



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

FRANCISCO RANULFO FREITAS MARTINS JÚNIOR

A TEORIA ALIADA A EXPERIMENTAÇÃO NA ABORDAGEM DAS LEIS
PONDERAIS DA MATÉRIA PARA A PROMOÇÃO DE APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA NO ENSINO MÉDIO

FORTALEZA

2012

FRANCISCO RANULFO FREITAS MARTINS JÚNIOR

A TEORIA ALIADA A EXPERIMENTAÇÃO NA ABORDAGEM DAS LEIS PONDERAIS
DA MATÉRIA PARA A PROMOÇÃO DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO
MÉDIO

Dissertação submetida à coordenação do curso de
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e
Matemática do Centro de Ciências, da
Universidade Federal do Ceará, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de Mestre em
Ensino de Ciências e Matemática.

Área de concentração: Ensino de Ciências

Orientadora: Profa. Dra. Maria Goretti de
Vasconcelos Silva

FORTALEZA
2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca do Curso de Matemática

-
- M343t** **Martins Júnior, Francisco Ranulfo Freitas**
A teoria aliada a experimentação na abordagem das leis ponderais da matéria para a promoção de aprendizagem significativa no ensino médio / Francisco Ranulfo Freitas Martins Júnior. - 2012.
57 p.: il. color., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, Fortaleza, 2012.
Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática
Inclui CD-Rom
Orientação: Prof^ª. Dr^ª. Maria Goretti de Vasconcelos Silva
1. Química – estudo e ensino. 2. Química - metodologia. I. Título.

FRANCISCO RANULFO FREITAS MARTINS JÚNIOR

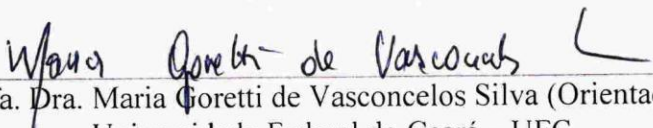
A TEORIA ALIADA A EXPERIMENTAÇÃO NA ABORDAGEM DAS LEIS
PONDERAIS DA MATÉRIA PARA A PROMOÇÃO DE APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA NO ENSINO MÉDIO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática. Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Goretti de Vasconcelos Silva

Aprovada em: 13/04/2012

BANCA EXAMINADORA


Profa. Dra. Maria Goretti de Vasconcelos Silva (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará – UFC


Profa. Dra. Ivoneide Pinheiro de Lima
Universidade Estadual do Ceará – UFC


Profa. Dra. Veleida Anahí da Silva
Universidade Federal de Sergipe – UFS

RESUMO

A Química é uma ciência que se caracteriza por estudar os aspectos qualitativos e quantitativos da matéria, tais como: a constituição, a estrutura, as transformações e a energia envolvida nas transformações. Tal estudo se inicia com a temática das leis ponderais da matéria, que são a base da Química como ciência. Buscou-se trabalhar tal temática com diferentes metodologias, aliando a teoria com a experimentação no Ensino Médio em busca da obtenção de aprendizagem significativa, em seguida uma pesquisa de campo foi realizada com a utilização de testes e questionários a 6 turmas de 1º ano do Ensino Médio regular, com uma média de 30 alunos por turma, de duas escolas de Fortaleza. Através da coleta de dados dos testes e questionários, foram analisados os resultados numa perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Ao final da pesquisa ficou evidente que os alunos anseiam por uma educação que realmente promova aprendizagem, tal aprendizagem tende a ocorrer ao serem utilizadas diferentes metodologias de estudo, (teoria aliada a experimentação no caso) sem que haja hierarquia entre elas, para que o aluno tenha mais de uma opção de aprendizagem. Do presente trabalho foi extraído um produto educacional, um caderno temático acerca das leis ponderais da matéria, que tem por objetivo dar um apoio a prática docente dos educadores em Química, na temática das leis ponderais da matéria.

Palavras-chave: Leis Ponderais. Teoria. Experimentação. Estudo. Aprendizagem.

ABSTRACT

Chemistry is a science that is characterized by studying the qualitative and quantitative aspects of matter, such as the establishment, structure, transformations, and energy involved in the transformations. This study begins with the topic of weight laws of matter, which are the foundation of Chemistry a science. It tried to work this theme if with different methodologies, combine theory with experiment in high school in search of obtaining meaningful learning, then a field survey was conducted with the use of tests and questionnaires to six classes in 1st year high school medium regular whit an average of 30 students per class, two schools in Fortaleza. By collecting data from tests and questionnaires, the results were analyzed from the perspective of learning theory of David Ausubel significant. At the end of the study if became evident that students yearn for an education that actually promote learning, such learning tends to occur when user different study methodologies, (theory combined experiment in the case) without any hierarchy between them, so that the student have more than one learning option. Of this study was extracted from an education product, a special issue on the laws of matter by weight, which aims to support the practice of teacher educators Chemistry at the thematic weight of the laws of matter.

Keywords: Laws weighth. Theory. Experimentation. Study. Learning.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 Justificativa	7
1.2 Delimitação do objeto	15
1.3 Objetivos.....	17
1.3.1 Objetivo Geral.....	17
1.3.2 Objetivos Específicos	17
1.4 Fundamentação teórica.....	18
1.4.1 As leis ponderais da matéria na perspectiva da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.....	18
1.4.2 O histórico da utilização da experimentação no estudo das leis ponderais da matéria.....	24
2 METODOLOGIA.....	31
2.1 Metodologia do projeto piloto	31
2.2 Metodologia do projeto final	34
3 RESULTADOS	36
3.1 Resultados do projeto piloto	36
3.2 Resultados do projeto final.....	47
3.3 Lista de figuras dos resultados do projeto piloto e do projeto final	58
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	61
4.1 Análise dos resultados do projeto piloto.....	61
4.2 Análise dos resultados do projeto final.....	71
4.2.1 Resultados e análise do pré-teste.....	81
4.2.2 Resultados e análise do pós-teste	84
5 CONCLUSÃO.....	87
REFERÊNCIAS	89
APÊNDICE	91

1 INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

A Química é uma ciência que se caracteriza por estudar os aspectos qualitativos e quantitativos da matéria, tais como: a constituição, a estrutura, as transformações e a energia envolvida nas transformações. Uma forma de aprender Química pode acontecer durante o processo de se compreender estes aspectos. No entanto para que o aluno possa obter esta compreensão, com vistas a solucionar problemas associados a estes aspectos, se faz necessária não somente uma teorização, como também, atividades práticas que visam propiciar uma melhor aprendizagem. Tal fenômeno está de acordo com o método científico (onde o aprendiz inicialmente observa, levanta hipóteses, experimenta, formula leis acerca de determinado fenômeno) que distingue uma ciência exata dos demais ramos do conhecimento humano. O estudo de Química se inicia nos anos finais do Ensino Fundamental, ou no ano inicial do Ensino Médio, tendo como primeiro tema de estudo as leis ponderais da matéria.

As leis ponderais da matéria estudados como conteúdo inicial no estudo de Química é um conteúdo que pode ser considerado difícil, os professores apresentam dificuldades em sua contextualização, já que aplicações práticas no cotidiano dos alunos, geralmente não são trabalhadas em sala de aula. Contudo uma das maiores dificuldades é o aspecto teórico-prático, pois este é usualmente visto em sala de aula, como uma via de mão dupla, em que o experimento comprova a teoria ou vice-versa. A prática é tida como uma maneira de o aluno comprovar o que foi visto na teoria, através de seus sentidos naturais, tais como: visão, audição, tato, olfato, e a partir daí formular suas próprias conclusões.

Uma proposta para o processo de aprendizagem do aluno pode ser desenvolvido segundo a ideia das zonas de desenvolvimento ou conhecimento do aprendiz de Vigotski (1993), este diz que um eficiente ensino está a frente do desenvolvimento cognitivo do aprendiz, e é capaz de o direcioná-lo rumo a aprendizagem. A interação social que leva à aprendizagem deve ocorrer dentro daquilo que ele chama de *zona de conhecimento real*, isto é o conhecimento inicial que o aluno já tem sobre determinado conteúdo (leis ponderais da matéria no caso), tal nível pode ser interpretado pela capacidade do aluno de resolver problemas sozinho. Neste nível o aluno o professor e o conteúdo interagem com a problemática em questão, com vistas a solucioná-la.

Através de seu nível de conhecimento real, o aluno de 1º ano do ensino médio irá desenvolver a capacidade de resolver problemas sob orientação ou em colaboração do professor ou com outros alunos mais capazes. Esta orientação ou colaboração pode gerar no aluno a *zona de conhecimento potencial*, no qual o aluno é capaz de realizar tarefas com ajuda de outros, este desenvolvimento potencial é caracterizado pelas competências que o aluno ainda não possuía, e veio a obter, porém ainda encontra-se em processo de maturação. Pode-se dizer então que o desenvolvimento da aprendizagem originou no real também um desenvolvimento, gerou também habilidades que se encontram em um nível menos elaborado que o já consolidado. Desta forma, o desenvolvimento potencial é aquele que o sujeito poderá construir, com a ajuda mútua de outros.

Para Vigotski, o desenvolvimento cognitivo não pode ser entendido sem referência ao contexto social, histórico e cultural em que ocorre. Os processos mentais superiores do aluno tais como: pensamento, linguagem e comportamento voluntário, têm sua origem em processos sociais; o desenvolvimento cognitivo é a conversão de relações sociais em funções mentais. Através do uso de instrumentos e signos o aluno pode desenvolver a sua aprendizagem.

Instrumento é algo que pode ser usado para se fazer alguma coisa (metodologia teoria e prática para estudar as leis ponderais da matéria); signo é algo que dá significado a esta coisa (leis ponderais da matéria, signo simbólico).

É por meio da internalização de instrumentos e signos que se dá o desenvolvimento cognitivo. No caso da educação, quanto mais o aluno vai utilizando signos em um determinado conteúdo, tanto mais vão se modificando, fundamentalmente, as operações psicológicas que ele é capaz de fazer. Da mesma forma, quanto mais instrumentos do conteúdo ele vai aprendendo a usar, tanto mais se amplia de modo quase ilimitado, a gama de atividades nas quais pode realizar, tanto de caráter experimental, quanto de caráter teórico.

O estudo feito em sala de aula implica um mínimo de duas pessoas (professor e aluno, no caso) intercambiando significados. Implica também em certo grau de reciprocidade e de biredicionalidade, isto é, um envolvimento ativo de ambos os participantes. A aquisição de significados e a interação social são inseparáveis na perspectiva de Vigotski, visto que os significados dos signos são construídos socialmente.

Mesmo que os significados dos signos cheguem ao aluno por meio de livros ou máquinas, por exemplo, ainda assim é pela interação social com o professor e com os demais

colegas de sala, é que ele poderá assegurar-se de que os significados que captou são os significados socialmente compartilhados em determinado contexto.

Para internalizar os signos oriundos de um determinado conteúdo, o aluno tem de captar os significados já compartilhados em sala de aula. Ou seja, tem de passar a compartilhar significados já aceitos no contexto social em que se encontra. E é pela interação em sala de aula que isso ocorre. É por este compartilhar que o aluno pode captar significados e confirmar que os que estão captando são aqueles compartilhados socialmente para os signos em questão do conteúdo em questão.

A partir deste momento o aluno desenvolve a *zona de conhecimento proximal*, que se refere a etapa que aproxima o conhecimento real, ao conhecimento potencial. Nesta zona o aluno faz suas atividades com independência, retrata o amadurecimento consolidado. Vigotski ressalta ainda o princípio de prontidão, onde o aluno ou aprendiz necessita alcançar determinado estado para aprender determinado tema cognitivo. Portanto as concepções prévias do aluno influenciarão de forma direta em sua maneira de aprender determinado tema cognitivo. É claro que o aparecimento desta zona, e conseqüentemente o amadurecimento cognitivo do aluno, está interdependente do conhecimento real e potencial.

Na interação social que deve caracterizar o desenvolvimento dessas zonas que promovem aprendizagem, o professor é o participante que já internalizou significados socialmente compartilhados para os materiais educativos do currículo e que procura fazer com que o aprendiz também venha a compartilhá-los.

A partir das zonas de desenvolvimento do aluno, a experimentação associada a teoria é uma ferramenta útil para o professor na promoção de mudanças conceituais. Faz-se necessário saber que o importante é realizar simultaneamente a teorização e a experimentação para estudo de conceitos introdutórios de Química (no caso as leis ponderais da matéria), independente de qual processo ocorra primeiro. Vários estudos realizados na área comprovam que, a experimentação desperta um forte interesse entre alunos de diversos níveis educacionais, e os professores como detentores desta informação (GIORDAN, 1999), podem utilizá-la com o objetivo de aumentar o desempenho dos alunos na disciplina.

A aprendizagem significativa, por definição, envolve aquisição/construção de significados, pois esta estimula a estrutura cognitiva do aluno. É no curso da aprendizagem significativa que o significado lógico dos materiais de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o aprendiz. Não seria essa transformação análoga à internalização de instrumentos e signos no contexto de certa matéria de ensino? A química,

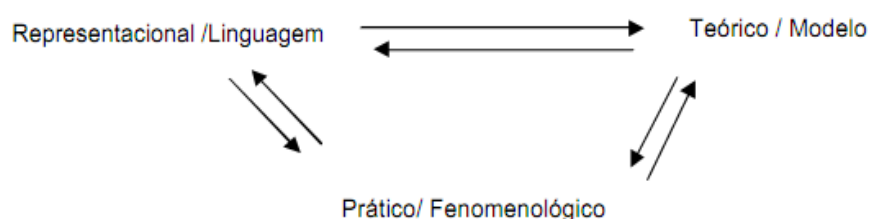
por exemplo, não seria um sistema de signos e não teria seus instrumentos (procedimentos e equipamentos)? Aprender química de maneira significativa não seria internalizar os significados aceitos (e construídos) para esses instrumentos e signos no contexto da química?

Na ótica vigotskiana, a internalização de significados depende da interação social, mas assim como na visão ausubeliana, tais significados podem ser apresentados ao aprendiz em sua forma final, não levando em consideração o saber prévio do aluno acerca de tais significados. O indivíduo geralmente não descobre independentemente, o que significam os signos ou como são usados os instrumentos. Antes ele se apropria (reconstrói internamente) dessas construções via interação social.

Esta metodologia (teoria/experimentação) baseada no pensamento de Vigotski e Ausubel pode provocar efeito positivo no estudo de Química, logo no início de sua trajetória com a aprendizagem das leis ponderais da matéria. As atividades práticas precisam dialogar com as atividades teóricas, sem que ocorra nível hierárquico entre elas, ou seja, a supervalorização da teoria ou da prática. Desta forma provavelmente haverá aprendizagem significativa neste assunto. Por isso, é importante valorizar este tipo de proposta de ensino que utilize essa potencialidade e, portanto ajude o aluno a desenvolver e modificar suas idéias através do estabelecimento de inter-relações entre os saberes teóricos e práticos inerentes aos conteúdos de Química. A experimentação deve permitir ao estudante avaliar os seus próprios modelos e teorias e oferecer estímulos adequados para o desenvolvimento de seu conhecimento, enquanto que a teorização promove a discussão, para que ocorra a conversão de informação em conhecimento.

Mortimer, (2000), representa em três aspectos as interações entre os três níveis do conhecimento ao se estudar uma ciência exata, que pode se aplicar a Química e mais especificamente as leis ponderais da matéria; são eles: o fenomenológico ou empírico que está associado a experimentação, o teórico ou “de modelos” que está associado a explanação teórica e o representacional ou da linguagem que integra os dois anteriores.

Figura 1 – Aspectos de uma ciência exata



Fonte: Mortimer (2000)

É necessário que esses três componentes – fenômeno, linguagem, e teoria, se façam presentes no processo de ensino/aprendizagem das leis ponderais da matéria, para que o aluno desenvolva uma boa fundamentação teórica e prática no estudo inicial de Química, uma vez que a produção de conhecimento resulta quase sempre das relações ensino/aprendizagem entre experimento e teoria, pensamento e realidade, relações estas que ocorrem através da ação mediadora do professor com o aluno.

A importância de executar atividades teóricas e práticas é inquestionável na Química e extremamente relevante no processo de ensino e aprendizagem desta ciência. Outro aspecto que deve ser considerado, é que, se não forem bem planejadas, as atividades práticas, assumem somente um caráter superficial, descontextualizado, não associando a teoria. Então quando os aprendizados teórico-práticos se mostram dinâmicos, processuais e significativos, o ensino de química alcança seu objetivo (SILVA & ZANON, 2000).

O ato de experimentar determinados fenômenos se faz presente desde os primórdios do tempo nos estudos de vários pensadores da Ciência. Aristóteles disse a mais de 2300 anos que: “[...] quem possua a noção sem a experiência, e conheça o universal ignorando o particular nele contido, enganar-se-á muitas vezes no tratamento” (ARISTÓTELES, 1979, p.26)

No período da renascença Leonardo da Vinci fez numerosas experiências e acreditava ser obrigatório experimentar para chegar a razão. Neste contexto não se pode deixar de citar Galileu Galilei, o grande cientista italiano que pregou a soberania da experimentação, através da qual ocorria a firmação do conhecimento humano.

O aspecto prático ou fenomenológico diz respeito aos fenômenos de interesse da Química, sejam eles visíveis ou não, que são percebidos indiretamente, como por exemplo, as interações radiação-matéria. Tais fenômenos químicos não são limitados aqueles que podem ser reproduzidos no laboratório. Os fenômenos também podem estar presentes nas atividades cotidianas, como nos supermercados, postos de combustíveis, farmácias, entre outros. São estas relações que o aluno do ensino médio estabelece por meio da Química que dão significado, pois mostram que esta ciência está na sociedade, no ambiente, e constantemente ao seu lado.

Quando o professor retoma estes fenômenos já estudados ou vividos pelo aluno na própria sala de aula, ele passa a participar da aula. A abordagem do ponto de vista fenomenológico também pode contribuir para desenvolver habilidades específicas tais como controlar variáveis, medir, ponderar, analisar resultados, elaborar gráficos, entre outros. Além

de se apropriar significativamente do conteúdo, as atividades experimentais, permitem o uso pelo aluno, dos sentidos do olfato, visão, pele na obtenção dos resultados. A experimentação possui um caráter lúdico, exatamente porque é associada ao uso dos sentidos e leva a motivação intrínseca que contribui positivamente com o aprendizado. (GIORDAN, 1999)

O aspecto teórico ou de modelo relaciona-se a informações de natureza atômico-molecular, envolvendo, portanto, explicações baseadas em modelos abstratos e que incluem entidades não diretamente observáveis, como átomos, moléculas, íons e elétrons. O aspecto representacional ou de linguagem, compreendem as informações inerentes à linguagem química, como fórmulas e equações químicas, representações dos modelos, gráficos e equações matemáticas. A ausência da experimentação nas salas de aula pode resultar na mera memorização de fórmulas das substâncias, de equações químicas e nos modelos para a matéria.

A produção de conhecimento na Química resulta quase que sempre de uma dialética entre a teoria e a experimentação, imaginação (pensamento) e realidade, porque geralmente a experimentação oferece mais de uma possibilidade de interpretação. Quando o aluno ainda não conhece a teoria sobre o assunto (leis ponderais da matéria, por exemplo), para interpretar determinado resultado experimental, ele o fará com as suas próprias teorias implícitas, suas idéias de senso comum. Para que a interpretação do fenômeno ou do resultado experimental faça sentido para o aluno, é desejável manter essa interdependência entre a teoria e a experimentação, percorrendo constantemente o caminho de ida e volta entre ambos os aspectos.

O aspecto representacional ou de linguagem é resultado também desta interdependência, fornecendo as ferramentas simbólicas para representar a compreensão resultante desses processos de idas e vindas entre a teoria e a experimentação. É importante ressaltar que, nesta metodologia de ensino, o conceito de fenômeno e de experimento ultrapassa a dimensão do laboratório. Ir ao supermercado, investigar a corrosão do portão da garagem também são atividades que se caracterizam pela ação de experienciar, vivenciar, em geral de forma sistematizada. O aluno pode ser levado a formular em constante interlocução. O aluno pode ser levado a formular hipóteses, desenvolver formas de testá-las modificá-las de acordo com os resultados. Nestas atividades, o aluno tem oportunidade de desenvolver essas habilidades e outras, como experimentar a forma como os conceitos químicos estão funcionando nas relações sociais.

A maioria dos estudantes, no entanto não são desafiados a explorar, desenvolver e avaliar as suas próprias idéias. Os currículos desenvolvidos nas escolas, em sua grande maioria, não oportunizam momentos para abordagem de questões acerca da natureza, o que pode ocorrer através da experimentação associada à teoria. Em outras palavras, a investigação científica, e o próprio método científico são deixados de lado, o que acaba por comprometer o aprendizado do aluno. As atividades experimentais são organizadas levando em consideração o conhecimento prévio que os alunos devem deter no nível de escolaridade em que estão. Adotar esta postura bastante relevante significa aceitar que nenhum conhecimento é assimilado do nada, mas deve ser construído ou reconstruído pela estrutura de conceitos já existentes. Deste modo, a discussão e o diálogo assumem um papel importante e as atividades experimentais combinam intensamente. (FREIRE, 2001).

Este conhecimento original pode ser transformado em ações e expressado em forma de linguagens oral ou escrita, (MORTIMER, 2000). As transformações do conhecimento aprendido permitem ao professor obter indícios daquilo que o aluno já sabe. Tais situações podem ser criadas a partir de um problema da realidade do aluno ou até de um exercício de um conteúdo que está sendo abordado, o qual não pode ser do tipo que exige uma resposta direta e memorizável, mas sim uma situação nova que exija transformação do conhecimento original. No entanto, é possível encontrar vestígios dos conhecimentos existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. A realização de atividades práticas antes e depois da explanação teórica pode ser um momento em que o professor pode encontrar tais vestígios, pois para realizar tais atividades, não basta ao aluno ter assimilado as informações, antes se exige que o mesmo as converta em conhecimento.

O professor deve considerar em suas aulas teóricas e práticas, as descobertas dos seus alunos para trabalhar significativamente os conteúdos pretendidos, pois ao trabalhar com as dificuldades e explicações dos alunos ao fenômeno, ele aliará as concepções prévias aos novos conhecimentos. Não se trata de trabalhar as leis ponderais da matéria que somente existem nos livros didáticos. Ao utilizar a prática, associando os conteúdos curriculares ao que o aluno vivenciou, o professor trabalhará de forma contextualizada, pois não é o problema proposto pelo livro ou a questão da lista de exercício, mas os problemas e as explicações construídas pelos atores do aprender diante de situações concretas.

Conforme orienta os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do Ensino Médio, a disciplina de Química deve levar os alunos ao desenvolvimento de habilidades e competências através da leitura, da escrita e da resolução de problemas pertinentes a sua vida,

o que está de acordo com o ensino inicial de Química para a aprendizagem das leis ponderais. As competências e habilidades cognitivas e afetivas desenvolvidas nesse ensino devem capacitar os alunos a tomar suas próprias decisões em situações problemáticas, auxiliando também no desenvolvimento dos alunos como pessoas humanas e como cidadãos. (BRASIL, 1999)

Outro fator relevante que justifica o presente trabalho está baseado na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (*apud* MOREIRA 2006). Para Ausubel para facilitar a aprendizagem significativa é preciso valorizar o conteúdo e a estrutura cognitiva do aluno, procurando interagir os dois. É necessário fazer uma análise conceitual do aluno (leis ponderais da matéria no caso), para identificar conceitos, idéias e procedimentos básicos, e concentrar neles o esforço instrucional. É importante não demasiar o aluno com informações acerca do conteúdo, para que este não fique sobrecarregado desnecessariamente, dificultando a organização cognitiva do aluno. É preciso buscar uma maneira clara de relacionar, explicitamente, os aspectos mais importantes do conteúdo das leis ponderais da matéria aos aspectos especificamente relevantes de estrutura cognitiva do aprendiz. Esse relacionamento é imprescindível para a aprendizagem significativa.

