sobre a Tabela Periódica Moderna	47
4.1.3.6 Panorama geral das três turmas na terceira atividade.....	47
4.1.4 Problemas sobre interações intermoleculares	48
4.1.4.1 Problema sobre solubilidade do NaCl.....	48
4.1.4.2 Problema sobre solubilidade do KCl.....	49
4.1.4.3 Problema sobre água e óleo.....	49
4.1.4.4 Problema sobre gasolina	49
4.1.4.5 Problema sobre reciclagem do óleo usado	50
4.1.4.6 Problema sobre detergentes.....	50
4.1.4.7 Problema sobre tioglicolato.....	50
4.1.4.8 Problema sobre alisamento de cabelos com NaOH.....	50
4.1.4.9 Panorama geral das três turmas na quarta atividade	51
4.1.5 Problemas sobre propriedades das substâncias	51

	10
4.1.5.1 Problema sobre a lousa mágica.....	52
4.1.5.2 Problema sobre a composição do aço	52
4.1.5.3 Problema sobre o arremesso do saco	52
4.1.5.4 Problema sobre a ignição	53
4.1.5.5 Problema sobre outros materiais.....	53
4.1.5.6 Problema sobre o alumínio.....	53
4.1.5.7 Panorama geral das três turmas na quinta atividade.....	54
4.2 ACOMPANHAMENTO DOS GRUPOS QUE PARTICIPARAM DE TODAS AS ATIVIDADES....	54
4.2.1 Acompanhamento do grupo 1.1	55
4.2.2 Acompanhamento do grupo 1.2	55
4.2.3 Acompanhamento do grupo 1.7	55
4.2.4 Acompanhamento do grupo 2.1	57
4.2.5 Acompanhamento do grupo 2.2	58
4.2.6 Acompanhamento do grupo 2.3	58
4.2.7 Acompanhamento do grupo 2.4	58
4.2.8 Acompanhamento do grupo 2.5	59
4.2.9 Acompanhamento do grupo 2.6	61
4.2.10 Acompanhamento do grupo 3.3	61
4.2.11 Acompanhamento do grupo 3.7	61
4.2.12 Acompanhamento do grupo 3.10	62
4.3 ANÁLISE GERAL	63
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
REFERÊNCIAS	71
APÊNDICE A: Termo de consentimento do aluno	76
APÊNDICE B: PRIMEIRA AULA – Origens da Química.....	77
APÊNDICE C: SEGUNDA AULA – Consolidação da Química	80
APÊNDICE D: TERCEIRA AULA – Evolução dos Modelos Atômicos e Tabela Periódica	85

1 INTRODUÇÃO

Há algumas décadas que estudiosos sobre educação propõem diferentes formas ou metodologias para o ensino das diversas disciplinas na Educação Básica. Sendo eu professora desde 2009, uma das minhas maiores preocupações é como ensinar Química de uma forma mais leve, sem que os alunos cheguem na sala de aula já com medo do que terão de enfrentar. Sabe-se também que disciplinas como Química, Física e Matemática sofrem o preconceito de serem difíceis, de terem provas impossíveis.

Durante minha prática como docente tentei diversificar os métodos de ensino e as avaliações. Essa mudança iniciou com maior força no ano de 2011, com a aplicação da História da Ciência para trabalhar a Tabela Periódica com alunos do primeiro ano do Ensino Médio, atividade essa que foi desenvolvida para o meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de Licenciatura em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Essa mudança continuou ocorrendo com a entrada, na escola pública estadual em que trabalho, do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Com os bolsistas em sala de aula e o contato com a Universidade, ficou mais fácil a utilização de novas estratégias metodológicas, entrando assim para a minha prática os Estudos de Caso (EC), também chamados de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), bem como as situações problemas, também conhecidas como Resolução de Problemas.

Chego ao mestrado com a clareza que a utilização de situações problemas com os alunos é de fundamental importância para as aulas de Química. Essas situações problemas permitem um estudo mais contextualizado e interdisciplinar, diminuem a massificação de conteúdos e regras, tiram dos alunos o peso das provas, tornam a sala de aula um ambiente propício para desenvolver estratégias que envolvam os alunos, fazendo com que eles possam atuar com mais autonomia e, também auxiliam na criação de espaços que possibilitam maior participação dos alunos em aula.

O presente trabalho analisa o desenvolvimento de uma proposta de utilização de situações problema em três turmas de primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública de Porto Alegre. A proposta foi desenvolvida durante todo o ano letivo de 2014, com a aplicação de cinco atividades distintas, o que torna este trabalho diferente de outros que estão citados na revisão bibliográfica, pois na maioria deles o estudo é feito a partir de apenas uma ou duas atividades aplicadas isoladamente.

A proposta teve como objetivos utilizar os Estudos de Caso e a Resolução de Problemas como estratégias metodológicas para desenvolver conteúdos de Química no Ensino Médio para que essas estratégias contribuam na mudança de postura dos alunos diante de sua aprendizagem, para o aumento do interesse dos alunos pela disciplina e para o desenvolvimento de algumas habilidades como, por exemplo: ler e resolver problemas.

Este trabalho foi desenvolvido em duas partes. A primeira parte utiliza a História da Ciência como tema para o desenvolvimento de Estudos de Casos e a segunda parte utiliza Resolução de Problemas elaborados com base em situações que ocorrem diariamente.

No capítulo dois, apresento uma revisão bibliográfica que embasa a proposta desenvolvida e algumas reflexões sobre o tema. No capítulo três, exponho os objetivos e a metodologia empregada. Nos capítulos quatro e cinco, relato o desenvolvimento das duas partes da proposta. No capítulo 6, faço a análise dos resultados obtidos. Concluo no capítulo sete, apresentando as aprendizagens desta experiência e perspectivas futuras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nos últimos anos a preocupação em como ensinar Química na Educação Básica vem crescendo e, com isso, várias estratégias metodológicas vêm sendo utilizadas na busca pela melhoria da aprendizagem e do interesse dos alunos. Entre essas estratégias podemos citar: experimentação (GIL-PÉREZ; GONZÁLEZ, 1993); ensino por pesquisa, por meio de estratégias como “Estudos de Caso” (QUEIROZ; SÁ; FRANCISCO, 2007) ou “Resolução de Problemas” (POZO, 1998); e ainda Oficinas Temáticas (MARCONDES, 2008); entre outros. Acreditamos que a inserção da pesquisa no ensino de Química, na forma de casos ou problemas, pode contribuir para que os alunos desenvolvam a capacidade argumentativa e a autonomia na busca de informações para a construção do seu conhecimento. Segundo Echeverría e Pozo (1998), o ato de resolver problemas consiste em fazer com que os estudantes criem hábitos e atitudes para enfrentar a aprendizagem como um problema para o qual deve ser encontrada uma resposta. Utilizamos tanto a metodologia de Estudos de Caso quanto a de Resolução de Problemas, por entendermos que ambas são estratégias de ensino por pesquisa, orientadas pelo professor com um objetivo bem delineado.

Desde o final do século XIX fala-se em mudanças na educação, mas como modificações nos processos educacionais são lentas, essas ideias começam a efervescer na segunda metade do século XX. Segundo Zabala e Arnau (2010, p. 9) as propostas curriculares passaram por um processo muito lento de superação de uma visão centrada em conteúdos temáticos para uma visão centrada nos alunos. Quem convive no meio educacional sabe que ainda falta muito para atingirmos essa visão centrada no aluno. Basta analisarmos as provas de exames de ingresso em cursos superiores e nos deparamos com um dilema: desenvolver habilidades nos alunos ou prepará-los para o vestibular? Isso porque a maioria dos alunos de escolas públicas tem somente a escola como forma de preparação para entrada num curso superior, seja por meio de vestibulares tradicionais ou através do Enem.

O ensino hoje costuma ser dividido em conteúdos e matérias extraídos e adaptados dos cursos de graduação, geralmente transmitidos aos alunos sem que esses vejam sua importância ou uma utilização prática. Isso faz com que muitos alunos percam o interesse pelas aulas e caracterizem algumas disciplinas como “difíceis”. Para Zabala e Arnau (2010, p. 20):

atualmente, sabemos que a aprendizagem da maioria dos conteúdos é uma tarefa árdua, na qual a simples memorização de enunciados é insuficiente para a sua compreensão, e que a transferência e a aplicação do conhecimento adquirido a outras situações diferentes somente é possível se, ao mesmo

tempo, tenham sido realizadas estratégias de aprendizagem necessárias para que a transferência se produza.

Se no ensino utilizarmos apenas fórmulas e exercícios de repetição, onde o aluno aplica a mesma fórmula sempre, apenas com valores diferentes, o que estamos ensinando? Estamos ensinando o aluno a ter um comportamento mecânico, onde ele repete até a exaustão e por isso tem um bom resultado na avaliação? Onde fica o pensamento crítico, o cidadão pronto para enfrentar o mundo, presente na maioria dos Projetos Políticos Pedagógicos das escolas?

Acreditamos que o ensino deva ser muito mais que mera repetição, necessita propiciar ao aluno momentos de reflexão, colocá-lo frente a situações problema que ele poderá encontrar em seu cotidiano ou mais a frente no mercado de trabalho, provocá-lo para que ele possa perceber onde aqueles conteúdos escolares se encontram na sua vida, instigá-lo à pesquisa para que no andar da sua vida não acredite em tudo que ouve, mas tenha um olhar crítico e busque na pesquisa as respostas para suas dúvidas.

Nessa perspectiva fizemos uso, no presente trabalho, de três estratégias metodológicas para desenvolver nos alunos maior autonomia e contextualizar os conteúdos estudados. Essas estratégias foram: aplicação de Estudos de Caso, aplicação de Problemas e a utilização de episódios da História da Ciência.

Consideramos os Estudos de Caso e a Resolução de Problemas estratégias metodológicas adequadas para interligar o conhecimento escolar com situações que ocorrem diariamente, podendo assim ser uma forma de fomentar o interesse dos alunos pela disciplina de Química e também sua aprendizagem. Acreditamos também que a História da Ciência tem um importante papel nas aulas de Química, pois auxilia a aprendizagem de alguns conceitos, podendo motivar os alunos. A união de situações-problema com a História da Ciência permite analisar os argumentos, os experimentos, as hipóteses, ou seja, o caminho que os cientistas percorreram, ampliando a compreensão da atividade científica.

2.1 ESTUDOS DE CASO OU PROBLEM BASED LEARNING

Estudo de Caso (EC) é uma estratégia metodológica de ensino fundamentada na aprendizagem baseada em problemas, conhecida como “Problem Based Learning” (PBL). De acordo com Brito e Sá (2010), a PBL originou-se na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, Ontário, há aproximadamente 30 anos, e por muito tempo ficou restrita à formação de profissionais da área médica. O modelo original de PBL tem como objetivo principal a

aprendizagem do assunto científico, já os Casos são mais usados para desenvolver habilidades nos estudantes.

Para Pecore (2013):

a aprendizagem baseada em problemas (PBL) é um método construtivista de ensino alinhado com o movimento de reforma educacional para aumentar a leitura científica para todos os americanos. Como tal, a instrução a partir do PBL é um tema cada vez mais popular para workshops de desenvolvimento profissional oferecidos aos professores em ambientes de aprendizagem secundária.

Utilizando essa estratégia, possibilitamos ao estudante a compreensão e a inter-relação entre os fatos cotidianos e o conteúdo estudado em sala de aula. Neste contexto o professor passa a ser um mediador entre o aluno e a informação, considerando as possíveis soluções e suas consequências. Segundo Marra et al. (2014) a aprendizagem baseada em problemas (PBL) é um método de ensino onde a aprendizagem do aluno ocorre no contexto da resolução de um problema autêntico, possibilitando assim que o aluno apresente um maior desenvolvimento de habilidades do que com aulas expositivas tradicionais.

Na utilização da PBL os estudantes têm a oportunidade de trabalhar em grupo e defender seus pontos de vista dentro do grupo. Conforme Allen, Donham e Bernhardt (2011), na aprendizagem baseada em problemas, os alunos trabalham em grupos colaborativos e aprendem resolvendo problemas complexos e realistas sob a orientação de um corpo docente. No trabalho em grupo os alunos têm a possibilidade de desenvolver a habilidade de argumentação quando defendem seu ponto de vista frente aos colegas. Através de análises da comunicação verbal nos grupos, Grave, Boshuizen e Schmidt (1996) mostram que a interação verbal em um grupo revela apenas a ponta do iceberg dos processos cognitivos em que se baseia. APBL mostra uma mudança conceitual dos alunos durante a análise do problema.

Allen, Donham e Bernhardt (2011) ainda dizem que:

um aspecto importante de engajamento é a capacidade dos alunos para a prática de aprendizagem ao longo da vida, a capacidade de definir o que aprender, usar eficientemente o tempo e gerir os recursos necessários para aprender. A avaliação da literatura descreve inúmeros casos documentados de ganhos nestas áreas que podem ser atribuídos a experiências dos alunos com o PBL.

Embora ainda não tenhamos métodos definidos para identificar o quanto a PBL auxilia no aprendizado de conceitos, alguns trabalhos tentam mostrar a eficácia do método na percepção dos alunos. Hommes et al. (2014) apresenta que:

vários estudantes referiram que a sua auto-eficácia (construção individual) cresceu enquanto se acostumavam com o contexto de aprendizagem PBL

(convergência de modelos mentais). O desempenho dos indivíduos e membros do grupo sobre um teste também foi um forte indicador de auto-eficácia.

Além disso, quando utilizamos estratégias como a PBL os conceitos se tornam meios para a utilização da estratégia e deixam de ser o aspecto mais importante. O ensino baseado na PBL pressupõe que os alunos desenvolvam com auxílio do professor o domínio de procedimentos, assim como a utilização dos conhecimentos disponíveis para dar soluções a situações. Estruturar um ensino por PBL é planejar situações problema em que os alunos sejam capazes de buscar as estratégias necessárias para resolvê-las.

Segundo Queiroz, Sá e Francisco (2007), o uso de Casos é a instrução pelo uso de narrativas sobre indivíduos enfrentando decisões ou dilemas. Esta estratégia metodológica se torna importante em sala de aula, pois além de possibilitar ao aluno fazer as relações entre conteúdo e cotidiano, pode instigar sua curiosidade, desenvolver seu pensamento crítico e analisar o meio onde vive e as suas ações em relação a este meio. Estas habilidades vão ao encontro dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio - PCNEM (BRASIL, 2000), que norteiam os currículos da Educação Básica e trazem para a área da Química ênfase em uma aprendizagem que facilite o desenvolvimento de competências e habilidades e utilize situações problemáticas reais de forma crítica, permitindo ao aluno desenvolver capacidades como interpretar e analisar dados, argumentar, tirar conclusões, avaliar e tomar decisões.

Herreid (1998, *apud* SÁ; QUEIROZ, 2009) elaborou um esquema de classificação sobre algumas estratégias e sugeriu que os casos podiam ser explorados pelo professor nos seguintes formatos:

- a) de tarefa individual: o caso tem o caráter de uma tarefa que o aluno deve solucionar e que implica na elaboração posterior de uma explicação histórica dos eventos que conduziram à sua resolução;
- b) de aula expositiva: o caso tem a característica de uma história (caso) contada pelo professor aos seus alunos, de maneira muito elaborada e com objetivos específicos. A associação de diálogos e debates pode também ocorrer neste formato de ensino;
- c) de discussão: o caso é apresentado pelo professor como um dilema. Os alunos são questionados a respeito das suas perspectivas e sugestões com relação à resolução do mesmo;
- d) de atividades em pequenos grupos: os casos são histórias que devem ser solucionadas e dizem respeito ao contexto social e/ou profissional em que os alunos estão imersos. Uma característica essencial é que os casos são analisados por grupos pequenos de estudantes, que trabalham em colaboração.

Os casos devem ser construídos de acordo com o conteúdo a ser trabalhado e com os objetivos do professor em relação à aprendizagem dos alunos. Segundo Queiroz, Sá e Francisco (2007), para um caso ser bom ele deve atender aos seguintes itens:

narra uma história: o fim não deve existir ainda; **desperta o interesse** pela questão: para que um caso pareça real, deve haver um drama, um suspense. O caso deve ter uma **questão a ser resolvida**; **ser atual**: deve tratar de questões atuais, fazendo com que o estudante perceba que o problema é importante; **produz empatia** com os personagens centrais: os personagens devem influenciar na maneira como certas decisões são tomadas; **inclui citações**: é a melhor maneira de compreender uma situação e ganhar empatia para com os personagens. Deve-se adicionar vida e drama a todas as citações; **é relevante ao leitor**: os casos escolhidos devem envolver situações que os estudantes provavelmente saibam enfrentar. Isto melhora o fator empatia e faz do caso algo que vale a pena estudar; **deve ter utilidade pedagógica**: deve ser útil para o curso e para o estudante; provoca um conflito: a maioria dos casos é fundamentada sobre algo controverso; **força uma decisão**: deve haver urgência e seriedade envolvida na resolução dos casos; **tem generalizações**: deve ter aplicabilidade geral e não ser específico para apenas uma curiosidade; **é curto**: os casos devem ser suficientemente longos para introduzir os fatos de um caso, mas não tão longos que possam provocar uma análise tediosa.

Maceno e Guimarães (2013) também ressaltam a valorização de situações de aprendizagem que permitam ao estudante a significação do que aprende, o desenvolvimento de valores e a construção do seu conhecimento a partir de saberes prévios e da reflexão. Os Estudos de Caso são baseados em assuntos de relevância para a sociedade e contemplam os conteúdos de Química que estão sendo ou já foram estudados. Para a resolução dos casos os estudantes devem analisar a situação, procurar informações sobre ela, mobilizar os conteúdos de Química e ao final expor sua solução de forma escrita e falada para a turma e o professor. Na maioria das vezes os casos envolvem aspectos de outras disciplinas também, sendo então uma ferramenta de trabalho interdisciplinar.

De acordo com Sá e Queiroz (2009, p.19), durante a resolução dos casos os estudantes têm a oportunidade de realizar as seguintes etapas:

- a) identificar e definir o problema;
- b) acessar, avaliar e utilizar informações necessárias à solução do problema;
- c) apresentar a solução do problema.

Com a utilização dos casos conseguimos trabalhar nos estudantes as habilidades de análise (quando analisam o problema recebido), identificação do problema que devem resolver, seleção de informações pertinentes, avaliação das informações encontradas para a solução do problema e aplicação de um conhecimento a uma situação real. Essas habilidades

sendo desenvolvidas, os alunos as utilizarão em qualquer momento de suas vidas, ao contrário da aprendizagem apenas de conteúdos que ficam restritos ao meio acadêmico.

Brito e Sá (2010) utilizaram a metodologia de Estudos de Casos com alunos de primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública (neste caso as autoras não eram docentes das turmas, o trabalho foi desenvolvido em parceria com o professor titular) para trabalhar o tema biodiesel. A realização das atividades teve a duração de duas semanas. A aplicação da proposta foi dividida em quatro etapas principais: 1ª etapa: consistiu na aplicação de um pré-teste, cujo objetivo foi levantar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito dos temas: energia, recursos renováveis e não renováveis de energia e biocombustíveis; 2ª etapa: nessa etapa foi realizada a abordagem do conteúdo químico envolvido no tema proposto: energia e combustão, temperaturas de fusão e ebulição, solubilidade, densidade e separação de misturas; 3ª etapa: nessa ocasião foram propostas questões que tiveram como objetivo chamar a atenção dos alunos para os aspectos relevantes a serem considerados na resolução do caso; 4ª etapa: foi realizado o Júri Químico, no qual os estudantes foram incentivados a se posicionarem a favor ou contra a instalação de uma fábrica de biodiesel e a argumentarem em defesa de seus posicionamentos. As autoras observaram que os Estudos de Casos são estratégias eficientes em fomentar as habilidades argumentativas dos alunos e favorecem a aprendizagem do conteúdo científico. Mostraram ainda que, comparando as respostas dadas no pré-teste com a argumentação dos alunos na apresentação dos resultados do caso, foi possível observar uma melhora significativa no entendimento dos estudantes sobre o assunto trabalhado.

Lima (2015) desenvolveu dez atividades baseadas na metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (também chamada de Estudos de Caso) com duas turmas de segundo ano de Ensino Médio. A maior parte das atividades foram desenvolvidas em aulas compartilhadas Química/Biologia. Durante as aulas os alunos se reuniam em grupos e recebiam uma atividade, onde deveriam: identificar o problema, selecionar informações contidas no material, propor uma hipótese para a solução do problema, buscar experimentos ou outras informações fora do material recebido e construir a solução do problema. O trabalho teve a duração de um ano letivo. Todos os grupos receberam as 10 atividades ao longo do ano, por exemplo, todos os grupos resolveram a atividade 1 ao mesmo tempo. Segundo as observações da autora, a estratégia de Aprendizagem Baseada em Problemas desenvolve conteúdos e atitudes nos estudantes para a construção do seu conhecimento. Ela relata ainda que o trabalho em grupo favoreceu a socialização dos estudantes, a troca de ideias, saberes e aprendizagens.

Miranda, Braibante e Pazinato (2015) realizaram um trabalho com alunos de duas turmas do terceiro ano do Ensino Médio, que foi desenvolvido em conjunto com os professores de Química e Biologia. Os autores e os professores titulares das turmas elaboraram e aplicaram um estudo de caso. A partir dos conhecimentos científicos desenvolvidos nas etapas anteriores, os estudantes foram convidados a resolver um caso sobre uso de drogas. Após a divisão da turma em grupos, o caso foi entregue em forma de carta e cada grupo recebeu dois frascos contendo substâncias desconhecidas que eles deveriam identificar. Ao final foi aplicado um questionário diagnóstico. Os autores relatam que a utilização de EC estimulou a inserção da pesquisa e favoreceu a tomada de decisão por parte dos estudantes, partindo de um tema gerador que foi significativo para eles.

Reis e Faria (2015) aplicaram a metodologia de Estudos de Caso com uma turma de alunos de segundo ano do Ensino Médio em uma escola pública, em parceria com a professora titular da turma. O caso aplicado aos alunos abordou o tema embutidos, trazendo uma narrativa que possibilitou o enfoque de alguns conceitos sobre aditivos químicos, termoquímica, cinética química e ainda a abordagem de algumas funções orgânicas. Os alunos tiveram cerca de três semanas para investigarem o caso proposto. Como fontes de informações, foram utilizados internet, livros e contato com especialistas. O acesso a essas fontes ocorreu em horários fora do período escolar. Durante as três semanas a professora fez a verificação semanal dos diários de bordo, para acompanhar o andamento da atividade, reconhecer se as fontes consultadas eram confiáveis e auxiliar nas dúvidas dos alunos. Os autores relatam a participação ativa dos estudantes, o desenvolvimento de atitudes como saber ouvir e respeitar a opinião do outro, o desenvolvimento da criatividade, as abordagens variadas e a aproximação de conhecimento químico com um tema social.

Pazinato (2015) relata o uso de Estudos de Caso sobre alimentação saudável com uma turma de alunos de terceiro ano do Ensino Médio que foi desenvolvido em parceria com a professora titular da turma. Essa aplicação teve a duração de duas semanas. A turma foi dividida em quatro grupos, eles receberam o caso, iniciaram a pesquisa em aula e na semana seguinte os grupos apresentaram sua solução para a turma. Segundo o autor a utilização do Estudo de Caso trouxe a possibilidade de aplicação e discussão dos conteúdos científicos a partir de um problema proposto e com isso os estudantes precisaram tomar decisões fundamentadas em conceitos científicos aprendidos na escola.

Souza, Rocha e Garcia (2012) relatam a aplicação de um Estudo de Caso, o *Caso das macieiras da serra*, uma situação-problema que possibilitasse a discussão de questões como o controle de pragas na agricultura e seus impactos sociais, ambientais e econômicos, e que,

além disso, permitisse desenvolver o conceito de isomeria para explicar ou resolver o problema. O trabalho foi desenvolvido em conjunto com bolsistas do PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) e a professora titular de uma turma de alunos do terceiro ano do Ensino Médio. A aplicação teve a duração de cinco períodos (50 minutos cada). A turma se organizou em grupos de quatro integrantes e o caso foi apresentado à turma. Foi feita a leitura do caso em conjunto com os alunos e, após a leitura, iniciou-se a discussão sobre as problemáticas envolvidas no caso e as possibilidades preliminares de resolução. Em seguida, os alunos foram orientados a organizar as informações. Em um encontro posterior, os alunos foram ao laboratório de informática da escola e realizaram uma pesquisa. Em outro encontro, eles estruturaram uma apresentação, momento de descrição de suas soluções para o caso. Os dois últimos encontros foram destinados às apresentações dos grupos. Ao final foi aplicado um questionário para verificar se os alunos identificavam as habilidades desenvolvidas na atividade. Os autores também mostraram que na opinião dos alunos essas estratégias estimulam a argumentação, a reflexão ponderada e a posterior tomada de decisões. Os alunos colocaram ainda a necessidade de estudo para a realização da atividade e que a mesma estimulou a criatividade.

2.2 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

A Resolução de Problemas é mais uma variante da PBL, que traz consigo ideias de Larry Laudan (1977 *apud* GOI, 2014), de que a ciência é em essência uma atividade de resolução de problemas, e de John Dewey (2010 *apud* GOI, 2014), de que o processo educativo mais adequado é aquele que se baseia em processos de investigação, partindo de situações da vida diária.

Na utilização da Resolução de Problemas, precisamos diferenciar o que é um problema do que é um exercício. Para essa diferenciação baseamo-nos nas definições de Problema de Echeverría e Pozo (1998), também na de Carvalho e Gil-Pérez (2006) e na de Laudan (1986). Segundo esses autores o problema difere do exercício, pois para resolvê-lo não se tem um procedimento pronto que leve a uma resposta única e direta, é necessário reflexão e tomada de decisões que envolvem diversos tipos de conhecimentos e habilidades (ECHEVERRÍA; POZO, 1998, p. 19). Os exercícios convencionais fazem uso de fórmulas e algoritmos para operacionalizar conceitos, treinar regras ou leis e objetivam uma solução que seja aplicável na resolução de outros do mesmo tipo (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2006). Ainda segundo esses autores, os problemas são apresentados como situações abertas e sugestivas, com algumas orientações que delimitam se o problema será mais ou menos aberto.