Em síntese, é de fundamental importância uma análise prévia daquilo que se vai ensinar. Nem tudo que está nos planos de curso ou nos livros didáticos se faz mais importante do que esta análise. Algumas vezes o plano de curso ou o conteúdo que está no livro didático, não são os mais adequados para facilitar a interação com o conhecimento prévio do aluno. A análise crítica da matéria de ensino deve ser feita visando à aprendizagem do aluno. Não adianta muito o conteúdo (leis ponderais da matéria no caso) ter uma boa organização lógica, cronológica ou epistemológica, e não ser psicologicamente aprendível. No que se refere à estrutura cognitiva do aluno, é claro que a condição para a aprendizagem significativa é a disponibilidade de subsunçores, conceitos ou proposições claros, estáveis, diferenciados, especificamente relevantes na estrutura cognitiva.

Diante destes pressupostos que permeia o estudo de Química, é importante mostrar o aluno fatos concretos que comprovam as leis ponderais da matéria, ao se fazer a teorização deste conteúdo. Esta teorização quando aliada a prática permite o aluno observar e mensurar o seu cotidiano, já que os conceitos que os alunos trazem para a sala de aula advêm de sua leitura de mundo.

1.2 Delimitação do objeto

O presente trabalho visa analisar a influência da teoria e da experimentação a luz da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, na aprendizagem inicial dos alunos em Química, no 1º ano do ensino médio regular, de duas escolas de nível Médio de Ensino na cidade de Fortaleza, com relação ao estudo das leis ponderais da matéria. O ensino de Química tem sido motivo de muitas discussões e debates, em relação à forma de apresentar e trabalhar conteúdos, com a intenção de possibilitar a sua compreensão, que ocorre a partir da compreensão das leis ponderais da matéria. Ao se iniciar o estudo desta ciência, dificuldades por parte do ensino do professor, e da aprendizagem por parte do aluno são relatadas historicamente. (TORRICELLI, 2007).

As leis ponderais da matéria são à base do estudo da Química, principalmente nas leis: da conservação das massas de Lavoisier, e na lei das proporções fixas de Proust. A lei da conservação das massas segundo Lavoisier diz: existe uma quantidade igual de matéria antes e depois do experimento; a qualidade e a quantidade dos elementos permanecem precisamente a mesma e nada acontece além de mudanças e modificações nas combinações desses elementos. Já a lei das proporções fixas de Proust pode ser enunciada como “uma substância, qualquer que seja sua origem, apresenta sempre a mesma composição em massa”. As leis ponderais, importantes para o estabelecimento da Química como ciência, estão subjacentes à teoria atômica de Dalton, que é à base da explicação das relações ponderais nas reações químicas (VANIN, 2005). A própria natureza da palavra ponderar, apresenta significados tais como: pensar, analisar, raciocinar, observar, entre outros. Para tanto é fundamental encontrar uma maneira viável de abordar o assunto das leis ponderais da matéria.

Associar à experimentação a teoria no ensino de uma ciência, pode se mostrar uma forma eficaz de gerar uma aprendizagem significativa por parte do alunado. No entanto no ensino tradicional, a experimentação, quando existe, é geralmente separada da teoria, ou serve apenas para comprová-la. As aulas práticas possuem seus procedimentos baseados na logicidade, que o aluno segue como se fosse a receita de um bolo tentando chegar a um resultado já anteriormente conhecido tanto por ele, quanto pelo professor.

Faz-se necessário que o professor perceba que um dos principais objetivos do experimento, é que este possibilite o aumento considerável e ininterrupto da motivação do aluno em aprender, envolvendo-o mais com a Química. Para tanto é fundamental que o

professor valorize o pensamento do aluno, e este pensamento é vivido quando o aluno além de recepar a teorização das leis ponderais da matéria a reforça com a experimentação. A interação destes dois métodos é capaz de gerar uma aprendizagem, pois o conhecimento não é somente transmitido, mas construído ativamente por alunos e indivíduos de uma forma geral, e aquilo que o aluno já sabe influencia naquilo que ele está aprendendo, ou seja, na sua aprendizagem.

Superar as dificuldades de aprendizagem dos alunos, não só no estudo de Química com as leis ponderais da matéria, bem como em qualquer outro conteúdo que equivale a uma etapa no processo de formação educacional, é uma preocupação marcante do presente trabalho. De acordo com Mortimer (1994, p.57),

Aprender ciências não é uma questão de simplesmente ampliar o conhecimento dos jovens sobre os fenômenos – uma prática talvez denominada mais apropriadamente como estudo da natureza – nem de desenvolver ou organizar o raciocínio do senso comum dos jovens. Aprender ciências requer mais do que desafiar as idéias anteriores dos alunos, através de eventos discrepantes. Aprender ciências requer que o aluno seja introduzido numa forma diferente de pensar sobre o mundo natural de explicá-lo.

Diante disto é possível pensar que a teoria aliada a experimentação no ensino das leis ponderais da matéria possuem um papel fundamental na aprendizagem de Química por parte do aluno. De quais maneiras pode acontecer a aprendizagem de alunos do ensino médio no estudo das leis ponderais? Quais as contribuições da teoria e da prática das leis ponderais na aprendizagem dos alunos?

Postular tais respostas é um dos anseios deste trabalho. Pois desta forma os discursos realizados em sala de aula ocorrerão no sentido de produzir uma linguagem e um pensamento sobre o mundo, usando a Química como veículo. O aluno, ao atribuir sentido ao que está aprendendo, ele mesmo irá formular suas próprias respostas, com suas próprias maneiras de combinar aquilo que está sendo ensinado com aquilo que ele já traz para a sala de aula.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Verificar se a experimentação aliada a teoria na abordagem das leis ponderais da matéria promove uma aprendizagem significativa na perspectiva da teoria de Ausubel.

1.3.2 Objetivos específicos

Estudar as leis ponderais da matéria na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa;

Apresentar o histórico da utilização da experimentação no estudo das leis ponderais da matéria a luz da teoria;

Valorizar a participação do aluno no processo de aprendizagem do método científico através de atividades experimentais.

1.4 Fundamentação teórica

1.4.1 As leis ponderais da matéria na perspectiva da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.

A realidade do aluno vai de encontro com o ensino tradicional de Química, o de mera transmissão formal de conteúdos, e que acaba produzindo alunos com ações passivas, com relação ao professor e as questões químicas do ambiente em que vive. As informações transmitidas pelos professores, na maioria das vezes não se relacionam aos conhecimentos prévios que o aluno adquire ao longo de sua vida, o que dificulta sua aprendizagem segundo (AUSUBEL, 1983). E quando não há relação entre o que o aluno já sabe e aquilo que ele está aprendendo, não há uma aprendizagem significativa.

Ausubel é contrário ao ensino tradicional que é examinado como: estímulos, respostas e reforços, não como significados. Por isso ele propõe uma teoria da aprendizagem significativa que diz que é no curso da aprendizagem significativa que o significado lógico do material de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o aprendiz. (*apud* MOREIRA, 2006) A proposta de estudo de qualquer disciplina ou qualquer conteúdo, não pode ser mais vista em estímulo, resposta e reforço positivo. O objetivo de um estudo precisa ser a aprendizagem significativa, a mudança conceitual e, naturalmente, o construtivismo.

Em um processo educativo, é importante que exista e interaja: a metodologia de ensino do professor, a capacidade de aprendizagem do aluno, o material de estudo que são as leis ponderais da matéria no caso, e o contexto que é o meio social. Nada mais natural, então, que haja a preocupação em como mensurar a aprendizagem significativa. Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não-literal) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo (*apud* MOREIRA, 2006). Ou seja, as idéias novas, as proposições, os conceitos tendem a ser aprendidos significativamente e captados na medida em que outras idéias, proposições relevantes e os conceitos inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcione, dessa forma, como ponto de ancoragem para os precursores.

Na química, por exemplo, se o conceito de lei e o conceito de ponderar já existem na estrutura cognitiva do aluno do 1º ano do ensino médio, estes servirão de subsunçores para novas informações referentes às leis ponderais da matéria. Todavia, esse processo de

ancoragem da nova informação resulta em crescimento e modificação dos conceitos subsunçores (lei e ponderar). Isso significa que os subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes, bem elaborados, claros, estáveis ou limitados, pouco desenvolvidos, instáveis, dependendo da frequência e de maneira como serviram de ancoradouro para novas informações.

A aprendizagem significativa se contrapõe a aprendizagem mecânica ou automática, definindo a segunda como sendo aquela em que novas informações são apreendidas praticamente sem se relacionar ou interagir com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, e nem sem se ligar a conceitos subsunçores específicos do aluno.

Em química, como em outras disciplinas, a simples memorização de fórmulas, leis e conceitos pode ser tomada como exemplo típico de aprendizagem mecânica. Um exemplo desta aprendizagem ocorre quando o aluno estuda em véspera de prova, e que somente serve para a prova, pois geralmente é esquecida logo após a aplicação da mesma. Outro exemplo é aquela típica argumentação de aluno que afirma ter estudado tudo, e até mesmo de saber todo o conteúdo, mas que, na hora da prova, não consegue resolver problemas ou questões que impliquem usar e transferir esse conhecimento.

Segundo Ausubel, esta aprendizagem mecânica também pode ser vista como aprendizagem receptiva, que ocorre quando o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final. Em contrapartida a aprendizagem significativa tem uma grande probabilidade de ocorrer por descoberta, o conteúdo principal a ser aprendido deve ser descoberto pelo aprendiz. Entretanto, após descoberta, a aprendizagem só será significativa se o conteúdo descoberto (leis ponderais da matéria no caso) estabelecer ligações com conceitos subsunçores relevantes já existentes na estrutura cognitiva.

De acordo com esse tipo de pensamento não há, então, porque criticar a explanação teórica do conteúdo ou a instrução organizada por meio de linhas de aprendizagem receptiva que é a tradicional, quanto a seus méritos. Podem ser ineficientes se forem mal empregados. Porém, na medida em que facilite a aprendizagem significativa, a explanação teórica do conteúdo poderá ser bem eficiente em relação a outro método ou abordagem instrucional, no que se refere à aquisição de conteúdo cognitivo.

A aprendizagem significativa visa contemplar os alunos em todas as modalidades de ensino. O aluno do ensino médio está na fase, onde predomina a aprendizagem por recepção, pois este aluno já alcançou a maturidade com relação a aprendizagem por descoberta. Tal maturidade cognitiva é capaz de fazer com que tal aluno possa compreender

conceitos e proposições apresentados, verbalmente, o que pode ser consolidado com a utilização da experimentação.

Para que ocorra a aprendizagem significativa uma das condições a serem satisfeitas é que o material a ser aprendido se relacione à estrutura cognitiva do aprendiz, de maneira não arbitrária e não-literal, para tanto não deve haver hierarquia entre metodologias de ensino. Um material que possua essa característica é dito potencialmente significativo.

Um material potencialmente significativo deve ter dois fatores principais, ou duas condições subjacentes: a natureza do material, em si; e natureza da estrutura cognitiva do aluno. Quanto à natureza do material, ele deve ser logicamente significativamente ou ter significado lógico, isto é, ser suficientemente não-aleatório, de modo que possa ser relacionado, de forma substantiva e não-arbitrária, a idéias correspondentemente relevantes, que se situem dentro do domínio da capacidade do aluno de aprender. O material em questão trata-se das leis ponderais da matéria, que é o primeiro assunto abordado em Química tanto nos anos finais do ensino fundamental, quanto nos anos iniciais do ensino médio.

Quanto à natureza da estrutura cognitiva do aluno, nela devam estar disponíveis os conceitos subsunçores específicos de aprendizagem, com os quais o novo material poderá relacionar. O estudante de 1º ano do ensino médio está começando a desenvolver um pensamento crítico, ou seja, está sendo levado a raciocinar, medir, pensar, ponderar, analisar, entre outros processos que fazem parte do método científico. O conteúdo de química, bem como o de outras disciplinas ensinadas na escola é quase que por definição, logicamente significativo, assim sendo, raramente as tarefas de aprendizagem escolares são carentes de significado lógico.

Dentre as condições da aprendizagem significativa, uma delas é a de que o material seja potencialmente significativo. A outra é a de que o aluno tenha uma disposição para relacionar, de maneira substantiva e não-arbitrária, o novo material, potencialmente significativo, à sua estrutura cognitiva. A última condição em questão implica no fato de que, independentemente de quão potencialmente significativo possa ser o material a ser aprendido, se a disposição do aluno for, simplesmente, a de decorá-lo arbitrária e literalmente, a sua aprendizagem se existir, será puramente mecânica. De igual modo, independentemente de quão disposto o aluno esteja de aprender, se o material não for potencialmente significativo, se não se relacionar a sua à estrutura cognitiva, de maneira não-literal e não arbitrária, a aprendizagem também será considerada mecânica.

Um dos resultados da interação que ocorre na aprendizagem significativa entre o novo material a ser aprendido e estrutura cognitiva existente no aluno é uma assimilação de antigos e novos significados a qual contribui para a diferenciação da estrutura. Por exemplo, se o conceito das leis ponderais da matéria deve ser aprendido por um aluno que já possui o conceito de ponderar bem estabelecido em sua estrutura cognitiva, o novo conceito específico (leis ponderais da matéria) será assimilado pelo conceito mais inclusivo (ponderar) já adquirido. Entretanto, considerando que ponderar apresenta alguns significados, não somente o conceito de leis ponderais da matéria adquirirá significado para o aluno, mais também o conceito de ponderar que ele já possuía será modificado e tornar-se-á mais inclusivo.

A aprendizagem significativa permite a assimilação do material de aprendizagem na estrutura cognitiva do aluno (*apud* MOREIRA, 2006). Na assimilação os novos significados são adquiridos por meio da interação do novo conhecimento com conceitos ou proposições previamente aprendidos. O novo material pode ser que não seja lembrado precisamente da mesma forma em que foi recebido, pois o próprio processo de assimilação desse material (no caso das leis ponderais da matéria) será alterado e, portanto, práticas de avaliação que requerem a repetição exata das informações aprendidas e acabam se contrapondo a aprendizagem significativa do aluno.

De acordo com o trabalho de Ausubel o desenvolvimento cognitivo é um processo dinâmico, e a estrutura cognitiva está sendo constantemente modificada pela experiência do aluno ao aprender. Este processo, segundo o qual a nova informação adquire significado por meio da interação com subsunçores, reflete uma relação intrínseca do novo material relativamente à estrutura cognitiva preexistente. Em outras palavras, à medida que ocorre a aprendizagem significativa, além da elaboração dos conceitos subsunçores é também possível a ocorrência de interações entre esses conceitos, originando, assim, outros conceitos mais abrangentes, na estrutura cognitiva do aprendiz.

A aprendizagem pode ocorrer no curso do raciocínio indutivo do aluno, ou quando o material é organizado indutivamente ou envolve síntese de idéias. Por exemplo, na aprendizagem das leis ponderais da matéria, na medida em que estes conceitos vão sendo introduzidos por meio de exemplos específicos: a quantidade total de matéria de um sistema, antes e depois de uma transformação, é a mesma. Após sucessivos encontros com exemplos dessa natureza, envolvendo as leis ponderais da matéria, até mesmo o da conservação da matéria de Lavoisier, o aluno poderá chegar ao conceito de conservação da matéria como um

todo, e encarar cada exemplo aprendido anteriormente como um caso particular de algo mais geral.

A ilustração destes exemplos mostra que a estrutura cognitiva do aluno se caracteriza por um processo dinâmico, podendo ocorrer ora a aprendizagem tradicional ora a significativa. O indivíduo pode estar aprendendo novos conceitos pela metodologia tradicional e, ao mesmo tempo pela metodologia da aprendizagem significativa. Posteriormente, voltar-se-á a essa questão da dinâmica da estrutura cognitiva.

A obtenção de significados é o produto da aprendizagem significativa. Ou seja, o significado real para o aluno significado que ele aprende em sua estrutura psicológica emerge quando o significado potencial do material de aprendizagem converte-se em conteúdo cognitivo diferenciado por ter sido relacionado, de maneira substantiva e não-arbitrária, e por ter interagido com idéias relevantes existentes na estrutura cognitiva do aluno.

Quanto ao material a ser aprendido pelo aluno, o professor precisa trabalhá-lo de uma maneira que favoreça a aprendizagem do aluno. É preciso, no mínimo, o professor parafraseie o que está nos materiais instrucionais, inclua problemas em vez de meros exercícios, proponha tarefas sequencialmente dependentes, solicite a diferenciação de idéias relacionadas, a identificação de significados de um conceito ou proposição e, é claro, de situações novas e não familiares.

Nota-se que no ensino de ciências, a uma perseguição por uma mudança conceitual. Muitas pesquisas têm sido feitas e muitas estratégias têm sido tentadas, mas praticamente sem nenhum êxito quando a mudança conceitual é interpretada como uma tentativa de apagar da estrutura cognitiva do aluno as concepções são fruto de aprendizagens significativas e tais aprendizagens não são apegáveis. Ausubel (*apud* MOREIRA 2006)

Em química, por exemplo, se um estudante depois de todo um curso das leis ponderais da matéria, se este não se utilizar a lei de Lavoisier ou a Lei de Proust em uma determinada situação, isso não quer dizer que não tenha aprendido nada acerca destas leis, e que a apresentação teórica deste assunto tenha sido um fracasso. O problema é o aluno continuar raciocinando, predominantemente, de maneira a não considerar as leis ponderais da matéria como base da Química como ciência. A mudança conceitual é evolutiva, progressiva, e isso deve ser levado em conta na avaliação da aprendizagem significativa.

O aprendizado significativo faz relação com o que esta sendo proposto a estudar, e dialoga com as informações já trazidas pelo aluno, logo, a aprendizagem dos conhecimentos, é obtida quando a teoria se aplica na prática, e ambas as teoria e prática levadas para a

realidade do aluno. A aprendizagem do aluno se dá por um processo em que a nova informação é relacionada, de maneira substantiva e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do aluno. Avaliar o que o aluno já sabe o faz aprender de acordo com esses conhecimentos. Portanto, o fato mais importante, segundo Ausubel (*apud* MOREIRA, 2006), que influencia na aprendizagem significativa, é o professor ter o conhecimento do que o aluno já sabe.

Nesse processo, o novo conhecimento (leis ponderais da matéria no caso) interage com uma estrutura de conhecimentos específicos do aluno, o subsunçor de Ausubel, deve estabelecer uma ligação entre o que o aluno sabe e o que ele está atualmente estudando e aprendendo. Por isso, que a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação ancora-se a conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Vale ressaltar que não se trata de uma mera união, mas um processo de assimilação em que a nova informação modifica os conceitos subsunçores, transformando-os em conceitos mais gerais e abrangentes, o que também está de acordo com Vigotski, que foi retratado na justificativa do presente trabalho.

(MOREIRA, 2006) ainda afirma que: a diferença entre aprendizagem significativa e aprendizagem pelo ensino tradicional não deve ser confundida com aprendizagem por recepção inconsciente da informação. Conforme o autor, neste tipo de aprendizagem, o aluno recebe o que deve ser aprendido em sua forma final. Este fato ocorre pela mera explanação teórica do conteúdo que está sendo abordado.

Associar a teoria com a prática no ensino das leis ponderais da matéria é aumentar a probabilidade de gerar um aprendizado significativo do aluno. Mas para que o aluno aprenda com significado, o professor deve conhecer o que o aluno já sabe, embora o saber pertença à estrutura cognitiva do sujeito e seja de natureza pessoal. Isso significa que não é um processo simples avaliar o que o sujeito sabe para em seguida agir de acordo. Outro exemplo para explicar este fenômeno, fica explícito, quando o aluno realiza uma atividade prática para explicar um fenômeno novo ou tomar uma decisão baseando-se num determinado conhecimento que ele adquiriu anteriormente através da explanação teórica.

1.4.2 O histórico da utilização da experimentação no estudo das leis ponderais da matéria.

A Química tem suas raízes na tecnologia mais antiga, a Química como investigação baseada em princípios científicos só se organizou a partir de meados do século XVIII. Os químicos principiaram a investigar as quantidades exatas das substâncias que usavam nas suas experiências. A partir deste momento os cientistas foram aos poucos deixando de lado o pensamento puramente filosófico, e passando a ponderar com a razão sobre os fenômenos que ocorriam na natureza. Na Química o ato de ponderar é à base de todo pensamento científico que delimita esta ciência. Ao executar este ato o indivíduo é levado a: avaliar, estudar, pesar; apreciar, examinar; expor, observar, considerar.

Baseado no ato de ponderar, que vem a tona o princípio central da Química moderna, que é compreender que os materiais que nos cercam são compostos por partículas muito pequenas, chamadas átomos, e a organização destes átomos em moléculas, ou em estruturas mais complexas, explica as características muito diversas das diferentes substâncias. Uma vez dominado o ato de ponderar, o indivíduo pode principalmente modelar as moléculas, pode sintetizá-las, pode construir moléculas maiores a partir de outras menores.

O coração da Química são as experiências com suas respectivas explicações. Tal coração é bombeado pelo ato de ponderar! Um químico faz as suas observações em circunstâncias nas quais as variáveis, como temperatura e pressão das substâncias, podem ser controladas. A experimentação é uma observação de um fenômeno natural efetuado de maneira controlável de modo que os resultados possam ser obtidos novamente e se formulem conclusões ponderadas. Depois de uma seqüência de experiências, talvez o experimentador perceba alguma relação ou alguma regularidade nos resultados.

Tal narrativa está de acordo com Ebbing, que cita: “[...] O processo geral de fazer o conhecimento científico avançar pela observação; pelo enunciado de leis, hipóteses e teorias; e pela realização de novas experiências é o método científico”. (EBBING, 2006, p.7)

O método científico não é um método de executar um programa científico específico, pois seu caráter é muito mais abrangente, pois este leva em consideração que a experimentação bem como sua comprovação teórica dependem das atitudes de cada indivíduo. O estudante de Química precisa estar predisposto a seguir as etapas concernentes a este método, que são: observação, hipótese, experiência, teoria e lei. Faz-se necessário que o

indivíduo pondere cada etapa desta de maneira singular, para que a realização de sua atividade científica, quer seja ela experimental ou teórica tenha êxito. Assim o estudo de Química passa ter um significado mais relevante para si.

A Química é uma ciência, e toda ciência é uma atividade que faz observações do mundo físico, procurando explicá-las e relacioná-las, criando assim generalizações que são as chamadas teorias citadas anteriormente. As observações são algumas vezes, chamadas de experimentos, especialmente se são executadas em situações controláveis. Assim a Química, bem como qualquer outra ciência considerada exata, para ser válida, depende, afinal, da experimentação que fundamente a sua teoria.

A verificação mais satisfatória em Química ocorre quando a teoria é usada para fazer uma previsão dos resultados de experimentos futuros. Estes experimentos são então desenvolvidos e executados e a teoria pode então ser reavaliada, a luz dos novos conhecimentos obtidos. Assim há a ocorrência de um ciclo vicioso em Química: experimentação, teorização, previsões, novas experiências, reavaliação, e assim por diante.

O estudante de química ao fazer especulações acerca da natureza da matéria que ele não pode ver ou interagir diretamente, embora esta interação ocorra na maioria das vezes de forma indireta, pode fazer especulações e em seguida comprová-las experimentalmente. Este processo ocorre inevitavelmente na Química, sendo os cientistas descobridores do conjunto de regularidades que hoje conhecemos por leis ponderais da matéria, os precursores deste método. Estes cientistas foram levados a ponderar qual seria o mecanismo pelo qual estas leis operam. (VANIN, 2005)

Estas ponderações ou especulações se iniciaram em um período em que o pensamento filosófico ainda superava o pensamento científico, mas a luz do pensamento da época, estas, não estavam equivocadas. Estas especulações acerca da estrutura íntima da matéria, atribuídas a certos filósofos gregos, datam de meio século, ou mais, antes de Cristo. Na verdade foi nesta época que surgiu o termo átomo. As primeiras idéias acerca da matéria eram muito simples, e tentavam explicar a sua constituição.

Tais idéias eram surpreendentemente inequívocas até certo ponto; entretanto, por falta de evidências experimentais, (daí o fato da grande importância da experimentação em Química) elas permaneceram por muitos séculos, apenas como um produto da imaginação. Durante a Idade média o interesse pelo pensamento científico decresceu e somente foi reavivado no fim do século XVII e começo do século XVIII, por Newton, Boyle e Bernoulli. (HARDWICK, 1965). Somente após a aplicação dos métodos quantitativos em química,

como os conhecemos atualmente, as leis ponderais da matéria foram estabelecidas em bases firmes e amplamente aceitas.

Os átomos ao se combinarem para formar os elementos, estes interagem quimicamente para formar compostos, verifica-se que os elementos não realizam essas interações nas proporções em que são colocados a reagir, mas de acordo com leis naturais muito específicas as leis ponderais da matéria. Três destas leis ou regularidades foram descobertas no início do século XIX, duas destas levaram Dalton a propor sua teoria e a terceira foi prevista teoricamente e descoberta por ele mesmo. A explicação simples e lógica destas três Leis fundamentou solidamente a teoria atômica. As leis ponderais da matéria fundamentam as bases de conceitos da Química, tais como: os modelos atômicos, a estequiometria e as reações químicas. Elas são importantes para o estabelecimento da química como ciência, e estão subjacentes à teoria atômica de Dalton, que é à base da explicação das relações ponderais nas reações químicas (VANIN,2005).

A Lei da Conservação da Matéria (LAVOISIER, *apud* HARDWICK, 1965), também conhecida por lei da conservação da massa, teve início com o surgimento da química moderna no século XVIII, quando os químicos começaram a usar sistematicamente a balança como instrumento de pesquisa. A balança mede massa, que é a quantidade macroscópica de matéria presente numa amostra. Antoine Lavoisier (1734 – 1794), químico francês, foi um dos primeiros a utilizar sistematicamente a balança na pesquisa química. Medindo e registrando a massa de substâncias antes e depois de uma transformação química, demonstrou a lei da conservação da massa, segundo qual é constante a massa total durante uma transformação química em sistema isolado do meio (uma reação química que ocorre isolada do meio).

A importância de a transformação ocorrer isolado do meio é por que, uma reação química pode envolver ganho ou perda de calor e de outras formas de energia. De acordo com (EINSTEIN, 1905), a massa e a energia são equivalentes. Então, quando há perda de energia, também a perda de massa, mas as variações de massa nas reações químicas são muito pequenas para serem percebidas (da ordem do milionésimo de grama).

No século XVIII durante as suas últimas décadas, aconteceram desenvolvimentos extraordinários e descobertas que resultaram no surgimento da química moderna. O místico flogisto com a sua teoria, que muito foi utilizada pelos químicos para explicar uma grande quantidade de fenômenos, teve uma queda de prestígio por não apresentar um caráter universal. Cada cientista defendia sua própria versão na explicação dos fenômenos

observados, fato que levava muitas vezes a explicações contraditórias ou errôneas. A quantidade de fatos novos descobertos, novas reações e propriedades reconhecidas nas substâncias usadas, e o uso de métodos mais racionais, tanto qualitativos quanto quantitativos, permitiram que o século posterior (XIX) despontasse sob o efeito de uma revolução renovadora de idéias e conceitos.

A descoberta experimental acerca dos fenômenos de combustão levou Lavoisier a rever os conceitos estudados sobre o mesmo até então, ele percebeu que o fenômeno da combustão estava ligado à presença de um componente do ar, o que levou os químicos ao abandono da teoria do flogisto e total revisão de conceitos seculares arraigados. Lavoisier era um aristocrata rico, que tinha vida pública muito intensa, de esmerada educação científica, e extremamente bem informado das descobertas e trabalhos europeus. (HARDWICK, 1965)

Lavoisier utilizava em seus estudos um enfoque conceitual e experimental típico dos físicos, dando ênfase aos aspectos quantitativos dos experimentos. A utilização da balança foi fundamental para o sucesso das suas descobertas e a eclosão das novas idéias químicas. Ele exaustivamente recomendava o uso da balança para determinar a massa dos reagentes e dos produtos obtidos, evitando-se perdas. Lavoisier em seus trabalhos geralmente utilizava tipos diferentes de balanças e descrevia os equipamentos de um laboratório químico e seu uso. Suas experiências eram planejadas para estudar os aspectos fundamentais dos fenômenos e fornecer respostas concretas às perguntas formuladas.

Semelhantemente aos outros químicos da época, Lavoisier mostrou que o diamante podia ser fundido, de acordo com o que ele explicou anteriormente, no ar. Passou a estudar os produtos de combustão do fósforo e do enxofre mostrando que ambos se combinavam com o ar produzindo compostos ácidos. Passou a estudar metais, como o chumbo e o estanho e iniciou um projeto de repetir e variar todas as experiências de Black e de Priestley. Ele mostrou ainda que o aumento de peso na combustão não era provocado pela absorção de fogo. Esta idéia, defendida por químicos famosos como Boyle e outros, foi mostrada ser equivocada. Lavoisier mostrou quantitativamente que o aumento de peso se dava devido à formação de um "cal" (óxido) com o ar. Mostrou, também, que o "cal" aquecido com carvão vegetal liberava o metal. Este era acompanhado de um gás idêntico ao "gás silvestre" de van Helmont ou ao "gás fixado", (CO_2), estudado por John Black.

A Lei das Proporções Definidas (PROUST, *apud* HARDWICK, 1965), enunciada pela primeira vez por Proust, diz que uma amostra cuidadosamente purificada de um dado composto, não importa qual seja a sua origem, contém sempre os seus elementos constituintes

numa proporção constante em peso. Por exemplo, quando uma amostra de um composto chamado óxido de nitrogênio é decomposta nos seus elementos constituintes, o peso de oxigênio formado é sempre exatamente 1,14 vezes maior do que o do nitrogênio, não importando qual a história da amostra nem aonde a análise é executada.

O óxido de nitrogênio apresenta sempre em sua composição os átomos de nitrogênio e oxigênio na mesma proporção. Porém vários cientistas daquela época (1797) indagavam muito acerca desta teoria, no sentido de refutá-la. Dalton resolveu este mistério postulando sua teoria atômica. Para ele se um átomo de oxigênio pesa 1,14 vezes mais do que um único átomo de nitrogênio e se a molécula de óxido de nitrogênio contém um átomo de cada um deles, então a relação dos pesos numa molécula do óxido será de 1,14 de oxigênio para de nitrogênio. Se isto for verdade para uma única molécula, deve ser verdadeiro para duas moléculas; na verdade, a relação deve se manter independentemente do número de moléculas consideradas numa amostra.

Em resumo, qualquer que seja a quantidade de átomos em um determinado tipo de molécula, e se estes átomos têm pesos específicos, segue-se que os números em que os vários tipos de átomos aparecem na molécula terão fixo a relação ponderal para todas as moléculas e daí para a amostra inteira, qualquer que seja o seu tamanho ou procedência. Por meio desse raciocínio, a Lei das proporções Definidas (ou Lei da Composição Constante) pode servir de apoio à teoria atômica.

O processo da aprendizagem torna-se às vezes mais difícil por causa de alguns alunos que mesmo bem intencionados recusam aceitar as teorias lógicas, e outras vezes não aceitam nem fatos provados. A Lei das Proporções Definidas, para citar um caso, foi violentamente debatida entre cientistas durante vários anos até que um químico chamado Stas (1813 – 1891) resolveu, finalmente, a questão realizando uma demonstração cuidadosa da composição constante. Após executar diversas preparações diferentes no laboratório e importar amostras de fontes naturais de todas as partes da terra, Stas analisou cuidadosamente o composto escolhido, cloreto de prata; verificou, dentro das possibilidades de medida (cerca de 5 partes em 30.000) que as proporções dos elementos eram constantes, independente da origem da amostra. É um fato notável que o talento de Dalton tenha ultrapassado esta disputa e especialmente, a insegurança dos dados experimentais de sua época, conduzindo-o diretamente à sua teoria fundamental.

Proust nasceu em Angers, na França, no ano de 1754. Desde criança foi aficionado por experimentos e trabalhou durante um tempo com seu pai. A prática em

laboratório que adquiriu desde cedo não o impediu de aperfeiçoar seus conhecimentos teóricos em uma universidade. Formou-se em Química em Paris. No início de sua carreira, foi chefe da farmácia do hospital Salpêtrière, trabalho que lhe permitiu aprofundar seu conhecimento de laboratório. Nesta época, o químico teve a oportunidade de dedicar parte de seu tempo em pesquisas e graças a isso, publicou trabalhos sobre urina, ácido fosfórico e o alúmen.

Durante a infância, frascos, fórmulas e substâncias químicas marcaram profundamente Joseph Louis Proust. O seu pai era um boticário francês, lhe ensinou tudo que sabia e lhe passou a paixão pelos experimentos. O que não foi nenhuma novidade quando o jovem optou por seguir a carreira de cientista. A dedicação por pesquisas em laboratório transformou o químico em um dedicado pesquisador. O resultado não poderia ter sido diferente. Ele foi o responsável pela descoberta da lei das proporções definidas, também conhecida como Lei de Proust.

Num curto espaço de tempo, ganhou prestígio e reconhecimento e pronunciava palestras e conferências no Palais Royal. A convite do rei Carlos IV, em 1789, Proust viajou a Madrid, na Espanha. Tornou-se diretor do laboratório real e lecionou na academia de artilharia de Segóvia e de Salamanca. Teve tempo para estudar os minerais espanhóis e para realizar estudos que deram origem à descoberta de extração de açúcar da uva. Proust estava realizando pesquisas sobre o açúcar presentes em frutas e vegetais. Ele demonstrou aos seus alunos espanhóis que o açúcar das uvas era idêntico ao açúcar encontrado no mel, hoje chamado glicose. Proust descobriu três tipos de açúcar durante suas pesquisas. Seu trabalho foi interrompido quando o país foi invadido por Napoleão. O laboratório onde trabalhava foi totalmente destruído pelas tropas invasoras e a queda definitiva de Carlos IV forçou Proust a retornar à França em 1808. Antes de voltar ao seu país, entretanto, formulou a Lei das Proporções Definidas, trabalho que lhe colocou no entre os grandes cientistas de todo o mundo.

Nas Leis das Proporções Definidas, ou Lei de Proust, a quantidade de matéria dos reagentes e a quantidade de matéria dos produtos que participam de uma reação obedecem sempre a uma proporção fixa e definida. Proust chegou a esta conclusão e descobriu, ainda, que esta proporção é característica de cada reação, ou seja, independe da quantidade de reagentes utilizados. Sua lei não foi imediatamente aceita pelos químicos. Um em especial, Claude-Louis Berthollet, contestou enfaticamente as idéias de Proust. Mais tarde, Berthollet admitiu que Proust tinha razão. A polêmica em torno do seu trabalho, publicado inicialmente

em 1794, fez com que sua lei fosse aceita somente em 1811, quando o químico sueco Jöns Jacob Berzelius finalmente deu crédito às idéias de Proust. Esta lei descoberta por Proust é à base da teoria atômica de John Dalton que em 1808 a corrobora. Foi o trabalho do químico francês que gerou provas empíricas para a aceitação internacional das pesquisas posteriores de Dalton.

2 METODOLOGIA

2.1 Metodologia do projeto piloto

Inicialmente a pesquisa realizou-se sem a aplicação do pré-teste e do pós-teste. A pesquisa do projeto piloto foi realizada em 5 etapas, a saber:

1ª etapa: Busca dos experimentos

Inicialmente se realizou uma pesquisa bibliográfica em busca de quatro experimentos que fossem relacionados às leis ponderais, e que fossem de fácil realização por parte do aluno. A pesquisa teve como fonte a internet, a literatura em Química como livros, revistas, artigos e apostilas de laboratório (CAZZARO, 1999; LIMA e WADSON, 2010; SPARAPAN, 1998.). Um total de sete experimentos se enquadrou no perfil do presente trabalho, contudo apenas quatro foram selecionados, devido à maior disponibilidade de materiais (vidrarias e reagentes) para a realização dos mesmos. Os experimentos foram escolhidos de acordo com o com a proximidade de cada lei ponderal (Lavoisier e Proust no caso), nos quatro experimentos as atividades tanto de elucidação teórica, quanto de elucidação prática, estão centradas nas duas leis citadas anteriormente.

Os experimentos escolhidos foram:

1º - Determinação da densidade de materiais, comprovação da existência da massa;

2º - Análise das massas de substâncias compostas utilizando o modelo de bolas e varetas;

3º - Estudo da combustão da palha de aço (Ferro). (Leis de Lavoisier – conservação da massa e Proust – proporções definidas);

4º - Aplicação das leis ponderais na reação de efervescência de um comprimido.

2ª etapa – Elaboração dos roteiros dos experimentos e realização dos mesmos

Elaboração de roteiros explicativos (vide apêndice B) constituído por: objetivo, introdução teórica, materiais e reagentes, procedimento experimental, resultados e discussão. Os experimentos foram realizados segundo está descrito no roteiro nos anexos, onde se encontra uma descrição completa dos quatro experimentos, de 50 minutos cada no Laboratório de uma escola da rede particular de ensino na cidade de Fortaleza. Em cada roteiro de prática os alunos foram levados a interagir com as leis ponderais da matéria de

forma incessante: através da leitura do mesmo, da construção de tabelas, de equações químicas, ou da formulação de respostas as perguntas referentes às práticas.

A estratégia adotada para avaliar se a associação teoria-prática neste conteúdo é determinante para promover uma aprendizagem significativa consistiu em aplicar em cada turma em estudo a seguinte sequência: uma turma (turma A) realizou os experimentos antes da exposição teórica do conteúdo, a segunda turma (turma B) realizou os mesmos experimentos após a apresentação teórica do conteúdo, e em uma terceira turma (turma C), considerada controle, que realizou somente a apresentação teórica do conteúdo.

3ª etapa – Apresentação teórica do conteúdo

Tal etapa foi ministrada para os alunos de três turmas distintas do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola da rede particular de ensino na cidade de Fortaleza, e consistiu em três aulas presenciais com duração de 50 minutos cada, para as turmas A e B, e seis aulas presenciais com duração de 50 minutos cada, para a turma C. Um maior número de aulas teóricas foi aplicado à turma C, porque esta não realizou as três aulas experimentais. As turmas são compostas em média por 30 alunos, que estão na faixa etária de 14 e 15 anos.

A escolha dessas turmas especificamente para aplicar a pesquisa, deve-se ao fato de serem turmas bastante entrosadas com as atividades do colégio e também pelo fato frequentar o laboratório já há dois anos e de estarem no estágio inicial de aprendizagem em Química, que se inicia com o estudo das leis ponderais da matéria, que servirá de base no estudo de Química. Em cada aula foram abordados os principais teóricos das leis ponderais, Lavoisier, Proust e Dalton. Para cada tópico abordado foram realizados exercícios para uma melhor assimilação por parte dos alunos. O objetivo de se utilizar da apresentação teórica do conteúdo em diferentes momentos (antes ou após a experimentação) visa demonstrar que não deve haver hierarquização de metodologias de ensino, durante as atividades docentes do professor e a aprendizagem do aluno.

4ª etapa – Elaboração e aplicação dos questionários

Os questionários foram elaborados de forma semi-estruturada, conforme descrito por Silva & Moura (2000), permitindo que os questionados ficassem muito à vontade para dar sua opinião sob que a ali foi abordado. Posteriormente as respostas foram separadas de acordo com o grau de coincidência e agrupadas sobre a forma gráfica e são apresentadas nos resultados.

Ao todo três questionários foram elaborados, e aplicados para serem respondidos no mês de maio do ano de 2011. Os questionários estão relacionados com as leis Ponderais da

matéria e contêm 10 questões divididas em objetivas e subjetivas, estas perguntas não apresentam caráter conteudista, e sim um caráter motivacional com relação às leis Ponderais da matéria. Os alunos poderiam escrever de forma livre e informal sua opinião sobre o que estava sendo abordado. Os questionários foram aplicados durante uma aula teórica e estima-se uma demora de cerca de 50 minutos, em média, para serem respondidos pelos alunos.

5ª etapa – Coleta dos dados

A coleta foi feita através de questionários individuais (vide apêndice A) distribuídos aos alunos selecionados das três turmas distintas, A, B e C distribuídos como se segue: turma A – composta por alunos que utilizaram a experimentação antes da apresentação teórica do conteúdo; turma B – composta por alunos que utilizaram a apresentação teórica do conteúdo antes da experimentação e turma C – composta por alunos que somente foram submetidos a apresentação teórica do conteúdo, e sem a utilização da experimentação. Ao todo 30 alunos foram selecionados de forma voluntária nas turmas A, B e C. Sendo que no dia da resolução dos questionário faltou 1 aluno na turma A, e um aluno na turma B. Tal seleção foi feita para facilitar a coleta, organização e análise dos dados presentes nos resultados do presente trabalho.

Com a aplicação deste método foram avaliados os resultados obtidos a partir de questionamentos com alunos do ensino médio, tanto os que realizaram a apresentação teórica do conteúdo antes da experimentação, quanto os que experimentaram antes da apresentação teórica do conteúdo, estas duas turmas ainda serão relacionadas à turma controle, que somente se utilizou da apresentação teórica do conteúdo.

2.2 Metodologia do projeto final

A metodologia do projeto piloto se tornou incompleta, pois ela não contemplou a utilização do pré-teste e do pós-teste. Tal fato pode ter comprometido os resultados da pesquisa. Pois a utilização de somente questionários aplicados na 4ª etapa da metodologia do projeto piloto da pesquisa, não evidencia a promoção de aprendizagem nos alunos, haja vista que, estes questionários têm caráter motivacional e não de conteúdo das leis ponderais da matéria. A utilização do pré-teste e do pós-teste corrigiu este equívoco, e respaldou a pesquisa.

O projeto final foi realizado entre os meses de setembro a dezembro de 2011, cinco meses após o piloto em uma escola da rede pública de ensino na cidade de Fortaleza. As turmas também de 1º ano do Ensino Médio, possuem mesma nomenclatura (A, B e C), e proposta metodológica (turma A - realizou os experimentos antes da exposição teórica do conteúdo, a segunda turma B - realizou os mesmos experimentos após a apresentação teórica do conteúdo, e em uma terceira turma C - considerada controle, só realizou a apresentação teórica do conteúdo) em relação as turmas do projeto piloto. A turma A é composta por 30 alunos, e as turmas B e C são compostas por 25 alunos.

A pesquisa do projeto final foi realizada em sete etapas, cinco destas (1ª, 3ª, 4ª, 6ª e 7ª) embora não na mesma sequência, idênticas ao projeto piloto, e as outras duas com a aplicação do pré-teste e do pós-teste, que serão descritas a seguir.

Para revelar os conhecimentos prévios (subsunçores) do aluno foi aplicado um pré-teste (vide apêndice C), para as turmas A, B e C. O pré-teste possui oito questões de caráter conteudista acerca das leis ponderais da matéria. As questões deste pré-teste se dividiram em questões objetivas e subjetivas, tanto questões de caráter teórico, quanto questões de caráter experimental.

O intuito foi formular questões e problemas de maneira nova e não familiar que exigisse máxima transformação do conhecimento adquirido, o que está de acordo com Ausubel (*apud* MOREIRA 2006). Daí a razão para ser aplicado o pré-teste, para que se saibam quais são os conhecimentos prévios (subsunçores) dos alunos.

5ª etapa – Aplicação do pós-teste

Ao final da aplicação das 3ª e 4ª etapas nas turmas A e B, e da aplicação somente da 4ª etapa na turma C, foi aplicado um pós-teste nestas três turmas.

O pós-teste (vide apêndice D) foi elaborado com questões diferentes do pré-teste. O pós-teste também possui questões objetivas e subjetivas, com caráter tanto teórico, quanto experimental. Solução de problemas, sem dúvida, é um método válido e prático de se procurar evidência de aprendizagem significativa. De acordo com Ausubel, é uma boa maneira de avaliar, em certas situações, se os alunos realmente compreenderam significativamente as idéias que são capazes de verbalizar. Ausubel ainda chama atenção para o fato de que se o aprendiz não for capaz de resolver um problema, isso não significa, necessariamente, que tenha apenas memorizado os princípios e conceitos relevantes à solução do problema, pois esta envolve, também, o uso de outras habilidades, além da compreensão. Ausubel (*apud* MOREIRA 2006)

3 RESULTADOS

3.1 Resultados do projeto piloto

TURMA A – Respostas do questionário para alunos que utilizaram a experimentação antes da explicação teórica.

Dados da Turma

Total de alunos – 29

Faixa etária – 14 e 15 anos

01 - Você se interessa pelo estudo de Química, mesmo com ou sem a utilização de experimentos?

26 alunos (90%) responderam que sim, 3 alunos (10%) responderam que não se interessam pelo estudo de Química, sendo que nesta questão não houve comentário. (vide Figura 2, na página 58)

02 – Para você houve uma melhor compreensão das leis ponderais com a utilização de experimentos antes da explicação teórica?

23 alunos (79%) responderam que houve uma melhor compreensão, 6 alunos (21%) responderam que não houve uma melhor compreensão, sendo que nesta questão não houve comentário. (vide Figura 3, na página 58)

03 – A explicação teórica que foi feita após os experimentos complementou a sua aprendizagem no estudo das leis ponderais?

21 alunos (72%) responderam que houve um complemento, 8 alunos (8%) responderam que não houve um complemento em suas aprendizagens, sendo que nesta questão não houve comentário. (vide Figura 4, na página 58)

04 – A utilização de experimentos reforça a sua aprendizagem no estudo das leis ponderais e conseqüentemente em Química?

28 alunos (97%) responderam que há o reforço, apenas 1 aluno (3%) respondeu que não há reforço, sendo que nesta questão não houve comentário. (vide Figura 5, na página 59)

05 – No estudo introdutório de Química, uma aprendizagem significativa das leis ponderais é obtida com o ensino da teoria, experimentação ou ambas?

15 alunos (52%) responderam com ambas, 11 alunos responderam (38%) com a experimentação, e 3 alunos (10%) responderam com a teoria. (vide Figura 6, na página 59)

Comentários

Para os 52% dos alunos que responderam ambas:

- A teoria complementa a experimentação e vice-versa, tornando a compreensão das leis ponderais da matéria mais efetiva;
- A teoria é resultado das hipóteses previstas, sendo que a compreensão desta se dá através da experimentação pelo estudo das leis ponderais da matéria;
- O conhecimento acerca das leis ponderais da matéria não fica restrito apenas a teoria, e esse conhecimento ainda pode ser utilizado assim que possível;
- Como a aliança teórico-prática o aprendizado ocorre mais rapidamente;
- Ambas para vermos o resultado da teoria;
- Na teoria há uma idéia básica do que acontece, na experimentação essa idéia é fixada;
- O estudo da teoria fica bem mais fácil quando é acompanhado por experimentação;
- A experimentação é uma nova oportunidade para o aluno aprender.

Para os 38% dos alunos que responderam a experimentação:

- A teoria só confunde mais;
- Com a experimentação fica mais compreensível;
- A experimentação é melhor, mais divertida e interessante;
- Alguns alunos não souberam explicar.

Para os 10% dos alunos que responderam a teoria:

- Para entender o experimento se faz necessário antes compreender a teoria.

06 – É importante iniciar o estudo de Química como ciência, dentre outros assuntos, com o estudo das leis ponderais?

14 alunos (48%) não souberam responder, 11 alunos (38%) responderam que é importante, e 4 alunos (14%) responderam que não é importante. (vide Figura 7, na página 59)

Comentários

Para os 48% dos alunos que não sabiam a resposta não se foi necessário nenhum comentário.

Para os 38% dos alunos que responderam sim:

- As leis ponderais da matéria são importantes;
- Para compreender a história da química, que está baseada no estudo das leis ponderais da matéria;
- É importante mais não há gosto pelo estudo das leis ponderais;
- Pois as Leis Ponderais fazem parte da Química como ciência;
- Há como saber a origem de tudo que se estuda em Química, desta forma o interesse é maior;
- A base da Química como ciência ocorre pelo estudo das leis ponderais;
- Há um conhecimento inicial de Química, e as leis ponderais são a base de outros temas estudados em Química, como as reações químicas e a estequiometria.