Assim pensamos que problemas devem trazer aos alunos situações em que eles se questionem e necessitem de estratégias para resolvê-las e não de simples repetições de fórmulas e algoritmos de resolução.

Laudan (1986) define problema como situações instigantes que possibilitam a construção de concepções científicas adequadas e o desenvolvimento de atitudes científicas nos contextos das aulas de ciências. Para Leite e Santos (2010), um exercício é resolvido através de processos que levam diretamente a uma resposta, já a resolução de um problema não tem um caminho definido a ser seguido, logo será necessária uma reflexão para decidir qual procedimento deverá ser seguido para se alcançar uma solução.

Laudan (1977 *apud* GOI, 2014) classifica os problemas em empíricos e conceituais:

os problemas empíricos são qualquer coisa do mundo natural que nos surpreende, algo estranho que necessita de uma explicação. São problemas de primeira ordem, perguntas acerca dos objetos que constituem o domínio de determinada ciência e são divididos em: i- Problemas não resolvidos; ii- Problemas resolvidos; e iii- Problemas anômalos. Os problemas resolvidos contam a favor de uma teoria, as anomalias constituem evidência contra a teoria e os problemas não resolvidos indicam o futuro teórico da investigação. Os problemas conceituais podem ser caracterizados como internos e externos. Os problemas conceituais internos surgem com o descobrimento de que uma teoria é logicamente inconsistente e autocontraditória. Os problemas conceituais externos surgem quando uma teoria está em conflito com outra teoria ou doutrina que seus partidários creem que está bem fundada.

Outra classificação é a de Pozo e Crespo (1998, p. 78), que classificam os problemas em escolares, científicos e cotidianos. Os problemas cotidianos são situações do nosso dia a dia que necessitam de uma solução. Os problemas científicos surgem de eventos que uma teoria não consegue explicar. Os escolares seriam aqueles que gerassem nos alunos conceitos, procedimentos e atitudes próprias da ciência que pudessem ser utilizados em outras situações e outros ambientes diferentes da escola.

Existe ainda a classificação de Watts (1991 *apud* GOI, 2014). Nela os problemas são classificados em aberto-fechado, formal-informal, não curricular-curricular, livre-orientado, dado-apropriado e real-artificial. Um problema aberto permite ao aluno chegar a várias soluções. Um problema fechado só permite uma solução. Um problema formal foi previamente pensado e normalmente é apresentado com uma formulação desejada. Um problema informal não tem uma formulação escrita, é pouco claro e surge de contextos de discussões. Os problemas curriculares são aqueles oriundos dos conteúdos da escola ou de tarefas escolares. Os não curriculares são aqueles que não necessitam de conteúdos estabelecidos pela escola para serem solucionados. Um problema livre é aquele que durante a

resolução não é oferecido nenhum tipo de ajuda. Um problema orientado é aquele que tem assessoria, diálogo, reflexões durante a sua resolução.

O ensino baseado na Resolução de Problemas pressupõe que os alunos desenvolvam, com auxílio do professor, o domínio de procedimentos, assim como a utilização dos conhecimentos disponíveis para dar soluções a situações variadas (POZO, 1998). Para Leite e Santos (2010) a Resolução de Problemas difere das metodologias tradicionais, pois o método apresenta um enfoque que estimula os alunos às pesquisas por investigação com ênfase no engajamento social, o qual é possibilitado pelo trabalho em grupo, e ainda, permite a exploração e o debate através da comunicação e da argumentação. Goi e Santos (2009) consideram que a Resolução de Problemas tem potencial para a construção de conhecimento e sua transferência a outros contextos, além de possibilitar a transferência de responsabilidade sobre a aprendizagem do professor para o estudante.

Os problemas, assim como os casos, interligam os conteúdos de Química com assuntos do cotidiano e sua resolução também ocorre da mesma forma. Estruturar um ensino baseado em situações problemas (Estudos de Caso e Resolução de Problemas) é planejar situações onde os alunos sejam capazes de buscar estratégias para resolvê-las.

É importante considerar que a Resolução de Problemas não pode ser utilizada isoladamente, ou seja, uma vez ao ano, por exemplo. Para que os alunos se apropriem dessa estratégia e também para que os professores possam avaliar a evolução dos alunos na utilização da Resolução de Problemas, ela deve ser aplicada em blocos de dois ou três problemas em sequência com progressivo aumento do grau de dificuldade. Segundo Goi (2004), o trabalho baseado em Resolução de Problemas só tem sucesso se o professor utilizar essa metodologia rotineiramente, para que se desenvolva esse hábito na rotina escolar.

Na concepção de Laudan (1977 *apud* SANTOS; GOI, 2010), a atividade de Resolução de Problemas gera um progresso cognitivo, que se relaciona às aspirações intelectuais da Ciência e essa Ciência progride pela maneira como se resolve, adequadamente ou não, uma série de problemas gerados no meio social. Assim, a atividade de Resolução de Problemas nos mostra ser uma estratégia adequada para lidarmos com os desafios dos educandos que temos hoje nas escolas.

Nessa metodologia, o aluno assume o papel de investigador em uma pesquisa dirigida pelo professor. Segundo Lopes (1994), a vivência de um processo de Resolução de Problemas também desenvolve algumas competências cognitivas, como a capacidade de identificar, converter, resolver problemas, formular hipóteses, controle de variáveis e ainda a persistência para resolver alguma coisa. Essas competências poderão ser utilizadas pelos alunos dentro e

fora dos espaços escolares. Diferentemente de um ensino tradicional, no qual os estudantes muitas vezes não sabem o que fazer com tantos conceitos que queremos que eles aprendam.

Na aplicação da Resolução de Problemas o professor tem as funções de questionar o pensamento desenvolvido pelos alunos, acompanhar o andamento da atividade e manter o envolvimento dos alunos no processo. Já para os alunos espera-se que eles atuem ativamente na solução do problema, participem realmente no ambiente da aula, estejam engajados na atividade, construam de forma contínua novos significados a partir dos estudos desenvolvidos, selecionando corretamente as informações pertinentes dentre todas as que têm acesso.

A criação de um problema pelo professor não precisa iniciar por um conteúdo, ela pode ser inspirada em um recorte de jornal, em uma situação cotidiana, em um programa de TV, em uma série que os alunos acompanhem ou na internet. Saindo assim daquele conteúdo massacrante, cheio de conceitos e regras que devem ser memorizados para resolver exercícios de repetição.

Segundo Goi (2014) a Ciência pode ser ensinada a partir da atividade de Resolução de Problemas e nessas atividades estão imbricadas a História e a Filosofia da Ciência. Assim incluímos também a História da Ciência no contexto da aprendizagem baseada em problemas que foi desenvolvida neste trabalho.

Francisco Jr., Ferreira e Hartwig (2008) utilizaram a estratégia de Resolução de Problemas em um cursinho pré-vestibular popular, aplicando duas situações problemas semiabertas e complementares. A primeira etapa da atividade aplicada por eles consistiu basicamente na proposição de uma situação problema escolar do tipo semiaberta, na qual os alunos deveriam determinar a massa de pinos plásticos (empregados como suportes de prateleiras) brancos e marrons utilizando o material fornecido (uma balança de pratos e uma seringa). Na segunda etapa os alunos deveriam determinar o número de pinos plásticos substituídos em uma amostra desconhecida e, calcular a variação de massa sofrida pela placa de madeira. A partir das observações feitas, os autores relatam que, inicialmente, prevalece um pensamento empirista na resolução dos estudantes, mas à medida que as estratégias e os resultados são problematizados, os alunos vão formulando um conhecimento compartilhado e mais crítico. Nesta atividade o primeiro autor era o professor titular da turma.

Os resultados acima e os que mostramos na seção 2.1 vêm ao encontro dos relatados por Goi e Santos (2015). As autoras utilizaram a metodologia de Resolução de Problemas em turmas de Ensino Médio e Fundamental, sempre em parceria com os professores titulares, e articularam a aplicação dos problemas às atividades experimentais. Elas mostraram que na

repetição do uso da estratégia de RP, chegaram sempre aos mesmos resultados: mais motivação, maior autonomia dos estudantes, mais criatividade e engajamento nas atividades de sala de aula. Além disso, elas trazem que, quando os alunos são questionados sobre o uso da RP, eles afirmam que os problemas exigem raciocínio, que precisaram desenvolver estratégias para chegar à resposta e que, quanto maior o número de estratégias, maiores as chances de se obter sucesso na resposta.

Percebemos, ao conhecer trabalhos parecidos com o que propomos, que os resultados são muitos semelhantes e que é consenso entre os pesquisadores que utilizam Resolução de Problemas e Estudos de Caso os ganhos em sala de aula. Na maioria encontramos o desenvolvimento da autonomia, a criatividade, o trabalho em grupo, a melhora na argumentação e na participação dos alunos em aula.

Assim pensamos em utilizar Estudos de Caso e Resolução de Problemas com o objetivo de melhorar a participação dos alunos do primeiro ano do Ensino Médio em aula, aproximar a Química do cotidiano deles e desenvolver neles habilidades e autonomia para a aprendizagem. Como a autora é a professora titular das turmas, a proposta foi utilizar essas metodologias durante todo o ano letivo para possibilitar que esses alunos criassem hábitos de pesquisa, de serem autônomos na busca de informações e não apenas esperar que o professor traga os resultados prontos, e ainda abrir na aula espaços para que eles pudessem trabalhar a postura e a argumentação, que são aspectos importantes para sua formação pessoal.

2.3 HISTÓRIA DA CIÊNCIA

A importância da utilização da História da Ciência na formação de professores e na educação básica vem sendo discutida há décadas (HODSON, 1994; MATTHEWS, 1994; GIL-PÉREZ, 1993). Aos poucos tem se incorporado nos currículos dos cursos superiores de ciências da natureza e também tem sido introduzida em materiais didáticos utilizados nas salas de aula da Educação Básica.

Matthews (1994) dizia que a História da Ciência pode contribuir para a superação do ‘mar de falta de significação’ que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos estudantes cheguem a saber o que significam. Atribuir sentido à aprendizagem de alguns conceitos pode motivar os alunos e, uma das alternativas para isso é desafiá-los a se transportarem no tempo, através da história, identificando, para cada época, os questionamentos e conhecimentos que circulavam. Esta estratégia permite analisar os argumentos, os experimentos, as hipóteses, ou seja, o caminho que os cientistas percorreram, ampliando a compreensão da atividade científica.

A utilização da História da Ciência como estratégia pedagógica também pode promover a percepção da ciência como uma construção humana influenciada pelo contexto sociocultural de cada época. É importante entender esta construção desenvolvendo-se em um contexto cultural, de dilemas profissionais e de necessidades políticas e econômicas.

Para Matthews (1994) a História da Ciência contribui para o ensino de ciências por que:

motiva e atrai os alunos; humaniza a matéria; promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que se opõem à ideologia cientificista.

Quando o aluno conhece alguns dos métodos que levaram ao desenvolvimento de um determinado conceito, cientistas que tentaram defini-lo e as modificações que ele sofreu, é possível que ele possa compreendê-lo melhor nos dias de hoje. É importante também que os alunos percebam que embora um conceito se torne inadequado para justificar alguns fatos ele é adequado para outros e nem sempre é substituído em função de novas descobertas.

Em um trabalho anterior (PICCOLI, 2011), notamos que após utilizar uma proposta que envolvia a História da Ciência para explicar a Tabela Periódica, os alunos que se envolveram efetivamente na construção das investigações solicitadas demonstraram maior familiaridade com a Tabela Periódica e conseguiram utilizá-la com maior facilidade na continuidade do estudo dos conteúdos posteriores. Já os alunos que não utilizaram a mesma metodologia, mostravam maior dificuldade em obter os dados da Tabela Periódica.

Para Lederman (2007, *apud* FORATO; MARTINS; PIETROCOLA, 2009) e Pumfrey (1991 *apud* FORATO; MARTINS; PIETROCOLA, 2009) é importante entender essa ciência como atividade humana, desenvolvendo-se em um contexto cultural, de dilemas profissionais, necessidades políticas e econômicas. Este é um dos propósitos pedagógicos da utilização de conhecimentos históricos-epistemológicos no ensino.

Vários educadores têm proposto metodologias que utilizam a História da Ciência para motivar os alunos e humanizar a ciência (ARROIO, 2007; SOLBES; TRAVER, 2001). Segundo Moraes (2003) o ensino das ciências a partir do método História das Ciências, numa perspectiva construtivista, reforçaria a ideia de que o conhecimento pode ser (re)construído em sala de aula pelos próprios alunos com apoio/monitoria do professor.

Para Lopes (1999) o conhecimento escolar é:

construção/transmissão aos alunos do conhecimento científico e, ao mesmo tempo ele é a base da transmissão/construção do conhecimento cotidiano de

uma sociedade. O conhecimento cotidiano e o científico têm uma ruptura entre si que é mascarada pelo conhecimento escolar.

A partir destas considerações discordamos da ideia que o conhecimento científico possa ser reconstruído em sala de aula. As disciplinas escolares estão fundamentadas por estudiosos de universidades que se reúnem e decidem a partir de suas experiências universitárias o que deve e o que não deve ser aprendido nas escolas (Lopes, 1999). Sendo assim o conhecimento escolar é constituído a partir do conhecimento científico, mas não igual a ele. Neste contexto a escola exerce um papel de grande importância como socializadora dos conhecimentos científicos.

Além disso, o meio escolar é diferente do meio universitário, então não podemos utilizar na escola as disciplinas universitárias sem que haja uma adaptação delas. Com isso muitos conceitos perdem sentido, assim a História da Ciência pode ser utilizada como estratégia metodológica para dar significação ao conhecimento escolar.

A curiosidade parece ser uma característica humana em diferentes lugares, tempos e culturas. A curiosidade sobre a constituição da matéria e sobre as relações entre as substâncias aparece ao longo da história da humanidade. A busca pela “essência das coisas” e pela transformação-transmutação promoveu o desenvolvimento de muitos processos, que hoje chamaríamos de síntese e análise, e esses métodos e processos levaram à identificação de muitas substâncias e elementos químicos.

O desenvolvimento da ciência Química está relacionado com a busca pela melhoria da qualidade de vida de gerações, com a descoberta de cura para doenças, com a necessidade de armas para as guerras, com a revolução industrial, com o mercado capitalista, interesses políticos, entre outros aspectos da vida humana. Estes aspectos podem ser utilizados para gerar curiosidade e o prazer em estudar Química de forma contextualizada.

É necessário que haja também uma preocupação em não apresentar os fatos de forma a construir uma relação sequencial, ou seja, tentando evitar uma linearidade histórica dos acontecimentos. Segundo Forato, Martins e Pietrocola (2009), quando utilizamos textos sustentados numa historiografia linear da ciência, selecionamos, em períodos do passado, apenas os fatores que contribuem para uma reconstrução racionalmente ordenada das etapas da criação de teorias, ou seja, os fatos que conduzem diretamente aos conceitos científicos aceitos pela ciência contemporânea. Dessa forma, resta claro para o estudante que ao seguirmos certos passos sempre encontraremos um resultado certo e único.

Empregando determinados aspectos da História da Ciência, podemos propiciar aos alunos a construção de um pensamento mais organizado que poderá melhorar seu

entendimento e suas explicações sobre os fenômenos. Neste contexto, acreditamos que a História da Ciência possa fazer parte de uma metodologia para o ensino de ciências e que o uso de textos de História da Ciência pode ser uma estratégia de ensino na construção e na modificação das representações científicas.

2.4 AVALIAÇÃO

Quando utilizamos estratégias metodológicas diferenciadas, temos que pensar em avaliações diferenciadas também, pois nessas estratégias os conceitos são utilizados como meios de desenvolver as situações problema e não como únicos objetivos de aprendizagem. Segundo Esteban (2013, p. 96), avaliar tem se confundido com a possibilidade de medir a quantidade de conhecimentos adquiridos pelos alunos, considerando o que foi ensinado pelo professor.

Para Silva (2013, p. 16) a maneira como o sujeito aprende passa a ser mais importante do que aquilo que aprende, porque facilita a aprendizagem e capacita o sujeito para continuar aprendendo permanentemente. Nessa perspectiva as atividades com situações problema desenvolvidas em aula auxiliam na descentralização do “o que aprender” para o “como aprender”. O mesmo autor fala ainda que restringir a avaliação aos testes finais e aos aprendentes implica não avaliar certos aspectos dos estudantes como o desempenho oral, a capacidade investigativa, a participação em trabalhos em grupo e o desenvolvimento da aquisição de conceitos.

Hoffmann (2013, p. 54) considera que não se pode mais acreditar que se possa descrever e analisar o complexo processo de aprendizagem a partir de registros numéricos ou conceituais oriundos de um ou dois testes realizados pelos estudantes. Acreditamos, de acordo com Hoffmann, em avaliações processuais onde avaliamos todo o desenvolvimento de um trabalho e não apenas seu resultado final. Penso que ao avaliar os alunos durante o desenvolvimento do trabalho estamos percebendo se eles conseguem trabalhar em grupo, de que forma participam daquele grupo e daquele trabalho, como selecionam informações, como discutem para chegar a um ponto em comum, como se expressam frente à turma na apresentação dos seus resultados.

Ainda segundo Hoffmann (2013, p. 58), uma prática avaliativa tradicional é totalmente inconsistente para responder sobre a aprendizagem do aluno que vivenciou experiências educativas de pesquisa, de questionamentos, de experimentação ativa ou de desenvolvimento de projetos. Lüdke (2013, p. 84) relata que se os alunos forem estimulados a buscar respostas para perguntas em várias fontes e a partir de sua própria iniciativa, se depois forem

encaminhados para a articulação dessas respostas em torno do problema inicial, já teremos uma boa iniciação aos passos introdutórios de toda a pesquisa.

Mais uma vez a utilização de situações problemas se mostra adequada para introduzir a pesquisa na sala de aula e iniciar o processo de mudança nas formas de avaliar. Quem vivencia o cotidiano da sala de aula sabe que o aluno encara com maior leveza as avaliações a partir da proposição de diferentes tipos de trabalhos do que as realizadas na forma de prova. E ainda a prova tradicional não nos garante mais uma aprendizagem de qualidade.

Para Esteban (2013, p. 101) a pedagogia de projetos tem como fundamento a compreensão da aprendizagem como ato dinâmico, compartilhado, múltiplo e processual, enquanto a avaliação classificatória se configura a partir de uma concepção mecanicista de aprendizagem que valoriza as capacidades de armazenamento e de reprodução do que foi ensinado. A aprendizagem baseada em problemas também se encaixa no contexto da pedagogia de projetos, no sentido que ela acontece durante o processo e é compartilhada entre alunos e professores e não ocorre somente do professor para o aluno.

A avaliação deve ser levada como uma prática de investigação, principalmente do professor sobre seu trabalho, e não só como medida do que o aluno aprendeu. Para Esteban (2013, p. 104) a avaliação como prática de investigação dá visibilidade ao processo permanente de construção/desconstrução/reconstrução dos conhecimentos de todos que participam da relação pedagógica. Ainda segundo Esteban, essa avaliação tem um horizonte móvel, indefinido, pois não trabalha a partir de uma única resposta esperada, mas indaga as muitas respostas encontradas, os diferentes caminhos percorridos, os múltiplos conhecimentos anunciados, com o sentido de ampliação permanente dos conhecimentos existentes.

Na aprendizagem baseada em problemas geralmente não temos uma única solução para uma situação problema. E também muitas vezes quando propomos a situação não sabemos a resposta, isso faz com que “aprendamos” junto com os alunos e, ainda, que não comparemos sua resposta com um gabarito pronto, avaliando assim as diferentes intensidades com que os alunos aprendem.

Ainda para Esteban (2013, p. 102), é mais interessante redefinir o sentido da avaliação para que ela seja parte da prática pedagógica, inserida no movimento proposto pelo projeto, e para que possa dialogar com a diferença que tece a dinâmica escolar, fazendo da heterogeneidade um elemento significativo para o processo de ampliação dos conhecimentos de todos. Novamente percebemos a importância de uma avaliação processual em lugar da avaliação tradicional que busca avaliar se o aluno “decorou” ou não determinados conceitos.

Para Zabala e Arnau (2010, p. 101), os conceitos são aprendidos não quando se é capaz de repetir sua definição, mas sim quando se é capaz de utilizá-los para a interpretação, compreensão ou exposição de um fenômeno ou uma situação, ou então quando é possível situar os fatos, os objetos ou as situações reais naquele conceito que os inclui. Assim, mais uma vez precisamos repensar a avaliação e sair do modelo tradicional de mera repetição para uma forma onde os alunos apliquem os conceitos em situações diversas.

Ainda para Zabala e Arnau (2010, p. 36), qualquer conteúdo de aprendizagem é conceitual, ou procedimental ou ainda atitudinal. Os conteúdos conceituais se referem ao que se deve saber, os procedimentais ao que se deve fazer e os atitudinais à forma como se deve ser. Sendo assim, se utilizarmos apenas avaliações tradicionais, estaremos avaliando os conteúdos conceituais e talvez alguns procedimentais. Agora ao utilizarmos estratégias como Resolução de Problemas ou Estudos de Caso, teremos mais possibilidade de avaliar os conteúdos procedimentais e atitudinais dos alunos.

Segundo Pozo e Crespo (2009, p. 29), o que geralmente se avalia é o conhecimento conceitual e, em menor medida, o procedimental, mas as atitudes dos alunos praticamente não são levadas em conta, talvez porque se encaixam mal no tradicional formato de prova. Hoje nós os professores reclamamos muito das atitudes dos alunos em sala de aula, mas pouco fazemos para que eles mudem suas atitudes frente às nossas proposições de ensino.

Pozo e Crespo (2009, p. 31) ainda comparam as atitudes com gases que são dificilmente fragmentáveis, exigem um trabalho mais contínuo, mais de longo prazo. Colocam ainda que uma mudança de atitude é menos perceptível, mas, quando ocorre, seus resultados são mais duradouros e transferíveis. Isso nos mostra novamente que a Resolução de Problemas e os Estudos de Caso, por serem estratégias que demandam mais tempo de aplicação do que uma aula expositiva tradicional, possibilitam aos alunos uma mudança de atitude diante do aprender ciências.

A aprendizagem baseada em problemas propicia ainda a aprendizagem entre pares, que segundo Vygotsky (*apud* SILVA; HOFFMANN; ESTEBAN, 2013, p. 102) é a colaboração entre sujeitos com conhecimentos diferentes que potencializa a aprendizagem e o desenvolvimento. O diálogo nos grupos favorece o esclarecimento de dúvidas que muitas vezes os alunos não perguntam ao professor e, ainda, a mudança de concepção de alguns conceitos.

3 OBJETIVOS E METODOLOGIA

Buscando a melhora na aprendizagem de Química e o aumento da participação dos alunos em aula, propusemos um trabalho utilizando como estratégias metodológicas Estudos de Caso, Resolução de Problemas e também o uso da História da Ciência. Essas estratégias foram utilizadas para trabalhar os conteúdos de Evolução da Química, Modelos Atômicos, Tabela Periódica, Interações Intermoleculares e Propriedades Físicas e Químicas das Substâncias, no primeiro ano do Ensino Médio regular de uma escola pública estadual. Tais conteúdos são a base do currículo de Química do Ensino Médio, sendo utilizados durante os três anos deste nível de ensino.

Meus objetivos com este trabalho foram:

- a) Utilizar os Estudos de Caso e a Resolução de Problemas como estratégias metodológicas para desenvolver conteúdos de Química no Ensino Médio durante todo o ano letivo de 2014.
- b) Verificar se essas estratégias contribuem para que os alunos modifiquem sua postura diante da aprendizagem.
- c) Aumentar o interesse dos alunos pela disciplina de Química.
- d) Desenvolver nos estudantes algumas habilidades como ler e resolver problemas.

O trabalho foi desenvolvido com três turmas de primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública de Porto Alegre, onde sou professora. O estudo se caracterizou como pesquisa-ação, de acordo com André (2013, p. 31), pois envolveu um plano de ação, que se baseou em objetivos, no acompanhamento e controle da ação planejada e no relato concomitante desse processo.

Utilizamos nesta pesquisa a metodologia do tipo qualitativa, já que trabalhamos com interpretação da fala, da escrita e das ações dos estudantes durante as atividades propostas. Pois, de acordo com Lüdke e André (2013, p. 12) uma pesquisa qualitativa: tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento; os dados coletados são predominantemente descritivos; a preocupação com o processo é maior do que com o produto; e a análise dos dados tende a seguir um processo indutivo.

Para o desenvolvimento do trabalho dividimos os alunos em grupos e pedimos que, na medida do possível, mantivessem os mesmos grupos até o final do trabalho. A proposta foi

desenvolvida durante todo o ano letivo de 2014. Para a resolução dos casos e dos problemas os estudantes puderam utilizar livros didáticos e o laboratório de informática da escola.

Atualmente se ouve muito que a internet tem todas as informações necessárias aos estudantes, mas pouco se trabalha no sentido de ensiná-los a buscar as informações confiáveis. Quando trabalhamos a Resolução de Problemas e deixamos que os alunos utilizem a internet como ferramenta de pesquisa, estamos mostrando que eles podem encontrar muitas informações na rede, mas precisam ser criteriosos para não acreditar em qualquer informação ali disponibilizada. Além disso, eles acabam assumindo um papel ativo no desenvolvimento do seu aprendizado, como sugerem Echeverría e Pozo (1998). Utilizando este tipo de metodologia, o professor, segundo Pinto et. al. (2013), não “ensina” da maneira tradicional, mas permite e estimula a discussão dos alunos, conduzindo-a quando necessário e indicando os recursos didáticos úteis para cada situação.