Para os 14% dos alunos que responderam não:

- As Leis Ponderais da matéria é um assunto chato e irritante que dá sono;
- Alguns alunos não souberam responder;
- Há preferência pelo estudo inicial de Química, pelo estudo do átomo ou das substâncias

07 – O estudo de Química no Ensino Médio, não somente o das leis ponderais, como o de qualquer outro tema, é mais bem compreendido com a utilização de experimentos?

20 alunos (71%) responderam que sim, 1 aluno (4%) respondeu que não, e 8 alunos (25%) responderam que não sabem. (vide Figura 8, na página 60)

Comentários

Para os 71% dos alunos que responderam que sim.

- Há uma maior compreensão, pois os experimentos melhoram a aprendizagem;
- Para que o aluno tenha a oportunidade de comprovar a teoria;
- Principalmente no caso das leis ponderais, pois há como experimentar bastante, devido as proporções matemáticas;
- Há uma melhor memorização do assunto;
- É mais fácil de compreender.

Para os 4% dos alunos que responderam não:

- É melhor o estudo teórico.

Para os 25% dos alunos que não souberam responder, não se fez necessário nenhum comentário.

08 – Esta metodologia de ensino de Química na aprendizagem das leis ponderais é diferente do ensino tradicional de Química?

16 alunos (55%) não responderam que não sabem, 9 alunos (31%) responderam que sim, e 4 alunos (14%) responderam que não. (vide Figura 9, na página 60)

Comentários

Para os 55% dos alunos que não souberam responder, não se fez necessário nenhum comentário.

Para os 31% dos alunos que responderam que sim.

- Pois o estudo de Química passa a ser menos teórico;
- A experiência é um complemento da teoria;
- Se diferencia, pois é uma metodologia mais complexa, pois não se focaliza somente nos princípios básicos de química;
- Há uma melhor memorização do assunto;
- As práticas explicam melhor a teoria.

Para os 14% dos alunos que responderam não:

- Pois o estudo de química continua difícil;
- Porque para a formulação das teorias se faz necessária a aplicação dos experimentos;
- Pois a metodologia sempre foi assim;

09 – Para você, caso haja, cite três vantagens de se utilizar a experimentação antes da explanação teórica das leis ponderais no ensino de Química.

- Melhor compreensão, menos teoria, mais aprendizado, é legal, é mais fácil de decorar, ter uma boa base de conhecimento, entender a teoria antes de compreendê-la, convivência com a experimentação em química, elaborar métodos de aperfeiçoamento das hipóteses, a explanação teórica é chata e dá sono, aumenta o interesse pelo assunto, à aula ser mais atrativa e mais dinâmica, noção preliminar da teoria, maior preparação para o Enem, poder utilizar o conhecimento acerca das Leis Ponderais no cotidiano, alguns alunos não souberam a resposta, para outros não existe desvantagem nesta metodologia.

10 – Para você, caso haja, cite três desvantagens de se utilizar a experimentação antes da explanação teórica das leis ponderais no ensino de Química.

- No momento do experimento na maioria das vezes não há compreensão acerca da teoria das leis ponderais da matéria, não saber realizar a experiência, errar a experiência;
- Desta forma fica mais complicado compreender as leis ponderais da matéria;
- Alguns alunos não souberam responder e para a maioria não existem desvantagens.

TURMA B – Respostas do questionário para alunos que utilizaram a explanação teórica antes da experimentação.

Dados da Turma

Total de alunos – 29

Faixa etária – 14 e 15 anos

01 - Você se interessa pelo estudo de Química, mesmo com ou sem a utilização de experimentos?

23 alunos (79%) responderam que sim, 6 alunos (21%) responderam que não se interessam pelo estudo de Química, sendo que nesta questão não houve comentário. (vide Figura 2, na página 58)

02 – Para você houve uma melhor compreensão das leis ponderais com a utilização de explanação teórica antes da experimentação?

17 alunos (59%) responderam que houve uma melhor compreensão, 12 alunos (41%) responderam que não houve uma melhor compreensão, sendo que nesta questão não houve comentário. (vide Figura 3, na página 58)

03 – A experimentação que foi feita após a explanação teórica complementou a sua aprendizagem no estudo das leis ponderais?

24 alunos (83%) responderam que houve um complemento, 5 alunos (17%) responderam que não houve um complemento em suas aprendizagens, sendo que nesta questão não houve comentário. (vide Figura 4, na página 58)

04 – A utilização de experimentos reforça a sua aprendizagem no estudo das leis ponderais e conseqüentemente em Química?

26 alunos (90%) responderam que há o reforço, 3 alunos (10%) responderam que não há reforço, sendo que nesta questão não houve comentário. (vide Figura 5, na página 58)

05 – No estudo introdutório de Química, uma aprendizagem significativa das leis ponderais é obtida com o ensino da teoria, experimentação, ou ambas?

18 alunos (62%) responderam com ambas, 6 alunos (21%) responderam com a experimentação, e 5 alunos (17%) responderam com a teoria. (vide Figura 6, na página 59)

Comentários

Para os 62% dos alunos que responderam ambas:

- Pois com ambas o aluno não se cansa da teoria nem da prática;

- Se aprende na teoria e na experimentação a um aprofundamento deste aprendizado;

- Sem a prática a teoria se torna mais difícil de ser compreendida, através da experimentação das leis ponderais é mais fácil visualizar as leis ponderais da matéria no cotidiano;

- Os experimentos complementam o aprendizado teórico;
- Através do experimento há a comprovação da teoria;
- Pois ambos podem atuar de forma diferente no aprendizado;
- Podemos ter dois tipos de aulas da mesma matéria;
- Alguns alunos não comentaram a resposta.

Para os 21% dos alunos que responderam a experimentação:

- O aluno só acredita vendo, logo a aprendizagem se torna melhor com a experimentação;

- O experimento ajuda no desenvolvimento das idéias;
- Alguns alunos não comentaram as suas respostas.

Para os 10% dos alunos que responderam a teoria:

- Pois o aprendizado ocorre no momento da leitura;
- Na teoria existe uma maior explicação;
- Uma boa explicação não precisa de experimentação;
- É mais prático aprender com a teoria do que com o experimento, pois há mais conteúdo;

06 – É importante iniciar o estudo de Química como ciência, dentre outros assuntos, com o estudo das leis ponderais?

17 alunos (59%) não souberam responder, 9 alunos (31%) responderam que é importante, e 3 alunos (10%) responderam que não é importante. (vide Figura 7, na página 59)

Comentários

Para os 59% dos alunos que não sabiam a resposta não se foi necessário nenhum comentário.

Para os 31% dos alunos que responderam sim:

- As leis ponderais são a base para trabalhar com os elementos químicos e as suas proporções;

- Porque é mais fácil, e é bom se começar pelo assunto mais fácil;

- Sim, pois as leis ponderais reforçam química em vários aspectos;
- Alguns alunos não souberam responder.

Para os 10% dos alunos que responderam não:

- Porque a química pode começar a ser ensinada de qualquer outro tópico;
- Não somente pode ser ensinada no momento certo;
- Alguns alunos não comentaram a resposta.

07 – O estudo de Química no Ensino Médio, não somente o das leis ponderais, como o de qualquer outro tema, é mais bem compreendido com a utilização de experimentos?

24 alunos (83%) não responderam que sim, 1 aluno (3%) respondeu que não, e 4 alunos (14%) responderam que não sabem. (vide Figura 8, na página 60)

Comentários

Para os 83% dos alunos que responderam que sim.

- Se não houver experimentos não haverá aula legal, pois nas aulas práticas o aluno se envolve mais;

- Não há como se ver o átomo, nem os elétrons que o constituem, mas numa reação química feita experimentalmente podemos observar o comportamento destes;

- Com os experimentos há como aprender mais;

- Há como investigarmos o problema, com vistas à obtenção de resultados;

- É através do experimento que se torna possível o entendimento;

- Porque os experimentos são a comprovação da teoria na prática;

- Se aumenta o conhecimento sobre a química, pois as leis ponderais da matéria podem ser comprovadas na prática;

- Para os 3% dos alunos que responderam não:

- É melhor somente o estudo teórico e o reforço deste ao se estudar em casa.

Para os 14% dos alunos que não souberam responder, não se fez necessário nenhum comentário.

08 – Esta metodologia de ensino de Química na aprendizagem das leis ponderais é diferente do ensino tradicional de Química?

13 alunos (45%) não responderam que não sabem, 10 alunos (34%) responderam que sim, e 6 alunos (21%) responderam que não. (vide Figura 9, na página 60)

Comentários

Para os 45% dos alunos que não souberam responder, não se fez necessário nenhum comentário.

Para os 34% dos alunos que responderam que sim.

- A melhor forma de se aprender é praticar, pois durante a aula teórica se imagina como poderia acontecer determinado fenômeno, já ao se experimentar concretiza-se a imaginação com a teoria,;

- É uma nova forma de se ensinar e aprender acerca das leis ponderais da matéria;
- Às vezes é mais fácil de se aprender de outra forma, diferente da tradicional;

Para os 14% dos alunos que responderam não:

- Química é uma ciência exata, e é compreendida sempre da mesma forma, independente de como é transmitida;

- Pois todos que estudam química aprendem de igual forma;

09 – Para você, caso haja, cite três vantagens de se utilizar a explanação teórica antes da experimentação das leis ponderais no ensino de Química.

- Com a explanação teórica antes da experimentação, é possível entender qual o principal objetivo do experimento, sendo mais fácil a visualização do que está ocorrendo.

- Pois há como ter noções básicas antes da ocorrência dos experimentos, assim não há como se perder na aula prática;

- Se for à experimentação antes não há como comprovar a teoria posteriormente;
- Gera interesse no aluno para que este experimente a teoria;
- É uma forma de exercitar o assunto;
- Alguns alunos não comentaram as suas respostas.

10 – Para você, caso haja, cite três desvantagens de se utilizar a explanação teórica antes da experimentação das leis ponderais no ensino de Química.

- Existem alguns conteúdos de química, como o das leis ponderais no caso, que ficam mais bem explicitados através da experimentação;

- Na experimentação o aluno só brinca e não aprende;

- A própria maneira de como são passados os conteúdos teóricos e práticos, desmotivamos alunos;

- O conteúdo da explanação teórica é bem diferente do experimento;
- A maioria dos alunos citou que não há desvantagens;
- Alguns alunos não comentaram as respostas.

TURMA C – Respostas do questionário para alunos que utilizaram a explanação teórica sem a utilização da experimentação.

Dados da Turma

Total de alunos – 30

Faixa etária – 14 e 15 anos

01 - Você se interessa pelo estudo de Química sem a utilização de experimentos?

18 alunos (45%) responderam que sim, 22 alunos (55%) responderam que não se interessam pelo estudo de Química sem experimentos, sendo que nesta questão não houve comentário. (vide Figura 2, na página 58)

02 – Para você houve uma melhor compreensão das leis ponderais somente com a utilização de explanação teórica?

15 alunos (50%) responderam que sim, 15 alunos (50%) responderam que não, sendo que nesta questão não houve comentário. (vide Figura 3, na página 58)

03 – Você acha que se houvesse a utilização de experimentos aliados a explanação teórica, a sua aprendizagem no estudo das leis ponderais seria a mesma?

9 alunos (30%) responderam que sim, 15 alunos (70%) responderam que a aprendizagem não seria a mesma, sendo que nesta questão não houve comentário. (vide Figura 4, na página 58)

04 – A não utilização de experimentos compromete a sua aprendizagem no estudo das leis ponderais e conseqüentemente em Química?

14 alunos (47%) responderam que compromete, 16 alunos (53%) responderam que a aprendizagem não fica comprometida, sendo que nesta questão não houve comentário. (vide Figura 5, na página 59)

05 – No estudo introdutório de Química, uma aprendizagem significativa das leis ponderais é obtida com o ensino da teoria ou da experimentação?

3 alunos (10%) responderam com a teoria, 27 alunos (90%) responderam com a experimentação. (vide Figura 6, na página 59)

Comentários

Para os 90% dos alunos que responderam com a experimentação.

- A observação dos fenômenos faz parte de qualquer ciência exata, pois com a experimentação é maior o aprendizado, o interesse, e se comprova a teoria;

- Coloca-se o aprendizado da teoria feito em sala, em prática;

- O ensino com experimentação é mais didático e mais livre;
- Para haver uma aprendizagem das leis ponderais deve existir a parte experimental;
- Com a teoria aprendemos o cálculo, com a experimentação realmente se sabe o que está acontecendo;

- Alguns alunos não comentaram suas respostas.

Para os 10% dos alunos que responderam a teoria:

- Com a teoria o assunto é mais bem compreendido;
- Pois a prática é apenas um complemento;
- Alguns alunos não comentaram suas respostas.

06 – É importante iniciar o estudo de Química como ciência, dentre outros assuntos, com o estudo das leis ponderais?

12 alunos (42%) não souberam responder, 17 alunos (55%) responderam que é importante, e 1 aluno (3%) responderam que não é importante. (vide Figura 7, na página 59)

Comentários

Para os 55% dos alunos que sim.

- As leis ponderais são a base da química como ciência;

Para os 10% dos alunos que responderam a teoria:

- Com a teoria o assunto é mais bem compreendido;
- Pois a prática é apenas um complemento;
- Alguns alunos não comentaram suas respostas.

Para os 3% dos alunos que responderam não.

- As leis ponderais é um assunto que não interessa;

Para os 42% dos alunos que não souberam responder, não foi necessário comentário

07 – Você acha que o estudo de Química no Ensino Médio, não somente o das leis ponderais, como o de qualquer outro tema, é mais bem compreendido com a utilização de experimentos?

4 alunos (13%) não souberam responder, 24 alunos (80%) responderam que sim, e 2 alunos (7%) responderam que não. (vide Figura 8, na página 60)

Comentários:

Para os 80% dos alunos que responderam sim:

- Com a experimentação o assunto é mais bem compreendido;

- Pois a teoria é apenas um complemento;
- Alguns alunos não comentaram suas respostas.

Para os 3% dos alunos que responderam não.

- As leis ponderais é um assunto que não interessa;

Para os 42% dos alunos que não souberam responder, não foi necessário

08 – O ensino de Química com explicação teórica sem o recurso da experimentação na aprendizagem das leis ponderais é diferente do ensino tradicional de Química?

15 alunos (43%) não souberam responder, 10 alunos (33%) responderam que sim, e 5 alunos (17%) responderam que não. (vide Figura 9, na página 60)

Para os 43% dos alunos que responderam sim:

- Sim é mais dinâmico, e interessa mais aos alunos;
 - Alguns alunos não comentaram suas respostas.
- Para os 14% dos alunos que responderam não.
- Tudo está relacionado com a química como um todo;
 - É melhor com a experimentação;
 - O ensino tradicional é feito com explicação teórica;
 - Este assunto das leis ponderais é antigo;
 - Depende de como o assunto é repassado para os alunos.

Para os 43% dos alunos que não souberam responder, não foi necessário comentarem suas respostas

09 – Para você, caso haja, cite três vantagens de se utilizar apenas a explicação teórica no estudo das leis ponderais no ensino de Química.

- Boa compreensão para os estudos feitos fora da escola, mais conteúdo detalhado, assunto aprofundado, o aprendizado é longe de substâncias perigosa livre de perigos.
- Alguns alunos não responderam;
- Alguns alunos responderam que não há vantagens.

10 – Para você, caso haja, cite três desvantagens de se utilizar apenas a explicação teórica no estudo das leis ponderais no ensino de Química.

- Assunto menos aprofundado, poderia faltar um complemento do assunto, não há interesse por parte do aluno, não se sabe o que ocorre na prática, a compreensão do assunto é mais demorada, muito cansativo, falta de experimentos que comprovem a teoria.
- Alguns alunos não responderam.

3.2 Resultados do projeto final

TURMA A – Respostas do questionário para alunos que utilizaram a experimentação antes da explanação teórica.

Dados da Turma

Total de alunos – 30

Faixa etária – 14 e 15 anos

01 - Você se interessa pelo estudo de Química, mesmo com ou sem a utilização de experimentos?

24 alunos (80%) responderam que sim, 6 alunos (20%) responderam que não se interessam pelo estudo de Química, sendo que nesta questão não houve comentário. (vide Figura 2, na página 58)

02 – Para você houve uma melhor compreensão das leis ponderais com a utilização de experimentos antes da explanação teórica?

25 alunos (83%) responderam que houve uma melhor compreensão, 5 alunos (17%) responderam que não houve uma melhor compreensão, sendo que nesta questão não houve comentário. (vide Figura 3, na página 58)

03 – A explanação teórica que foi feita após os experimentos complementou a sua aprendizagem no estudo das leis ponderais?

27 alunos (90%) responderam que houve um complemento, 3 (10%) alunos responderam que não houve um complemento em suas aprendizagens, sendo que nesta questão não houve comentário. (vide Figura 4, na página 58)

04 – A utilização de experimentos reforça a sua aprendizagem no estudo das leis ponderais e conseqüentemente em Química?

29 alunos (97%) responderam que há o reforço, apenas 1 aluno (3%) respondeu que não há reforço, sendo que nesta questão não houve comentário. (vide Figura 5, na página 59)

05 – No estudo introdutório de Química, uma aprendizagem significativa das leis ponderais é obtida com o ensino da teoria, experimentação, ou ambas?

7 alunos (23%) responderam com ambas, 9 alunos responderam com a experimentação (47%), e 14 alunos (30%) responderam com a teoria. (vide Figura 6, na página 59)

Comentários

Para os 23% dos alunos que responderam ambas:

- A aprendizagem quase sempre será mais bem obtida com ambas, a teoria e a experimentação;
- A experimentação é o complemento da teoria e vice-versa;
- Uma auxilia a outra para entender a química;
- Como a aliança teórico-prática o conteúdo das leis ponderais é mais bem fixado na mente;

Para os 47% dos alunos que responderam a experimentação:

- É mais fácil de compreender do que a teoria;
- O aluno se interessa mais com os experimentos diferentes;
- A experimentação comprova o que foi dito na teoria, facilitando a aprendizagem;
- O conteúdo é visto mais detalhadamente;
- Em vez de se fazer especulações se comprovam os fatos;
- O pensamento do aluno é mais instigado com a experimentação do que com a teoria;

Para os 30% dos alunos que responderam a teoria:

- Na maioria das vezes a teoria explica melhor o conteúdo em vez da experimentação;
- É mais fácil de aprender com a teoria;
- Na teoria utiliza-se mais o raciocínio;

06 – É importante iniciar o estudo de Química como ciência, dentre outros assuntos, com o estudo das leis ponderais?

15 alunos (50%) não souberam responder, 9 alunos (30%) responderam que é importante, e 6 alunos (20%) responderam que não é importante. (vide Figura 7, na página 59)

Comentários

Para os 50% dos alunos que não sabiam a resposta não se foi necessário nenhum comentário.

Para os 30% dos alunos que responderam sim:

- É importante estudarmos as leis ponderais da matéria, para poder ficar por dentro dos assuntos abordados em química;
- As leis ponderais são à base da química teórica;

- Porque é um dos conteúdos mais simples de serem compreendidos em química;

Para os 20% dos alunos que responderam não:

- A química poderia ser iniciada com qualquer outro conteúdo.

07 – O estudo de Química no Ensino Médio, não somente o das leis ponderais, como o de qualquer outro tema, é mais bem compreendido com a utilização de experimentos?

29 alunos (97%) não responderam que sim, nenhum aluno (0%) respondeu que não, e somente 1 aluno (3%) respondeu que não sabe. (vide Figura 8, na página 60)

Comentários

Para os 97% dos alunos que responderam que sim.

- É mais fácil absorver o conteúdo estudado, pois é mais fácil de aprender;

- Para que o aluno tenha a oportunidade de comprovar a teoria;

- É mais interessante estudar as leis ponderais desta forma;

- Pois se aprende observando o que ocorre realmente na prática;

- Quanto mais métodos forem utilizados para que o aluno possa aprender, melhor é, pois o estudo de química não é fácil;

- Ao realizar o experimento sabe-se se a teoria está correta ou não;

- Porque se tira as dúvidas da teoria.

0% dos alunos que responderam não:

Para os 3% dos alunos que não souberam responder, não se fez necessário nenhum comentário.

08 – Esta metodologia de ensino de Química na aprendizagem das leis ponderais é diferente do ensino tradicional de Química?

12 alunos (40%) não responderam que não sabem, 12 alunos (40%) responderam que sim, e 6 alunos (20%) responderam que não. (vide Figura 9, na página 60)

Comentários

Para os 40% dos alunos que não souberam responder, não se fez necessário nenhum comentário.

Para os 40% dos alunos que responderam que sim.

- A aula experimental é mais interessante, e motiva mais o aluno;

- Com essa metodologia o aluno tem uma melhor compreensão;

- É melhor um pouco;

- É importante ter aula de química, independente da metodologia a ser utilizada;

- A maioria dos professores só ensina a teoria, dificultando a aprendizagem do aluno;

- Nem todos os alunos possuem a mesma forma de aprender.

Para os 20% dos alunos que responderam não:

- Da mesma forma que aprendemos as leis ponderais da matéria, aprendemos outros assuntos;

- Toda metodologia de ensino consegue fazer com que o aluno aprenda;

- Se a matéria é bem explicada o aluno aprende;

- Alguns alunos não comentaram suas respostas;

09 – Para você, caso haja, cite três vantagens de se utilizar a experimentação antes da explanação teórica das leis ponderais no ensino de Química.

- A complementação da teoria pelo experimento; A dinâmica de estudo entre aluno e professor; Já se tem uma base antes da explanação teórica; Consegue tornar a Química mais interessante; Melhora a intuição e a participação do aluno; Desperta a curiosidade do aluno pela teoria; Há maior atenção e questionamentos dos alunos;

Alguns alunos não souberam responder e alguns disseram que não existem vantagens.

10 – Para você, caso haja, cite três desvantagens de se utilizar a experimentação antes da explanação teórica das leis ponderais no ensino de Química.

- O aluno não possui a noção do que vai fazer no experimento, sem o conteúdo teórico; Com esta forma o aluno fica confuso, o ideal é que ocorresse o contrário;

- Alguns alunos não souberam responder e para a maioria não existem desvantagens.

TURMA B – Respostas do questionário para alunos que utilizaram a explanação teórica antes da experimentação.

Dados da Turma

Total de alunos – 25

Faixa etária – 14 e 15 anos

01 - Você se interessa pelo estudo de Química, mesmo com ou sem a utilização de experimentos?

23 alunos responderam que sim (92%), 2 alunos (8%) responderam que não se interessam pelo estudo de Química, sendo que nesta questão não houve comentário. (vide Figura 2, na página 58)

02 – Para você houve uma melhor compreensão das leis ponderais com a utilização de explanação teórica antes da experimentação?

Todos os 25 alunos (100%) responderam que houve uma melhor compreensão, sendo que nesta questão não houve comentário. (vide Figura 3, na página 58)

03 – A experimentação que foi feita após a explanação teórica complementou a sua aprendizagem no estudo das leis ponderais?

24 alunos (96%) responderam que houve um complemento, 1 aluno (4%) responderam que não houve um complemento em sua aprendizagem, sendo que nesta questão não houve comentário. (vide Figura 4, na página 58)

04 – A utilização de experimentos reforça a sua aprendizagem no estudo das leis ponderais e conseqüentemente em Química?

23 alunos (90%) responderam que há o reforço, 2 alunos (10%) responderam que não há reforço, sendo que nesta questão não houve comentário. (vide Figura 5, na página 59)

05 – No estudo introdutório de Química, uma aprendizagem significativa das leis ponderais é obtida com o ensino da teoria, experimentação, ou ambas?

16 alunos (64%) responderam com ambas, 6 alunos (24%) responderam com a experimentação, e 3 alunos (12%) respondeu com a teoria. (vide Figura 6, na página 59)

Comentários

Para os 64% dos alunos que responderam ambas:

- Pois a teoria e a experimentação fazem parte da química;
- A teoria ajuda na explicação do professor a experimentação na compreensão do aluno;
- O experimento traz lucidez a explanação teórica;
- Torna o aluno mais participativo, à medida que este apresente mais questionamentos;
- Na teoria se aprende as fórmulas, na prática se executa estas fórmulas;
- São necessárias as duas para se ter uma aprendizagem completa;
- O aluno é colocado em prática sobre o que ele aprendeu;
- Alguns alunos não comentaram a resposta.

Para os 24% dos alunos que responderam a experimentação:

- Ao se trabalhar com a experimentação há mais aprendizagem;
- A aprendizagem torna-se mais fácil;
- Alguns alunos não comentaram as suas respostas.

Para os 12% dos alunos que responderam a teoria:

- Nenhum comentou sua resposta.

06 – É importante iniciar o estudo de Química como ciência, dentre outros assuntos, com o estudo das leis ponderais?

2 alunos (8%) não souberam responder, 22 alunos (88%) responderam que é importante, e 1 aluno (4%) respondeu que não é importante. (vide Figura 7, na página 59)

Comentários

Para os 8% dos alunos que não sabiam a resposta não se foi necessário nenhum comentário.

Para os 88% dos alunos que responderam sim:

- As leis ponderais permitem que aprendamos melhor a Química;
- Com o estudo das leis ponderais da matéria o estudo de Química se torna mais preciso;
- Toda a matéria, seja ela introdutória ou não é importante pra o aprendizado;
- É mais fácil de compreender os outros assuntos de Química;
- Pois a Química é uma ciência que estuda os elementos, e estes são vistos nas leis ponderais da matéria;
- Alguns alunos não comentaram suas respostas.

Para os 4% dos alunos que responderam não:

- Nem sempre precisamos utilizar as leis ponderais da matéria para estudar outros conteúdos em Química.

07 – O estudo de Química no Ensino Médio, não somente o das leis ponderais, como o de qualquer outro tema, é mais bem compreendido com a utilização de experimentos?

23 alunos (92%) não responderam que sim, nenhum aluno (0%) respondeu que não, e 2 alunos (8%) responderam que não sabem. (vide Figura 8, na página 60)

Comentários

Para os 92% dos alunos que responderam que sim.

- Fica mais fácil de compreender os conteúdos, pois sabemos mais ou menos realizar os experimentos;
- Podemos observar melhor as reações químicas;
- A utilização dos experimentos coloca em prática o que foi aprendido;
- É possível visualizar os efeitos químicos;
- Com os experimentos a aprendizagem fica mais fácil;

- O experimento é a comprovação da teoria;
- Com os experimentos aprende-se melhor as leis ponderais da matéria, bem como qualquer outro conteúdo de química;

Para os 8% dos alunos que não souberam responder, não se fez necessário nenhum comentário.

08 – Esta metodologia de ensino de Química na aprendizagem das leis ponderais é diferente do ensino tradicional de Química?

11 alunos (44%) não responderam que não sabem, 9 alunos (36%) responderam que sim, e 5 alunos (20%) responderam que não. (vide Figura 9, na página 60)

Comentários

Para os 44% dos alunos que não souberam responder, não se fez necessário nenhum comentário.

Para os 36% dos alunos que responderam que sim.

- É diferente, pois torna a aula mais interessante;
- Porque se vê a finalidade das leis ponderais da matéria, com a teoria aliada a prática;
- É diferente porque se tem acesso aos experimentos;
- Esta metodologia produz uma aprendizagem mais eficiente, em relação à metodologia de ensino tradicional de química.

Para os 20% dos alunos que responderam não:

- A metodologia de ensino sempre é a mesma, ou seja, no final gera aprendizagem;
- É obrigação de quem ensina química, transmitir a teoria e a prática;

09 – Para você, caso haja, cite três vantagens de se utilizar a explanação teórica antes da experimentação das leis ponderais no ensino de Química.

- Facilita na hora de realizar os experimentos; Há uma maior compreensão das substâncias químicas; É melhor na hora de responder as atividades propostas ao final do experimento; Não há como o aluno entender o experimento, sem antes ter visto a teoria; Desta forma o aprendizado fica mais fácil; O desenvolvimento e a conclusão do experimento ficam mais fáceis; Entendem-se melhor as leis ponderais da matéria; Há maior participação do aluno em sala de aula; Para que haja domínio, e não dúvidas na hora do experimento.

- Alguns alunos não comentaram as suas respostas.

10 – Para você, caso haja, cite três desvantagens de se utilizar a explicação teórica antes da experimentação das leis ponderais no ensino de Química.

- Assim não há como entender o que está sendo proposto; Sem a explicação teórica não há como entender a experimentação depois; Se ocorresse o contrário, alguma coisa poderia sair errado; Desta forma não dá para conhecer logo os experimentos, e por em prática as leis ponderais da matéria;

- A maioria dos alunos respondeu que não há desvantagens.

TURMA C – Respostas do questionário para alunos que utilizaram a explicação teórica sem a utilização da experimentação.

Dados da Turma

Total de alunos – 25

Faixa etária – 14 e 15 anos

01 - Você se interessa pelo estudo de Química sem a utilização de experimentos?

12 alunos (48%) responderam que sim, 13 alunos (52%) responderam que não se interessam pelo estudo de Química sem experimentos, sendo que nesta questão não houve comentário. (vide Figura 2, na página 58)

02 – Para você houve uma melhor compreensão das leis ponderais somente com a utilização de explicação teórica?

18 alunos (72%) responderam que sim, 7 alunos (28%) responderam que não, sendo que nesta questão não houve comentário. (vide Figura 3, na página 58)

03 – Você acha que se houvesse a utilização de experimentos aliados a explicação teórica, a sua aprendizagem no estudo das leis ponderais seria a mesma?

4 alunos (16%) responderam que sim, 21 alunos (84%) responderam que a aprendizagem não seria a mesma, sendo que nesta questão não houve comentário. (vide Figura 4, na página 58)

04 – A não utilização de experimentos compromete a sua aprendizagem no estudo das leis ponderais e conseqüentemente em Química?

14 alunos (56%) responderam que compromete, 11 alunos (44%) responderam que a aprendizagem não fica comprometida, sendo que nesta questão não houve comentário. (vide Figura 5, na página 59)

05 – No estudo introdutório de Química, uma aprendizagem significativa das leis ponderais é obtida com o ensino da teoria ou da experimentação?

6 alunos (24%) responderam com a teoria, 19 alunos (76%) responderam com a experimentação. (vide Figura 6, na página 59)

Comentários

Para os 76% dos alunos que responderam com a experimentação.

- Porque só explicar a teoria não é suficiente, o ideal é demonstrá-la;
- Tem que ser com a experimentação, pois a química é uma matéria muito difícil;
- Com o experimento a teoria é explicada, e vice-versa;
- Com a experimentação se obtém uma melhor aprendizagem;
- Porque algumas vezes o aluno não consegue entender só com a experimentação;
- Alguns alunos não comentaram as suas respostas.

Para os 24% dos alunos que responderam a teoria:

- Com a teoria já se consegue entender o assunto abordado;
- Alguns alunos não comentaram suas respostas.

06 – É importante iniciar o estudo de Química como ciência, dentre outros assuntos, com o estudo das leis ponderais?

10 alunos (40%) não souberam responder, 11 alunos (44%) responderam que é importante, e 4 alunos (16%) responderam que não é importante. (vide Figura 7, na página 59)

Comentários

Para os 44% dos alunos que sim.

- As leis ponderais vão causar um melhor entendimento, para outros conteúdos de química;
- Para se ter idéia de como a química se iniciou como ciência;
- Entendendo o conteúdo das leis ponderais da matéria desde o início, é grande a chance de entender outros conteúdos, e conseqüentemente a química como um todo;
- Alguns alunos não comentaram as suas respostas.

Para os 16% dos alunos que responderam não.

- A Química é muito difícil, independente do conteúdo que se inicie;
- Poderia a Química ser inicialmente estudada, por outro conteúdo;

Para os 40% dos alunos que não souberam responder, não foi necessário comentário

07 – Você acha que o estudo de Química no Ensino Médio, não somente o das leis ponderais, como o de qualquer outro tema, é mais bem compreendido com a utilização de experimentos?

Nenhum aluno (0%) não soube responder, 21 alunos (84%) responderam que sim, e 4 alunos (16%) responderam que não. (vide Figura 8, na página 60)

Comentários:

Para os 84% dos alunos que responderam sim:

- O conteúdo fica mais esclarecido;
- Com a teoria as hipóteses são levantadas, e com a experimentação se consegue as conclusões destas hipóteses;
- O aluno tem uma base do que está estudando;
- O aprendizado fica mais acessível ao aluno;
- Alguns alunos não comentaram suas respostas.

Para os 16% dos alunos que responderam não.

- Pois a Química é difícil demais de ser aprendida pelos os alunos;

08 – O ensino de Química com explanação teórica sem o recurso da experimentação na aprendizagem das leis ponderais é diferente do ensino tradicional de Química?

14 alunos (56%) não souberam responder, 8 alunos (32%) responderam que sim, e 3 alunos (12%) responderam que não. (vide Figura 9, na página 60)

Para os 32% dos alunos que responderam sim.

- Os alunos que responderam sim não souberam responder as suas respostas.

Para os 12% dos alunos que responderam não.

- Esta forma não difere em nada do ensino tradicional.

Para os 56% dos alunos que não souberam responder, não foi necessário comentarem suas respostas

09 – Para você, caso haja, cite três vantagens de se utilizar apenas a explanação teórica no estudo das leis ponderais no ensino de Química.

- Para se obter uma compreensão razoável acerca da Química; Entende-se a explicação do professor ao anotar a matéria no caderno; Para se tirar dúvidas; O aprendizado é mais rápido; O aprendizado das leis ponderais ao estudar este conteúdo;
- Alguns alunos responderam que não há vantagens.
- Alguns alunos não responderam.

10 – Para você, caso haja, cite três desvantagens de se utilizar apenas a explanação teórica no estudo das leis ponderais no ensino de Química.

- Como é uma matéria muito difícil de ser aprendida, somente com a teoria a aprendizagem fica comprometida; Não se aprende completamente sem praticar; O experimento é melhor do que a teoria; Na maioria das vezes não entendemos nada.

4.3 Lista de figuras dos resultados do projeto piloto e do projeto final

Figura 2 – Gráfico comparativo de respostas da questão 01 das turmas A, B e C do projeto piloto e do projeto final

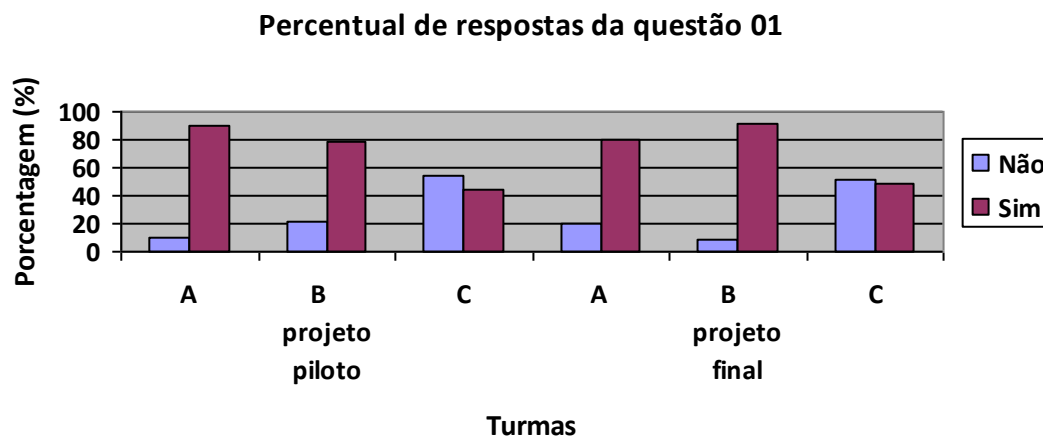


Figura 3 – Gráfico comparativo de respostas da questão 02 das turmas A, B e C do projeto piloto e do projeto final

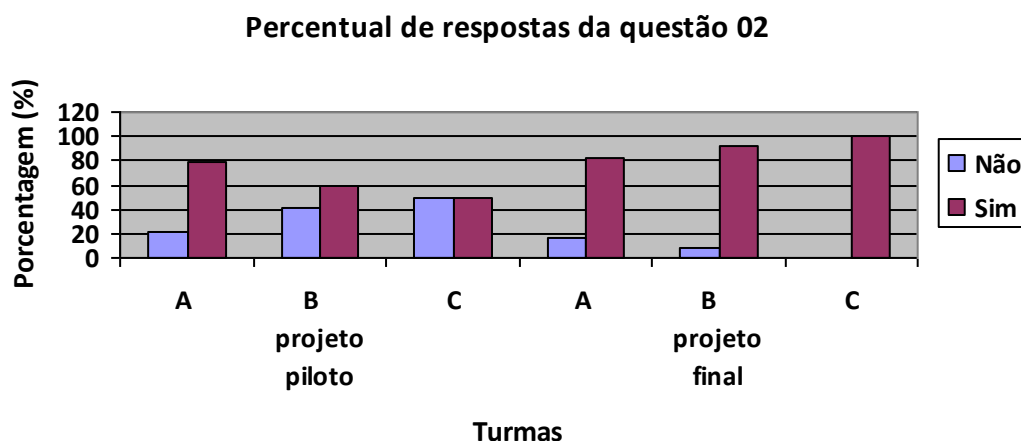


Figura 4 – Gráfico comparativo de respostas da questão 03 das turmas A, B e C do projeto piloto e do projeto final

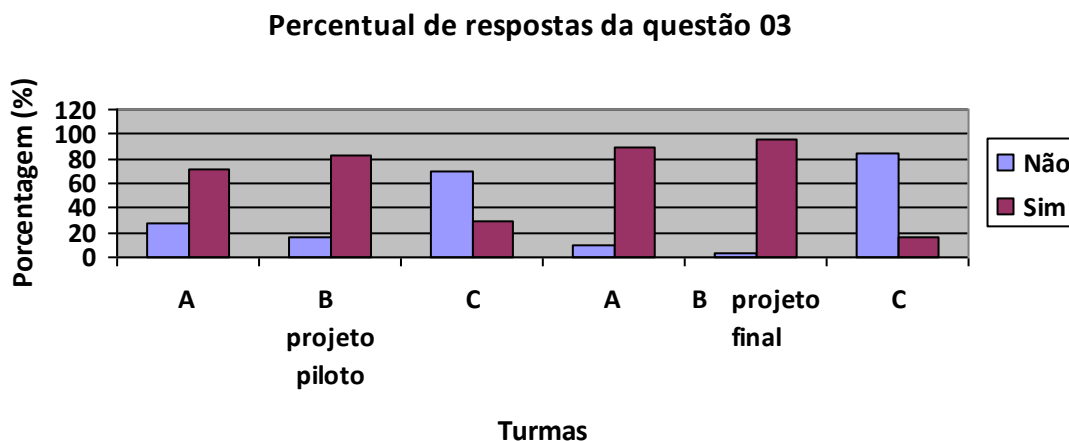


Figura 5 – Gráfico comparativo de respostas da questão 04 das turmas A, B e C do projeto piloto e do projeto final

Percentual de respostas da questão 04

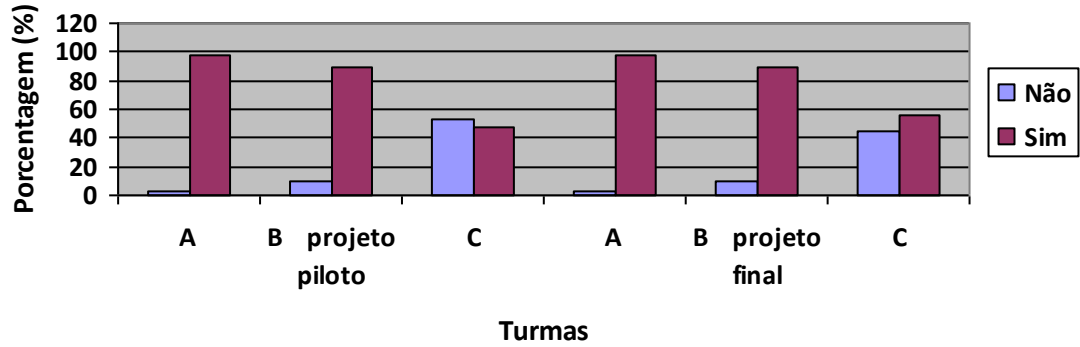


Figura 6 – Gráfico comparativo de respostas da questão 05 das turmas A, B e C do projeto piloto e do projeto final

Percentual de respostas da questão 05

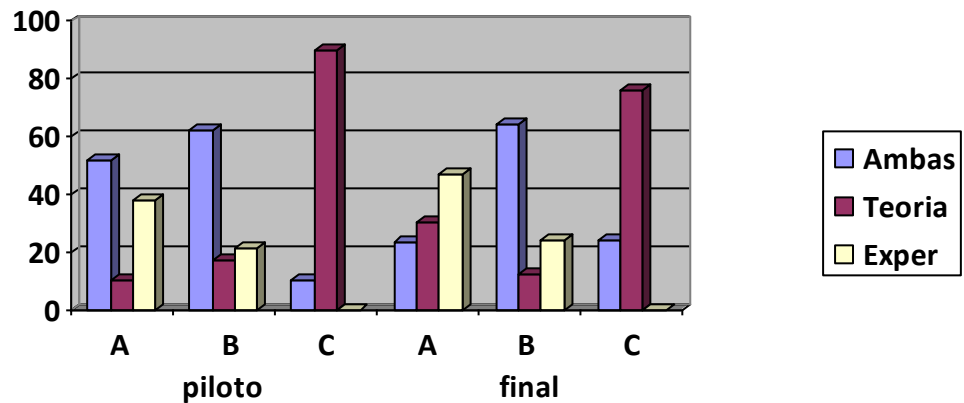


Figura 7 – Gráfico comparativo de respostas da questão 06 das turmas A, B e C do projeto piloto e do projeto final

Percentual de respostas da questão 06

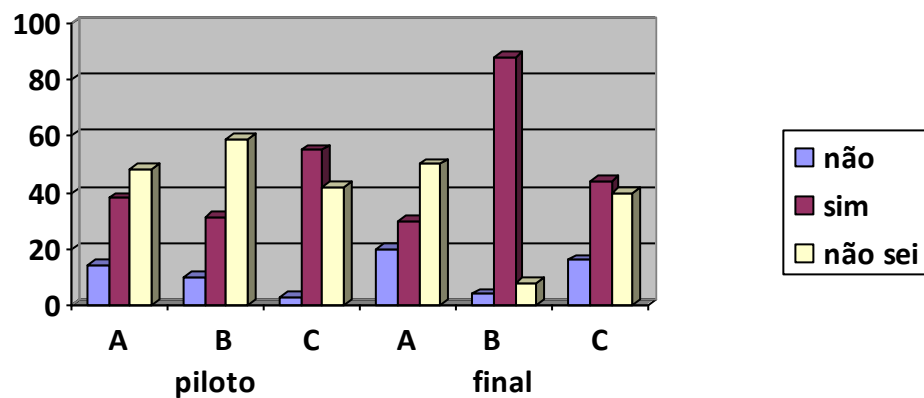


Figura 8 – Gráfico comparativo de respostas da questão 07 das turmas A, B e C do projeto piloto e do projeto final

Percentual de respostas da questão 07

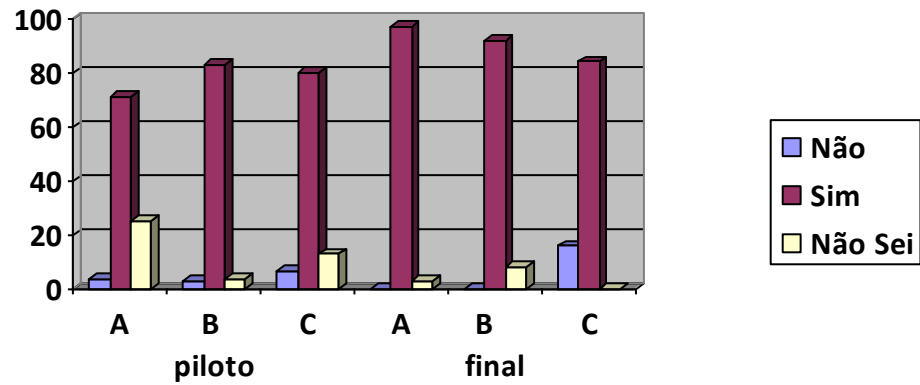
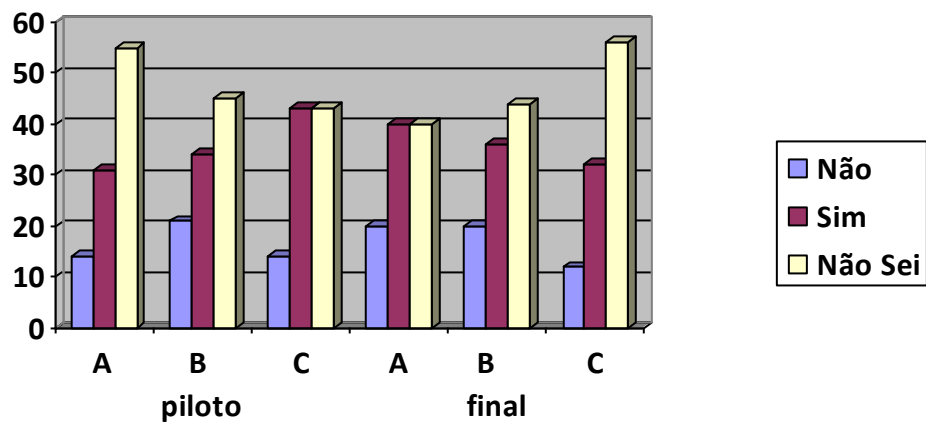


Figura 9 – Gráfico comparativo de respostas da questão 08 das turmas A, B e C do projeto piloto e do projeto final

Percentual de respostas da questão 08



4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Análise dos resultados do projeto piloto

TURMA A – Questionário para alunos que utilizaram a experimentação antes da explanação teórica.

TURMA B – Questionário para alunos que utilizaram a explanação teórica antes da experimentação.

TURMA C – Questionário para alunos que utilizaram a explanação teórica sem a utilização da experimentação.

Foram analisados os resultados do projeto piloto simultaneamente ou não, das três turmas que foram questionadas, de forma que a turmas A e B é composta por vinte e nove alunos, e a turma C é composta por trinta alunos. Os alunos são de ambos os sexos, e estão na faixa etária correta para cursar o primeiro ano do Ensino Médio. Esta análise será feita com base nas respostas dos alunos obtidas nos questionários.

Análise das questões objetivas

Questão 01 (Turmas A, B e C)

Na questão 01 dos questionários das turmas A e B, foi perguntado se o aluno se interessa pelo estudo de Química, mesmo com ou sem a utilização de experimentos, as opções de respostas em forma objetiva foram sim ou não. Ao analisar os dados nos resultados referentes a esta questão nas turmas A e B, percebe-se uma ligeira queda de interesse de 11% da turma B com relação à turma A. Tal fato pode ser explicado pela metodologia de trabalho diferenciada que foi empregada nas turmas, haja vista, que a explanação teórica ocorreu em momentos diferentes em ambas as turmas.

Através destes resultados que demonstram o interesse dos alunos pela Química, nota-se a resistência dos alunos pela mera explanação teórica feita pelo professor. Esta explanação muitas vezes ocorre sobrecarregada de informações, deixando o aluno por vezes desinteressado. Contudo em determinados assuntos, como o das leis ponderais da matéria, a experimentação ao anteceder a teoria causa um maior interesse por parte do alunado. Isso se deve pelo fato de que, este assunto introduz e alicerça os conhecimentos básicos de Química. Não há como pensar que a experimentação vá sempre anteceder ou até mesmo substituir teoria, mas cabe ao professor distinguir o momento propício para a utilização de cada, pois ambas apresentam as suas peculiaridades.

Ainda na questão 01 do questionário da turma C, foi perguntado se o aluno se interessa pelo estudo de Química sem a utilização de experimentos, as opções de respostas em forma objetiva foram sim ou não. Através dos dados dos resultados nota-se a queda de interesse de 45% em relação à turma A e de 34% em relação à turma B.