O desenvolvimento do trabalho se deu em duas partes, subdivididas para uma melhor análise do crescimento dos alunos:

- a) Na primeira parte, utilizamos a História da Ciência como ponto de partida para a criação de três blocos de casos diferentes. Foram construídas três aulas com episódios da História da Ciência e, ao final de cada aula, os alunos recebiam um caso para resolver. O primeiro caso, mostrado no Quadro 1, entregue após a aula sobre a Origem da Química, foi sobre a Teoria do Flogisto. Os casos do segundo bloco, mostrados no Quadro 2, foram entregues após a aula sobre a Consolidação da Química e tratavam sobre as tentativas de classificação dos elementos químicos. E o terceiro bloco de casos, sobre as mudanças na Tabela de Mendeleev, mostrado no Quadro 3, foi aplicado após a aula sobre Evolução dos Modelos Atômicos e da Tabela Periódica.

Quadro 1 – Caso sobre a Teoria do Flogisto

CASO 1: Uma paixão de fogo

“Os quatro princípios, a água, o ar, o fogo e a terra, são princípios simultaneamente das operações do químico e das misturas sobre as quais ele opera. Enquanto instrumentos são naturais e gerais, sempre envolvidos em todas as operações químicas. Um químico nunca isolará nem caracterizará um elemento como caracteriza um corpo, o elemento não é isolável porque não se pode separá-lo de uma mistura sem desse modo se recriar uma nova mistura. O fogo, ou o calor, são então os instrumentos, o flogisto é o elemento que entra na constituição das misturas. O flogisto, enquanto elemento, permite explicar a combustão, bem como as transformações da cal em metal e do metal em cal.” Rouelle (1703-1770).

Pesquise sobre a “teoria do flogisto”, o que esta teoria explicava e onde ela falhava, qual o químico que a questionou e quais foram as proposições dele para mostrar aos químicos da época que ele estava certo.

Fonte: a autora

Quadro 2 – Casos sobre as tentativas de classificação dos elementos

CASO 2.1: Organização dos elementos

Em setembro de 1860, cerca de cento e quarenta químicos chegaram a Karlsruhe para discutir aspectos importantes para a organização da química. O congresso de Karlsruhe foi o primeiro grande congresso da química e o ponto de partida de outra história. Alguns dos participantes do congresso elaboraram nos anos seguintes sistemas de classificação dos elementos. Imagine que você é Julius Lothar Meyer, pesquise um pouco sobre sua vida e qual foi sua maior contribuição para a química, mostrando as características desta contribuição.

CASO 2.2: Organização dos elementos

Em setembro de 1860, cerca de cento e quarenta químicos chegaram a Karlsruhe para discutir aspectos importantes para a organização da química. O congresso de Karlsruhe foi o primeiro grande congresso da química e o ponto de partida de outra história. Alguns dos participantes do congresso elaboraram nos anos seguintes sistemas de classificação dos elementos. Imagine que você é John Alexander Reina Newlands, pesquise um pouco sobre sua vida e qual foi sua maior contribuição para a química, mostrando as características desta contribuição.

CASO 2.3: Organização dos elementos

Em setembro de 1860, cerca de cento e quarenta químicos chegaram a Karlsruhe para discutir aspectos importantes para a organização da química. O congresso de Karlsruhe foi o primeiro grande congresso da química e o ponto de partida de outra história. Alguns dos participantes do congresso elaboraram nos anos seguintes sistemas de classificação dos elementos. Imagine que você é William Odling, pesquise um pouco sobre sua vida e qual foi sua maior contribuição para a química, mostrando as características desta contribuição.

CASO 2.4: Organização dos elementos

Em setembro de 1860, cerca de cento e quarenta químicos chegaram a Karlsruhe para discutir aspectos importantes para a organização da química. O congresso de Karlsruhe foi o primeiro grande congresso da química e o ponto de partida de outra história. Alguns dos participantes do congresso elaboraram nos anos seguintes sistemas de classificação dos elementos. Imagine que você é Dmitri Ivanovitch Mendeleev, pesquise um pouco sobre sua vida e qual foi sua maior contribuição para a química, mostrando as características desta contribuição.

Fonte: a autora

Quadro 3 – Casos sobre as mudanças na Tabela de Mendeleev

CASO 3.1

A compreensão da estrutura do núcleo do átomo ganhou amplo terreno com a descoberta da radioatividade. Esta levaria fatalmente à descoberta do nêutron e à constatação de que a carga elétrica positiva nuclear era um parâmetro tão importante quanto o peso atômico. Imagine que você é Moseley, e pesquise qual foi a sua descoberta que causou modificações na Tabela de Mendeleev. Procure também em que ano isso ocorreu e quais as modificações causadas na Tabela de Mendeleev.

CASO 3.2

Baseado em antigos experimentos de Henry Cavendish (1731-1810), John W. Strutt, o terceiro Lord Rayleigh (1842-1919), e Sir William Ramsay (1852-1916) conseguiram caracterizar, com o auxílio da espectroscopia, em maio de 1894, um componente do ar atmosférico ainda desconhecido: um gás inerte. Imagine que você faz parte dos grupos de pesquisa destes dois cientistas e pesquise qual foi este gás descoberto e que modificações sua identificação causou na Tabela de Mendeleev.

CASO 3.3

Em 1751, o mineralogista Alex F. Cronstedt (1722-1765) descobriu, em Ytterby, pequena cidade próxima de Estocolmo, um mineral denso ainda desconhecido. Em 1788, aí também, numa pedreira, foi descoberta uma rocha preta, pelo Tenente Arrhenius; esse mineral mais tarde foi chamado de “gadolinita”. O estudo desses minerais daria início a uma série de eventos que levariam à descoberta dos lantanídeos, elementos que ocupariam lugar de destaque na classificação periódica. Pesquise o que são os lantanídeos, quais suas características e como eles foram colocados na Tabela de Mendeleev.

CASO 3.4

Seaborg publicou a primeira tabela periódica, na qual, novos elementos apareciam como fazendo parte de uma série chamada de “série dos actínídeos”. Imagine que você faz parte do grupo de pesquisadores de Seaborg e explique que série é esta, por que tem este nome, quais as características dos elementos que pertencem a ela e onde eles foram colocados na Tabela Periódica.

CASO 3.5

A ordenação dos elementos básicos do universo material, fruto dos trabalhos de Döbereiner, Chancourtois, Meyer, Mendeleev e muitos outros, vem mostrar que a construção do mundo físico, mesmo se obra do acaso, é uma estupenda criação que o homem tem conseguido revelar. Como um pesquisador explique aos seus colegas como a Tabela Periódica é organizada hoje e quais as suas principais características.

Fonte: a autora

- b) Na segunda parte, os alunos receberam um dos blocos de problemas após o conteúdo de Ligações Químicas. Esses problemas, que utilizam os conceitos de Interações Intermoleculares, estão no (Quadro 4). Após assistirem a um episódio da série *Breaking Bad*, receberam o segundo bloco de problemas (Quadro 5), sobre a Reação de Térmite.

Quadro 4 – Problemas sobre Interações Intermoleculares

PROBLEMA 1

A solubilidade é um dos temas mais relevantes da área da química, tanto pela sua importância intrínseca quanto pela variedade de fenômenos e propriedades químicas envolvidas no seu entendimento. O processo de solubilização de uma substância química resulta da interação entre a espécie que se deseja solubilizar (soluto) e a substância que a dissolve (solvente). Um grupo de alunos recebeu de seu professor a mistura de água com sal de cozinha (NaCl). Eles precisam separar o NaCl da água mas não podem aquecer a mistura. Para que eles façam a separação o professor entregou mais três líquidos: óleo de soja, álcool e gasolina. Vocês são este grupo de alunos, pesquisem com qual dos líquidos a separação da mistura será possível e explique como ela ocorreu utilizando conceitos de ligações químicas e interações intermoleculares.

PROBLEMA 2

A solubilidade é um dos temas mais relevantes da área da química, tanto pela sua importância intrínseca quanto pela variedade de fenômenos e propriedades químicas envolvidas no seu entendimento. O processo de solubilização de uma substância química resulta da interação entre a espécie que se deseja solubilizar (soluto) e a substância que a dissolve (solvente). Um grupo de alunos recebeu de seu professor a mistura de água com KCl. Eles precisam separar o KCl e para que eles façam a separação o professor entregou mais três líquidos: óleo de soja, álcool e gasolina. Vocês são este grupo de alunos, pesquisem com qual dos líquidos a separação da mistura será possível e explique como ela ocorreu utilizando conceitos de ligações químicas e interações intermoleculares.

PROBLEMA 3

A água é conhecida como solvente universal porque uma grande quantidade de substâncias se dissolve nela. Porém, isso não acontece com todas as substâncias, como no caso do óleo. Nesta mistura formam-se duas fases, sendo que o óleo fica na parte de cima, por ser menos denso que a água. Pesquisem as fórmulas da água e do óleo, determinem quais tipos de ligações químicas essas substâncias fazem e, utilizando conhecimentos de ligações químicas e interações intermoleculares, expliquem por que o óleo e a água não se misturam.

PROBLEMA 4

A guerra contra a máfia da gasolina adulterada ganhou um reforço, o Ministério Público de São Paulo decidiu fiscalizar fraudadores e distribuidoras que abastecem o mercado da adulteração. Em alguns postos da capital paulista, medições revelaram que as bombas forneciam bem menos gasolina do que marcavam os mostradores. Em um posto da Vila Guilherme, na Zona Norte, o teste feito dentro do próprio posto revelou que a gasolina está fora da especificação, pois tem um teor de álcool anidro misturado à gasolina de 61%, quando o máximo permitido seria 26%. Além do álcool, quais outros combustíveis podem ser usados para fraudar a gasolina? Se a água é um líquido mais barato do que o álcool, expliquem, utilizando conhecimentos de ligações químicas e interações intermoleculares, por que os postos não a utilizam na fraude.

PROBLEMA 5

Vocês sabem o que aquele simples resto de óleo utilizado para fritar alimentos em sua casa pode causar ao meio ambiente, se jogado no ralo da pia ou na descarga do banheiro? Segundo Josenildes Gomes, engenheira química da Universidade Federal da Bahia (UFBA), para cada litro de óleo descartado incorretamente, 10 mil litros de água são contaminados. Então, para ajudar a preservar o meio ambiente você pode transformá-lo em sabão em barra. Mas se o sabão é feito de gordura, como ele pode limpar a gordura? Pesquisem como é a fórmula estrutural da molécula do sabão, quais os elementos que a formam e quais os tipos de ligações químicas presentes nela. Expliquem, utilizando conceitos de ligações químicas e interações intermoleculares, qual é o mecanismo de ação do sabão.

PROBLEMA 6

Os detergentes são produtos sintéticos produzidos a partir de derivados do petróleo. Estes compostos começaram a ser produzidos comercialmente a partir da Segunda Guerra Mundial devido à escassez de óleos e gorduras necessárias para a fabricação de sabões. Nos Estados Unidos, já no ano de 1953, o consumo de detergentes superava o de sabões. Pesquisem como é a fórmula estrutural da molécula do detergente, quais os elementos que a formam e quais os tipos de ligações químicas presentes nela. Expliquem, utilizando conceitos de ligações químicas e interações intermoleculares, qual é o mecanismo de ação do detergente.

PROBLEMA 7

A procura por produtos e processos capazes de alisar os cabelos é cada vez maior nos salões de beleza. Devido a isso, diferentes produtos e tipos de tratamento são oferecidos às clientes. Contudo, a diferença entre a ação dos ativos, os danos causados por esses, e a efetividade do tratamento para cada tipo de cabelo são desconhecidas. Um destes ativos é o tioglicolato (o mais usado pelos produtos de marcas famosas). Pesquisem a fórmula estrutural do tioglicolato, mostrando quais elementos a formam e quais tipos de ligações químicas ela apresenta. Expliquem ainda, utilizando conceitos de ligação química e interação intermolecular, como o tioglicolato age para que o cabelo crespo fique liso.

PROBLEMA 8

A procura por produtos e processos capazes de alisar os cabelos é cada vez maior nos salões de beleza. Devido a isso, diferentes produtos e tipos de tratamento são oferecidos às clientes. Contudo, a diferença entre a ação dos ativos, os danos causados por esses e a efetividade do tratamento para cada tipo de cabelo são desconhecidas. Um destes ativos é o Hidróxido de sódio (NaOH). Mostrem que tipos de ligações químicas o NaOH apresenta e expliquem, utilizando conceitos de ligações químicas e interações intermoleculares, como ele age para que o cabelo crespo fique liso e quais os riscos de seu uso.

Os problemas criados sobre interações intermoleculares (Quadro 4) são classificados como problemas escolares. Segundo Pozo e Crespo (1998, p. 78), este tipo de problema tem como objetivo gerar nos alunos conceitos, procedimentos e atitudes próprios da ciência, que sirvam para compreender e responder melhor às perguntas a respeito do funcionamento cotidiano, da natureza e da tecnologia.

Quadro 5 – Problemas sobre a Reação de Térmite

PROBLEMA 1

O que é a Reação de Térmite? Quais os compostos e elementos que participam desta reação? Um dos reagentes utilizados na Reação de Térmite foi retirado de um brinquedo de criança, uma lousa mágica. Como funciona uma lousa mágica? Qual substância foi obtida dentro dessas lousas e quais as propriedades desta substância? Onde mais poderia ser encontrada esta substância?

PROBLEMA 2

O que é a Reação de Térmite? Quais os compostos e elementos que participam desta reação? Quando Jesse questiona se a Reação de Térmite seria suficiente para arrombar a fechadura de uma porta de aço, Walter conta a história da maior arma já feita, a *Gustav Gun*, e diz que um “saquinho” daqueles seria suficiente para atravessar 10 cm de aço e destruir esta arma para sempre. O que acontece na Reação de Térmite que permite atravessar o aço? Do que o aço é composto? Quais as principais propriedades do aço?

PROBLEMA 3

O que é a Reação de Térmite? Quais os compostos e elementos que participam desta reação? Quando Jesse questiona se a Reação de Térmite seria suficiente para arrombar uma porta de aço, Walter conta a história da maior arma já feita, a *Gustav Gun*, e diz que um “saquinho” daqueles seria suficiente para atravessar 10 cm de aço e destruir esta arma para sempre. Se a Reação de Térmite é tão “poderosa” como descrita, explique porque Walter joga o “saquinho” preparado em Jesse e nada acontece. Em que tipo de materiais essa reação não funcionaria? Se o “saquinho” fosse arremessado com força contra a fechadura da porta de aço o que aconteceria?

PROBLEMA 4

O que é a Reação de Térmite? Quais os compostos e elementos que participam desta reação? Durante o roubo, além do “saquinho” preparado, Walter utiliza um maçarico. Por que é necessário o uso do maçarico? Por que não utilizar um isqueiro? O que poderia ser utilizado no lugar do maçarico?

PROBLEMA 5

O que é a Reação de Térmite? Quais os compostos e elementos que participam desta reação? Durante o roubo Walter e Jesse utilizam a Reação de Térmite para arrombar a fechadura de uma porta de aço. Se a porta fosse feita de outros metais a reação continuaria sendo eficiente? Por quê? Pesquise qual tipo de material poderia resistir a essa reação.

PROBLEMA 6

O que é a Reação de Térmite? Quais os compostos e elementos que participam desta reação? Durante o roubo Walter e Jesse utilizam a Reação de Térmite para arrombar a fechadura de uma porta de aço. Um dos reagentes utilizados nessa reação é o alumínio. Quais as propriedades do alumínio que favorecem a reação? Poderia ser utilizado outro metal no lugar do alumínio? Qual o uso industrial da Reação de Térmite?

Fonte: a autora

A apresentação de um trecho do episódio 7 da primeira temporada do seriado *Breaking Bad* (2006), no qual uma das personagens abre uma porta de aço utilizando a Reação de Térmite, foi usada como forma de motivação para os problemas mostrados no Quadro 5, principalmente por ser um seriado que os alunos conheciam e costumavam assistir.

A utilização de vídeos modifica a postura e as expectativas dos alunos em relação à aula, e cabe ao professor aproveitar essa expectativa positiva para atraí-los para os conteúdos da sua disciplina já que podem ser usados como sensibilização: para introduzir um novo assunto, despertar a curiosidade e motivar os alunos (MORAN, 1995). A utilização de vídeos em sala de aula auxilia ainda na preparação para a aprendizagem, a qual envolve a atenção, a motivação e a expectativa, que conforme Papalia, Olds e Feldman (2009) desencadeiam a recuperação de informações, o armazenamento e, por fim, a generalização.

A avaliação do trabalho se deu de três formas: participação dos alunos durante a resolução das situações problemas, apresentação para a turma e entrega de um relatório escrito. O instrumento utilizado para a coleta de dados foi o diário de campo da pesquisadora. Durante a resolução dos problemas e posterior apresentação para a turma foram avaliados os seguintes quesitos:

- a) identificação do problema: o grupo conseguiu ou não identificar o problema;
- b) formulação de hipóteses que simplificam, modelam ou conjecturam acerca da situação do problema: como se organizaram para a realização da pesquisa;
- c) exploração dos diferentes caminhos de resolução até chegar à solução: coletaram informações de várias fontes ou de uma só;
- d) avaliação da solução: conseguiram ou não chegar à resposta;
- e) consolidação do que se aprenderam com a resolução do problema: conclusão do grupo.

Esses critérios de avaliação foram baseados nos Pontos-chave na Resolução de Problemas propostos por Bernardino Lopes (1994).

Nos gráficos da seção de Resultados e Discussão, apresentaremos os dados classificados em categorias de acordo com as habilidades desenvolvidas. Para cada uma das categorias, mostradas no Quadro 6, era atribuído um conceito: “Atingiu Satisfatoriamente”, “Atingiu Parcialmente”, “ Não Atingiu” e “Não Apresentou”. Os conceitos foram atribuídos de acordo com os critérios descritos no Quadro 6.

Quadro 6 – Critérios para a atribuição de conceitos.

Conceito Critério	Atingiu Satisfatoriamente	Atingiu Parcialmente	Não Atingiu	Não apresentou
Identificação do problema	Todos os componentes do grupo participaram da resolução e o grupo conseguiu identificar o problema	Todos os componentes do grupo participaram da resolução, mas precisaram de ajuda para identificar o problema	Nem todos os componentes do grupo participaram da resolução e o grupo conseguiu identificar o problema	Nem todos os componentes do grupo participaram da resolução e precisaram de ajuda para identificar o problema
Formulação de hipóteses	Todos os componentes do grupo buscaram informações para serem discutidas	Nem todos os componentes do grupo buscaram informações para serem discutidas	Nem todos os componentes do grupo buscaram informações para serem discutidas e precisaram de ajuda para essa busca	Apenas um ou dois componentes do grupo buscaram informações para serem discutidas e precisaram de ajuda para essa busca
Exploração dos diferentes caminhos de resolução até chegar à solução	Todos os componentes do grupo discutiram juntos sobre as informações coletadas	Nem todos os componentes do grupo discutiram juntos sobre as informações coletadas	As informações coletadas pelo grupo não iriam resolver o problema	Um ou dois integrantes do grupo discutiram as informações coletadas, e estas não iriam resolver o problema
Avaliação da solução	Todos os componentes do grupo avaliaram as informações e chegaram à solução	Chegaram à resposta do problema, mas não a identificaram	Não apresentaram todos os dados necessários, ou não chegaram à resposta do problema	Não chegaram à resposta do problema
Consolidação do que se aprendeu com a Resolução do Problema	Apresentaram de forma coerente, explicaram e mostraram todos os dados necessários	Apresentaram de forma confusa, apenas lendo dados sem identificar a solução do problema. (Falta de interpretação)	Apenas leram dados, sem chegar à uma conclusão e, sem chegar à solução do problema. (Falta de dados)	Faltaram à apresentação ou estavam presentes, mas não apresentaram

Fonte: a autora.

A participação dos alunos foi avaliada como conteúdo procedimental e atitudinal, já que após as apresentações cada aluno avaliava a sua participação no grupo comparada aos demais integrantes e definia para si mesmo um conceito. Quem não participava de alguma das partes do processo não recebia o mesmo conceito dos componentes que participaram de todo o processo e os que não apresentavam o resultado final não eram avaliados.

A avaliação da participação se apoia nas ideias de Pozo (1996 *apud* Pozo e Crespo 2009, p. 39):

O importante é que, considerando a resistência ao esquecimento de cada resultado de aprendizagem, quando o aluno esqueceu boa parte dos conhecimentos conceituais e procedimentais que aprendeu dessa maneira,

com certeza ainda irá perdurar nele uma boa parte das atitudes por meio das quais adquiriu esses conhecimentos já esquecidos.

Assim a participação do aluno em todas as fases da resolução e na comunicação dos resultados é imprescindível. De nada adianta participar apenas em uma das etapas, pois cada etapa tem um objetivo e desenvolve habilidades diferentes das outras.

Antes de iniciarmos a discussão dos resultados, acreditamos que seja importante uma apresentação dos alunos participantes. Esses alunos fazem parte de comunidades de periferia de Porto Alegre e estudam em uma Escola Pública Estadual. Parte deles estuda nesta escola desde o início de sua vida escolar e parte entrou na escola no ano de 2014 para cursar o Ensino Médio.

A Escola tem em torno de 1000 alunos, sendo que o turno da manhã atende primeiros e segundos anos do Ensino Fundamental I e todas as séries do Ensino Médio. O turno da tarde recebe alunos do primeiro ao nono anos do Ensino Fundamental e no turno da noite estudam alunos de Ensino Médio Politécnico e também alunos na modalidade EJA (Educação de Jovens e Adultos) para completar o Ensino Fundamental.

Na Escola existe uma organização diferente da maioria das outras, que são as salas ambiente: cada professor tem sua sala de aula e, a cada troca de disciplina no horário, os alunos é que se movimentam e trocam de sala. Isso iniciou há aproximadamente 10 anos para reduzir a depredação das salas de aula e se mantém até os dias de hoje. Essa organização possibilita que na Sala de Química se tenha equipamentos e reagentes para realizar aulas práticas quando necessário. Entretanto, muitos alunos aproveitam a troca de sala para não entrar na aula seguinte.

Este trabalho foi realizado com as três turmas de primeiro ano do Ensino Médio do turno da manhã. Duas delas compostas por alunos vindos do Ensino Fundamental da própria escola e uma formada por alunos novos, ou seja, vindos de outras escolas. Iniciamos o trabalho com 90 alunos, mas terminamos com aproximadamente 70 alunos, em função de abandonos, transferências ou desistência de ir à escola no final do ano letivo. Tínhamos em cada turma dois períodos semanais de Química, sendo eu a professora regente das três turmas. Todos os alunos que participaram da pesquisa assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido encontrado no Apêndice A.

A turma 1 era formada por alunos vindos do Ensino Fundamental da própria escola. Como eles já se conheciam bem, interagem e conversavam muito. Muitos alunos não entregavam as atividades solicitadas, não eram pontuais com o horário e alguns não eram

assíduos. Nesta turma existia um núcleo de alunos muito irônicos que faziam brincadeiras que beiravam o desrespeito e utilizavam os celulares o tempo todo em aula para acessar as redes sociais.

A turma 2 também era formada por alunos que já haviam cursado o Ensino Fundamental na Escola e já tinham bastante intimidade entre si. Eram agitados, mas nesta turma existia um núcleo de alunos bastante interessados e dedicados. A maioria dos alunos entregava todas as atividades propostas e era frequente em aula. E, além de fazer as atividades, buscavam fazê-las bem feitas.

A turma 3 era formada por alunos novos na Escola e ainda pouco integrados à rotina da Escola. Bastante agitados e brincalhões, reagiam com descaso aos trabalhos e aos professores. Eles realizavam os trabalhos sem se preocupar com o resultado final. Também utilizavam muito os celulares em aula para acessar as redes sociais, testavam os limites da professora e nos desafiavam todo o tempo.

Das cinco atividades analisadas, quatro foram desenvolvidas por mim, já que era a professora titular das turmas, e uma em conjunto com uma estagiária, no segundo semestre do ano letivo. Além disso, a Escola participa do PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) o que nos possibilitava ter o acompanhamento dos Bolsistas do programa nas aulas e nas orientações dos grupos.

Os relatos do trabalho são o resultado das observações feitas por mim, registradas regularmente no diário de campo. Segundo Porlán e Martín (1999), o diário de campo é um guia para a reflexão sobre a prática, favorecendo a tomada de consciência do professor sobre seu processo de evolução e seus modelos de referência. Nele busquei identificar as atitudes dos alunos frente às atividades propostas. Os relatórios escritos não foram analisados, pois não eram objetos de coletas de dados, já que nesse primeiro momento o meu objetivo era desenvolver nestes alunos maior autonomia no aprendizado e maior participação nas aulas.

Para a primeira atividade os resultados são apresentados de modo agrupado, abrangendo os dados de todos os alunos das três turmas, já que todos os alunos resolveram o mesmo Caso. Nas outras quatro atividades, como os Casos/Problemas eram diferentes, comparamos os resultados dos grupos que resolveram os Casos/Problemas iguais nas diferentes turmas. As modificações nos integrantes dos grupos serão descritas a cada atividade.

As turmas foram numeradas de 1 a 3 e os grupos de cada turma com 1.1, 1.2, 2.1, 3.1 e assim por diante, onde o primeiro número indica a turma e o segundo o grupo. Iniciamos o trabalho com 24 grupos (7 grupos na turma 1, 7 grupos na turma 2 e 10 grupos na turma 3) e

12 grupos se mantiveram com quase a mesma composição até a última atividade, possibilitando um melhor acompanhamento desses grupos de alunos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RELATO DAS OBSERVAÇÕES E ANÁLISE DOS RESPECTIVOS RESULTADOS DA RESOLUÇÃO DOS CASOS/PROBLEMAS

Dispomos nesta parte as observações realizadas durante a aplicação dos Estudos de Caso e dos Problemas. Essas observações foram feitas desde a entrega das atividades aos grupos até a apresentação das resoluções para a turma e registradas no diário de campo da pesquisadora. Como a presente pesquisa tem caráter qualitativo, não nos preocupamos apenas com o resultado final, mas com qualquer avanço que os alunos tenham durante o processo.

4.1.1 Caso sobre a Teoria do Flogisto

Este Caso foi o primeiro contato dos alunos com a metodologia. Nessa aula abordamos alguns aspectos da História da Ciência que traziam as possíveis origens da Química e contavam um pouco de seu desenvolvimento até a formulação da Teoria do Flogisto. O texto usado nesta aula encontra-se no Apêndice B. Nesta parte da história eles receberam o primeiro Caso e as orientações para o desenvolvimento das atividades.

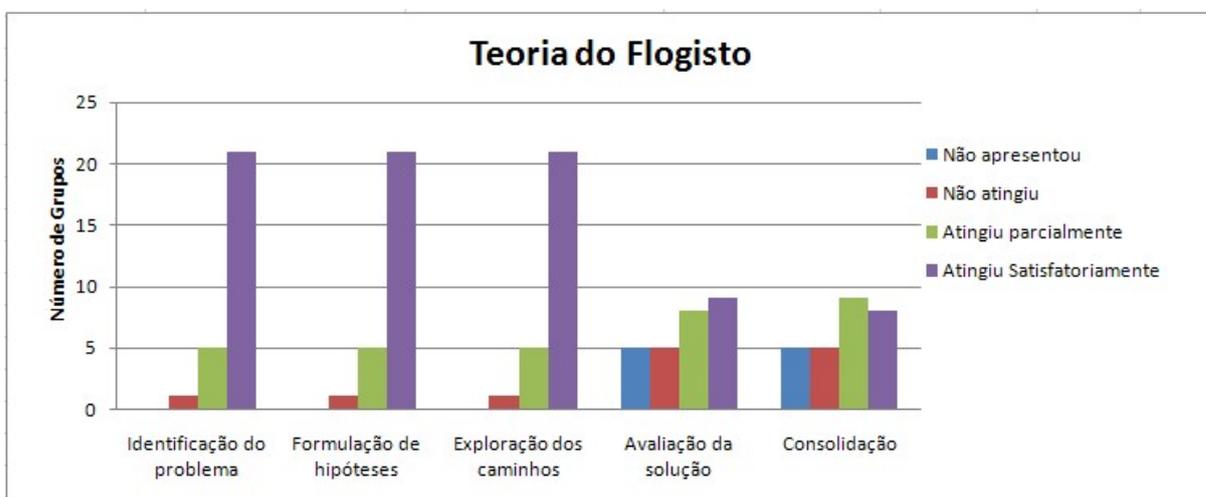
Após formarem grupos, foram levados ao laboratório de informática para a realização da pesquisa e resolução do Caso. Durante a busca eles me questionavam e aos bolsistas para chegar à resposta e nós devolvíamos como resposta outra pergunta. O objetivo específico desta atividade era que os alunos desenvolvessem a competência: resolver o caso proposto a partir de pesquisas bibliográficas sobre a História da Ciência. E para obter o conceito “Atingiu Satisfatoriamente”, deveriam: conhecer a teoria do flogisto, saber quem a questionou e como ele provou que estava certo. O caso aplicado nesta etapa está apresentado no Quadro 1.

Apesar de na aula destinada para a pesquisa todos os grupos mostrarem o trabalho concluído, muitos grupos faltaram à aula seguinte, no dia da apresentação. Nas turmas 1 e 2, apenas dois dos seus sete grupos cada uma apresentaram o trabalho e obtiveram conceito “Atingiu Satisfatoriamente”, já na turma 3 foram quatro dos onze grupos que obtiveram esse conceito. A turma 1 foi a turma com maior número de grupos ausentes ou que não apresentaram. E a turma 3, no dia da apresentação tinha todos os alunos em aula, ou seja, os que não apresentaram não fugiram à responsabilidade como geralmente acontece.

No gráfico 1, colocamos um panorama geral do desempenho dos estudantes das três turmas juntas, já que o Caso era igual para todos os grupos. O gráfico quantifica o número total de grupos que obteve cada conceito em cada uma das etapas. Observamos que os alunos fizeram as atividades em aula, pois nas etapas de identificação do problema, formulação de

hipóteses e exploração dos caminhos, mais de 20 grupos atingiram satisfatoriamente os objetivos da etapa. Mas talvez por desorganização ou inibição, não trouxeram a resolução na aula seguinte para apresentar. Alguns já faltaram à aula para não apresentar e outros diziam que o trabalho estava no caderno do colega que faltou, ou que não trouxe o caderno onde estava o trabalho, mesmo que a orientação da professora tenha sido para que todos tivessem em seu caderno a resolução. Por isso, no gráfico 1 observamos que o número de grupos que atingiu satisfatoriamente os objetivos das etapas de avaliação da solução e consolidação reduziu significativamente em relação às etapas realizadas na aula anterior.

Gráfico 1 – Desempenho dos estudantes na primeira atividade.



Fonte: a autora

4.1.2 Casos sobre as tentativas de organização dos elementos químicos

Nessa aula abordamos alguns aspectos da História da Ciência que iam de Lavoisier até o Congresso de Karlsruhe na Alemanha. O texto usado nesta aula encontra-se no Apêndice C. Nesta parte da história os alunos receberam o segundo Caso e as orientações para o desenvolvimento das atividades. Novamente formaram grupos, com a orientação de manter os mesmos componentes da primeira atividade, e iam ser levados ao laboratório de informática para o desenvolvimento da pesquisa, mas como a escola estava sem serviço de internet, a professora disponibilizou material bibliográfico para a pesquisa em sala de aula.

Nesse Caso os alunos tinham que resolver a situação proposta a partir de pesquisas bibliográficas baseadas na História da Ciência e explicar as tentativas de organização dos elementos químicos. E para obter o conceito “Atingiu Satisfatoriamente”, deveriam: saber quem foi o cientista, qual sua maior contribuição para a Química e explicar essa contribuição.

Como nesta etapa foram quatro Casos diferentes, vou comparar os resultados dos grupos que resolveram o mesmo Caso. Os casos aplicados nesta etapa estão apresentados no Quadro 2.

4.1.2.1 Caso sobre Julius Lothar Meyer

Todos os grupos que resolveram este Caso obtiveram o resultado “Atingiu Satisfatoriamente” em todos os critérios. A seguir comentaremos a situação dos grupos que mudaram de componentes ou de conceito da primeira para a segunda atividade. O grupo 1.3 modificou seus componentes do primeiro para o segundo caso, obtendo crescimento, passou de “Atingiu Parcialmente” para “Atingiu Satisfatoriamente”. O grupo 1.6 acrescentou nova componente e também obteve crescimento, saiu do “Não Atingiu” para “Atingiu Satisfatoriamente”. O grupo 2.1 se dividiu no segundo trabalho, então os identifiquei como 2.1.1 e 2.1.2. Essa divisão mostrou-se positiva, pois o grupo melhorou: passou de “Atingiu Parcialmente” para “Atingiu Satisfatoriamente”. O grupo 2.5 manteve os mesmos componentes do primeiro trabalho e melhorou seu rendimento, foi de “Não Apresentou” para “Atingiu Satisfatoriamente”. O grupo 3.2 teve a entrada de dois novos componentes e manteve o bom rendimento mostrado no primeiro Caso. O grupo 3.10 acrescentou um novo componente que não mudou o rendimento do grupo.

Observamos, portanto, a melhora no desempenho dos grupos que não tinham atingido o conceito máximo do primeiro para o segundo Caso. Além disso, todos os grupos que já haviam atingido satisfatoriamente todos os critérios no primeiro Caso mantiveram esse bom desempenho neste segundo Caso.

4.1.2.2 Caso sobre John Alexander Reina Newlands

Dos cinco grupos que resolveram este Caso, três obtiveram o conceito “Atingiu Satisfatoriamente”, um “Atingiu Parcialmente” e um “Não Atingiu”. O grupo 1.5 se manteve com os mesmos componentes do primeiro para o segundo Caso, mas dos três componentes, apenas um aluno foi à aula e apresentou o trabalho, mostrando individualmente seu crescimento, passando de “Não Apresentou” para “Atingiu Parcialmente”. O grupo 1.7 trocou um integrante e teve crescimento: foi de “Não Apresentou” para “Atingiu Satisfatoriamente”. O grupo 2.1, que no segundo trabalho se dividiu em 2.1.1 e 2.1.2, também nesse Caso melhorou seu desempenho: passou de “Atingiu Parcialmente” para “Atingiu Satisfatoriamente”. O grupo 2.4 perdeu um componente e melhorou seu rendimento passando de “Não Apresentou” para “Atingiu Satisfatoriamente”. O grupo 3.9 manteve-se igual e

considerarei que melhorou, pois passou de “Não Apresentou” para “Não Atingiu”. Mesmo sendo pequena a melhora, mostra que os integrantes se dispuseram a participar da atividade toda, ao contrário do primeiro Caso, onde não participaram da apresentação.

Neste Caso também podemos observar que os grupos com bom desempenho no primeiro Caso mantiveram seu desempenho, enquanto houve crescimento dos grupos com dificuldades, do primeiro para o segundo Caso.

4.1.2.3 Caso sobre William Odling

Os seis grupos que resolveram esse Caso conseguiram o conceito “Atingiu Satisfatoriamente”. O grupo 1.1 se manteve igual do primeiro para o segundo Caso e manteve o bom rendimento. O grupo 1.4 trocou um integrante e teve crescimento, passou de “Atingiu Parcialmente” para “Atingiu Satisfatoriamente”. O grupo 2.2 manteve o mesmo grupo e melhorou, foi de “Atingiu Parcialmente” para “Atingiu Satisfatoriamente”. O grupo 2.3 manteve o mesmo grupo e o bom resultado. O grupo 3.1 acrescentou dois componentes e melhorou, passou de “Atingiu Parcialmente” para “Atingiu Satisfatoriamente”. Os grupos 3.7 e 3.8 se uniram e se ajudaram a melhorar seus rendimentos.

Portanto, os grupos que participaram da resolução deste Caso também demonstraram crescimento do primeiro Caso para este.

4.1.2.4 Caso sobre Dmitri Ivanovitch Mendeleev

Quatro grupos resolveram este caso, e dos quatro apenas um grupo não obteve conceito “Atingiu Satisfatoriamente”. O grupo 1.2 se manteve igual do primeiro para o segundo caso e manteve o bom rendimento. O grupo 2.6 trocou dois integrantes e manteve o bom rendimento. O grupo 3.3 perdeu um componente e melhorou seu rendimento passou de “Atingiu Parcialmente” para “Atingiu Satisfatoriamente”. O grupo 3.5 trocou um integrante e isso pode ter feito com que o rendimento do grupo melhorasse, saindo de “Não Apresentou” para “Atingiu Parcialmente”.

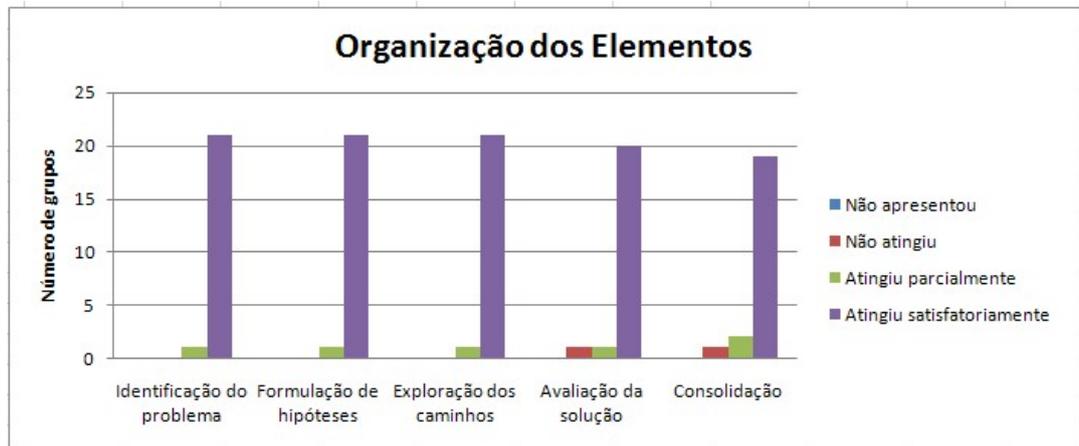
Aqui também se verifica que os grupos que não tinham o conceito máximo no primeiro Caso conseguiram melhorar seus rendimentos.

4.1.2.5 Panorama geral das três turmas na segunda atividade

Comparando os resultados do primeiro Caso para o segundo, observamos uma melhora na participação dos alunos, principalmente nas apresentações, onde tivemos o maior número de alunos com conceitos “Não Atingiu” ou “Não Apresentou” no primeiro Caso.

Isso pode ser observado melhor no gráfico 2, que consolida os resultados de todos os grupos na segunda atividade.

Gráfico 2 – Desempenho dos estudantes na segunda atividade.



Fonte: a autora

4.1.3 Casos sobre as mudanças na Tabela de Mendeleev

Nessa etapa do trabalho, retomamos aspectos da História da Ciência que já tínhamos trabalhado nos Casos anteriores e avançamos até as teorias sobre os Modelos Atômicos, então os alunos receberam terceiro Caso e as orientações para o desenvolvimento das atividades. O texto usado nesta aula encontra-se no Apêndice D. Novamente formaram grupos, com a orientação de manter os mesmos componentes da primeira atividade e como ainda estávamos sem serviço de internet na escola, a professora novamente disponibilizou material para a pesquisa bibliográfica em sala de aula.

Novamente como são cinco Casos diferentes em cada turma, compararemos os resultados entre os grupos das três turmas que tiveram o mesmo Caso para resolver. Nesse Caso os alunos tinham que resolver a situação proposta a partir de pesquisas bibliográficas baseadas na História da Ciência e explicar as mudanças ocorridas na Tabela de Mendeleev para que ela chegasse ao formato que tem hoje. Os casos aplicados nesta etapa estão apresentados no Quadro 3.

4.1.3.1 Caso sobre Moseley

Para que os alunos obtivessem o conceito “Atingiu Satisfatoriamente” eles deveriam saber qual a descoberta de Moseley que modificou a Tabela de Mendeleev, identificar o ano da descoberta e mostrar quais foram essas modificações.

Dos quatro grupos que resolveram este Caso, apenas um não apresentou. O grupo 1.1 mudou dois componentes e manteve o bom desempenho. O grupo 2.2 manteve o grupo e o resultado positivo. O grupo 2.3 trocou dois componentes e melhorou o resultado, passou de “Atingiu Parcialmente” para “Atingiu Satisfatoriamente”. O grupo 3.9 faltou à aula no dia da apresentação.

Nesta atividade temos três situações diferentes: os grupos que melhoraram na segunda atividade e mantiveram o resultado positivo na terceira atividade (grupos 1.1 e 2.2), o grupo que ainda precisava crescer e cresceu (grupo 2.3) e o grupo que melhorou da primeira para a segunda atividade e voltou ao resultado ruim na terceira (grupo 3.9).

4.1.3.2 Caso sobre gases nobres

Nesta atividade os alunos precisavam saber qual foi o primeiro gás nobre descoberto e mostrar as modificações na Tabela Periódica a partir do isolamento dos gases nobres.

Três grupos resolveram este Caso, e destes apenas um não atingiu os objetivos. O grupo 1.10 recebeu esse número, pois foi um grupo novo que se formou nesta fase do trabalho. Dois dos participantes continuaram com o rendimento baixo em relação aos casos anteriores e um participante piorou seu desempenho, provavelmente em função do novo grupo. O grupo 2.1 se uniu novamente (2.1.1 e 2.1.2) e continuou com o bom rendimento. O grupo 3.1 manteve o grupo e o rendimento.

Analisando estes grupos, foi possível concluir que muitas vezes o grupo de alunos que se unem para realizar uma atividade pode definir a melhora ou piora no rendimento individual dos integrantes. Segundo Pozo e Crespo (2009, p. 35) uma forma de modificar as atitudes de certos alunos – por exemplo, um aluno que não colabora – pode ser tentar mudar sua filiação grupal, designando-o para outro grupo com atitudes, pelo menos até certo ponto, divergentes das suas, um grupo no qual todos cooperem. Com o grupo 1.10 observamos exatamente o que Pozo e Crespo colocam, só que ao invés de um aluno descomprometido ir para um grupo que trabalha bem, um aluno tido como bom foi para um grupo descomprometido e acabou por baixar seu rendimento.

4.1.3.3 Caso sobre os lantanídeos

Para esta atividade os alunos precisavam: saber o que são lantanídeos, conhecer suas características e mostrar onde foram colocados na Tabela de Mendeleev. Dos três grupos que tinham que resolver este Caso, apenas um não obteve o conceito máximo.

O grupo 1.5 manteve seus componentes, mas decaiu de rendimento em comparação ao segundo Caso: apenas dois integrantes apresentaram, mas faltando informações, um faltou e um não quis apresentar. O grupo 2.4 acrescentou um componente e manteve o resultado positivo. O grupo 3.7 continuou unido com o 3.8 e, mantiveram o bom rendimento.

Portanto, apenas o grupo 1.5 voltou ao rendimento ruim da primeira atividade, mas os outros dois grupos conseguiram continuar no patamar positivo.

4.1.3.4 Caso sobre os actinídeos

Para obter conceito máximo nesta atividade os alunos precisavam: saber o que são actinídeos, conhecer suas características e mostrar onde foram colocados na Tabela de Mendeleev. Três grupos tinham este Caso para resolver e um deles não apresentou a resolução.

Os grupos 2.5 e 3.3 mantiveram seus componentes e mantiveram também o bom rendimento. O grupo 3.10 foi o que não apresentou, pois todos os seus componentes faltaram à aula no dia da apresentação. Nesta atividade o grupo 3.10, que vinha bem nas outras atividades, piorou seu desempenho, passando de “Atingiu Satisfatoriamente” para “Não Apresentou”.

4.1.3.5 Caso sobre a Tabela Periódica Moderna

Nesta atividade os alunos deveriam: conhecer a Tabela Periódica, explicar como é organizada e mostrar suas principais características. Três grupos resolveram este Caso e um deles não atingiu o conceito máximo.

Os grupos 1.2 e 1.7 se uniram e essa união continuou com o bom rendimento dos integrantes. O grupo 2.6 acrescentou dois integrantes e manteve o bom rendimento. O grupo 3.2 manteve o grupo e o rendimento.

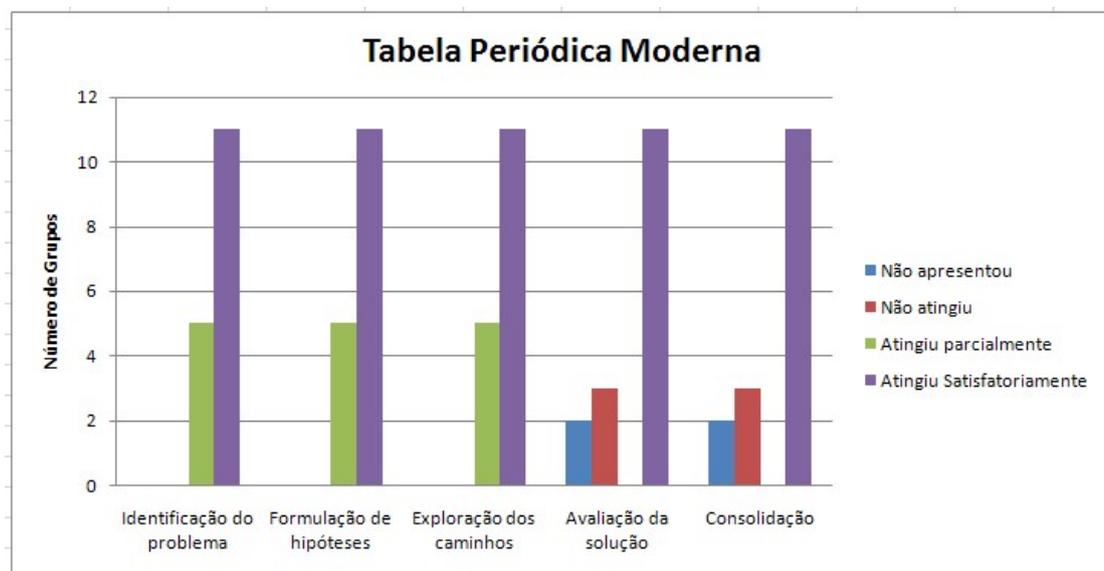
Novamente podemos trazer Pozo e Crespo (2009, p. 35) que relatam que o grupo pode definir as atitudes dos integrantes. Dois grupos se uniram (1.2 e 1.7) e o grupo que anteriormente tinha rendimento ruim, melhorou.

4.1.3.6 Panorama geral das três turmas na terceira atividade

Comparando os resultados do primeiro para o segundo Caso e do segundo para o terceiro Caso, observamos uma melhora geral na participação dos alunos, principalmente nas apresentações, onde tivemos o maior número de alunos com conceitos diferentes de “Atingiu Satisfatoriamente” no primeiro Caso. Já do segundo para o terceiro Caso, observamos que o

rendimento praticamente se manteve igual. Isso pode ser observado melhor no gráfico 3, que consolida os resultados das três turmas em conjunto.

Gráfico 3 – Desempenho dos estudantes na terceira atividade.



Fonte: a autora

4.1.4 Problemas sobre interações intermoleculares

Esta atividade foi aplicada no segundo semestre do ano letivo, fazendo parte do segundo bloco de problemas, após trabalharmos o conteúdo de ligações químicas e antes de entrar nos conceitos de interações intermoleculares. No início da aula solicitamos que formassem grupos, mantendo na medida do possível os mesmos grupos do início da aplicação e em seguida entregamos os problemas sobre interações intermoleculares. Eles foram levados ao laboratório de informática da Escola para a realização da pesquisa.

Nesta atividade os alunos deveriam resolver o problema proposto, utilizando os conceitos de ligações químicas, polaridade e interações intermoleculares. Para esta parte do trabalho foram criados oito problemas diferentes. A partir desta atividade foi pedido que os alunos entregassem um relatório escrito, além de realizarem a apresentação oral.

Os problemas aplicados nesta etapa estão apresentados no Quadro 4.

4.1.4.1 Problema sobre solubilidade do NaCl

Para resolver este problema os alunos deveriam: encontrar o tipo de interação de cada uma das substâncias relacionadas em cada problema, saber qual interação é mais forte e explicar como a separação do NaCl e da água iria ocorrer.

Dos três grupos que resolveram este Caso, nenhum deles obteve o conceito máximo. O grupo 1.11 foi um grupo novo, não apresentaram, mas um dos integrantes entregou o trabalho escrito. O grupo 2.5 não apresentou, provavelmente por ser o primeiro problema do bloco, pois como já foi visto na primeira série de atividades (Caso sobre a Teoria do Flogisto, sobre a Organização dos Elementos e sobre as Mudanças na Tabela de Mendeleev), o primeiro problema dos blocos foi o que apresentou menor rendimento dos alunos. O grupo 3.4 trocou um componente, apresentou o trabalho corretamente, mas não entregou o relatório escrito.

4.1.4.2 Problema sobre solubilidade do KCl

Para solucionar este problema os alunos deveriam: encontrar o tipo de interação de cada uma das substâncias listadas no problema, saber qual interação é mais forte e explicar como a separação entre KCl e água iria ocorrer.

Dois grupos receberam este problema, um deles atingiu conceito máximo e um não apresentou. O grupo 2.7 voltou à configuração da Atividade 1 e os integrantes melhoraram seu rendimento. O grupo 3.2 decaiu de rendimento em relação ao apresentado na resolução do terceiro caso, última do primeiro bloco.

4.1.4.3 Problema sobre água e óleo

Para chegar à resposta do problema os alunos precisavam: encontrar o tipo de interação de cada uma das substâncias, saber quais os tipos de ligações químicas delas e explicar por que não se misturam, utilizando os conceitos de polaridade e interações intermoleculares.

Três grupos receberam este problema e destes apenas um obteve o conceito máximo. O grupo 1.12 foi formado nesta atividade e essa nova formação melhorou o desempenho individual dos componentes. O grupo 2.4 não apresentou, apenas entregou a parte escrita. O grupo 3.12, também formado nesta etapa, não modificou o rendimento dos componentes, eles continuaram com baixo rendimento.

4.1.4.4 Problema sobre gasolina

Nesta atividade os alunos deveriam: buscar outros combustíveis que são usados para fraudar a gasolina, encontrar o tipo de interação de cada uma das substâncias e explicar por que a água não é usada para a fraude.

Três grupos receberam este problema e novamente apenas um obteve o conceito máximo. O grupo 1.1 participou da aula de pesquisa, mas não apresentou o trabalho, fazendo

com que seu rendimento caísse em relação ao apresentado na terceira atividade. O grupo 2.6 manteve-se com bom rendimento. O grupo 3.10 melhorou seu rendimento em relação ao da terceira atividade, passou de “Não Apresentou” para “Atingiu Parcialmente”.

4.1.4.5 Problema sobre reciclagem do óleo usado

Neste problema os alunos necessitavam: buscar a fórmula estrutural e o tipo de ligações químicas das gorduras e explicar como age o sabão.

Dos três grupos que receberam este problema, apenas um recebeu o conceito “Atingiu Satisfatoriamente”. O grupo 1.4 tinha conceito “Atingiu Satisfatoriamente” na segunda atividade, mas não participou da terceira atividade e, nesta quarta atividade participou da pesquisa e não apresentou o trabalho. O grupo 2.1 manteve o bom rendimento da terceira atividade. Os grupos 3.7 e 3.8 decaíram em relação ao rendimento apresentado na terceira atividade, passando de “Atingiu Satisfatoriamente” para “Atingiu Parcialmente”.

4.1.4.6 Problema sobre detergentes

Para resolver este problema os alunos precisavam: buscar fórmula estrutural e tipos de ligações químicas do detergente e explicar como age o detergente.

Três grupos receberam este problema, mas apenas um teve resultado máximo. O grupo 1.5 passou de “Não Atingiu” na terceira atividade para “Não Apresentou”. O grupo 2.8 se formou nesta fase pela união de alunos de grupos diferentes e obteve conceito máximo. O grupo 3.1 decaiu no rendimento em relação à terceira atividade, por não entregar o relatório escrito, mas nos outros quesitos obteve conceito “Atingiu Satisfatoriamente”.