Diante dos números é inegável a utilização de uma metodologia de trabalho diferenciada por parte do professor, para que haja uma promoção de aprendizagem no aluno. Vale enfatizar que, é muito simplória a transmissão de informação utilizando somente recursos como: o livro didático, a fala, o giz ou pincel e o quadro. A aprendizagem dos alunos pode ocorrer de várias maneiras, não se restringindo somente a explanação teórica utilizada com os recursos citados anteriormente.

Apesar de não haver comentário para a questão 01, através dos dados das turmas A, B e C, é perceptível o interesse dos alunos pelo estudo de Química, tal interesse é importante, pois estes alunos estão sendo introduzidos a conhecerem a Química, a partir das leis ponderais da matéria.

Questão 02 (Turmas A, B e C)

Na questão 02 do questionário da turma A, foi perguntado ao aluno se houve uma melhor compreensão das leis ponderais com a utilização de experimentos antes da explanação teórica, as opções de respostas em forma objetiva foram sim ou não. Já na questão 02 do questionário da turma B, foi perguntado ao aluno se houve uma melhor compreensão das leis ponderais com a utilização da explanação teórica antes dos experimentos, as opções de respostas em forma objetiva foram sim ou não. Pelos dados nos resultados percebe-se uma queda de interesse de 20% da turma B com relação à turma A.

Através destes dados é possível pensar que ao se iniciar o estudo introdutório de Química com a temática das leis ponderais da matéria, os alunos anseiam algo mais além da explanação teórica tradicional para que haja uma melhor compreensão. A própria tradução para a palavra ponderar remete a isto, para se pensar sobre as leis ponderais da matéria o sujeito que se propõe a aprender tal assunto deve: pensar, raciocinar, questionar, investigar. A diferença de percentual entre as turmas pode revelar que, os alunos estão cansados da mera tradição da explanação teórica, que muitas vezes os enchem de informações, mas os esvaziam de conhecimento e interesse. O que pode resultar em grande insatisfação no aprender do aluno, levando-o a ter uma postura inadequada na sala de aula, como: sonolência, desinteresse, conversa paralela, e até mesmo indisciplina. Tal fato foi observado em alguns alunos das turmas A, B e C, ao se aplicar a pesquisa do presente trabalho.

Por outro lado ao se retirar a hierarquia entre a explanação teórica e a experimentação, hierarquia esta que sempre enaltece a supremacia da explanação teórica, a uma melhor compreensão e consequentemente aprendizagem dos alunos na temática das leis ponderais da matéria. Na realidade, ambas as metodologias são interdependentes, e requerem sua utilização em momento oportuno, pois o objetivo central de ambas é o mesmo, a aprendizagem.

Na questão 02 do questionário da turma C, foi perguntado ao aluno se houve uma melhor compreensão das leis ponderais somente com a utilização de explanação teórica, as opções de respostas em forma objetiva foram sim ou não. Pelos dados nos resultados, nota-se a queda de compreensão de 29% em relação à turma A e de 9% em relação à turma B. A diferença nos dados da turma A é superior a turma B, pela metodologia de trabalho empregada em B e C ser mais parecidas do que em A e C, o que novamente retrata a resistência dos alunos (vide resultados das turmas A, B e C na questão 02) em relação somente a explanação teórica para a promoção de aprendizagem.

Surpreendente ainda é que a turma está dividida, no tocante a compreensão das leis ponderais da matéria através da explanação teórica. Os 50% dos alunos que compreendem bem, talvez já estejam adaptados ou se adaptando a esta forma de educação, enquanto que a outra metade pode enfrentar dificuldades em aprender através de um único método adotado pelo professor.

Apesar de não haver comentário para a questão 02, através dos dados da questão 05 para as turmas A, B e C, que serão discutidos posteriormente, é perceptível que a compreensão dos alunos pelas leis ponderais da matéria, ocorre melhor quando existe a mescla entre teoria e prática deste assunto.

Questão 03 (Turmas A, B e C)

Na questão 03 do questionário da turma A, foi perguntado se a explanação teórica que foi feita após os experimentos complementou a aprendizagem no estudo das leis ponderais, as opções de respostas em forma objetiva foram sim ou não. Na questão 03 do questionário da turma B, foi perguntado se os experimentos feitos após a explanação teórica complementou a aprendizagem no estudo das leis ponderais, as opções de respostas em forma objetiva foram sim ou não. Na questão 03 do questionário da turma C, foi perguntado caso houvesse a utilização de experimentos aliados a explanação teórica, a sua aprendizagem no estudo das leis ponderais seria a mesma, as opções de respostas em forma objetiva foram sim ou não.

Diante dos resultados percebe-se uma proximidade grande entre as respostas positivas que demonstram a complementaridade de aprendizagem tanto com a explicação teórica quanto com a experimentação, no estudo das leis ponderais da matéria. Desta forma novamente se faz necessária a aliança que pode existir entre a teoria e a prática, para que ocorra um bom processo de educação e aprendizagem significativa (SILVA & ZANON, 2000). Tal aliança muitas vezes tende a ocorrer de forma errônea de hierarquização, priorizando algumas vezes a explicação teórica, em outras vezes a experimentação.

Apesar de não haver comentário para a questão 03, sabe-se que a teoria aliada à prática (sem hierarquia entre elas) como ferramentas pedagógicas de educação, alcançam seus objetivos de promoverem aprendizagem nos alunos.

Questão 04 (Turmas A, B e C)

Na questão 04 dos questionários das turmas A e B, foi perguntado se a utilização de experimentos reforça a aprendizagem no estudo das leis ponderais, as opções de respostas em forma objetiva foram sim ou não. Na questão 04 do questionário da turma C, foi perguntado se a não utilização de experimentos comprometeria a aprendizagem no estudo das leis ponderais, as opções de respostas em forma objetiva foram sim ou não.

Através dos dados obtidos nas respostas, percebe-se quase que uma equivalência entre os percentuais positivos e negativos da questão 04 entre as turmas A e B. Em ambas as turmas foi-se utilizado além da explicação teórica, e a experimentação como ferramenta pedagógica no estudo das leis ponderais da matéria pelos alunos. O fato é que os alunos perceberam a importância de se utilizar a teoria associada à experimentação, como metodologia eficiente de aprendizagem. Tal percentual positivo no questionamento provavelmente, não seria tão alto caso os alunos tivessem apenas usufruído da explicação teórica. Tal postulado foi defendido anteriormente no presente trabalho por EBBING (1996).

Nota-se ainda que a turma C, que não utilizou a experimentação como ferramenta no seu aprendizado, está dividida em considerar a importância desta ferramenta. Tal divisão pode ter sido gerada, pelo desconhecimento dos alunos na metodologia teórico-prática na educação em Química. Tal metodologia pode ser empregada com eficiência, se bem trabalhada pelo professor, em vários setores de estudo da Química, tais como: geral, inorgânica, orgânica, físico-química, analítica, bioquímica, etc.

Apesar de não haver comentário para a questão 04, através dos dados dos resultados desta questão nas turmas do presente trabalho, é coerente pensar que o aluno atual

está preocupado em realmente aprender significativamente, e este está interessado em utilizar vários métodos de estudo para alcançar tal objetivo.

Análise das questões subjetivas

Questão 05 (Turmas A, B e C)

Na questão 05 dos questionários das turmas A e B, foi perguntado se no estudo introdutório de Química, uma aprendizagem significativa das leis ponderais é obtida com o ensino da: teoria, experimentação ou ambas. Ao final da questão foi concedido um espaço para que o aluno pudesse comentar a sua resposta.

Nos comentários das turmas A e B para os alunos que optaram pela teoria, se foi dito: *“Para entender o experimento se faz necessário antes compreender a teoria”*. (turma A); *“É mais prático aprender com a teoria do que com o experimento, pois há mais conteúdo”*. (turma B). Para o ensino tradicional, que visa a transmissão de informação do professor para o aluno, realmente estas respostas fazem sentido. Contudo foi um percentual mínimo que esboçaram tal comentário, o que mostra que a resistência por novas metodologias de aprendizagem, está cada vez mais diminuindo.

Nos comentários das turmas A e B para os alunos que optaram pela experimentação, se foi dito: *“A experimentação é melhor, mais divertida e interessante”*. (turma A); *“O aluno só acredita vendo, logo a aprendizagem se torna melhor com a experimentação”*. (turma B). Há um percentual maior de alunos que optaram pela experimentação com relação à teoria.

Nos comentários das turmas A e B para os alunos que optaram por ambas as respostas, se foi dito: *“A teoria é resultado das hipóteses previstas, sendo que a compreensão destas se dá através da experimentação pelo estudo das leis ponderais da matéria”*. (turma A); *“Sem a prática a teoria se torna mais difícil de ser compreendida, através da experimentação é mais fácil visualizar as leis ponderais da matéria no cotidiano”*. (turma B). Os comentários acima foram bem pertinentes, e ao analisá-los percebe-se a clara evidência: não há como obter uma aprendizagem significativa das leis ponderais da matéria, separando ou hierarquizando a teoria da prática. (MOREIRA, 2006).

Ainda na questão 05 do questionário da turma C, foi perguntado se no estudo introdutório de Química, uma aprendizagem significativa das leis ponderais é obtida com o ensino da: teoria ou experimentação. Ao final da questão foi concedido um espaço para que o aluno pudesse comentar a sua resposta.

Percebe-se pela análise dos dados que os alunos da turma C, que não se utilizaram da experimentação como ferramenta de aprendizagem, estão em fase de formular uma opinião mais crítica, pois estes alunos na faixa etária de 14 e 15 anos estão iniciando a fase de maturação do conhecimento. Tal fato pode ser observado na contradição das respostas entre as questões 04 e 05, ora eles não optam pela experimentação (questão 04), ora eles optam por ela (questão 05). Tais alunos situados nessa faixa etária estão ainda desenvolvendo um pensamento mais crítico.

Nos comentários da turma C para os alunos que optaram pela teoria, se foi dito: *“Com a teoria o assunto é mais bem compreendido”*; *“Pois a prática é apenas um complemento”*. Reforça-se a aprendizagem tradicional que alguns alunos possuem não somente em Química como em outras disciplinas.

Questão 06 (Turmas A, B e C)

Na questão 06 dos questionários das turmas A, B e C, foi perguntado se é importante iniciar o estudo de Química como ciência, dentre outros assuntos, com o estudo das leis ponderais. Ao final da questão foi concedido um espaço para que o aluno pudesse comentar a sua resposta.

Nos comentários das turmas A, B e C para os alunos que responderam ser importante, se foi dito: *“Para compreender a história da química, que está baseada no estudo das leis ponderais da matéria”* (turma A); *“As leis ponderais são a base para trabalhar com os elementos químicos e as suas proporções”* (turma B); *“As leis ponderais são à base da química como ciência”* (turma C). Diante dos comentários dos alunos das três turmas, que responderam positivamente acerca da importância no estudo das leis ponderais da matéria, percebe-se a importância de se trabalhar este conteúdo de forma qualificada na introdução a Química.

Nos comentários das turmas A, B e C para os alunos que responderam não ser importante, se foi dito: *“Há preferência pelo estudo inicial de Química, pelo estudo do átomo ou das substâncias”* (turma A); *“Porque a química pode começar a ser ensinada de qualquer outro tópico”* (turma B); *“As leis ponderais é um assunto que não interessa”* (turma C).

As leis ponderais, importantes para o estabelecimento da Química como ciência, estão subjacentes à teoria atômica de Dalton, que é à base da explicação das relações ponderais nas reações químicas (VANIN, 2005). Portanto é de fundamental importância que o professor repasse esta informação para seus alunos, e que, além disto, que ele também possa fornecer novos métodos de aprendizagem aos seus alunos. Ao observar o grande percentual

das três turmas que não souberam responder, ou que responderam não ser importante, o estudo das leis ponderais como uma introdução a Química percebe-se que estes alunos já estão familiarizados com um estudo tradicional, centralizado na memorização e repetição de símbolos e fórmulas. Haja vista que estes alunos estão inseridos neste tipo de estudo praticamente desde o início de suas vidas escolares.

Questão 07 (Turmas A, B e C)

Na questão 07 dos questionários das turmas A, B e C, foi perguntado se o estudo de Química no Ensino Médio, não somente o das leis ponderais, como o de qualquer outro tema, é mais bem compreendido com a utilização de experimentos. Ao final da questão foi concedido um espaço para que o aluno pudesse comentar a sua resposta.

Nos comentários das turmas A, B e C para os alunos que responderam sim, se foi dito: *“Principalmente no caso das leis ponderais, pois há como experimentar bastante, devido às proporções matemáticas”* (turma A); *“Não há como se ver o átomo, nem os elétrons que o constituem, mas numa reação química feita experimentalmente podemos observar o comportamento destes”* (turma B); *“Com a experimentação o assunto é mais bem compreendido”* (turma C). É nítida diante dos comentários dos alunos, a importância da experimentação no estudo das leis ponderais da matéria. Para alguns alunos da turma A há uma forte relação entre as leis ponderais e a experimentação, para alguns alunos da turma B, através da experimentação estuda-se o universo microscópico dos elementos químicos, e finalmente alguns alunos da turma C alegam que se houvesse a experimentação no estudo das leis ponderais da matéria, o assunto seria melhor assimilado.

Nos comentários das turmas A, B e C para alguns alunos que responderam não, se foi dito: *“É melhor o estudo teórico”* (turma A); *“É melhor somente o estudo teórico e o reforço deste ao se estudar em casa”* (turma B); *“As leis ponderais é um assunto que não interessa”* (turma C). Percebe-se que estes alunos que responderam que não estão muito desmotivados, algo cada vez mais comum entre adolescentes nesta faixa etária de idade. Estes por terem acesso fácil à informação, por diversos meios, não são estimulados a buscarem informação com qualidade, que pode ser fornecida na escola.

Nota-se ainda ao analisar os resultados que, alguns alunos não souberam sobre a importância de estudar as leis ponderais da matéria, ou qualquer outro assunto de Química, com o auxílio da experimentação. Cabe aos professores difundir e utilizar cada vez mais esta ferramenta pedagógica de educação. Novamente vale a pena ressaltar que esta ferramenta não

irá substituir ou se sobressair sobre nenhuma outra, mas que ela pode ser utilizada em conjunto, com a teoria por exemplo.

Questão 08 (Turmas A, B e C)

Na questão 08 dos questionários das turmas A e B, foi perguntado se esta metodologia que foi utilizada no ensino de Química na aprendizagem das leis ponderais é diferente do ensino tradicional de Química. Ao final da questão foi concedido um espaço para que o aluno pudesse comentar a sua resposta.

Nos comentários das turmas A e B para os alunos que responderam sim, se foi dito: *“Se diferencia, pois é uma metodologia mais complexa, pois não se focaliza somente nos princípios básicos de química”* (turma A); *“A melhor forma de se aprender é praticar, pois durante a aula teórica se imagina como poderia acontecer determinado fenômeno, já ao se experimentar concretiza-se a imaginação”* (turma B). Através do comentário de alunos da turma A, nota-se que estes perceberam a metodologia de ensino diferenciada, e que nesta metodologia, o ensino tradicional de Química é deixado de lado, e a teoria das leis ponderais passa a fazer mais sentido quando aliada a experimentação. Este conceito é revalidado ao se observar o comentário de um aluno da turma B.

Contudo ao analisar as respostas destas mesmas turmas referentes à questão 08 do questionário, observa-se que a maioria das turmas não soube responder se esta metodologia de ensino é diferenciada do ensino tradicional de Química. Tal fato pode ser explicado pelo fato destes alunos só ainda conhecerem o ensino tradicional, e agora estarem se familiarizando com novas metodologias, como a que foi abordada em questão.

Este mesmo fato ainda é reforçado ao analisar a questão 08 do questionário da turma C, onde se foi perguntado se o ensino de Química com explanação teórica sem o recurso da experimentação na aprendizagem das leis ponderais é diferente do ensino tradicional de Química. Ao final da questão foi concedido um espaço para que o aluno pudesse comentar a sua resposta. Para a turma C 43% dos alunos responderam que sim, 14% responderam que não e 43% não souberam responder.

Nos comentários da turma C para os alunos que responderam sim, se foi dito: *“É mais dinâmico, e interessa mais aos alunos”*; para os alunos que responderam não, se foi dito: *“O ensino tradicional é feito com explanação teórica”*. Os alunos da turma C conseguiram identificar que o ensino tradicional equivale a somente utilização da explanação teórica, no estudo de um conteúdo.

Questão 09 (Turmas A, B e C)

Na questão 09 do questionário da turma A, foi pedido que o aluno citasse três vantagens de se utilizar a experimentação antes da explanação teórica das leis ponderais no ensino de Química. Nas citações se foi dito: *“Melhor compreensão, menos teoria, mais aprendizado, é legal, é mais fácil de decorar, ter uma boa base de conhecimento, entender a teoria antes de compreendê-la, convivência com a experimentação em química, elaborar métodos de aperfeiçoamento das hipóteses, a explanação teórica é chata e dá sono, aumenta o interesse pelo assunto, à aula ser mais atrativa e mais dinâmica, noção preliminar da teoria, maior preparação para o Enem, poder utilizar o conhecimento acerca das leis ponderais no cotidiano”*. Três alunos não souberam a resposta, sete alunos responderam que não existe desvantagem nesta metodologia.

Ao analisar estes resultados da turma A nota-se a importância de se utilizar a experimentação como ferramenta pedagógica no estudo das leis ponderais da matéria. Assim o aluno terá uma maior capacidade de absorção da teoria deste assunto, aumentando assim, o seu grau de interesse e sua motivação em aprender significativamente.

Na questão 09 do questionário da turma B, foi pedido que o aluno citasse três vantagens de se utilizar a explanação teórica antes da experimentação das leis ponderais no ensino de Química. Nas citações se foi dito: *“Com a explanação teórica antes da experimentação, é possível entender qual o principal objetivo do experimento, sendo mais fácil a visualização do que está ocorrendo, pois há como ter noções básicas antes da ocorrência dos experimentos, assim não há como se perder na aula prática, se for a experimentação antes não há como comprovar a teoria posteriormente, gera interesse no aluno para que este experimente a teoria, é uma forma de exercitar o assunto”*. Dois alunos não comentaram as suas respostas.

Ao analisar estes resultados da turma B nota-se a importância de se utilizar a explanação teórica aliada à experimentação, como ferramentas pedagógicas no estudo das leis ponderais da matéria para a aprendizagem de alunos do 1º ano do ensino médio. Assim o aluno terá uma maior capacidade de absorção da teoria deste assunto, aumentando assim, o seu grau de interesse e sua motivação em aprender significativamente.

Na questão 09 do questionário da turma C, foi pedido que o aluno citasse três vantagens de se utilizar apenas a explanação teórica no estudo das leis ponderais no ensino de Química. Nas citações se foi dito: *“Boa compreensão para os estudos feitos fora da escola,*

mais conteúdo detalhado, assunto aprofundado, o aprendizado é longe de substâncias perigosa”. Quatro alunos não responderam, seis alunos responderam que não há vantagens.

Ao analisar estes resultados da turma C nota-se que a utilização somente da explanação teórica é restrita de vantagens, pois estes alunos tiveram acesso a outra metodologia de aprendizagem. Tal fato pode resultar em desmotivação por parte do professor e do aluno, e até mesmo em algumas ocasiões, indisciplinas do aluno.

Questão 10 (Turmas A, B e C)

Na questão 10 do questionário da turma A, foi pedido que o aluno citasse cite três desvantagens de se utilizar a experimentação antes da explanação teórica das leis ponderais no ensino de Química. Nas citações se foi dito: *“No momento do experimento na maioria das vezes não há compreensão acerca da teoria das leis ponderais da matéria, não saber realizar a experiência, errar a experiência, desta forma fica mais complicado compreender as leis ponderais da matéria”*. Um aluno não soube responder e treze alunos não existem desvantagens.

Ao analisar estes resultados da turma A nota-se que há poucas desvantagens de se utilizar a experimentação antes da explanação teórica. Apenas dois alunos afirmam que não existem desvantagens nesta metodologia. As desvantagens estão mais relacionadas a receios dos alunos na hora da realização da atividade prática, do que a metodologia propriamente dita.

Na questão 10 do questionário da turma B, foi pedido que o aluno citasse três desvantagens de se utilizar a explanação teórica antes da experimentação das leis ponderais no ensino de Química. Nas citações se foi dito: *“Existem alguns conteúdos de química, como o das leis ponderais no caso, que ficam mais bem explicitados através da experimentação, na experimentação o aluno só brinca e não aprende a própria maneira de como são passados os conteúdos teóricos e práticos, desmotivam os alunos, o conteúdo da explanação teórica é bem diferente do experimento”*. Onze alunos citaram que não há desvantagens, enquanto que seis alunos não comentaram as suas respostas.

Ao analisar estes resultados da turma B nota-se que professor deve mostrar o aluno a importância de se utilizar a experimentação como auxiliar da teoria em alguns conteúdos de Química, como o das leis ponderais da matéria no caso. Tais conteúdos são muito difíceis de serem assimilados somente com a teoria por alunos que os estão vendo pela primeira vez, portanto é de fundamental importância a experimentação. Contudo a experimentação não pode se distanciar da teoria, pelo contrário ambas precisam dialogar, para a geração de aprendizado.

Na questão 10 do questionário da turma C, foi pedido que o aluno citasse três desvantagens de se utilizar apenas a explanação teórica no estudo das leis ponderais no ensino de Química. Nas citações se foi dito: *“Assunto menos aprofundado, poderia faltar um complemento do assunto, não há interesse por parte do aluno, não se sabe o que ocorre na prática, a compreensão do assunto é mais demorada, muito cansativo, falta de experimentos que comprovem a teoria”*. Cinco alunos não responderam.

Ao analisar estes resultados da turma C nota-se que a utilização somente da explanação teórica restringe a aprendizagem do aluno, pois o mesmo não consegue aprofundar o conteúdo, das leis ponderais da matéria no caso. Os detalhes do conteúdo que pode ser visto nos experimentos no caso, não são estudados na maioria das vezes através da explanação teórica somente.

4.2 Análise dos resultados do projeto final

Serão analisados aqui os resultados do projeto piloto simultaneamente ou não, das três turmas que foram questionadas, de forma que a turma A é composta por trinta alunos, as turmas B e C são compostas por vinte e cinco alunos. Os alunos são de ambos os sexos, e estão na faixa etária correta para cursar o primeiro ano do Ensino Médio. Esta análise será feita com base nas respostas dos alunos obtidas nos questionários.

Análise das questões objetivas

Questão 01 (Turmas A, B e C)

Na questão 01 dos questionários das turmas A e B, foi perguntado se o aluno se interessa pelo estudo de Química, mesmo com ou sem a utilização de experimentos, as opções de respostas em forma objetiva foram sim ou não. Pelos resultados referentes a esta questão, percebe-se um pequeno aumento de interesse de 3% da turma B com relação à turma A. Por quase não haver diferença percentual de interesse entre as turmas A e B, pode-se observar que as diferentes metodologias empregadas em ambas as turmas, obtiveram respostas positivas (altos percentuais) no quesito de interesse pelo estudo de Química.

Com o alto percentual de interesse das turmas A e B pela disciplina de Química, se faz necessária uma metodologia diferenciada de estudo desta disciplina. Ao se aplicar a explanação teórica aliada à experimentação, em ambas as turmas, os alunos despertaram tal interesse, não somente no conteúdo das leis ponderais da matéria.

Ainda na questão 01 do questionário da turma C, foi perguntado se o aluno se interessa pelo estudo de Química sem a utilização de experimentos, as opções de respostas em forma objetiva foram sim ou não. Através dos resultados, nota-se a queda de interesse de 32% em relação à turma A e de 35% em relação à turma B.

Diante dos resultados nota-se que os alunos estão cada vez mais desestimulados com aulas tradicionais de química, onde são repassados os conteúdos de maneira muito sucinta e sem riquezas de detalhes. Tal problema pode ser evitado ao se utilizar uma metodologia diferenciada de estudo que privilegie a aprendizagem.

Tanto professor como aluno, já são conhecedores de que uma única metodologia no processo de educação e aprendizagem está defasada, e causa desinteresse para ambos os lados (GIORDAN, 1999). É notório que o professor muitas vezes não disponibiliza de tempo para preparar aulas com diferentes metodologias (explanação teórica com experimentação, por exemplo), e o aluno de uma forma geral nem sempre contribui para que isto ocorra, devido a alguns fatores tais como: desinteresse, evasão, indisciplina, entre outros. No entanto deve haver um esforço contínuo de ambas as partes para que novas metodologias em educação façam parte do cotidiano de professores, e que a aprendizagem tenha significado para o aluno.