4.1.4.7 Problema sobre tioglicolato

Neste problema os alunos tinham que: buscar fórmula estrutural e tipos de ligações químicas do tioglicolato e explicar como o tioglicolato alisa os cabelos, utilizando os conceitos de interações intermoleculares.

Três grupos receberam este problema e todos obtiveram conceito máximo. Os grupos 1.2, 2.2 e 3.3 que resolveram este Problema continuaram com o bom rendimento mostrado na terceira atividade.

4.1.4.8 Problema sobre alisamento de cabelos com NaOH

Para resolver este problema os alunos precisavam: buscar os tipos de ligações químicas do NaOH e explicar como o NaOH alisa os cabelos, utilizando os conceitos de

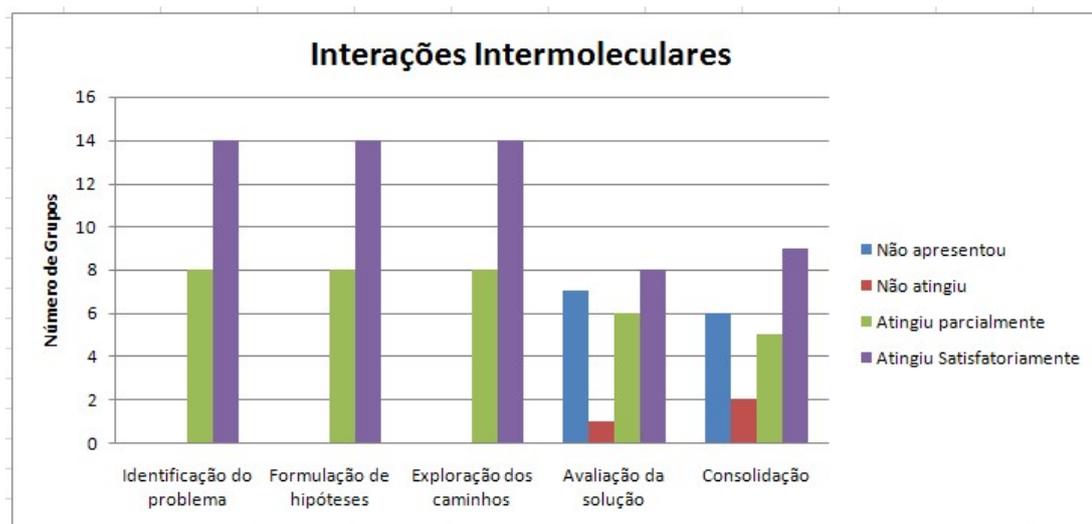
interações intermoleculares.

Dois grupos resolveram o problema, um atingiu conceito máximo e o outro não. O grupo 1.7 separou-se do 1.2 e melhorou seu rendimento em relação ao da terceira atividade. O grupo 3.5 não participou da terceira atividade e manteve seu rendimento parcial obtido na segunda atividade.

4.1.4.9 Panorama geral das três turmas na quarta atividade

Comparando os resultados do primeiro bloco de Casos para a quarta atividade, percebemos uma queda no rendimento geral dos grupos, que pode ter ocorrido em virtude do intervalo entre um bloco e outro. Isso pode ser observado melhor no gráfico 4, que consolida os resultados das três turmas em conjunto.

Gráfico 4 – Desempenho dos estudantes na quarta atividade.



Fonte: a autora

4.1.5 Problemas sobre propriedades das substâncias

Esta atividade foi aplicada de forma consecutiva à quarta atividade. Ela fez parte do trabalho realizado por uma aluna de graduação de Licenciatura em Química, que fez na Escola seu estágio obrigatório, sob minha supervisão. Após a resolução da Atividade 4, exibimos para os alunos um trecho do episódio 7 da primeira temporada do seriado *Breaking Bad* (2006).

Nesta atividade os alunos deveriam resolver o problema proposto com base no seriado *Breaking Bad* e relacionar com as propriedades químicas e físicas das substâncias, além de

saber o que é a Reação de Térmite. Para esta etapa foram criados seis problemas diferentes que estão apresentados no Quadro 5.

4.1.5.1 Problema sobre a lousa mágica

Neste problema os alunos deveriam: explicar como funciona a lousa, saber qual substância é obtida dessas lousas e mostrar onde mais podemos encontrar essa substância.

Três grupos receberam este problema, dois obtiveram resultado “Atingiu Satisfatoriamente” e um não apresentou, apesar de ter participado da aula em que foi desenvolvida a pesquisa para a resolução. O grupo 1.12 manteve o grupo e manteve o bom desempenho do trabalho anterior. O grupo 2.3 baixou o rendimento de “Atingiu Parcialmente” para “Não Apresentou”. O grupo 3.3 se dividiu em 3.3.1 e 3.3.2, o 3.3.1 resolveu esse problema e continuou com o bom rendimento da atividade anterior.

4.1.5.2 Problema sobre a composição do aço

Neste problema era preciso que os alunos soubessem o que é a Reação de Térmite, explicassem como a térmite atravessa o aço e também identificassem do que o aço é composto e suas propriedades.

Dos três grupos que receberam este problema, nenhum deles conseguiu o conceito máximo. O grupo 1.1 melhorou seu desempenho saindo de “Não Atingiu” para “Atingiu Parcialmente”. O grupo 2.5 não apresentou o trabalho, mas participou da aula de pesquisa, o que não tinha acontecido na atividade anterior. O grupo 3.4 continuou mostrando dificuldade na etapa de consolidação, desenvolvendo bem o trabalho, mas não conseguindo concluí-lo mostrando o que entenderam, pareciam fazer mecanicamente sem refletir sobre o assunto.

4.1.5.3 Problema sobre o arremesso do saco

Para atingir o conceito máximo neste problema os alunos deveriam: saber o que é a Reação de Térmite, saber em que tipos de materiais a reação não funcionaria e identificar o que aconteceria se o saco com os reagentes da reação fosse arremessado com força na porta.

Três grupos receberam este problema e nenhum atingiu o conceito máximo. O grupo 1.11 manteve o baixo resultado do trabalho anterior. O grupo 2.6 decaiu de “Atingiu Satisfatoriamente” para “Atingiu Parcialmente”. E o grupo 3.3.2, formado na divisão do 3.3, decaiu em relação ao trabalho anterior, passando de “Atingiu Satisfatoriamente” para “Atingiu Parcialmente”.

4.1.5.4 Problema sobre a ignição

Neste problema os alunos deveriam: saber o que é a Reação de Térmite, saber por que é necessário o maçarico para dar início à reação e procurar o que poderia substituir o maçarico.

Dos três grupos que resolveram este caso, apenas um recebeu o conceito máximo. O grupo 1.7 baixou seu rendimento de “Atingiu Satisfatoriamente” para “Não Atingiu”. O grupo 2.4, apesar de continuar com “Atingiu Parcialmente” na avaliação da solução e na consolidação, melhorou a participação na parte da pesquisa. O grupo 3.10 melhorou na etapa final do trabalho, pois conseguiu fazer a consolidação do problema que não havia feito na atividade anterior.

4.1.5.5 Problema sobre outros materiais

Para resolver este problema os alunos deveriam: saber o que é a Reação de Térmite, verificar se, caso a porta fosse feita de outros materiais, conseguiria resistir à reação e qual material poderia resistir.

Dos três grupos que resolveram este problema apenas um não obteve conceito máximo. O grupo 1.2 e o 2.1 mantiveram o bom resultado da atividade anterior. O grupo 3.7 separou-se do 3.8 e melhorou seu desempenho, pois na atividade anterior não obteve o conceito máximo na avaliação da solução e na consolidação e neste problema “Atingiu Parcialmente” apenas a etapa da consolidação.

4.1.5.6 Problema sobre o alumínio

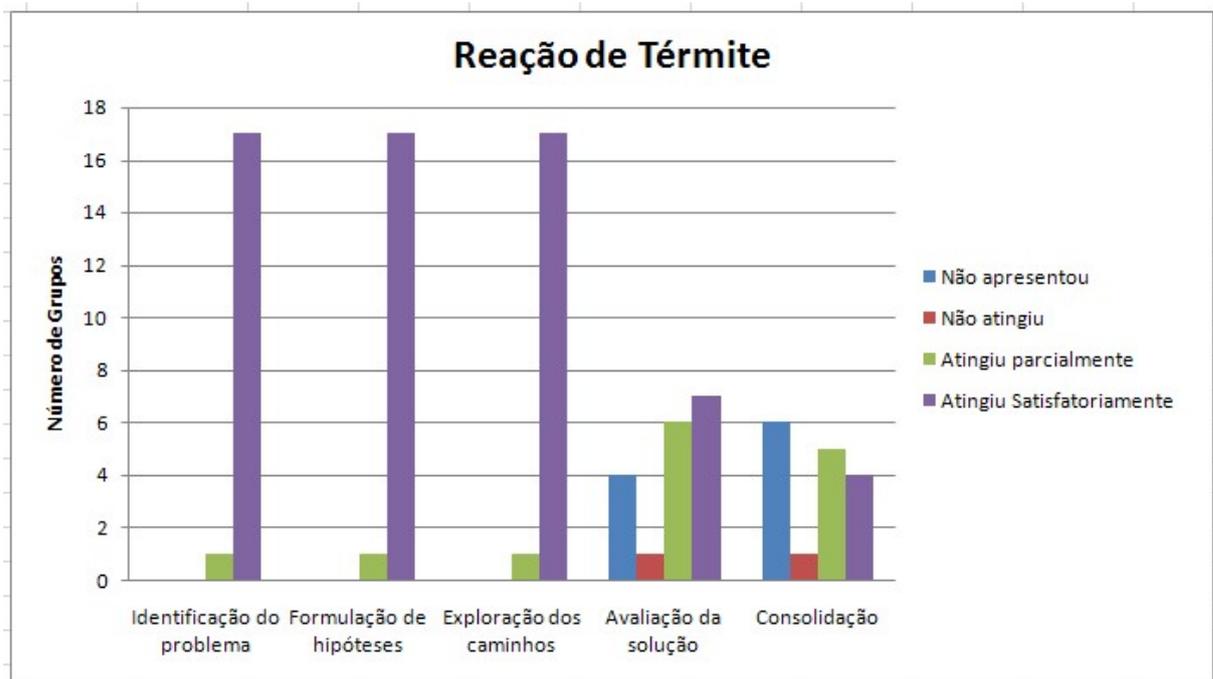
Neste problema os alunos deveriam: saber o que é a Reação de Térmite, saber as propriedades do alumínio, buscar qual material poderia substituir o alumínio e também identificar qual o uso industrial da Reação de Térmite.

Dos três grupos que resolveram este problema apenas um obteve o conceito máximo. O grupo 1.3 não havia participado da terceira e da quarta atividades, então comparando seu desempenho com o da atividade 2, ele baixou seu rendimento de “Atingiu Satisfatoriamente” para “Não Apresentou”, embora tenha participado da etapa da pesquisa. O grupo 2.2 continuou o bom rendimento das atividades anteriores. O Grupo 3.5 continuou com dificuldades na realização das duas últimas etapas a avaliação da solução e a consolidação.

4.1.5.7 Panorama geral das três turmas na quinta atividade

Comparando os resultados do primeiro problema do bloco com este, percebemos que houve um crescimento na maioria dos grupos, mesmo não mostrando melhora durante toda resolução do problema, em algum quesito a maioria dos grupos melhorou. Essa mudança pode ser observada no gráfico 5.

Gráfico 5 – Desempenho dos estudantes na quinta atividade.



Fonte: a autora

4.2 ACOMPANHAMENTO DOS GRUPOS QUE PARTICIPARAM DE TODAS AS ATIVIDADES

Descreveremos nesta parte como foi o desempenho daqueles 12 grupos que participaram das cinco atividades propostas. Esses grupos são: 1.1, 1.2, 1.7, 2.1, 2.2, 2.3 (na quarta atividade se juntou ao 2.1), 2.4, 2.5, 2.6, 3.3, 3.7 e 3.10. Os resultados dos grupos que tiveram pouca oscilação de conceitos entre uma e outra atividade serão apenas comentados, já para os grupos que tiveram muita variação de conceitos colocaremos gráficos para um melhor entendimento.

Para a construção dos gráficos foram utilizados valores diferentes para cada conceito: “Não Apresentou” recebeu o valor 1, “Não Atingiu” o valor 2, “Atingiu Parcialmente” o valor 3 e “Atingiu Satisfatoriamente” o valor 4. Esses valores foram utilizados apenas para que pudessem ser representados nos gráficos.

4.2.1 Acompanhamento do grupo 1.1

O grupo 1.1 teve ótimo rendimento do primeiro bloco de Casos aplicados, atingindo nos três primeiros Casos o conceito máximo. No primeiro problema do segundo bloco obteve conceito parcial na parte da pesquisa e não apresentou a resolução para a turma. No segundo problema do bloco atingiu o conceito máximo na parte da pesquisa e parcial na avaliação da solução e consolidação.

Esse grupo iniciou as atividades com 3 alunos e terminou com 4, dois desses 4 pertenciam ao grupo inicial, um aluno saiu e dois novos entraram. Observamos aqui que mesmo o grupo tendo decaído em desempenho no início do segundo bloco, os alunos buscaram melhorar na sequência, talvez se tivéssemos um terceiro problema eles voltariam ao conceito máximo atingido no primeiro bloco da aplicação. A queda no rendimento das duas atividades finais pode ter se dado em função de estar mais próximo do final do ano letivo (nessa fase muitos alunos acreditam que já estão aprovados e reduzem sua dedicação às atividades solicitadas), ou também, pode ter ocorrido pelo aumento do grau de dificuldade das atividades.

Nesta reflexão podemos trazer Pozo e Crespo (2009, p.41) onde falam que a motivação ao enfrentar uma tarefa é resultado da interação de dois fatores: a expectativa do êxito em uma tarefa e o valor concedido a esse êxito. Hoje se criou uma cultura muito forte entre os estudantes, onde eles só fazem o que “vale nota” e quando essa nota é pequena ou acham que não precisam dela, pois já atingiram o mínimo necessário, simplesmente não fazem a atividade ou fazem sem preocupação com o resultado.

4.2.2 Acompanhamento do grupo 1.2

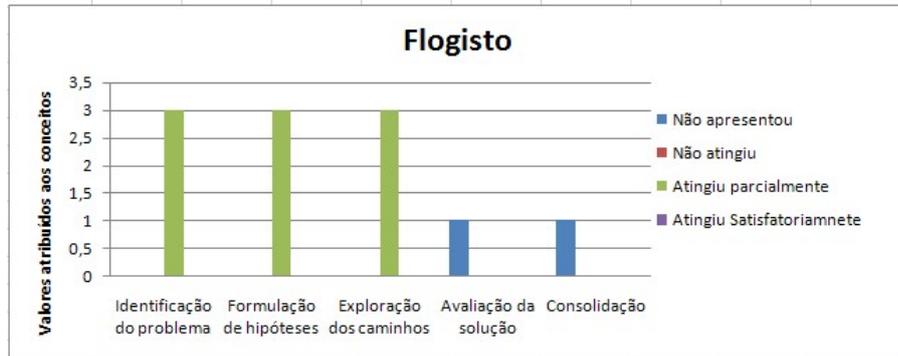
O grupo 1.2 se manteve com conceito máximo em todas as cinco atividades. Esse grupo era formado por 4 alunos, sendo um com problemas de aprendizagem (qualificação atribuída pelo setor de supervisão escolar). Manteve-se igual nas duas primeiras atividades e após dois integrantes mudaram de turma e o grupo se reformulou. Terminou as atividades com dois integrantes do início dos trabalhos e dois novos. Este grupo era formado por alunos com maior interesse e preocupados com sua aprendizagem, isso pode ser percebido, pois mesmo com as trocas de integrantes o rendimento não caiu.

4.2.3 Acompanhamento do grupo 1.7

O grupo 1.7 apresentou muitas oscilações de rendimento durante as cinco atividades. Essas oscilações podem ser visualizadas nos gráficos 6, 7, 8 e 9. Esse grupo iniciou com 3

alunos, um deles com problemas de frequência, ou seja, vinha em uma aula e na outra não. Na segunda atividade o aluno infrequente não foi e o grupo o substituiu por outro, melhorando seu desempenho.

Gráfico 6 – Rendimento do grupo 1.7 no Caso sobre o Flogisto.



Fonte: a autora

Gráfico 7 – Rendimento do grupo 1.7 no Caso sobre a Organização dos Elementos.

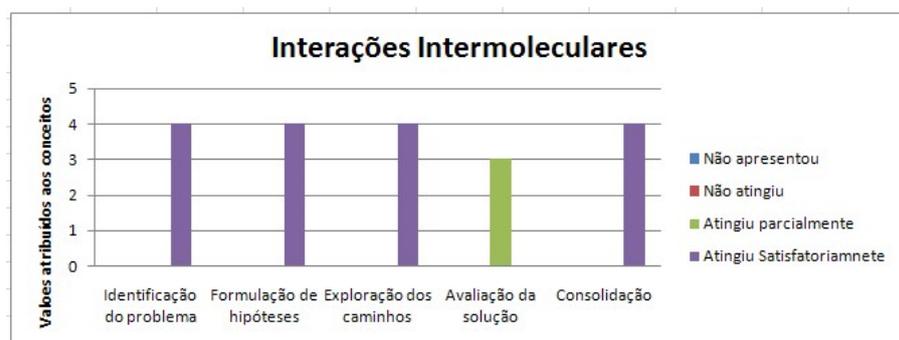


Fonte: a autora

Na terceira atividade o integrante que havia entrado na segunda atividade saiu e os outros dois se juntaram ao grupo 1.2, o que fez com que o grupo continuasse com o bom rendimento da atividade 2. Novamente podemos trazer Pozo e Crespo (2009, p.35) que relatam que o grupo pode definir as atitudes dos integrantes, o bom desempenho dos alunos do grupo 1.2, pode ter feito com que o grupo 1.7 mantivesse seu rendimento bom, nesta atividade.

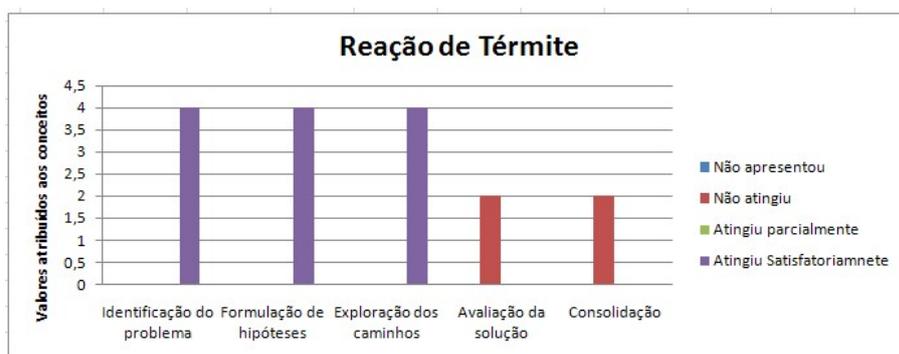
Na quarta atividade o grupo manteve dois integrantes do início e dois novos entraram. Observando o gráfico 8, podemos dizer que o rendimento continuou bom. Já na última atividade um integrante faltou e o rendimento caiu, como pode ser visto no gráfico 9. A falta do integrante no dia da apresentação pode ter contribuído para a queda, mas também a proximidade do final do ano pode ter contribuído para considerarem que poderiam relaxar.

Gráfico 8 – Rendimento do grupo 1.7 no Problema sobre Interações Intermoleculares.



Fonte: a autora

Gráfico 9 – Rendimento do grupo 1.7 no Problema sobre a Reação de Tércmite.



Fonte: a autora

4.2.4 Acompanhamento do grupo 2.1

O grupo 2.1 iniciou com um desempenho médio no primeiro caso, mas no restante das atividades cresceu e manteve o conceito máximo. Este grupo era formado por quatro alunos com bom rendimento nas atividades que antecederam à resolução das situações problemas, mas com algumas divergências de ideias, isso fez com que o grupo se dividisse em dois na segunda atividade, mas mantivesse o bom rendimento. Na terceira atividade o grupo voltou a se unir. Na quarta atividade um aluno do grupo saiu da escola e outro mudou de grupo, então houve uma união de grupos, 3 alunos do grupo 2.3 se juntaram aos dois que sobraram do 2.1 e continuaram juntos na quinta atividade.

Minha experiência como docente tem mostrado que conforme os alunos das turmas se conhecem melhor e criam vínculos, os grupos se modificam por questões de afinidade e interesses em comum.

4.2.5 Acompanhamento do grupo 2.2

O grupo 2.2 apresentou conceito “Atingiu Parcialmente” no primeiro problema e na avaliação da solução da atividade 4, no restante o conceito foi “Atingiu Satisfatoriamente”. Esse grupo era formado inicialmente por quatro integrantes, com bom rendimento escolar mudou um integrante na terceira atividade, esse integrante que entrou era um aluno infrequente, que não contribuiu para o grupo e nem participou da apresentação do trabalho. Este mesmo integrante foi alterado na quarta atividade. Terminando as atividades com 4 integrantes e apenas uma troca. Talvez por ser um grupo com integrantes que já apresentavam bom rendimento nas atividades anteriores à resolução das situações problema e preocupados com seu rendimento, a mudança no grupo não tenha prejudicado o desenvolvimento das atividades.

4.2.6 Acompanhamento do grupo 2.3

O grupo 2.3 obteve conceito máximo na sequência dos três primeiros casos. Ele iniciou com 4 componentes, 2 interessados e comprometidos e 2 não. Na terceira atividade o grupo se modificou com a saída dos integrantes não comprometidos e a entrada de dois novos, mantendo o bom rendimento. Na quarta atividade três integrantes se juntaram ao grupo 2.1 e os resultados das duas últimas atividades foram bons, conforme já foi discutido na seção 4.2.4.

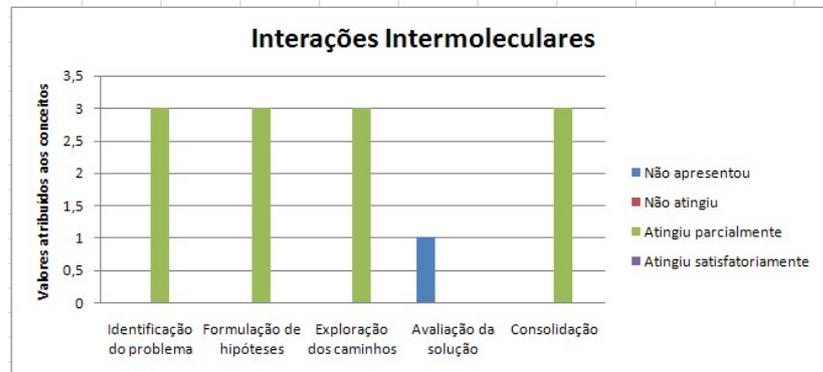
4.2.7 Acompanhamento do grupo 2.4

O grupo 2.4, no primeiro bloco de casos, não apresentou a resolução do primeiro caso, mas nos dois seguintes obteve conceito máximo. Esse grupo iniciou com 4 integrantes não muito comprometidos. Um aluno saiu na atividade dois, e o grupo melhorou o rendimento. Na terceira atividade entrou um novo integrante e o grupo se manteve bem.

No segundo bloco apresentou mais variações de conceitos como pode ser observado nos gráficos 10 e 11. Na quarta atividade o integrante que entrou na terceira saiu e o rendimento caiu. Isso pode ter ocorrido pelo aumento do grau de dificuldade desse bloco ou também pela proximidade do final do ano. Na quinta atividade, mais um integrante saiu e dois novos entraram, melhorando novamente o rendimento do grupo.

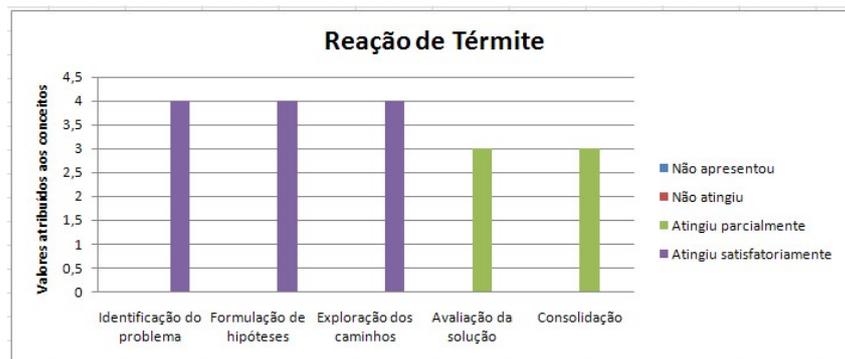
Aqui podemos perceber duas relações: a primeira é que o grupo apresenta rendimento pior na primeira atividade de cada bloco, melhorando na sequência; e a segunda é que a troca de integrantes tanto no primeiro quanto no segundo bloco favoreceu a melhora do desempenho.

Gráfico 10 – Rendimento do grupo 2.4 no Problema sobre Interações Intermoleculares.



Fonte: a autora

Gráfico 11 – Rendimento do grupo 2.4 no Problema sobre a Reação de Térmite.



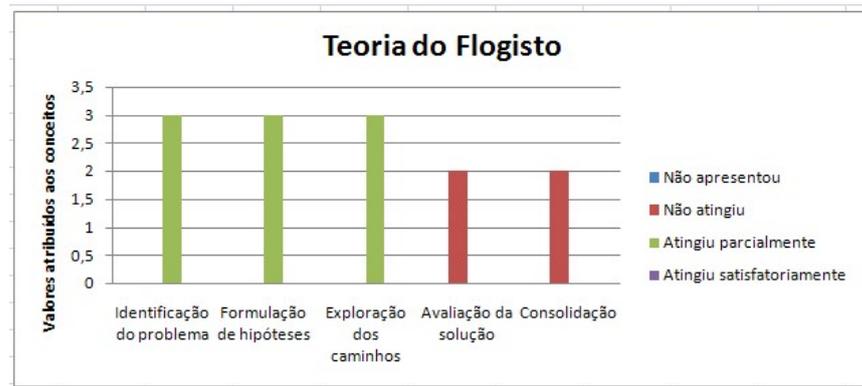
Fonte: a autora

4.2.8 Acompanhamento do grupo 2.5

Na primeira atividade o grupo 2.4 não obteve conceito máximo, como pode ser observado no gráfico12, mas na segunda e na terceira atividades obteve o conceito “Atingiu Satisfatoriamente” em todos os aspectos.

Esse grupo iniciou com 3 integrantes e manteve-se igual até o final das atividades. Um dos integrantes apresentava bom rendimento escolar e comprometido, outro também apresentava bom rendimento escolar, mas era pouco comprometido, fazia as atividades apenas até atingir o mínimo exigido, e o terceiro tinha dificuldades de aprendizagem e de participar das aulas.

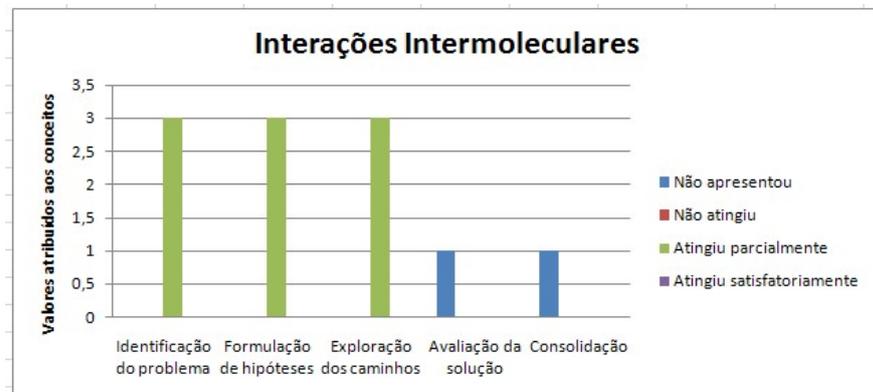
Gráfico 12 – Rendimento do grupo 2.5 no Caso sobre a Teoria do Flogisto.



Fonte: a autora

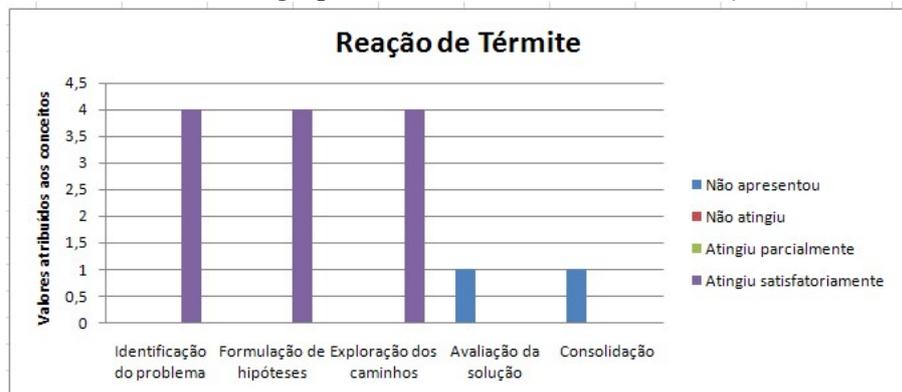
Na quarta e na quinta atividades os conceitos variaram também, como pode ser visto nos gráficos 13 e 14. Novamente como motivos para a queda podem estar o final de ano letivo e o fato de dois integrantes não precisarem da “nota” do trabalho, ou ainda o aumento do grau de dificuldade das atividades.

Gráfico 13 – Rendimento do grupo 2.5 no Problema sobre Interações Intermoleculares.



Fonte: a autora

Gráfico 14 – Rendimento do grupo 2.5 no Problema sobre a Reação de Térmite.



Fonte: a autora

Mesmo o grupo tendo diminuído o rendimento da terceira atividade para a quarta, da quarta para a quinta voltou a crescer nos aspectos da pesquisa, e se tivesse apresentado o trabalho poderiam ter conceito máximo em todas as etapas da quinta atividade.

4.2.9 Acompanhamento do grupo 2.6

O grupo 2.6 recebeu conceito máximo nas quatro primeiras atividades em todos os aspectos do trabalho, apenas na última atividade recebeu o conceito “Atingiu Parcialmente” na avaliação da solução e na consolidação. Esse grupo iniciou com 4 alunos considerados bons cognitivamente e muito interessados, realizavam todas as atividades solicitadas com preocupação em seus resultados. Na segunda atividade dois integrantes faltaram e dois novos entraram, na terceira os que haviam faltado na segunda se juntaram novamente ao grupo, totalizando 6 integrantes. Na quarta atividade os integrantes que haviam entrado na segunda atividade saíram e um deles retornou na quinta atividade.

Mesmo com o entra e sai de integrantes o grupo manteve o bom rendimento, pois mesmo variando alguns integrantes os que ficavam se mantinham envolvidos nas atividades propostas.

4.2.10 Acompanhamento do grupo 3.3

O grupo 3.3 recebeu conceito “Atingiu parcialmente” apenas na consolidação da primeira atividade e na avaliação da solução da quarta atividade. Nos demais quesitos das cinco atividades, recebeu o conceito máximo. Esse grupo iniciou com 3 integrantes com bom rendimento escolar e comprometidos, passando a dois na segunda atividade. Na terceira voltou aos três iniciais e entrou um novo, na quarta entrou mais um integrante e na quinta o grupo se dividiu em dois.

Mesmo com as oscilações de integrantes podemos considerar que foi um grupo com bom rendimento durante a aplicação das cinco atividades.

4.2.11 Acompanhamento do grupo 3.7

O grupo 3.7 recebeu o conceito “Atingiu Parcialmente” na avaliação da solução e na consolidação da primeira e da quarta atividades, as duas primeiras de cada bloco. Nos demais aspectos avaliados nas cinco atividades recebeu o conceito “Atingiu Satisfatoriamente”, apresentando crescimento na sequência da aplicação das atividades. Esse grupo iniciou com 2 integrantes, um deles com problemas para trabalhar em grupo, pois não aceitava as opiniões dos colegas, mas com bom rendimento escolar e comprometidos.

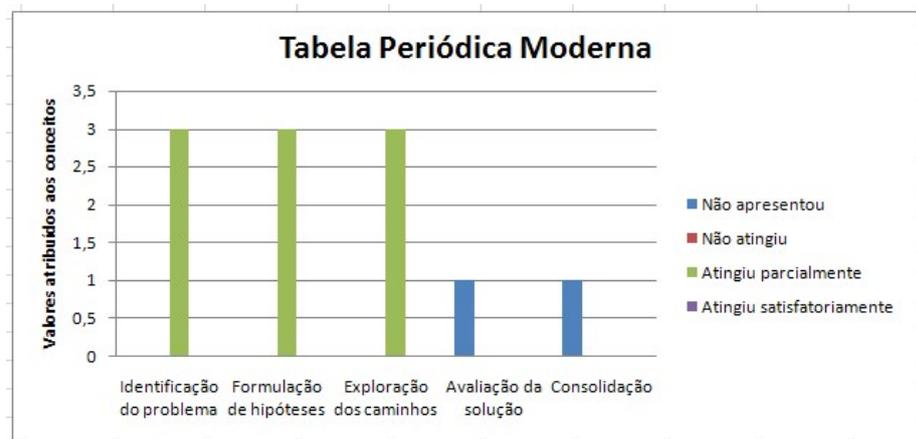
Na segunda atividade os integrantes do grupo 3.8 se juntaram aos do 3.7 e continuaram juntos na terceira e na quarta atividades. Na quinta os integrantes do 3.8 saíram e entraram 3 novos que não eram nada comprometidos e não participaram nem da resolução da atividade nem da apresentação. Mas, mesmo com essas mudanças de integrantes, o grupo manteve-se com bom rendimento.

Novamente podemos trazer Pozo e Crespo (2009, p. 35) que relatam que o grupo pode definir as atitudes dos integrantes. Alunos com bom rendimento não decaem, por apresentarem atitudes de liderança frente aos integrantes que modificaram o grupo.

4.2.12 Acompanhamento do grupo 3.10

O grupo 3.10 apresentou bom rendimento nas duas primeiras atividades, recebendo conceito máximo, mas na terceira decaiu o rendimento, como pode ser observado no gráfico 15, que demonstra o desempenho do grupo na terceira atividade realizada. Esse grupo iniciou com 3 componentes que, mesmo tendo bom rendimento escolar, apresentavam problemas de comportamento e na realização das atividades.

Gráfico 15 – Rendimento do grupo 3.10 no Caso sobre a Tabela Periódica Moderna.



Fonte: a autora

Na segunda atividade o grupo recebeu um novo integrante que permaneceu na terceira atividade. Na quarta atividade saíram dois integrantes e entraram dois novos e o grupo continuou assim até a quinta atividade.

A queda de rendimento da terceira atividade pode ter sido devido à sua resolução ter iniciado antes das férias de inverno e a sua apresentação ter ocorrido na volta das férias. Após as férias dois integrantes do grupo não retornaram e os outros dois não apresentaram os resultados.

Na quarta atividade o grupo apresentou conceito “Atingiu parcialmente” na consolidação e na quinta atividade na avaliação da solução. Nos demais aspectos das duas últimas atividades avaliados, recebeu conceito “Atingiu Satisfatoriamente”, mostrando que apesar de decair o rendimento da segunda para a terceira atividade conseguiu voltar a crescer.

4.3 ANÁLISE GERAL

Nosso objetivo com a utilização dos Estudos de Caso e da Resolução de Problemas era trabalhar a História da Ciência, e os conceitos de Tabela Periódica, interações intermoleculares e propriedades de alguns elementos e substâncias de uma forma não tradicional, transcendendo a simples memorização e propiciando aos alunos ferramentas para que eles pudessem desenvolver sua argumentação e o questionamento sobre assuntos que por vezes passam despercebidos no seu cotidiano.

Traremos aqui uma reflexão sobre aspectos gerais da aplicação da pesquisa. Tentamos identificar as atividades em que os alunos tiveram mais facilidade e aquelas em que eles tiveram maior dificuldade. Além disso, faremos uma comparação entre os resultados que foram obtidos em outros trabalhos similares (apresentados na revisão bibliográfica) e o que observamos no desenvolvimento da pesquisa.

Na primeira etapa da aplicação da proposta o objetivo era que os alunos conhecessem um pouco da História da Química e da importância do químico Lavoisier. Acreditamos que muitos alunos ao chegarem ao Ensino Médio criam uma aversão à disciplina de Química e por isso conhecer um pouco de sua história pode auxiliá-los a ver a Química de forma diferente. Esta, por ser a primeira atividade de estudo de caso realizada com os alunos, não obteve o melhor rendimento, muitos grupos não chegaram à resposta final ou não apresentaram seus trabalhos. Os grupos que apresentaram ficaram mais na superficialidade, nas informações encontradas em sites mais populares, não indo em busca de informações mais consistentes para a resolução do caso.

Na segunda etapa pretendíamos que os alunos entendessem a razão da construção da Tabela Periódica, a importância das classificações dos Elementos Químicos e da Tabela de Mendeleev, as propriedades utilizadas nas diversas classificações e por que um modelo era considerado melhor (ou pior) que o outro. Na aplicação dos casos correspondentes às tentativas de classificação dos elementos, apesar dos casos serem diferentes, consideramos que o grau de dificuldade deles era similar. Os casos que tiveram grupos com melhor desempenho foram o que falavam sobre Odling e Meyer, coincidentemente resolvidos por grupos que participaram das cinco atividades. Nesta etapa o rendimento foi melhor que na

primeira, talvez por já conhecerem a metodologia, e esta possibilitou que os alunos tivessem uma visão geral do por que e como foi construída a Tabela Periódica, percebendo que ela não “nasceu” como a vemos hoje e que foi construída por vários cientistas.

A terceira etapa era para discutir mudanças da tabela de Mendeleev até chegar à nossa Tabela Periódica ‘atual’. Além disso, relativizar a ‘atualidade’ e mostrar que, mesmo sendo ‘atual’, ela continua passando por pequenas modificações, conforme elementos artificiais são identificados ou novos conceitos são incorporados a ela. Os casos desenvolvidos para esta etapa, apesar de diferentes, não apresentavam grandes dificuldades para sua resolução, talvez o mais complexo seria o que tratava de Moseley, em função de ser necessário compreender como ele chegou no número de prótons do átomo. Mesmo assim os grupos que resolveram este caso tiveram bom rendimento. Novamente os grupos que resolveram este caso fazem parte dos grupos que participaram das cinco atividades. Com o desenvolvimento desta etapa os alunos puderam conhecer a organização da Tabela Periódica atual. A partir desta etapa eles identificaram alguns dados que podem ser extraídos da Tabela Periódica e que seriam utilizados por eles no seguimento dos conteúdos do Ensino Médio.

Na quarta etapa da aplicação da proposta, o objetivo era ver se os alunos conseguiriam entender um conceito complexo como o de interações intermoleculares sem ter estudado este conceito previamente, a partir da relação desses conceitos com situações problemas cotidianas. O problema que os alunos demonstraram maior facilidade em resolver foi o que tratava da adulteração da gasolina, provavelmente porque conseguiram compreender bem as interações intermoleculares entre o álcool, a gasolina e a água. Já os problemas em que os alunos tiveram mais dificuldade foram os que abordavam as substâncias alisadoras de cabelos. Acredita-se que tiveram maior dificuldade no entendimento das interações intermoleculares nos compostos existentes nos produtos alisantes, já que se ouve falar pouco das interações, fala-se apenas do resultado delas. Novamente os grupos que resolveram o problema sobre a gasolina foram os que participaram das cinco atividades.

Na quinta etapa, o objetivo foi auxiliar os alunos na compreensão de propriedades de elementos utilizados em objetos conhecidos a partir de um episódio do seriado *Breaking Bad*, no qual as personagens utilizam uma Reação de Térmite para abrir uma porta de aço. Nessa etapa os grupos que se destacaram por terem feito uma ótima apresentação foram os que resolveram o problema sobre o arremesso do saco, e os que tiveram maior dificuldade foram os que receberam o problema sobre outros materiais. O curioso é que nos dois problemas os alunos necessitavam fazer relações parecidas, ou seja, relacionar as temperaturas de fusão dos materiais com a temperatura atingida pela reação. Aqui os grupos que tiveram a maior e a

menor dificuldade em resolver também estavam entre os que participaram das cinco atividades.

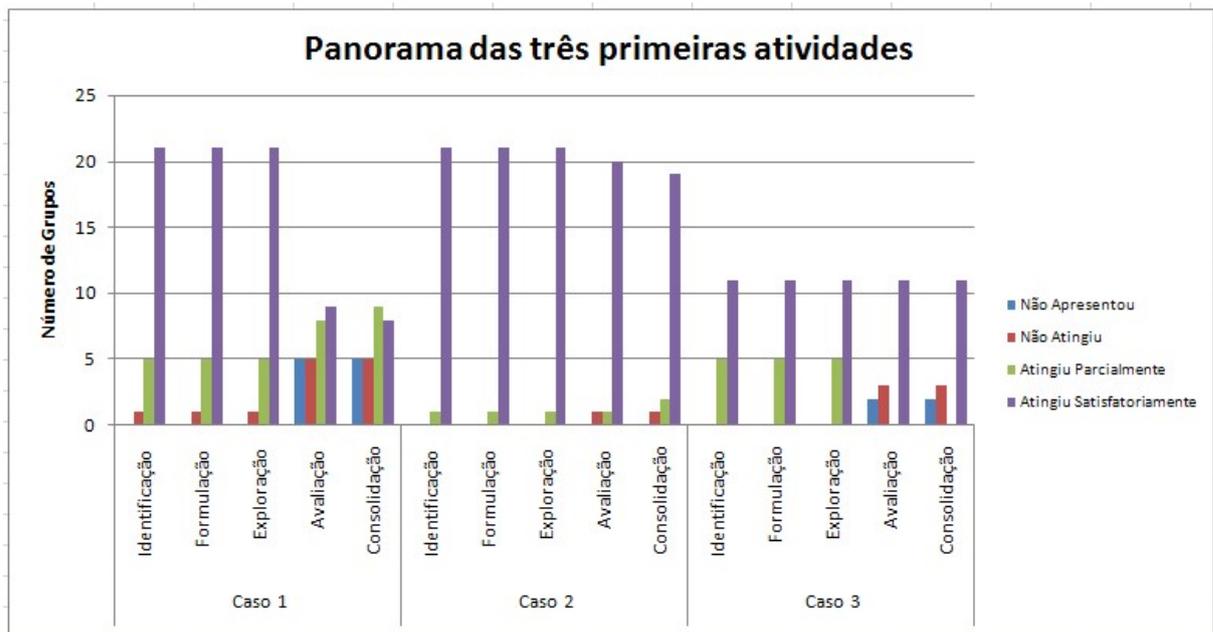
A turma que mais se destacou durante a aplicação da pesquisa foi a turma 2, que iniciou com 7 grupos e destes 7, seis participaram das cinco atividades. No ano letivo seguinte continuamos utilizando essas estratégias metodológicas para criarmos nos alunos o hábito de resolver problemas e pudemos observar que os alunos vindos desta turma continuaram apresentando os melhores resultados.

Echeverría e Pozo (1998, p. 33) trazem que

os especialistas em resolver problemas costumam investir menos tempo do que os principiantes na sua solução, já que os conhecimentos prévios disponíveis lhes permitem reconhecer com facilidade as características ou atributos essenciais do problema e aplicar, de forma normalmente rotineira ou automatizada, procedimentos de solução adequados.

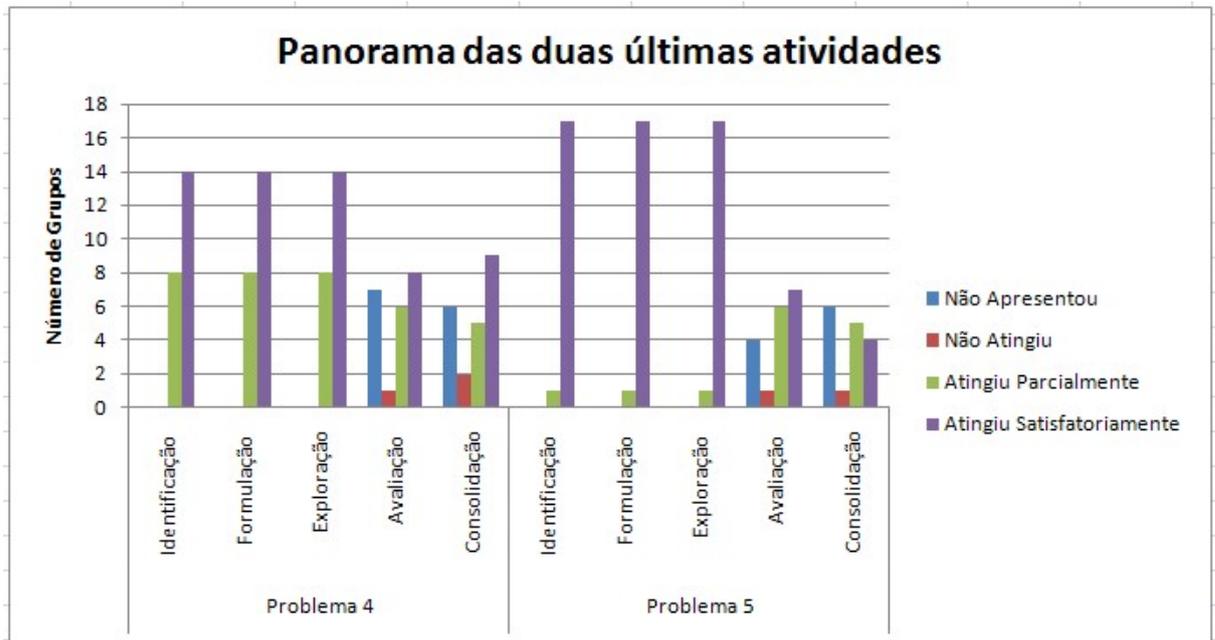
Assim esperávamos que na aplicação das cinco atividades os alunos apresentassem crescimento da primeira para a quinta atividade, ou ainda, crescessem em cada bloco (da primeira para a terceira e da quarta para a quinta). Mas não foi o que observamos, como pode ser visto no gráfico 16. O rendimento geral melhorou da primeira para a segunda atividade, mas decaiu na terceira. Já da quarta para a quinta atividade, observamos um crescimento, que pode ser observado no gráfico 17.

Gráfico 16 – Panorama geral das três primeiras atividades.



Fonte: a autora

Gráfico 17 – Panorama geral das duas últimas atividades.



Fonte: a autora

Buscando compreender os resultados observados nos gráficos 16 e 17, podemos mencionar a dificuldade que se tem em mudar hábitos nos alunos. Estudantes que já estão acostumados a receber atividades de fácil resolução, onde muitas vezes perguntam ao professor e este automaticamente lhes dá a resposta da atividade, podem ter dificuldade para mobilizar conceitos, conhecimentos prévios e atitudes para chegar à resposta de atividades mais complexas. Nesse sentido, Pozo e Crespo (2009, p. 40) relatam que os alunos não estão interessados na ciência, não querem estudar e se esforçar e, como aprender ciência é um trabalho intelectual complexo e exigente, fracassam. Essa colocação vai ao encontro do que ouvimos sempre deles: “muita mão fazer isso”, querendo dizer que vai dar trabalho. Aqui temos um possível motivo para que o rendimento não tenha apresentado crescimento linear da primeira para a quinta atividade.

Outra questão importante de se levantar é a motivação dos alunos em aprender. Segundo Pozo e Crespo (2009, p.41) o que faz com que o aluno se esforce não é a ciência, mas as consequências de ser aprovado ou não. Essa consideração dos autores pode ser observada em nossas salas de aula quando percebemos que o aluno se esforça até atingir um determinado conceito, aquele suficiente para a sua aprovação e depois relaxa, como se não precisasse mais participar de nenhuma atividade.

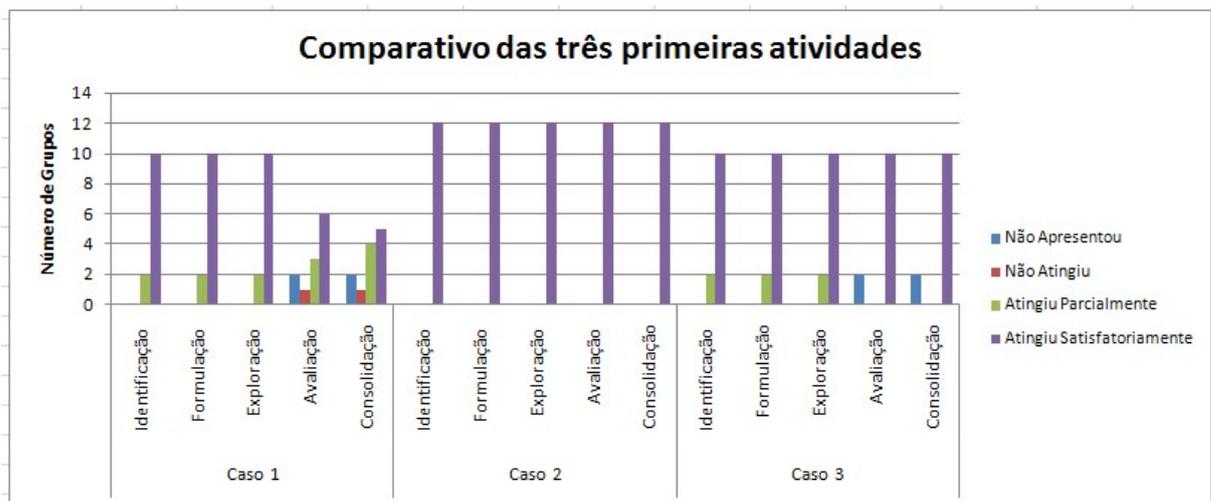
Pozo e Crespo (2009, p. 45) colocam que se, apesar de se esforçar, o aluno tem a expectativa de que não vai ser aprovado ou de que não vai aprender nada, dificilmente irá se

empenhar na realização da tarefa. Muitos alunos têm baixa autoestima em virtude de várias reprovações ou de problemas familiares, o que faz com que iniciem o ano letivo, mas não o terminem, ou frequentem as aulas, mas pensem que vão reprovar, então não participem das atividades.

Mais um aspecto a se considerar é que o grau de dificuldade das atividades propostas cresceu da primeira para a quinta atividade, fazendo com que os alunos precisassem se mobilizar cada vez mais para resolvê-las, o que também pode ter contribuído para o não crescimento do rendimento. Analisando as cinco atividades, percebemos que as três primeiras eram mais uma questão de leitura e interpretação de informações coletadas, os alunos não precisavam mobilizar muitos conceitos para chegar à sua solução, já as duas últimas são mais conceituais, então se o aluno não entendeu ou não lembrava aquele conceito, teria mais dificuldade em resolvê-la. Para Zabala e Arnau (2010, p. 94), não é possível ser competente se a aprendizagem foi apenas de caráter mecânico. Então, se o aluno apenas memorizou um conceito, na hora que ele for resolver um problema que necessite daquele conceito dificilmente fará as relações corretas e terá êxito em sua resolução.