Questão 02 (Turmas A, B e C)

Na questão 02 do questionário da turma A, foi perguntado ao aluno se houve uma melhor compreensão das leis ponderais com a utilização de experimentos antes da explanação teórica, as opções de respostas em forma objetiva foram sim ou não. Já na questão 02 do questionário da turma B, foi perguntado ao aluno se houve uma melhor compreensão das leis ponderais com a utilização da explanação teórica antes dos experimentos, as opções de respostas em forma objetiva foram sim ou não. Pelos resultados, percebe-se um aumento de interesse de 17% da turma B com relação à turma A.

A turma B foi unânime em responder que a compreensão é atingida ao estudar as leis ponderais da matéria, com uma abordagem teórica seguida da abordagem experimental. Tal fato tende a se explicar, na maneira pela qual estes alunos geralmente estudam as disciplinas que compõem o eixo das Ciências da Natureza. Este estudo na maioria das vezes é feito em grande proporção com a explanação teórica dos conteúdos, e de vez em quando com o auxílio posterior da experimentação. O que não tende a ser danoso para o aluno, desde que esta metodologia facilite a aprendizagem significativa do aluno. Segundo Ausubel o conteúdo

das disciplinas não somente das Ciências da Natureza, estudadas na escola é, quase que por definição, logicamente significativo. (*apud* MOREIRA, 2006)

No entanto ao se utilizar de diferentes metodologias de estudo nas turmas A e B, e pelos resultados destas turmas referentes a esta questão, percebe-se que estas obtiveram resultados positivos, com respeito à compreensão dos alunos no estudo das leis ponderais da matéria. Não é interessante para o professor e nem para o aluno, que haja hierarquia de metodologia de estudo (explicação teórica ou experimentação), mas que se perceba o momento propício a se utilizar cada metodologia. A realidade escolar denota que nem todo aluno aprende de maneira igual, e nem todo o professor ensina da mesma maneira.

Na questão 02 do questionário da turma C, foi perguntado ao aluno se houve uma melhor compreensão das leis ponderais somente com a utilização de explicação teórica, as opções de respostas em forma objetiva foram sim ou não. Pelos resultados desta questão, nota-se o aumento da compreensão em relação ao projeto piloto, no assunto das leis ponderais da matéria desta turma, tal fato ocorreu após a aplicação do pré-teste e pós-teste. Pois a turma C que respondeu a mesma questão, mas sem responder ao pré-teste e ao pós-teste obteve resultados não tão satisfatórios quanto estes (vide resultado da questão 02 da turma C do projeto piloto).

Este aumento de compreensão por parte da turma C pode ter sido motivado pela capacidade de resolução do pós-teste pelos alunos desta turma. Haja vista o desempenho satisfatório dos alunos no pós-teste com relação ao pré-teste. Mesmo sem utilizar o recurso da experimentação, os alunos conseguiram responder sem grandes dificuldades as questões propostas no pós-teste, evidenciando assim a aprendizagem das leis ponderais da matéria.

Questão 03 (Turmas A, B e C)

Na questão 03 do questionário da turma A, foi perguntado se a explicação teórica que foi feita após os experimentos complementou a aprendizagem no estudo das leis ponderais, as opções de respostas em forma objetiva foram sim ou não. Na questão 03 do questionário da turma B, foi perguntado se os experimentos feitos após a explicação teórica complementou a aprendizagem no estudo das leis ponderais, as opções de respostas em forma objetiva foram sim ou não. Na questão 03 do questionário da turma C, foi perguntado caso houvesse a utilização de experimentos aliados a explicação teórica, a sua aprendizagem no estudo das leis ponderais seria a mesma, as opções de respostas em forma objetiva foram sim ou não.

Tal qual nos resultados dos alunos da escola da rede particular de ensino das turmas que não realizaram o pré-teste e o pós-teste, há um elevado índice percentual de alunos da rede pública de ensino nas três turmas que responderam que, a teoria associada à prática gera uma satisfatória aprendizagem, no estudo das leis ponderais da matéria. Tal associação tende realmente a gerar aprendizagem com um real significado par o aluno. (SILVA & ZANON, 2000). Vale ressaltar que a associação entre a teoria e a prática, não deve ocorrer priorizando uma das duas metodologias, para que ocorra realmente a aprendizagem.

Apesar de não haver comentário para a questão 03, nota-se que a teoria aliada à prática (sem hierarquia entre elas) como ferramentas pedagógicas de educação, alcançam seus objetivos de promoverem aprendizagem nos alunos.

Questão 04 (Turmas A, B e C)

Na questão 04 dos questionários das turmas A e B, foi perguntado se a utilização de experimentos reforça a aprendizagem no estudo das leis ponderais, as opções de respostas em forma objetiva foram sim ou não. Na questão 04 do questionário da turma C, foi perguntado se a não utilização de experimentos comprometeria a aprendizagem no estudo das leis ponderais, as opções de respostas em forma objetiva foram sim ou não.

Através dos dados obtidos nas respostas, percebe-se quase que uma equivalência entre os percentuais positivos e negativos da questão 04 entre as turmas A e B. Em ambas as turmas foi-se utilizado além da explanação teórica, e a experimentação como ferramenta pedagógica no estudo das leis ponderais da matéria pelos alunos. O fato é que os alunos perceberam a importância de se utilizar a teoria associada à experimentação, como metodologia eficiente de aprendizagem. Tal percentual positivo no questionamento provavelmente, não seria tão alto caso os alunos tivessem apenas usufruído da explanação teórica. Tal postulado foi defendido anteriormente no presente trabalho por EBBING (1996).

Nota-se ainda que a turma C, que não utilizou a experimentação como ferramenta no seu aprendizado, está dividida em considerar a importância desta ferramenta. Tal divisão pode ter sido gerada, pelo desconhecimento dos alunos na metodologia teórico-prática na educação em Química. Tal metodologia pode ser empregada com eficiência, se bem trabalhada pelo professor, em vários setores de estudo da Química, tais como: geral, inorgânica, orgânica, físico-química, analítica, bioquímica, entre outros.

Como os resultados desta questão foram quase que idênticos aos das turmas que não foram submetidas ao pré-teste e pós-teste. A análise dos resultados foi a mesma. O que

ressalta o grau de importância da metodologia aplicada a estas turmas na pesquisa do presente trabalho.

Análise das questões subjetivas

Questão 05 (Turmas A, B e C)

Na questão 05 dos questionários das turmas A e B, foi perguntado se no estudo introdutório de Química, uma aprendizagem significativa das leis ponderais é obtida com o ensino da: teoria, experimentação ou ambas. Ao final da questão foi concedido um espaço para que o aluno pudesse comentar a sua resposta.

Nos comentários das turmas A e B para os alunos que optaram pela teoria, se foi dito: *“Na maioria das vezes a teoria explica melhor o conteúdo em vez da experimentação”*. (turma A); Nenhum aluno comentou porque escolheu a teoria na turma B. Pelos resultados nota-se que uma parcela diminuta de alunos, está interessada em aprender somente com a explicação teórica do assunto.

Nos comentários das turmas A e B para os alunos que optaram pela experimentação, se foi dito: *“A experimentação comprova o que foi dito na teoria, facilitando a aprendizagem”*. (turma A); *“A aprendizagem torna-se mais fácil”*. (turma B). O maior percentual de alunos que responderam pela experimentação, em relação à teoria, confirma que há uma maior aprendizagem ao se utilizar da experimentação como fonte de estudo das leis ponderais da matéria.

Nos comentários das turmas A e B para os alunos que optaram por ambas as respostas, se foi dito: *“Uma auxilia a outra para entender a química”*. (turma A); *“Pois a teoria e a experimentação fazem parte da química”*. (turma B). Pelos resultados desta opção da questão 05, acredita-se que os alunos sabem que tanto a experimentação, quanto a teoria fazem parte da Química como um todo, sendo, portanto inconveniente separá-las.

Ainda na questão 05 do questionário da turma C, foi perguntado se no estudo introdutório de Química, uma aprendizagem significativa das leis ponderais é obtida com o ensino da: teoria ou experimentação. Ao final da questão foi concedido um espaço para que o aluno pudesse comentar a sua resposta.

Percebe-se pela análise dos dados que os alunos da turma C, que um elevado índice de alunos optou pela experimentação. Tal fato pode ser explicado pelo fato de que, estes alunos dispuseram somente da explanação teórica das leis ponderais da matéria como metodologia de estudo. Ainda observando os resultados, nota-se também a ânsia por metodologias diferenciadas de estudos que fujam um pouco do ensino tradicional.

Nos comentários da turma C para os alunos que optaram pela teoria, se foi dito: *“Com a teoria já se consegue entender o assunto abordado”*. Reforça-se a aprendizagem tradicional que alguns alunos possuem não somente em Química como em outras disciplinas. Provavelmente para estes alunos o principal é focar somente na teoria, e uma vez ou outra usar algum tipo de complementação, como a experimentação por exemplo.

Questão 06 (Turmas A, B e C)

Na questão 06 dos questionários das turmas A, B e C, foi perguntado se é importante iniciar o estudo de Química como ciência, dentre outros assuntos, com o estudo das leis ponderais. Ao final da questão foi concedido um espaço para que o aluno pudesse comentar a sua resposta.

Nos comentários das turmas A, B e C para os alunos que responderam ser importante, se foi dito: *“Porque é um dos conteúdos mais simples de serem compreendidos em química”* (turma A); *“Pois a Química é uma ciência que estuda os elementos, e estes são vistos nas leis ponderais da matéria”* (turma B); *“Entendendo o conteúdo das leis ponderais da matéria desde o início, é grande a chance de entender outros conteúdos, e conseqüentemente a química como um todo”* (turma C). Nos resultados observa-se que embora os alunos destas turmas achem o conteúdo das leis ponderais da matéria simplório, é fundamental o seu estudo como uma introdução a Química como ciência. Ainda de acordo com estes alunos, tal conteúdo, servirá de base para outros conteúdos.

Nos comentários das turmas A, B e C para os alunos que responderam não ser importante, se foi dito: *“A química poderia ser iniciada com qualquer outro conteúdo”* (turma A); *“Nem sempre precisamos utilizar as leis ponderais da matéria para estudar outros conteúdos em Química”* (turma B); *“Poderia a Química ser inicialmente estudada, por outro conteúdo”* (turma C).

As leis ponderais, importantes para o estabelecimento da Química como ciência, estão subjacentes à teoria atômica de Dalton, que é à base da explicação das relações ponderais nas reações químicas (VANIN, 2005). Portanto o professor deve saber a importância de se iniciar o estudo de Química com a temática das leis ponderais da matéria, ou os alunos já desvalorizarão esta ciência desde seu início.

Questão 07 (Turmas A, B e C)

Na questão 07 dos questionários das turmas A, B e C, foi perguntado se o estudo de Química no Ensino Médio, não somente o das leis ponderais, como o de qualquer outro

tema, é mais bem compreendido com a utilização de experimentos. Ao final da questão foi concedido um espaço para que o aluno pudesse comentar a sua resposta.

Nos comentários das turmas A, B e C para os alunos que responderam sim, foi dito: *“Quanto mais métodos forem utilizados para que o aluno possa aprender, melhor é, pois o estudo de química não é fácil”* (turma A); *“A utilização dos experimentos coloca em prática o que foi aprendido”* (turma B); *“Com a teoria as hipóteses são levantadas, e com a experimentação se consegue as conclusões destas hipóteses”* (turma C). Alguns alunos destas turmas, através de seus comentários, creditam importância à experimentação no estudo de Química. Tal fato embora óbvio, é muitas vezes rejeitado pelo professor, o que resulta cada vez mais em desinteresse de aprender por parte do aluno.

Somente os alunos da turma C responderam que não, para a pergunta da questão 07 do questionário desta turma. Um comentário pertinente de um aluno desta turma foi: *“Pois a Química é difícil demais de ser aprendida pelos os alunos”* (turma C). Realmente a Química não é uma disciplina tão fácil de ser compreendida. Tal fato fica exposto pelo índice elevado de alunos que ficam para recuperação, ou até mesmo reprovados nesta disciplina. Cabe ao professor de Química a utilização de metodologias e estratégias diferenciadas, para que o aluno se motive a estudar.

Nota-se ainda ao analisar os resultados que, alguns alunos das turmas A, B e C não souberam responder sobre a importância de estudar as leis ponderais da matéria, ou qualquer outro assunto de Química, com o auxílio da experimentação. Portanto é interessante difundir e utilizar cada vez mais esta ferramenta pedagógica de educação. Novamente vale a pena ressaltar que esta ferramenta não irá substituir ou se sobressair sobre nenhuma outra, mas que ela pode ser utilizada em conjunto, com a teoria por exemplo.

Questão 08 (Turmas A, B e C)

Na questão 08 dos questionários das turmas A e B, foi perguntado se esta metodologia que foi utilizada no ensino de Química na aprendizagem das leis ponderais é diferente do ensino tradicional de Química. Ao final da questão foi concedido um espaço para que o aluno pudesse comentar a sua resposta.

Nos comentários das turmas A e B para os alunos que responderam sim, se foi dito: *“A maioria dos professores só ensina a teoria, dificultando a aprendizagem do aluno”* (turma A); *“Porque se vê a finalidade das leis ponderais da matéria, com a teoria aliada a prática”* (turma B). Através dos comentários de alunos da turma A, nota-se que estes perceberam a metodologia de ensino diferenciada, onde o estudo teórico das leis ponderais da

matéria é reforçado com o seu estudo experimental. Este conceito é revalidado ao se observar o comentário de um aluno da turma B.

Contudo ao analisar as respostas destas mesmas turmas referentes à questão 08 do questionário, observa-se ainda que alguns alunos das referidas turmas não souberam responder se esta metodologia de ensino é diferenciada do ensino tradicional de Química. Tal fato pode ser explicado pelo fato destes alunos só ainda conhecerem o ensino tradicional, e agora estarem se familiarizando com novas metodologias, como a que foi abordada em questão.

Este mesmo fato ainda é reforçado ao analisar a questão 08 do questionário da turma C, onde se foi perguntado se o ensino de Química com explanação teórica sem o recurso da experimentação na aprendizagem das leis ponderais é diferente do ensino tradicional de Química. Ao final da questão foi concedido um espaço para que o aluno pudesse comentar a sua resposta.

Os alunos que responderam sim não souberam responder as suas respostas. Para os alunos que responderam não, se foi dito: *“Esta forma não difere em nada do ensino tradicional”*. Também a maioria dos alunos desta turma não soube diferenciar o ensino tradicional de Química pelo estudo das leis ponderais da matéria, com o ensino com uma nova metodologia, o que pode ser explicado pelo fato dos alunos desta turma não utilizarem a experimentação como ferramenta pedagógica.

Questão 09 (Turmas A, B e C)

Na questão 09 do questionário da turma A, foi pedido que o aluno citasse três vantagens de se utilizar a experimentação antes da explanação teórica das leis ponderais no ensino de Química. Nas citações se foi dito: *“A complementação da teoria pelo experimento; A dinâmica de estudo entre aluno e professor; Já se tem uma base antes da explanação teórica; Consegue tornar a Química mais interessante; Melhora a intuição e a participação do aluno; Desperta a curiosidade do aluno pela teoria; Há maior atenção e questionamentos dos alunos”*.

Ao analisar estes resultados da turma A nota-se a importância de se utilizar a experimentação como ferramenta pedagógica no estudo das leis ponderais da matéria. Assim o aluno terá uma maior capacidade de absorção da teoria deste assunto, aumentando assim, o seu grau de interesse e sua motivação em aprender significativamente.

Na questão 09 do questionário da turma B, foi pedido que o aluno citasse três vantagens de se utilizar a explanação teórica antes da experimentação das leis ponderais no ensino de Química. Nas citações se foi dito: *“Facilita na hora de realizar os experimentos; Há uma maior compreensão das substâncias químicas; É melhor na hora de responder as atividades propostas ao final do experimento; Não há como o aluno entender o experimento, sem antes ter visto a teoria; Desta forma o aprendizado fica mais fácil; O desenvolvimento e a conclusão do experimento ficam mais fáceis; Entendem-se melhor as leis ponderais da matéria; Há maior participação do aluno em sala de aula; Para que haja domínio, e não dúvidas na hora do experimento”*.

Ao analisar estes resultados da turma B nota-se a importância de se utilizar a explanação teórica aliada à experimentação, como ferramentas pedagógicas no estudo das leis ponderais da matéria para a aprendizagem de alunos do 1º ano do ensino médio. Assim o aluno terá uma maior capacidade de absorção da teoria deste assunto, aumentando assim, o seu grau de interesse e sua motivação em aprender significativamente.

Na questão 09 do questionário da turma C, foi pedido que o aluno citasse três vantagens de se utilizar apenas a explanação teórica no estudo das leis ponderais no ensino de Química. Nas citações se foi dito: *“Para se obter uma compreensão razoável acerca da Química; Entende-se a explicação do professor ao anotar a matéria no caderno; Para se tirar dúvidas; O aprendizado é mais rápido; O aprendizado das leis ponderais ao estudar este conteúdo”*.

Ao analisar estes resultados da turma C nota-se que a utilização somente da explanação teórica é restrita de vantagens, pois os alunos não possuem muitas opções de metodologias de aprendizagem. Tal fato pode resultar em desmotivação por parte do professor e do aluno, e até mesmo em algumas ocasiões, indisciplinas do aluno.

Questão 10 (Turmas A, B e C)

Na questão 10 do questionário da turma A, foi pedido que o aluno citasse cite três desvantagens de se utilizar a experimentação antes da explanação teórica das leis ponderais no ensino de Química. Nas citações se foi dito: *“O aluno não possui a noção do que vai fazer no experimento, sem o conteúdo teórico; Com esta forma o aluno fica confuso, o ideal é que ocorresse o contrário”*. Três alunos não souberam responder e para doze alunos não existem desvantagens.

Ao analisar estes resultados da turma A nota-se que há poucas desvantagens de se utilizar a experimentação antes da explanação teórica. Doze alunos afirmam que não existem

desvantagens nesta metodologia. As desvantagens citadas anteriormente estão mais relacionadas a receios dos alunos na hora da realização da atividade prática, do que a metodologia propriamente dita.

Na questão 10 do questionário da turma B, foi pedido que o aluno citasse três desvantagens de se utilizar a explanação teórica antes da experimentação das leis ponderais no ensino de Química. Nas citações se foi dito: *“Assim não há como entender o que está sendo proposto; Sem a explicação teórica não há como entender a experimentação depois; Se ocorresse o contrário, alguma coisa poderia sair errado; Desta forma não dá para conhecer logo os experimentos, e por em prática as leis ponderais da matéria”*. Dezesesseis alunos responderam que não há desvantagens.

Ao analisar estes resultados da turma B nota-se a importância de se utilizar a experimentação como auxiliar da teoria em alguns conteúdos de Química, como o das leis ponderais da matéria no caso. Tais conteúdos são muito difíceis de serem assimilados somente com a teoria por alunos que os estão vendo pela primeira vez, portanto é de fundamental importância a experimentação. Contudo a experimentação não pode se distanciar da teoria, pelo contrário ambas precisam dialogar, para a geração de aprendizado.

Na questão 10 do questionário da turma C, foi pedido que o aluno citasse três desvantagens de se utilizar apenas a explanação teórica no estudo das leis ponderais no ensino de Química. Nas citações se foi dito: *“Como é uma matéria muito difícil de ser aprendida, somente com a teoria a aprendizagem fica comprometida; Não se aprende completamente sem praticar; O experimento é melhor do que a teoria; Na maioria das vezes não entendemos nada; O entendimento do aluno não é tão claro; Não há como saber como a teoria foi comprovada; Tirar notas baixas e reprovar na disciplina de Química; É difícil se concentrar para aprender”*.

Ao analisar estes resultados da turma C nota-se que a utilização somente da explanação teórica restringe a aprendizagem do aluno, pois o mesmo não consegue aprofundar o conteúdo, das leis ponderais da matéria no caso.

4.2.1 Resultados e análise do pré-teste

O pré-teste foi aplicado nas turmas A, B e C, antes de se aplicar a metodologia do presente trabalho. Contem oito questões valendo 1,25 cada, as questões apresentam caráter: teórico, experimental, objetivas e subjetivas.

As questões no pré-teste foram elaboradas de maneira nova e não familiar que exigisse máxima transformação do conhecimento dos alunos, o que está de acordo com Ausubel (*apud* MOREIRA 2006). Daí a razão para ser aplicado o pré-teste, para que se saibam quais são os conhecimentos prévios (subsunçores) dos alunos.

A tabela abaixo ilustra a quantidade de notas por aluno (0 a 10) das turmas A, B e C. O intuito de agrupar estas notas, é para que, possam ser comparadas as notas obtidas pelos alunos no pós-teste que serão descritas posteriormente.

Figura 10 – Tabela da quantidade de alunos por nota do pré-teste

TURMA A		TURMA B		TURMA C	
NOTAS	NOTAS	NOTAS	NOTAS	NOTAS	NOTAS
0,0: 1 aluno	5,5: 6 alunos	0,0: 0 aluno	5,5: 3 alunos	0,0: 1 aluno	5,5: 0 aluno
0,5: 0 aluno	6,0: 1 aluno	0,5: 0 aluno	6,0: 2 alunos	0,5: 0 aluno	6,0: 0 aluno
1,0: 0 aluno	6,5: 0 aluno	1,0: 0 aluno	6,5: 2 alunos	1,0: 1 aluno	6,5: 0 aluno
1,5: 0 aluno	7,0: 5 alunos	1,5: 0 aluno	7,0: 2 alunos	1,5: 4 alunos	7,0: 0 aluno
2,0: 0 aluno	7,5: 1 aluno	2,0: 0 aluno	7,5: 0 aluno	2,0: 6 alunos	7,5: 0 aluno
2,5: 3 alunos	8,0: 0 aluno	2,5: 0 aluno	8,0: 2 alunos	2,5: 4 alunos	8,0: 0 aluno
3,0: 1 aluno	8,5: 0 aluno	3,0: 0 aluno	8,5: 0 aluno	3,0: 5 alunos	8,5: 0 alunos
3,5: 3 alunos	9,0: 1 aluno	3,5: 2 alunos	9,0: 0 aluno	3,5: 1 aluno	9,0: 0 aluno
4,0: 1 aluno	9,5: 0 aluno	4,0: 7 alunos	9,5: 0 aluno	4,0: 3 alunos	9,5: 0 aluno
4,5: 5 alunos	10,0: 0 aluno	4,5: 3 alunos	10,0: 0 aluno	4,5: 0 aluno	10,0: 0 aluno
5,0: 2 alunos		5,0: 2 alunos		5,0: 0 aluno	

Sobre o pré-teste da turma A, B e C:

Os alunos selecionados para compor as turmas A, B e C responderam ao pré-teste, ou seja, trinta alunos da turma A, e vinte e cinco alunos das turmas B e C.

Duas questões objetivas de caráter teórico foram propostas a estas referidas turmas.

Sobre estas duas questões na turma A: dezoito alunos não conseguiram responder nenhuma das duas, nove alunos responderam uma, e três alunos responderam ambas as questões.

Através dos resultados do questionário (vide resultados do questionário da turma A do projeto piloto) e do pré-teste da referida turma, observou-se que alguns alunos não compreendem tão bem o conteúdo das leis ponderais da matéria, somente com o estudo teórico. Daí a importância de estudar tal conteúdo com os recursos teóricos e práticos aliados. Tal associação tende realmente a gerar aprendizagem com um real significado par o aluno. (SILVA & ZANON, 2000).

Sobre estas duas questões na turma B: um aluno não conseguiu responder nenhuma das duas, vinte e quatro alunos responderam uma, e nenhum aluno respondeu ambas as questões. E ainda sobre estas duas questões da turma C: nenhum aluno não conseguiu responder nenhuma das duas, quinze alunos responderam uma, e dez alunos responderam ambas as questões.