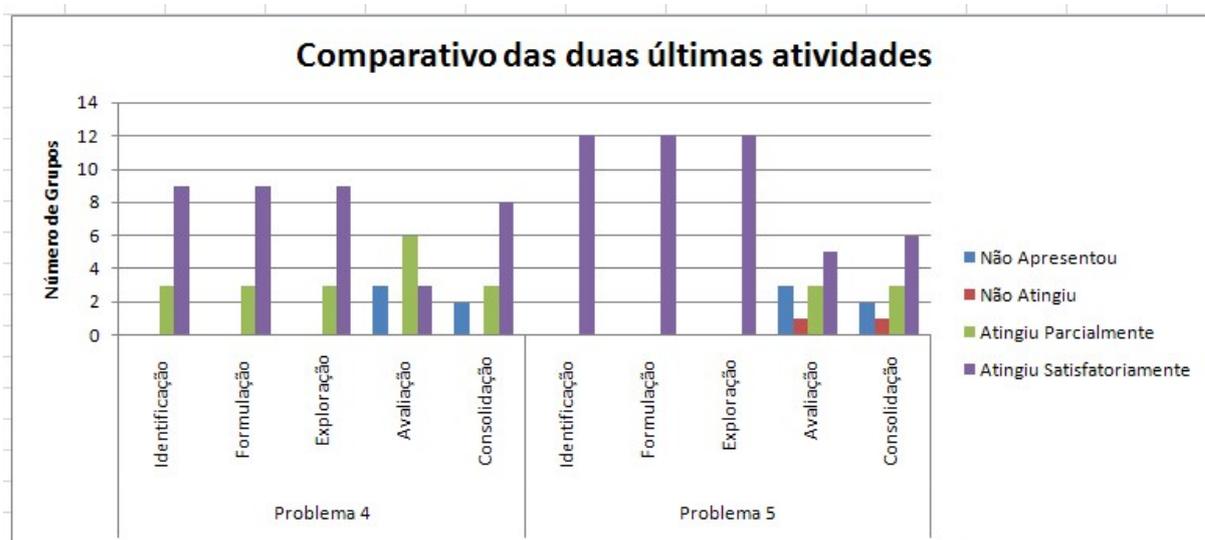
Mas analisando o rendimento dos grupos que participaram das cinco atividades, mesmo eles não apresentando crescimento da primeira para a quinta atividade (gráficos 18 e 19), analisando os registros do diário de campo, foi possível perceber nos alunos maior autonomia e independência nas aulas, tanto em atividades de resolução de problemas quanto em outros tipos de atividades realizadas em sala de aula.

Gráfico 18 – Comparativo das três primeiras atividades dos grupos que realizaram todas as atividades.



Fonte: a autora

Gráfico 19 – Comparativo das duas últimas atividades dos grupos que realizaram todas as atividades.



Fonte: a autora

Zabala e Arnau (2010, p.41) ainda trazem que as pessoas não são simplesmente competentes, mas sim em cada situação demonstram um maior ou menor grau de competência para resolvê-la de forma eficaz. Avaliamos essa colocação dos autores como uma possível justificativa para os grupos, após atingirem o conceito máximo em uma atividade, decaírem em seu rendimento na atividade seguinte.

Essa maior autonomia dos alunos frente ao aprendizado também é relatada nos trabalhos de Goi (2004 e 2014). Ela é importante no sentido que os alunos a utilizarão não só nas aulas de Química, mas também nas outras disciplinas e em outras dimensões da sua vida.

Ainda segundo Zabala e Arnau (2010, p. 23), interessa que o alunos saibam utilizar os conhecimentos das matérias convencionais em contextos variados, eles necessitam aplicar o conhecimento à resolução de situações problemas reais. Não que os alunos devam memorizar os conceitos e suas aplicações, mas eles precisam ter a autonomia para buscar as informações necessárias para fazer as relações entre a situação vivida e o conhecimento técnico aprendido na escola.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho descrito nos capítulos anteriores tinha como objetivos aumentar o interesse dos alunos pela Química, desenvolver neles habilidades de leitura, escrita e resolução de problemas e proporcionar o desenvolvimento de maior autonomia frente às atividades aplicadas em aula. Para atingirmos esses objetivos fizemos uso das metodologias de resolução de problemas e estudos de caso, ou seja, utilizamos situações problemas embasadas na História da Ciência, em atividades desenvolvidas diariamente e em um episódio da série *Breaking Bad*.

O desenvolvimento do trabalho se deu durante todo o ano letivo de 2014, com a aplicação de cinco situações problemas em três turmas de primeiro ano do Ensino Médio. Essas situações problema foram elaboradas pela autora do trabalho que era a professora titular das turmas.

O que tornou esse trabalho diferente dos apresentados na revisão bibliográfica foram os fatos de ser desenvolvido durante todo o ano letivo e da autora ser a professora titular das turmas. Esse último fato nos reporta à importância do professor da educação básica assumir a postura de pesquisador de sua própria prática docente, avaliando e reavaliando a sua prática, suas metodologias e os resultados obtidos com elas, a fim de qualificar cada vez mais a aprendizagem dos alunos.

Para que pudéssemos avaliar melhor o desempenho dos alunos, o trabalho foi dividido em dois blocos. O primeiro teve a aplicação de três casos em sequência e no segundo bloco foram aplicados dois problemas sequenciais. Esses blocos foram organizados de acordo com os conteúdos a serem trabalhados e com graus de dificuldade diferentes.

O primeiro bloco foi montado a partir de episódios da História da Ciência, era um bloco de resolução mais simples por necessitar da leitura, interpretação e seleção de dados históricos para a sua resolução. Acreditamos que esse possa ter sido o motivo dos alunos apresentarem um rendimento maior na resolução destes casos.

O segundo bloco foi montado a partir do conteúdo de interações intermoleculares e das propriedades de algumas substâncias que apareciam num trecho do episódio 7 do seriado *Breaking Bad*. Esse bloco era mais complexo que o anterior, por se tratar de problemas que exigiam o conhecimento e a aplicação de conceitos estudados. Pensamos ser esse um dos fatores que fizeram o rendimento decair em relação ao primeiro bloco. Nesta etapa existe ainda a situação de ter sido aplicado mais próximo ao final do ano letivo e, por isso, ser

realizado com mais descaso pelos alunos, alguns por já estarem “aprovados” e outros por acharem que não adiantava mais o seu esforço, pois já estariam “reprovados”.

Apesar de não termos um crescimento linear como esperávamos, pois acreditávamos que com o uso contínuo da metodologia os alunos iriam dominar a técnica e ter resultados cada vez melhores, obtivemos vários ganhos. Primeiro em relação à participação dos alunos nas aulas de Química, pois aumentamos o número de alunos em sala e conseqüentemente diminuimos o número de alunos que “matavam” aula. Depois em relação às reclamações dos alunos em conselhos de classe. Na escola existe o conselho participativo, onde os alunos se avaliam e avaliam os professores e aulas, as aulas de Química sofriam constantes críticas, mas ao utilizarmos metodologias diferenciadas as reclamações desapareceram e eles se adaptaram a um novo modelo de aulas, onde há espaço para aulas tradicionais, aulas práticas e aulas voltadas à pesquisa.

Outra mudança foi em relação à autonomia dos alunos, com o decorrer da aplicação eles já não ficavam tão dependentes do professor, já sabiam como a metodologia funcionava e iam em busca das informações necessárias sozinhos, questionando o professor apenas quando chagavam a um resultado. No ano seguinte, continuamos a utilizar a metodologia, mas nesse ano, por motivos variados, as aulas acabaram sendo mais tradicionais, o que ocasionou muitas reclamações dos alunos, por já estarem acostumados à variação de metodologias de aula.

Sabíamos, ao iniciar o trabalho, a importância de variar o tipo de aula e as metodologias utilizadas, mas não tínhamos a posição dos alunos quanto a isso. Hoje podemos dizer que as aulas de Química foram reformuladas e por isso os resultados dos alunos nas avaliações melhoraram, bem como sua participação em aula.

Para trabalhos futuros pensamos em continuar a utilização de metodologias ativas, não apenas com Estudos de Caso e Resolução de Problemas, e também em dar ênfase na produção escrita dos estudantes. Neste trabalho, mesmo tendo solicitado relatórios escritos, eles não foram utilizados como material de pesquisa, mas serviram para verificarmos o quanto os estudantes têm dificuldade em expressar na forma escrita as suas ideias relacionadas à solução dos casos/problemas. Como o ler e escrever não é igual em todas as disciplinas, queremos desenvolver nos estudantes, em um próximo trabalho, essas habilidades em ciências.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, D. E.; DONHAM, R. S.; BERNHART, S. A. Problem-Based Learning. **New Directions for Teaching and Learning**, n. 128, p. 21-29, 2011. Disponível em Wiley Online Library: <www.wileyonlinelibrary.com>. Acesso em: 05 mai. 2015.
- ANDRÉ, M.E.D.A. **Etnografia da prática escolar**. São Paulo: Papirus, 2013.
- ARROIO, A. Contribuição da História e Filosofia das Ciências para o desenvolvimento do gosto pelo conhecimento científico. **Revista Eletrônica de Ciências**, n. 36, mar.2007. Disponível em: http://cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art_36/educacao.html Acesso em: 29 julho 2014.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf> Acesso em: 06 jan. 2016.
- BREAKING BAD: 1ª temporada. Direção: Vince Gillian. Produção executiva: Vince Gilligan e Mark Johnson. Califórnia: Sony Pictures, 2006. DVD (48 min). Episódio 7.
- BRITO, J. Q. A.; SÁ, L. P. Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sócio-científicas com alunos do ensino médio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 3, p. 505-529, 2010.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 2006.
- EACHEVERRÍA, M. D. P. P.; POZO J. I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J. I. (org). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- ESTEBAN, M. T. Pedagogia de Projetos: entrelaçando o ensinar, o aprender e o avaliar à democratização do cotidiano escolar. In: SILVA, J. F.; HOFFMANN, J.; ESTEBAN, M. T. (org). **Práticas avaliativas e aprendizagens significativas em diferentes áreas do currículo**. 10. ed. Porto Alegre: Mediação, 2013.
- FORATO, T.; MARTINS, R.; PIETROCOLA, M. Prescrições historiográficas e saberes escolares: alguns desafios e riscos. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, 7., 2009. Florianópolis-SC. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2009.
- FRANCISCO Jr, W. E. ; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. A dinâmica de resolução de problemas: analisando episódios em sala de aula. **Ciência e Cognição**, v. 13, n. 3, p. 82-99, 2008.
- GIL-PÉREZ, D. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 2, p.197-212, 1993.
- GIL-PÉREZ, D.; GONZÁLEZ, E. Las prácticas de laboratorio en física en la formación del profesorado (1) Un análisis crítico. **Revista de Enseñanza de la Física**, v.6, n.1, p. 47-61, 1993.
- GOI, M. E. J. **A construção do conhecimento químico por estratégias de resolução de problemas**. 2004. 139f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2004.

- GOI, M. E. J. **Formação de professores para o desenvolvimento da metodologia de resolução de problemas na educação básica**. 2014. 267 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.
- GOI, M. E. J., SANTOS, F. M. T. Implementação da metodologia de Resolução de Problemas no Ensino de Ciências. In: **Seminário Internacional de Educação no Mercosul**, 17., 2015. Cruz Alta-RS. **Anais...** Cruz Alta: UNICRUZ, 2015.
- GOI, M. E. J.; SANTOS, F. M. T. Reações de combustão e impacto ambiental por meio de resolução de problemas e atividades experimentais. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 203-209, ago. 2009.
- GRAVE, W. S.; BOSHUIZEN, H. R. A.; SCHMIDT, H. G. Problem based learning: cognitive and metacognitive processes during problem analysis. **Instructional Science**, n. 24, p.321-341, 1996.
- HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.
- HOFFMANN, J. O cenário da avaliação no ensino de ciências, história e geografia. In: SILVA, J. F.; HOFFMANN, J.; ESTEBAN, M. T. (org). **Práticas avaliativas e aprendizagens significativas em diferentes áreas do currículo**. 10. ed. Porto Alegre: Mediação, 2013.
- HOMMES, J.; VAN DEN BOSSCHE, P.; GRAVE, W.; BOS, G.; SCHUWIRTH, L.; SCHERPBIER, A. Understanding the effects of time on collaborative learning processes in problem based learning: a mixed methods study. **Health Science Education**, n. 19, p.541-563, 2014.
- LAUDAN, L. **El progreso y sus problemas**. Madrid: Encuentro, 1986.
- LEITE, S. L.; SANTOS, F. M. T. Utilização da metodologia de resolução de problemas no estudo de polímeros. In: **Encontro Nacional de Ensino de Química**, 15, 2010, Brasília-DF. **Anais...** Brasília: UnB, 2010.
- LIMA, D. B. **A aprendizagem baseada em problemas e a construção de habilidades como ferramentas para o ensino-aprendizagem nas Ciências da Natureza**. 2015. 117 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.
- LOPES, A. R. C. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro, Ed. UFRJ, 1999.
- LOPES, B. J. **Resolução de problemas em Física e Química: Modelo para estratégias de ensino-aprendizagem**. Lisboa: LDA, 1994.
- LÜDKE, M. O trabalho com projetos e a avaliação na educação básica. In: SILVA, J. F.; HOFFMANN, J.; ESTEBAN, M. T. (org). **Práticas avaliativas e aprendizagens significativas em diferentes áreas do currículo**. 10. ed. Porto Alegre: Mediação, 2013.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 2013.
- MACENO, N. G.; GUIMARÃES, O. M. A inovação na área de Educação Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, p 48-56, fev. 2013.
- MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o ensino de Química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Revista em Extensão**, v. 7, p. 67-77, 2008.

- MARRA, R. M.; JONASSEN, D. H.; PALMER, B.; LUFT, S. Why Problem-Based Learning works: theoretical foundations. **Journal on Excellence in College Teaching**, n. 25, p. 221-238, 2014.
- MATTHEWS, M. R. Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 2, n. 12, p. 256-259, 1994.
- MIRANDA, A. C. G.; BRAIBANTE, M. E. F.; PAZINATO, M. S. O ensino de química e biologia através de um estudo de caso a partir do tema gerador drogas. In: **Encontro de Debates sobre o Ensino de Química: da universidade à sala de aula: os caminhos do educador em química**, 35, 2015. Lajeado-RS. **Anais...** Lajeado: UNIVATES, 2015, p. 208-213.
- MORAES, A. C. Construtivismo e história das ciências: limites de uma proposta. **Contexto e Educação**, v. 18, n. 69, p. 31, jan/jun, 2003.
- MORAN, J. M. O vídeo na sala de aula. **Revista Comunicação & Educação**, n. 2, p. 27-35, jan.-abr. 1995.
- PAPALIA, D.; OLDS, A.; FELDMAN, R. (org). **Desenvolvimento humano**. São Paulo: McGraw-Hill, 2009.
- PAZINATO, M. S. **Alimentos**: uma temática geradora do conhecimento químico. 2012. 177f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.
- PECORE, J. L. Beyond beliefs: Teachers adapting Problem-based Learning to preexisting systems of practice. **The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning**, n. 2, v. 7, p. 7-33, 2013.
- PICCOLI, F. **A história da química pode ajudar os alunos a atribuir sentido para a Tabela Periódica?** 2011. 40f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Licenciatura em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- PINTO, A. S. D. S.; BUENO, M. R. P; SILVA, M. A. F. D. A.; MENEZES, M. Z, S.; KOEHLER, S. M. F. O projeto do laboratório de Metodologias Inovadoras: pressupostos e objetivos. **Revista de Ciências da Educação**, ano 15, v.2, n. 29, p. 67-79, jun-dez. 2013.
- PORLÁN, R; MARTÍN, J. **El diario del profesor**: un recurso para la investigación en el aula. Sevilla: Diada Editorial, 1999.
- POZO, J. I. (org). **A solução de problemas**: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. A Solução de Problemas nas Ciências da Natureza. In: POZO, J. I. (org). **A solução de problemas**: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- QUEIROZ, S. L.; SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A. Estudos de caso em Química. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 731-739, mar. 2007.
- REIS, I. F.; FARIA, F. L. Abordando o tema alimentos embutidos por meio de uma estratégia de ensino baseada na Resolução de Casos: Os aditivos alimentares em foco. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 1, p. 63-70, fev. 2015.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudos de Caso no ensino de Química**. Campinas: Átomo, 2009.

SANTOS, F. M. T.; GOI, M. E. J. Resolução de Problemas no ensino de Química – fundamentos epistemológicos para o emprego da metodologia na Educação Básica. In: **Encontro Nacional de Ensino de Química**, 15., 2010, Brasília-DF. **Anais...** Brasília: UnB, 2010.

SILVA, J. F. Introdução: Avaliação do ensino e da aprendizagem numa perspectiva formativa-reguladora. In: SILVA, J. F.; HOFFMANN, J.; ESTEBAN, M. T. (org). **Práticas avaliativas e aprendizagens significativas em diferentes áreas do currículo**. 10. ed. Porto Alegre: Mediação, 2013.

SILVA, O. B.; OLIVEIRA, J. R. S.; QUEIROZ, S. L. SOS Mogi-Guaçu: Contribuições de um Estudo de Caso para a educação química de nível médio. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 3, p. 185-192, ago. 2011.

SOLBES, J.; TRAVER, M. Resultados obtidos introduzindo História das Ciências nas turmas de Física e Química: melhora da imagem da ciência e desenvolvimento de atitudes positivas. **Enseñanza de las Ciencias**, v.1, n.19, p. 151-162. 2001.

SOUZA, R. S.; ROCHA, P. D. P.; GARCIA, I. T. S. Percepção dos estudantes de nível médio sobre o desenvolvimento de suas habilidades. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 4, p. 220-228, nov. 2012.

ZABALA, A.; ARNAU, L. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE A**Termo de consentimento do aluno****PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE, com associação entre UFRGS/UFSM/FURG****Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

Eu, _____, abaixo assinado, concordo em participar da pesquisa "*Estudos de caso: uma estratégia metodológica para o ensino de Química no Ensino Médio*", sob responsabilidade da mestranda Flávia Piccoli e orientação da Profa. Dra. Tania Denise Miskinis Salgado, ambas vinculadas ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.

Declaro que estou ciente de que as informações prestadas serão analisadas e utilizadas na investigação, mas será garantido o anonimato.

Porto Alegre, _____ de _____ de 2014.

(assinatura do aluno, ou seu responsável, caso seja menor de 18 anos)

APÊNDICE B

PRIMEIRA AULA

Origens da Química

Definir a origem da química não é uma tarefa fácil. Se pensarmos na pré-história (idade dos metais), na fabricação de pães, tinturas, perfumes, medicamentos, podemos perceber que os fenômenos e procedimentos estudados e utilizados pela química até hoje, existiam muito antes de existir uma ciência com o nome de química.

Os primeiros registros de procedimentos que hoje consideramos químicos foram encontrados em Alexandria. Nos papiros de Leyden e de Estocolmo, foram encontradas receitas artesanais que davam a aparência do ouro e da prata a metais não preciosos. Essa busca pela transformação dos metais em ouro foi apenas um dos procedimentos estudados pela Alquimia e, embora a Alquimia não tivesse os mesmos objetivos da química, muitos processos desenvolvidos por ela são utilizados até hoje na química.

Desde antes de Cristo os pensadores e os homens do povo tentavam explicar as relações entre as substâncias. Podemos usar os como exemplo os ferreiros que no início usavam apenas o ferro e depois começaram a misturá-lo com outros materiais para obter um metal com maior resistência ou mais leve. Dentre os pensadores mais famosos estão Tales de Mileto (624-544 a.C.) que afirmou que a água é o princípio de todas as coisas, muitas outras teorias para explicar as substâncias e suas relações surgiram. Leucipo (480-420 a.C.) e Demócrito (460-370 a.C.) criaram a teoria de que tudo no universo era constituído por átomos. Empédocles (490-430 a.C.) usou em suas explicações a ideia de quatro princípios ou elementos primordiais (terra, água, ar e fogo) que formariam as substâncias, esses elementos seriam unidos pelo amor ou dissociados pelo ódio. Aristóteles (384-322 a.C.) acrescentou o quinto elemento: o éter (a matéria constituinte dos corpos celestes), e dava aos elementos qualidades fundamentais (água: fria e úmida, terra: fria e seca, ar: quente e úmido, fogo: quente e seco).

A Alquimia surgiu em Alexandria por volta do século III a.C, era uma mistura de três correntes: a filosofia grega, o misticismo oriental e a tecnologia egípcia. Obteve grande êxito na metalurgia, na produção de papiros e na aparelhagem de laboratório, mas não conseguiu um de seus objetivos: a Pedra Filosofal.

Entre os objetivos da alquimia chinesa destaca-se a criação de elixires que buscavam encontrar o segredo da imortalidade, eles eram feitos a base de mercúrio, enxofre e arsênio.

Muitos imperadores chineses morreram por envenenamento através dos elixires. A alquímica indiana tinha o objetivo de “matar” os metais para transformá-los em medicamentos. A alquímica árabe aperfeiçoou a arte de extrair gorduras (óleos essenciais) por destilação, a fabricação de sabão, as ligas metálicas e a medicina farmacêutica.

Paracelso (1493-1541) foi um médico e um dos mais famosos alquimistas, para ele todos os que melhoram a natureza (o padeiro, o metalúrgico, o vinhateiro) podem ser chamados de alquimistas. Ele cria um fenômeno de moda, uma “alquimia popular”, espetacular, pública, suscitando entusiasmo, paixão, controvérsia e hostilidade.

Com sua crença na transmutação de metais em ouro e na existência de um saber escondido, os alquimistas aperfeiçoaram muitas técnicas que continuaram sendo utilizadas pela química moderna.

Em 1624, dois sábios parisienses, Jean Bitaud e Antoine de Villon, colocaram em processo público as doutrinas de Aristóteles e de Paracelso e propuseram provar através de experiências que tudo é composto por átomos indivisíveis. A assembléia foi dispersa por forças de ordem, os autores foram presos e intimidados com a pena de morte se continuassem a propagar a sua doutrina.

O inglês Robert Boyle (1627- 1691), um dos cientistas mais importantes do Século XVII, propôs uma definição de elemento que já é considerada por alguns historiadores como moderna. Para ele os elementos eram os constituintes que resultavam da análise química, ou seja, “os verdadeiros limites extremos da análise química”. Elementos seriam certos corpos primitivos e simples, perfeitamente puros de qualquer mistura, que não fossem constituídos por nenhum outro corpo. Mesmo pensando desta forma ele se questionava sobre a existência ou não destes corpos primitivos.

No final do século XVIII a química surge como uma disciplina, estando ligada principalmente à medicina e a práticas artesanais como metalurgia e perfumaria. Já no final do século XVIII a química passa a ser reconhecida como uma ciência completa, autônoma, legítima e com bases sólidas e fonte de aplicações úteis ao bem público.

Não existia um armazém onde se podia comprar ácido nítrico ou carbonato de cálcio. O químico aprendia a extrair os seus produtos a partir de matérias primas, mas como as matérias primas não eram as mesmas em todos os lugares, frequentemente a mesma substância possuía nomes diferentes, já que os nomes eram dados a partir do método de extração. Vários desses métodos desenvolvidos para produzir reagentes são utilizados até hoje em muitos processos.

Isaac Newton (1643-1727), que foi reconhecido no Século XX como adepto da alquimia, contribuiu muito para a consolidação da química como ciência. A física newtoniana possibilitou aos químicos compreenderem suas operações em termos das forças dos reagentes. Newton escreveu no livro *Ótica*: “Quando o sal de tártaro [carbonato de potássio, K_2CO_3] corre *per deliquium* [liquefaz-se], derramado na solução de qualquer metal, precipita este último e o faz cair no fundo do líquido na forma de lama, não prova isto que as partículas ácidas são atraídas mais fortemente pelo sal de tártaro do que pelo metal e, pela atração mais forte vão do metal para o sal de tártaro?”.

Na mesma época de Newton, Stahl (1660-1734), que era médico do rei da Prússia e químico, reconhece dois princípios para todas as misturas, água e terra. Mas distingue três tipos de terras: a terra vitrificável (característica sólida dos minerais), a terra flogisticável (leve e inflamável) e a terra mercurial (que dá aos metais sua maleabilidade e o seu brilho). Na química de Stahl, um ator estabelece a ponte entre agregado e mistura: o fogo.

Referências:

BENSAUDE-VICENT, B.; STENGERS, I. **História da Química**. São Paulo: Instituto Piaget, 1992.

OKI, M. C. M. O conceito de elemento: da antiguidade à atualidade. **Química Nova na Escola**, n. 16, p. 21-25, nov, 2002.

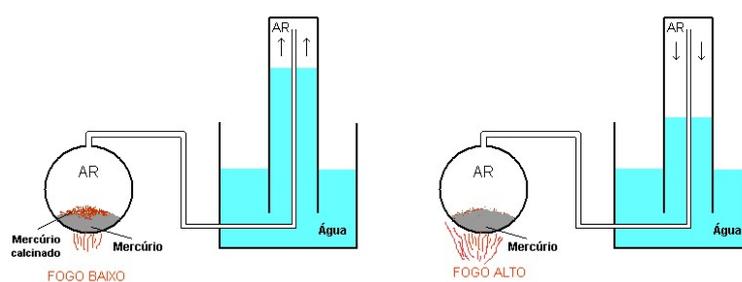
SILVA, L. A.; GATO, D. D. Alquimia: ciência ou seita? **Revista Eletrônica de Ciências**, n. 24, abr, 2004. Disponível em: http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_25/alquimia.html
Acesso em: 06 de março de 2014.

APÊNDICE C

SEGUNDA AULA

Consolidação da Química

Na década de 1770, três químicos se destacam por isolar um importante gás durante suas experiências. No laboratório de Karl-Wilhelm Scheele, mais de 15 novos ácidos foram identificados. O flogisto permite a Scheele caracterizar um dos gases que compõe a atmosfera: o Feuerluft, ar de fogo. Joseph Priestley também identificou alguns ácidos e o azoto (conhecido hoje por nitrogênio) que chamou de “ar flogisticado”. Ele isola o oxigênio com uma experiência de redução de um óxido de mercúrio e declara que ele é solúvel em água e torna a chama de uma vela mais brilhante e o chama de “ar deflogisticado”. Essa experiência pode ser vista na figura 1.



Fonte: <http://www.seara.ufc.br/especiais/quimica/oxigenio/oxigenio02.htm>

Figura 1: Exemplo das reações de formação do óxido e de decomposição do óxido.

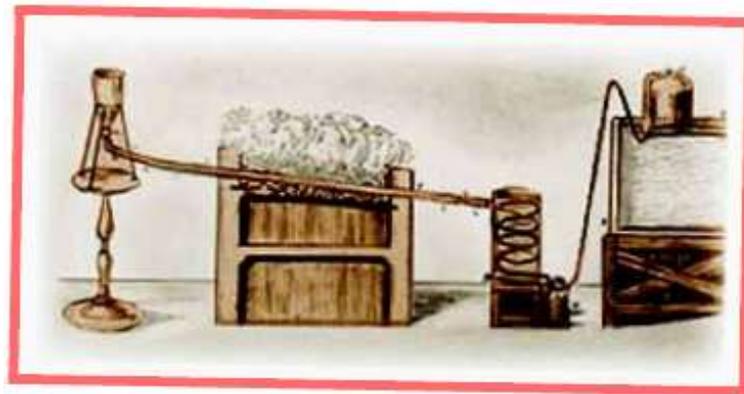
Priestley conta sua experiência para Lavoisier, que também conhece os trabalhos de Scheele. Lavoisier refaz a experiência de Priestley e conclui que esse gás é a porção mais pura do ar atmosférico.

Quem é então o “descobridor” do oxigênio: Scheele, que o isolou, Priestley que caracterizou suas propriedades ou Lavoisier que o identifica como elemento?

Lavoisier ao queimar enxofre e fósforo e pesar os recipientes antes e depois do experimento percebe que a massa de enxofre e de fósforo aumentou. Conclui então que isso se deu por uma massa de ar que se fixou durante a combustão. Ao utilizar a balança, e o famoso princípio “nada se perde, nada se cria”, ele contribui para que a ideia de conservação das massas aos poucos se torne mais aceita do que a teoria do flogisto e a doutrina dos quatro elementos.

A identificação do gás oxigênio deve-se à mudança na interpretação da experiência e não à modificação dos resultados. Então em 1777, Lavoisier toma coragem e faz seu primeiro “ataque” contra o flogisto. Ele afirma que não existe qualquer matéria de fogo nos corpos combustíveis, ela não é nada mais que uma das partes constituintes do ar. Ele substitui o flogisto combustível pelo ar, sob a forma do calórico, ou matéria do fogo.

A água teve um papel importantíssimo para a confirmação da ideia de conservação das massas. Lavoisier depois de anos tentando demonstrar experimentalmente que se obtém um ácido queimando o ar inflamável (hoje Hidrogênio) com o ar puro (hoje Oxigênio), manda construir um grande aparelho de combustão (figura 2) e refaz um experimento feito por Cavendish, com isso conclui que a água é composta de ar inflamável e de ar puro. Lavoisier reclassifica e redefine todas as substâncias que ele isolou sem apego ao flogisto, mas em termos de elementos compondo o ar atmosférico e a água.



Fonte: <http://chc.cienciahoje.uol.com.br/o-cientista-que-desvendou-o-misterio-da-agua>

Figura 2: Exemplo de aparelho de combustão

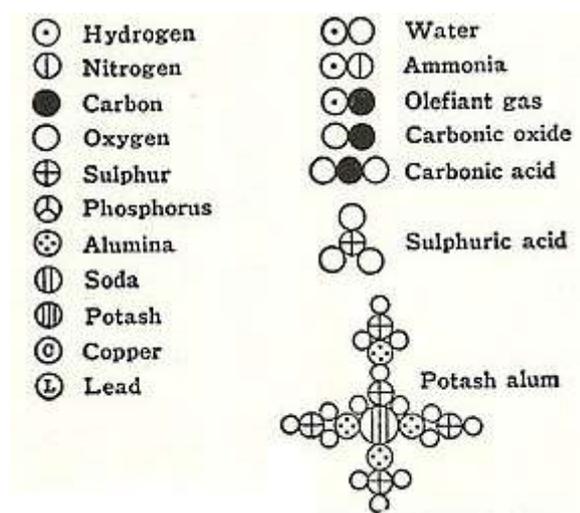
Para acabar com a doutrina dos quatro elementos era necessário que a nova definição de elemento fosse aceita, elementos seriam agora a substância indecomponível, resíduo de análise, como Boyle já havia proposto em 1660. Para isso foi necessária uma reforma na nomenclatura. Guyton de Morveau, Lavoisier, Berthollet e Fourcroy, publicaram em 1787 o “Méthode de nomenclature chimique”. Assim transformaram o projeto coletivo de reforma da nomenclatura em arma contra o flogisto.

Depois da reforma da nomenclatura Lavoisier publica o “Tratado elementar de química”, que é considerada uma das primeiras obras da química moderna. Com este livro Lavoisier diz que pode formar químicos em dois anos e dirigir-lhes às práticas de laboratório. O químico na escola de Lavoisier já não necessita de um termômetro na ponta dos dedos, ou dum golpe de vista de um artista, ele agora tem equipamentos como termômetros,

calorímetros e balanças de precisão. Apesar de o que entra e o que sai do local de reação, equacioná-las, é assegurar o controle do processo de transformação.

Em 1804, John Dalton, formulou uma hipótese que identifica os corpos simples com os átomos. O átomo de Dalton não é herdeiro dos átomos antigos (Demócrito, Leucipo,...), é inventado e explorado em outro contexto. Dalton estudava meteorologia e foi assim que iniciou a utilizar as noções de peso e tamanho dos gases.

Em 1802, Joseph Proust formulou uma lei geral que dizia que as relações entre os pesos (hoje chamados de massas) segundo os quais dois ou mais elementos se combinam são fixas e não suscetíveis de variação. Essa lei ficou conhecida como a lei das proporções definidas e era estendida a todas as combinações (substâncias compostas). Dalton usou esta lei como base para uma nova hipótese atômica, sugere que as combinações químicas se fazem por unidades, átomo por átomo, e que os átomos de cada elemento são idênticos. Dalton completa ainda com a lei das proporções múltiplas: quando dois elementos formam diversos compostos, o peso de um dos dois, unindo-se ao mesmo peso do outro, forma entre eles relações múltiplas inteiras e simples.



Fonte: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc20/v20a07.pdf>

Figura 3: Tabela de Dalton

Para Dalton quando dois elementos formam um único composto, ele é binário, e combina um átomo de um com um do outro; quando formam dois compostos o primeiro é binário e o segundo é ternário, com um de uma espécie e dois da outra. Ele determinou os pesos atômicos de muitos elementos em relação ao do hidrogênio, o peso atômico de cada

elemento seria o peso desse elemento que se une com um grama de hidrogênio para formar a combinação mais estável.

Os átomos de Dalton não são unidades mínimas de composição da matéria, mas sim unidades mínimas de combinação. Dalton não queria explicar o visível pelo invisível, mas sim resolver problemas de linguagem, de fórmulas e de classificação.

Muitos químicos reconheceram os benefícios dos pesos atômicos, mas nem por isso aceitaram a hipótese da existência dos átomos. Berzelius a partir de 1818 inicia uma correção nos pesos atômicos de Dalton e modifica a nomenclatura dos símbolos de Dalton por letras. Na figura 4 encontramos os pesos atômicos determinados por Dalton e na figura 5 as correções feitas por Berzelius.

no.	substância	peso	no.	substância	peso
1	Hydrogen	1	11	Strontites	46
2	Azote	5	12	Barytes	68
3	Carbone	5	13	Iron	38
4	Oxygen	7	14	Zinc	56
5	Phosphorus	9	15	Copper	56
6	Sulphur	13	16	Lead	95
7	Magnesia	20	17	Silver	100
8	Lime	23	18	Platina	100
9	Soda	28	19	Gold	140
10	Potash	42	20	Mercury	167

Fonte: <http://fig.if.usp.br/~oliveira/ceu2.pdf>

Figura 4: Tabela de Pesos Atômicos de Dalton 1818

el.	1814	1818	1826	el.	1814	1818	1826
O	16	16	16,03	Cu	129,03	126,62	63,42
S	32,16	32,2	32,24	Bi	283,34	283,81	213,22
P	26,80	62,7	31,43	Pb	415,58	414,24	207,46
Cl	35,16	35,41	35,47	Sn	235,29	235,30	117,84
C	11,986	12,05	12,25	Fe	110,98	108,55	54,36
N	14,36	14,05	14,19	Zn	129,03	129,03	64,62
H	1,062	0,9948	1	Mn	113,85	113,85	55,43
As	134,38	150,52	75,33	Al	54,88	54,77	27,43
Cr	113,29	112,58	56,38	Mg	50,47	50,68	25,38
Si	48,696	47,43	44,44	Ca	81,63	81,93	41,03
Hg	405,06	405,06	202,86	Na	92,69	93,09	46,62
Ag	430,107	432,51	216,6	K	156,48	156,77	78,51

Fonte: <http://fig.if.usp.br/~oliveira/ceu2.pdf>

Figura 5: Tabela de Pesos Atômicos de Berzelius

O átomo vem completar a química do corpo simples, mas deixa dúvida em relação às definições de corpo simples e elemento (de Lavoisier). Assim o peso atômico auxilia no processo de classificação das substâncias.

Com base nos pesos atômicos de Berzelius, Johann Wolfgang Döbereiner, propõe uma forma de classificar os elementos químicos identificados até então. Ele observou que ao agrupar certos elementos químicos com propriedades semelhantes, em seqüências de três (que ele chamou de tríades), ocorriam curiosas relações numéricas entre os valores de seus pesos atômicos. A primeira tríade reconhecida por Döbereiner era constituída por elementos químicos então recentemente identificados: cálcio, estrôncio e bário. A seguir, novas tríades foram sendo caracterizadas: cloro, bromo e iodo; enxofre, selênio e telúrio; manganês, ferro e cobalto; etc. O que caracterizava uma tríade eram as propriedades semelhantes de seus componentes e, principalmente, o fato do peso atômico do elemento central ser aproximadamente igual à média daqueles dos extremos, conforme pode ser observado na figura 6.

	cálcio: 40,08	
estrôncio: 87,62		média = 88,70
	bário: 137,33	
	cloro: 35,45	
bromo: 79,90		média = 81,18
	iodo: 126,90	

Fonte: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v20n1/4922.pdf>

Figura 6: Tríades de Döbereiner

Referências:

- BENSAUDE-VICENT, B.; STENGERS, I. **História da Química**. São Paulo: Instituto Piaget, 1992.
- OLIVEIRA, M. J. **Teoria e Física do Calor**. Curso de cultura e extensão. Instituto de Física, Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://fig.if.usp.br/~oliveira/ceu2.pdf> Acesso em: 10 de março de 2014.
- TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. Alguns aspectos históricos da classificação periódica dos elementos. **Química Nova na Escola**, v. 1, n. 20, p. 21-25, nov, 1997.

APÊNDICE D

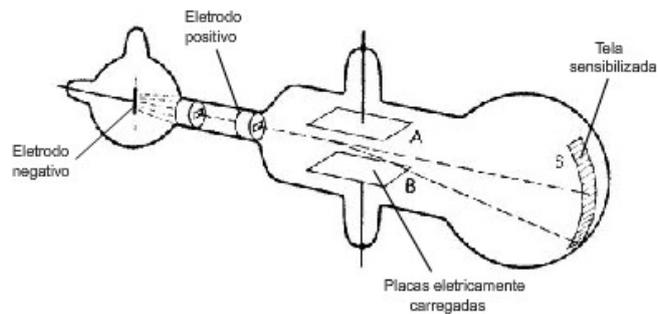
TERCEIRA AULA

Evolução dos Modelos Atômicos e da Tabela Periódica

Retomando: em 1829 Döbereiner criou a classificação dos elementos químicos conhecidos em tríades. Em 1862-1863 Chancourtois criou a classificação em espiral chamada Parafuso Telúrico, na mesma época Newlands classificou os elementos em 11 grupos. Em 1864 Odling organizou os elementos em ordem crescente de peso atômico (hoje chamamos de massa atômica) e unindo-os em grupos com propriedades semelhantes. Meyer em 1870-1872 classificou os elementos relacionando os volumes atômicos com os pesos atômicos. Na mesma época Mendeleev propôs uma classificação parecida com a de Odling e Meyer, em ordem crescente de pesos atômicos, mas os elementos pertencentes às mesmas colunas possuíam propriedades físicas (TF, TE, densidade, ...) e químicas (formavam substâncias com os mesmos elementos, conduziam/não conduziam eletricidade, se dissolviam nos mesmos tipos de líquidos,...) semelhantes e ainda previu a existência de alguns elementos ainda não identificados.

Ao mesmo tempo, muitos cientistas se destacaram no estudo da radioatividade, raios catódicos (partículas menores que o átomo e dotadas de carga elétrica negativa), elétrons, valência dos átomos, esses estudos contribuíram para o desenvolvimento de novas teorias atômicas e também para que a Tabela de Mendeleev passasse por modificações até chegar no formato que tem hoje.

J. J. Thomson (1856-1840) foi um deles. Ele era um físico que desenvolveu interesse pelas leis das combinações químicas e pelas teorias atômicas da matéria, principalmente pelas ideias de Dalton. Em 1897 os raios catódicos eram amplamente estudados, mas ainda não se sabia do eram formados, para Thomson eram formados por partículas. Ele testou, com o equipamento mostrado na Figura 1, quatro diferentes gases com 3 metais diferentes e sempre chegava ao mesmo resultado, com isso ele postulou que independente do elemento todos os átomos eram constituídos do mesmo tipo de corpúsculos.



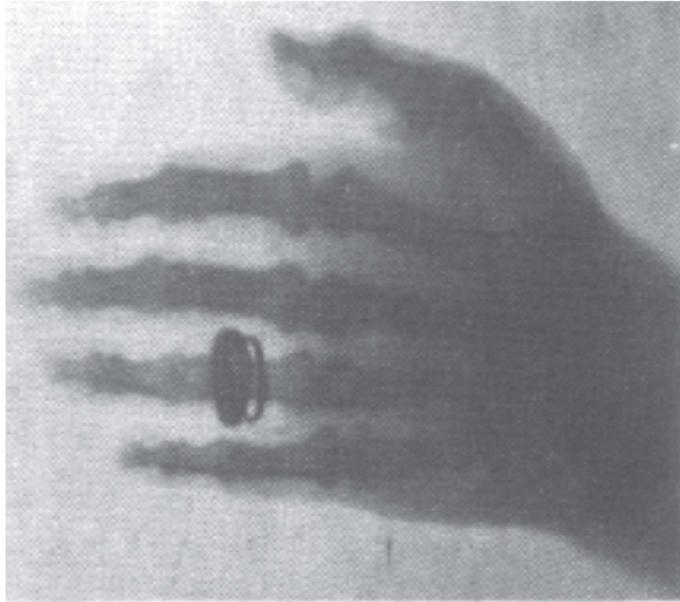
Fonte: <http://www.geocities.ws/saladefisica9/biografias/thomson.html>

Figura 1: Tubo de raios catódicos, utilizado por Thomson em seus experimentos.

Em 1904, publicou um artigo propondo que “os átomos dos elementos consistem em um número de corpúsculos eletricamente negativos englobados em uma esfera uniformemente positiva, esses elétrons estariam em anéis dentro da esfera”. Para Thomson, os elétrons eram responsáveis por toda ou pela maior parte da massa dos átomos. A carga positiva do átomo seria igual à soma das cargas negativas. Esse modelo foi o mais relevante do início do Século XX. Thomson buscava uma conexão entre a distribuição dos elétrons e as propriedades dos elementos, estabelecendo correlações com a Tabela de Mendeleev. Uma das relações é que ele formou grupos de elementos a partir do número de elétrons encontrados no último anel dos átomos, esses grupos confirmavam os grupos propostos por Mendeleev na sua classificação periódica.

Ernest Rutherford (1871-1937) destacou-se principalmente nos estudos da radioatividade e da física nuclear. Em 1895 Rutherford foi trabalhar no laboratório de Thomson. Neste mesmo ano Wilhelm Röntgen descobriu os Raios-X.

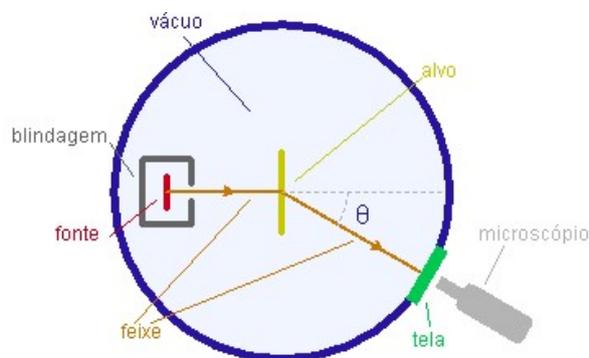
Röntgen, na noite de 8 de novembro de 1895, trabalhava com uma válvula com a qual estudava a condutividade de gases. A sala estava totalmente às escuras. A certa distância da válvula havia uma folha de papel, usada como tela, tratada com platinocianeto de bário. Röntgen viu, com espanto, a tela brilhar, emitindo luz. A válvula estava coberta por uma cartolina negra, e nenhuma luz ou raio catódico poderia ter vindo dela. Surpreso, virou a tela, expondo o lado sem o revestimento de platinocianeto de bário, e esta continuava a brilhar. Colocando diversos objetos entre a válvula e a tela, viu que todos pareciam transparentes, até ver na tela os ossos de sua mão. Registrou em chapas fotográficas, como se vê na Figura 2, suas observações, e anunciou que, com sua descoberta, se poderia pela primeira vez ver dentro do corpo humano sem precisar abri-lo. Esses novos raios por serem desconhecidos foram chamados de raios X.



Fonte: <http://qnesc.sbj.org.br/online/qnesc02/historia.pdf>

Figura 2: imagem da mão da esposa de Röntgen.

Após Rutherford passar um tempo nos Estados Unidos na universidade de McGill, em 1907 ele retornou à Inglaterra. Em Manchester, ele teve o auxílio do jovem Hans Geiger nos estudos da radioatividade de suas partículas favoritas (α , liberadas por elementos radioativos). Geiger e Ernest Marsden desenvolveram muitos experimentos entre 1908 e 1910 sobre o comportamento das partículas α e β quando atravessavam a matéria e também seu espalhamento. Eles bombardearam finíssimas lâminas de diferentes metais com partículas α em um equipamento como o da Figura 3.

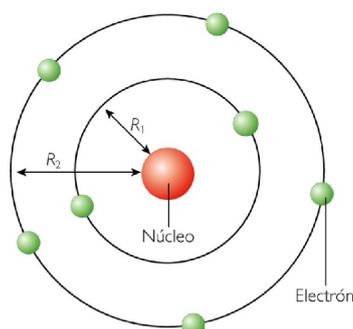


Fonte: http://www.if.ufrgs.br/~betz/iq_XX_A/modAtom/aModAtomFrame.htm

Figura 3: experimento feito por Geiger e Marsden.

Geiger confirmou que ao bombardear metais com partículas α , um pequeno número dessas partículas não atravessava o metal e retornava com um pequeno ângulo de desvio. Ele percebeu que o número de partículas que retornava aumentava com o aumento do peso atômico do metal.

Em 1911, Rutherford propôs um novo modelo atômico. Neste modelo o átomo consistia em uma carga central concentrada em um único ponto e rodeada por uma carga elétrica oposta, de mesmos valores. Como mostrado na Figura 4.



Fonte: <http://blogdequimica2014.blogspot.com.br/2014/08/modelo-atomico-de-rutherford.html>

Figura 4: Modelo atômico de Rutherford.

Na mesma época Marie Curie (1867-1934) e Pierre Curie (1859-1906) estudavam as radiações emitidas por sais de urânio. Estes estudos deram origem aos estudos na área da Radioatividade (1902-1903).

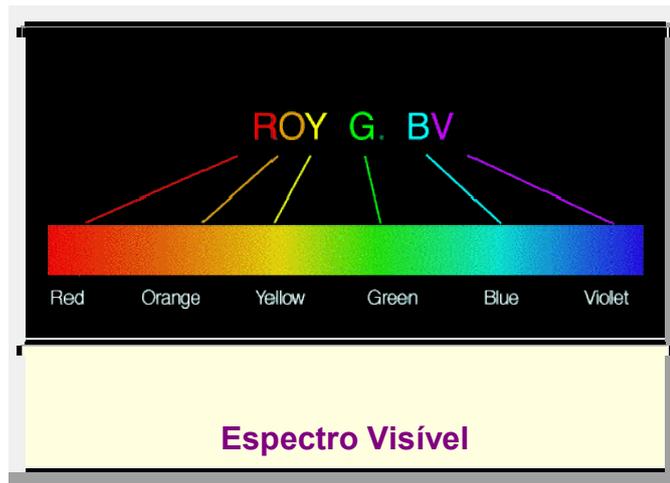
Em 1913 Soddy, que trabalhou com Rutherford, percebeu que existem átomos que possuem as mesmas propriedades, mas pesos atômicos e estabilidades nucleares diferentes. A estes átomos chamou de isótopos, que quer dizer “mesmo lugar”, ou seja, deveriam ocupar o mesmo lugar na Tabela de Mendeleev.

Niels Henrik David Bohr (1885-1962) utilizou o modelo de Rutherford, mas enfocava a dinâmica dos elétrons, sua distribuição e propriedades. Rutherford continuou suas investigações com a radioatividade e participou da descoberta das partículas constituintes do núcleo (prótons e nêutrons).

Bohr, após defender sua tese de mestrado em 1911, foi trabalhar no laboratório de Thomson, ficou amigo de Rutherford, que acabou sendo seu orientador de doutorado. Bohr utilizou o modelo atômico de Rutherford para construir o seu. Em 1913 ele propõe um modelo que une as leis gerais da mecânica clássica com a mecânica quântica e com a especificidade do elemento químico. O modelo de Rutherford não satisfazia os físicos, pois para a física se os elétrons girassem em torno do núcleo eles perderiam energia e colidiriam

com o núcleo. Bohr propõe que o modo como os átomos absorvem ou emitem energia luminosa não segue a mecânica clássica.

A figura 5 mostra o espectro visível que pode ser subdividido de acordo com a cor, com vermelho nos comprimentos de onda longos e violeta para os comprimentos de onda mais curtos. Essa emissão de luz foi explicada pelo modelo atômico de Bohr.



Fonte: <http://pt.slideshare.net/AdrianaDantas2/analise-espectro-eletromagnetica>

Figura 5: Espectro visível

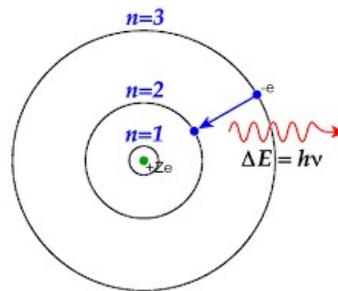
Bohr compreendeu que cada linha de emissão ou absorção é determinada pela mudança de órbita de um elétron no átomo, e as diferentes órbitas têm valores de energia diferentes. A figura 6 mostra os espectros de emissão do sódio e do cálcio.



Fonte: <http://www.alfaconnection.pro.br/fisica/atomos/estrutura-atomica/propriedades-dos-atomos/>

Figura 6: espectros de emissão do sódio e do cálcio.

“Nasceu” assim o átomo de Bohr: um núcleo carregado positivamente rodeado por elétrons dispostos em órbitas sucessivas (cada uma com um valor de energia diferente), os elétrons podem saltar de uma órbita para outra, absorvendo ou emitindo energia entre as duas órbitas, como mostrado na figura 7.



Fonte: <http://www.fisica-interessante.com/aula-historia-e-epistemologia-da-ciencia-11-crise-da-fisica-3.html>

Figura 7: modelo atômico de Bohr

James Chadwick trabalhou com Rutherford e em 1919 produziu a desintegração artificial de diversos elementos, utilizando o bombardeamento com partículas alfa. Um dos experimentos feitos foi o que consistia em bombardear o gás nitrogênio com partículas alfa altamente energizadas. Como resultado, alguns núcleos de hidrogênio eram detectados, e Rutherford estava certo que eles somente poderiam ser provenientes dos núcleos dos átomos de nitrogênio. Nesse processo, o que ocorreu é que o nitrogênio era transmutado em oxigênio, através de uma reação no núcleo do átomo. Na verdade, na maioria dos processos radioativos, a transmutação acontece espontaneamente. Entretanto, nesse caso, a transmutação havia sido, pela primeira vez, produzida artificialmente. Então, o núcleo do nitrogênio continha núcleos de hidrogênio. Como o hidrogênio era o elemento de menor massa, Rutherford concluiu que se tratava de uma partícula elementar dos núcleos de todos os átomos: o núcleo atômico possui uma estrutura, é formado por prótons.

Entretanto, duas questões importantíssimas estavam em aberto: 1) O número de prótons em um núcleo era insuficiente para justificar sua massa. De onde viria o restante da massa? 2) Cargas de sinais opostos se atraem. Cargas de mesmo sinal se repelem. Como era possível os prótons ficarem juntos em um espaço tão pequeno como o núcleo? De acordo com a Lei de Coulomb, a força de repulsão seria descomunal.

Em 1930, descobriu-se que bombardeando Berílio com radiação alfa, era emitida outra radiação extremamente penetrante e sem carga elétrica, semelhante à radiação gama. Posteriormente, foi descoberto que incidindo esse novo tipo de radiação em uma substância rica em hidrogênio (como a parafina), prótons eram emitidos. Em 1932, Chadwick, com seus estudos quantitativos desse e de outros experimentos, concluiu que a radiação emitida pelo Berílio era na verdade um feixe de partículas neutras com massa quase igual à do próton: Chadwick descobriu o nêutron. Assim ficou claro que a região mais densa do átomo (o núcleo) é formada por prótons e nêutrons.

Os estudos em torno dos núcleos atômicos modificaram alguns conceitos. O número atômico (Z) que antes era determinado pelo número de elétrons passou a ser dado pelo número de prótons.

Referências:

CHASSOT, Á. Raios X e Radioatividade. **Química Nova na Escola**, n. 2, p. 19-22, nov 1995.

BENSAUDE-VICENT, B.; STENGERS, I. **História da Química**. São Paulo: Instituto Piaget, 1992.

LOPES, C. V. M. **Modelos atômicos no início do século XX**: da física clássica ao início da teoria quântica. 2009. 173p. Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.

NISENBAUM, M. A. **Estrutura atômica**. Sala de leitura. Disponível em:

http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_estrutura_atomica.pdf. Acesso em: 04 abril de 2014.