Diferente da turma A, a maioria dos alunos das turmas B e C conseguiu responder a pelo menos uma questão objetiva de caráter teórico. Isso demonstra que nem todos os alunos aprendem de igual forma, quando estudam determinado conteúdo (leis ponderais da matéria no caso). Portanto o professor necessita ser sabedor de tal informação, para que a partir desta, ele utilize metodologias diferenciadas (teoria, experimentação, recursos midiáticos, recursos tecnológicos, textos, entre outros) de estudo para a promoção de aprendizagem.

Duas questões subjetivas de caráter experimental foram propostas a estas referidas turmas.

Sobre estas duas questões na turma A: dois alunos não conseguiram responder nenhuma das duas, vinte e quatro alunos responderam uma, e quatro alunos responderam ambas as questões. Sobre estas duas questões na turma B: quinze alunos não conseguiram responder nenhuma das duas, quatro alunos responderam uma, e seis alunos responderam ambas as questões. E ainda sobre estas duas questões na turma C: dez alunos não conseguiram responder nenhuma das duas, sete alunos responderam uma, e três alunos não conseguiram responder ambas as questões.

A maioria dos alunos da turma A conseguiu responder a pelo menos uma, das duas questões subjetivas de caráter experimental, do pré-teste. Diferentemente da turma A, a

maioria dos alunos das turmas B e C não conseguiu responder a pelo menos uma questão subjetiva de caráter experimental.

Tais fatos descritos anteriormente nas turmas A, B e C, enaltecem a importância da experimentação no estudo de Química, no conteúdo das leis ponderais da matéria. A partir destes dados o professor precisa trabalhar bem a experimentação, para que aliada a teoria esta possa continuar gerando aprendizagem de qualidade nos estudantes em Química

Ainda ao analisar as respostas outras questões restantes do pré-teste aplicado nas turmas A, B e C, constatou-se que os alunos destas turmas apresentam dificuldades com conceitos básicos de Química, tais como: massa, elemento químico e molécula. Outras dificuldades de natureza diferente as citadas anteriormente se mostraram relevantes. Estas dificuldades se caracterizam como: definir e exemplificar os fenômenos químicos, relacionar às leis ponderais a teoria atômica de Dalton.

No entanto um fato positivo é que alguns alunos das turmas A, B e C, possuem facilidade em responder as questões objetivas, e que envolvam cálculos das leis ponderais da matéria. Outro fato positivo é que, existem nestes alunos os subsunçores referentes a estes conceitos básicos. Ao se aplicar o pré-teste, e se descobrir a existência destes conhecimentos prévios, o professor poderá trabalhar o conteúdo de maneira a desenvolver a estrutura cognitiva do aluno. O que está de acordo com Ausubel (*apud* MOREIRA 2006).

4.2.2 Resultados e análise do pós-teste

O pós-teste foi aplicado nas turmas A, B e C, antes de se aplicar a metodologia do presente trabalho. Contem oito questões valendo 1,25 cada, as questões apresentam caráter: teórico, experimental, objetivas e subjetivas.

A tabela abaixo ilustra a quantidade de notas por aluno (0 a 10) das turmas A, B e C. O intuito de agrupar estas notas, é para que, possam ser comparadas as notas obtidas pelos alunos no pré-teste que foram descritas anteriormente.

Figura 11 – Tabela da quantidade de alunos por nota do pós-teste

TURMA A		TURMA B		TURMA C	
NOTAS	NOTAS	NOTAS	NOTAS	NOTAS	NOTAS
0,0: 0 aluno	5,5: 1 aluno	0,0: 0 aluno	5,5: 2 alunos	0,0: 0 aluno	5,5: 2 alunos
0,5: 0 aluno	6,0: 2 alunos	0,5: 0 aluno	6,0: 2 alunos	0,5: 0 aluno	6,0: 1 aluno
1,0: 0 aluno	6,5: 0 aluno	1,0: 0 aluno	6,5: 0 aluno	1,0: 0 aluno	6,5: 2 alunos
1,5: 0 aluno	7,0: 1 aluno	1,5: 0 aluno	7,0: 0 aluno	1,5: 0 aluno	7,0: 2 alunos
2,0: 0 aluno	7,5: 1 aluno	2,0: 0 aluno	7,5: 2 alunos	2,0: 0 aluno	7,5: 2 alunos
2,5: 0 aluno	8,0: 8 alunos	2,5: 0 aluno	8,0: 3 alunos	2,5: 1 aluno	8,0: 3 alunos
3,0: 0 aluno	8,5: 0 aluno	3,0: 1 aluno	8,5: 6 alunos	3,0: 0 aluno	8,5: 0 aluno
3,5: 0 aluno	9,0: 10 alunos	3,5: 0 aluno	9,0: 3 alunos	3,5: 0 aluno	9,0: 7 alunos
4,0: 0 aluno	9,5: 0 aluno	4,0: 1 aluno	9,5: 2 alunos	4,0: 1 aluno	9,5: 0 aluno
4,5: 0 aluno	10,0: 7 alunos	4,5: 0 aluno	10,0: 0 aluno	4,5: 0 aluno	10,0: 0 aluno
5,0: 0 aluno		5,0: 3 alunos		5,0: 4 alunos	

Sobre o pós-teste da turma A, B e C:

Os alunos selecionados para compor as turmas A, B e C responderam ao pós-teste, ou seja, trinta alunos da turma A, e vinte e cinco alunos das turmas B e C.

Duas questões objetivas de caráter teórico foram propostas a estas referidas turmas.

Sobre estas duas questões na turma A: seis alunos não conseguiram responder nenhuma das duas, nove alunos responderam uma, e quinze alunos responderam ambas as questões. Sobre estas duas questões na turma B: nenhum não conseguiu responder nenhuma das duas, seis alunos responderam uma, e dezenove alunos responderam ambas as questões. E

ainda sobre estas duas questões da turma C: nenhum aluno não conseguiu responder nenhuma das duas, nove alunos responderam uma, e dezesseis alunos responderam ambas as questões.

Pelo diminuto índice de alunos em todas as turmas A, B e C, que não conseguiram responder a pelo menos uma questão, observou-se o desenvolvimento cognitivo dos alunos, com relação ao estudo das leis ponderais da matéria. Independente da metodologia que iniciou o estudo de tal temática, teoria ou prática, os alunos mostraram maturidade ao responder as questões tanto de caráter teórico, quanto de caráter experimental, objetivas ou subjetivas. Tal fato mais uma vez evidencia a importância de se aliar a teoria com a experimentação no estudo de Química, para a promoção de aprendizagem. (SILVA & ZANON, 2000).

Duas questões subjetivas de caráter experimental foram propostas a estas referidas turmas.

Sobre estas duas questões na turma A: três alunos não conseguiram responder nenhuma das duas, nove alunos responderam uma, e dezoito alunos responderam ambas as questões. Sobre estas duas questões na turma B: quinze alunos não conseguiram responder nenhuma das duas, oito alunos responderam uma, e dois alunos responderam ambas as questões. E ainda sobre estas duas questões na turma C: nenhum aluno não conseguiu responder nenhuma das duas, dez alunos responderam uma, e quinze alunos não conseguiram responder ambas as questões.

Novamente os resultados do pós-teste demonstram que a maioria dos alunos conseguiu aprender o conteúdo das leis ponderais da matéria, utilizando a experimentação como ferramenta de estudo. O que mais uma vez comprova o grau de importância da experimentação para a promoção de aprendizagem significativa. Estes resultados revelaram que o aluno atual está preocupado em realmente aprender significativamente, e este está interessado em utilizar vários métodos de estudo para alcançar tal objetivo.

Ainda ao analisar as respostas das outras questões restantes do pós-teste aplicado nas turmas A, B e C, constatou-se que os alunos destas turmas superaram as dificuldades apresentadas por eles no pré-teste, citadas anteriormente. Estes alunos assimilaram de maneira significativa os conceitos básicos de química, tais como: massa, elemento químico e molécula. Outras dificuldades de natureza diferente que foram superadas por estes alunos são: definir e exemplificar os fenômenos químicos; relacionar às leis ponderais a teoria atômica de Dalton; responder as questões objetivas, e que envolvam cálculos das leis ponderais da matéria; facilidade em relação ao pré-teste de responder as questões de caráter experimental.

Através da comparação das notas na tabela do pré-teste e do pós-teste, nota-se que os alunos de todas as turmas A, B e C, obtiveram notas superiores no pós-teste. Tal fato evidencia que realmente houve aprendizagem. Desta forma a aplicação do pré-teste e do pós-teste obteve êxito. Solução de problemas, sem dúvida, é um método válido e prático de se procurar evidência de aprendizagem significativa. De acordo com Ausubel, é uma boa maneira de avaliar, em certas situações, se os alunos realmente compreenderam significativamente as idéias que são capazes de verbalizar. Ausubel (*apud* MOREIRA 2006).

5 CONCLUSÃO

A abordagem das leis ponderais da matéria é de vital importância, pois esta na maioria das vezes introduz o aluno no estudo de Química nos anos finais do Ensino Fundamental, ou nos anos iniciais do Ensino Médio. É necessário que tanto o professor quanto o aluno, saibam desta importância. Tal conteúdo é à base da Química como ciência, e pode ser abordado ao se contemplar: os cientistas que propuseram as leis ponderais, o contexto histórico antes das leis ponderais vigorarem, o significado destas leis ponderais, a maneira com a qual os cientistas comprovaram as leis ponderais. Esta abordagem foi feita com os recursos da teoria e da experimentação, no presente trabalho.

Ao aliar a teoria com a experimentação no estudo das leis ponderais da matéria em Química no Ensino Médio, constatou-se que houve uma aprendizagem significativa dos alunos de acordo com a teoria de Ausubel. A metodologia da pesquisa deste trabalho oportunizou o êxito dos objetivos. Pois ao abordar o conteúdo das leis ponderais da matéria de diferentes maneiras, em diferentes turmas, ficou evidente que, os alunos destas turmas obtiveram uma aprendizagem com um significado claro e preciso acerca deste conteúdo. Os resultados e suas respectivas análises permitem a constatação deste fato.

Diferentes metodologias de estudo em Química podem ser utilizadas como recursos didáticos. Porém é necessário que tanto o professor como o aluno, se comprometam com tal mudança conceitual. O professor deve planejar suas aulas de modo a propiciar uma aprendizagem com significado para seus alunos. Podendo utilizar como recurso de aprendizagem: a teoria, a experimentação, o uso de textos, o uso das tecnologias de informação e comunicação. Enfim, o importante é que, o professor saiba qual o momento propício para a utilização de cada recurso, e que, não hierarquize um ou outro recurso, para que o aluno não seja induzido a aprender de uma única maneira.

Ter indícios do que o aluno já sabe (subsunçores), acerca do conteúdo a ser estudado, pode ser uma utilidade na prática docente do professor. Estes subsunçores, embora difíceis de serem descobertos, podem ficar evidentes ao se aplicar um pré-teste acerca do conteúdo a ser estudado no porvir. Desta maneira o professor saberá qual o recurso mais apropriado para ser utilizado em cada situação. Através da utilização destes recursos, e com a conclusão do estudo do determinado conteúdo, o professor poderá aplicar um pós-teste, preferivelmente com questões diferentes do pré-teste. A comparação dos resultados destes testes poderá evidenciar a aprendizagem significativa dos alunos.

A partir deste trabalho pôde-se perceber que a dificuldade dos alunos em compreender o conteúdo das leis ponderais da matéria, pode ser superada ou minimizada através da utilização combinada de recursos como a teoria e a experimentação. Houve uma compreensão do tema abordado e em suas aplicações no cotidiano dos alunos. O professor ao desenvolver atividades teóricas e experimentais em suas aulas, estará colaborando para que o aluno consiga observar a relevância do conteúdo estudado e possa atribuir sentido a este, o que o incentiva a uma aprendizagem significativa e, portanto, duradoura. Apesar disso, nota-se que o processo de ensino e aprendizagem em Química nas salas de aula ainda não está muito compatível com as necessidades dos alunos e com os preceitos que levam a uma significativa aprendizagem.

Conclui-se que através de estudar algum conteúdo de Química (leis ponderais da matéria no caso) com diferentes recursos e metodologias, poderá desta forma ser encontradas possibilidades que podem minimizar problemas educacionais (evasão, indisciplina, interesse, percepção), satisfazendo a curiosidade dos alunos, com promoção de aulas prazerosas e de profissionais éticos que busquem contribuir para um ensino de maior qualidade. O ensino passa a ser inovado com práticas educacionais pautados na Lei de Diretrizes e Bases e nos Planos Curriculares Nacionais, visando atender as perspectivas atuais do ensino. Assim, todo trabalho pedagógico deve ser planejado cuidadosamente e com responsabilidade, discutindo os objetivos e a aonde se quer chegar com a mudança de atitudes.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D. & HANESIAN, H. **Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo**. México: Editorial Trillas, 1983, p. 623
- ARISTÓTELES. **Metafísica**. São Paulo: Editora Abril. Livro A, cap. I. (Coleção Os Pensadores) Orig. do século IV a.C. 1979.
- BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria da Educação e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília, 1999, p. 239-249.
- CAZZARO F., **Um Experimento Envolvendo Estequiometria**, QNEsc. Vol.nº10, disponível: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/exper3.pdf>, 1999.
- COLEÇÃO OS PESQUISADORES: Galileu Galilei, **O ensaiador**, Nova Cultural, São Paulo-SP 1999.
- EBBING, D. D. **Química Geral**, 5. Ed. Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 1996.
- EINSTEIN, A. "Does the Inertia of a Body Depend Upon Its Energy Content?". *Annalen der Physik* **18**. (1905). p. 639–641.
- FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. 18ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001.
- GIORDAN, Marcelo. **O papel da Experimentação no Ensino de Ciências**. Química Nova na Escola, nº10: 43-49, 1999.
- HARDWICK, E.R. **Química**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher LTDA, 1980.
- LIMA, A. WADSON, K. **Química Laboratório**. Fortaleza: Ed. SAS, 2010.
- MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Ed. UnB, 1999. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implicação em sala de aula**. Brasília: Ed. UnB, 2006.
- MORTIMER, E. F. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**. Belo Horizonte : Ed. UFMG, 2000.
- MORTIMER, E. F e MACHADO. A.H. **Química para o Ensino Médio**. São Paulo: Editora Scipione, 1994.
- SILVA, Airton Marques da & MOURA, Epitácio Macário. **Metodologia do Trabalho Científico**. Fortaleza: UVA. 2000. p. 188
- SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. **A experimentação no ensino de Ciências**. In: Schnetzler, R. P.; Aragão, R. M. R. (orgs.) **SCHNETZLER e ARAGÃO. Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**, CAPES/UNIMEP, 2000.

SPARAPAN, E.R.F. **Interações e Transformações: Química para o Ensino Médio**: Livro de Laboratório, vol.1 – São Paulo, Edusp, 1998.

TORRICELLI, Enéas.: **Dificuldades de aprendizagem no Ensino de Química**. (Tese de livre docência), Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Educação, 2007.

VANIN, J. A., **Alquimistas e Químicos: o Passado, o Presente e o Futuro**, São Paulo, Ed. Moderna, 2ª edição p.32-43, 2005.

VIGOTSKI, L.S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1993.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Questionários

TURMA A – Questionário para alunos que utilizaram a experimentação antes da explanação teórica.

Idade_____

Sexo M() F()

01 - Você se interessa pelo estudo de Química, mesmo com ou sem a utilização de experimentos?

() sim

() não

02 – Para você houve uma melhor compreensão das leis ponderais com a utilização de experimentos antes da explanação teórica?

() sim

() não

03 – A explanação teórica que foi feita após os experimentos complementou a sua aprendizagem no estudo das leis ponderais?

() sim

() não

04 – A utilização de experimentos reforça a sua aprendizagem no estudo das leis ponderais e conseqüentemente em Química?

() sim

() não

05 – No estudo introdutório de Química, uma aprendizagem significativa das leis ponderais é obtida com o ensino da :

() teoria

() experimentação

() ambas as respostas anteriores

Comente sua resposta

06 – É importante iniciar o estudo de Química como ciência, dentre outros assuntos, com o estudo das leis ponderais?

() sim

() não

() não sei

Comente sua resposta caso assinale sim ou não.

07 – O estudo de Química no Ensino Médio, não somente o das leis ponderais, como o de qualquer outro tema, é mais bem compreendido com a utilização de experimentos?

() sim

() não

() não sei

Comente sua resposta caso assinale sim ou não.

08 – Esta metodologia de ensino de Química na aprendizagem das leis ponderais, é diferente do ensino tradicional de Química?

() sim

() não

() não sei

Comente sua resposta caso assinale sim ou não.

09 – Para você, caso haja, cite três vantagens de se utilizar a experimentação antes da explanação teórica das leis ponderais no ensino de Química?

10 – Para você, caso haja, cite três desvantagens de se utilizar a experimentação antes da explanação teórica das leis ponderais no ensino de Química?

TURMA B – Questionário para alunos que utilizaram a explanação teórica antes da experimentação.

Idade _____

Sexo M() F()

01 - Você se interessa pelo estudo de Química, mesmo com ou sem a utilização de experimentos?

() sim

() não

02 – Para você houve uma melhor compreensão das leis ponderais com a utilização de explanação teórica antes da experimentação?

() sim

() não

03 – A experimentação que foi feita após a explanação teórica complementou a sua aprendizagem no estudo das leis ponderais?

() sim

() não

04 – A utilização de experimentos reforça a sua aprendizagem no estudo das leis ponderais e conseqüentemente em Química?

() sim

() não

05 – No estudo introdutório de Química, uma aprendizagem significativa das leis ponderais é obtida com o ensino da :

() teoria

() experimentação

() ambas as respostas anteriores

Comente sua resposta

06 – É importante iniciar o estudo de Química como ciência, dentre outros assuntos, com o estudo das leis ponderais?

() sim

() não

() não sei

Comente sua resposta caso assinale sim ou não.

07 – O estudo de Química no Ensino Médio, não somente o das leis ponderais, como o de qualquer outro tema, é mais bem compreendido com a utilização de experimentos?

() sim

() não

() não sei

Comente sua resposta caso assinale sim ou não.

08 – Esta metodologia de ensino de Química na aprendizagem das leis ponderais, é diferente do ensino tradicional de Química?

() sim

() não

() não sei

Comente sua resposta caso assinale sim ou não.

09 – Para você, caso haja, cite três vantagens de se utilizar a explanação teórica antes da experimentação no estudo das leis ponderais no ensino de Química?

10 – Para você, caso haja, cite três desvantagens de se utilizar a explanação teórica antes da experimentação no estudo das leis ponderais no ensino de Química?

TURMA C – Questionário para alunos que utilizaram a explanação teórica sem a utilização da experimentação.

Idade_____

Sexo M() F()

01 - Você se interessa pelo estudo de Química sem a utilização de experimentos?

() sim

() não

02 – Para você houve uma melhor compreensão das leis ponderais somente com a utilização de explanação teórica?

() sim

() não

03 – Você acha que se houvesse a utilização de experimentos aliados a explanação teórica, a sua aprendizagem no estudo das leis ponderais seria a mesma?

() sim

() não

04 – A não utilização de experimentos compromete a sua aprendizagem no estudo das leis ponderais e conseqüentemente em Química?

() sim

() não

05 – No estudo introdutório de Química, uma aprendizagem significativa das leis ponderais é obtida com o ensino da :

() teoria

() teoria e experimentação

Comente sua resposta

06 – É importante iniciar o estudo de Química como ciência, dentre outros assuntos, com o estudo das leis ponderais?

() sim

() não

() não sei

Comente sua resposta caso assinale sim ou não.

07 – Você acha que o estudo de Química no Ensino Médio, não somente o das leis ponderais, como o de qualquer outro tema, é mais bem compreendido com a utilização de experimentos?

() sim

() não

() não sei

Comente sua resposta caso assinale sim ou não.

08 – O ensino de Química com explanação teórica sem o recurso da experimentação na aprendizagem das leis ponderais, é diferente do ensino tradicional de Química?

() sim

() não

() não sei

Comente sua resposta caso assinale sim ou não.

09 – Para você, caso haja, cite três vantagens de se utilizar apenas a explanação teórica no estudo das leis ponderais no ensino de Química?

10 – Para você, caso haja, cite três desvantagens de se utilizar apenas a explanação teórica no estudo das leis ponderais no ensino de Química?

APÊNDICE B – Roteiros dos experimentos

1º Experimento - Densidade de materiais, comprovação da existência da massa.(Lei de Lavoisier)

Objetivo

Comprovar a existência da massa na matéria, realizando medidas de massa e volume, e anotando corretamente seus resultados.

Introdução teórica

A densidade (também massa volúmica ou massa volumétrica ou massa específica) de um corpo, define-se como o quociente entre a massa e o volume desse corpo. Desta forma pode-se dizer que a densidade mede o grau de concentração de massa em determinado volume. O símbolo para a densidade é ρ (a letra grega ró) e a unidade SI para a densidade é quilogramas por metro cúbico (kg/m^3).

Densidade relativa é a relação entre a densidade da substância em causa e a massa volúmica da substância de referência (a água é geralmente tomada como referência). É uma grandeza adimensional, devido ao quociente. Quando se diz que um corpo tem uma densidade de 5, quer dizer que tem uma massa volúmica 5 vezes superior à da água (no caso dos sólidos e líquidos).

A densidade da água à pressão normal e à temperatura de 25 °C, é de 1,00 g/cm^3 , e a 4 °C, onde se atinge sua densidade máxima, é de 1,03 g/cm^3 .

O gelo ou, água no estado sólido, possui uma massa volúmica inferior àquela apresentada pela água em seu estado líquido (0,97 g/cm^3), propriedade rara nos líquidos, que se explica pela polaridade da molécula da água e pelo aumento da distância média entre partículas.

Material e reagentes

- 1 balança com precisão de +/- 0,1 g
- 1 proveta graduada de 50mL ou 100 mL de capacidade
- Amostra de metal (cobre, ferro e alumínio)

Procedimento experimental

Determinação da massa

1º - Usando a balança determine a massa da amostra do metal atribuída a equipe, anote na tabela de dados, na coluna referente à massa;

2º - Retire a amostra anterior, zere a balança;

3º- Repita o 1º procedimento para as outras amostras de metal.

Determinação do volume

- Despeje água na proveta graduada até uma altura suficiente para cobrir a amostra do metal;

- Leia o volume da água (siga as instruções do professor) e anote na tabela como volume inicial;

- Incline o cilindro e introduza a amostra, deixando-a escorregar o mais lentamente possível. Isso é importante para que a água não espirre e para que o cilindro não quebre.

- Anote na tabela o volume final (água + amostra). Calcule o volume da amostra

$$V_{\text{amostra}} = V_{\text{final}} - V_{\text{inicial}};$$

Cálculo da densidade

EXEMPLO

Amostra	Massa (g)	V inicial (mL)	V final (mL)	V amostra (mL)	Densidade
Ferro	11,0	25	27	2	5,5
Cobre	7,5	25	26,5	1,5	5
Alumínio	3,0	25	26	1	3

Os valores presentes na tabela acima são meramente ilustrativos.

Resultados e discussão

Compare os resultados encontrados para as densidades das amostras de acordo com o seu experimento, com os valores reais tabelados abaixo.

Metal	Densidade
Ferro	7,86
Cobre	8,96
Alumínio	2,70

2º Experimento - Análise das massas de algumas substâncias compostas utilizando o modelo de bolas e varetas. (Leis de Lavoisier e Proust)

Objetivo

Estudar as relações existentes entre as leis ponderais, efetuando a pesagem das substâncias (formadas por bolas e varetas) antes, durante e após o término da reação.

Introdução

A Lei da Conservação das Massas ou conservação das matérias, postulada por Lavoisier no final do século XVIII, é uma das leis ponderais e diz o seguinte: numa reação química, a soma das massas dos reagentes é igual à soma das massas dos produtos. Ou seja, a massa é sempre conservada em qualquer reação química. A partir disso, lembra-se da célebre frase dita por Lavoisier: "*Nada se cria, nada se perde; tudo se transforma*".

Além dessas leis, pode-se citar uma outra que, é importante na compreensão das reações químicas: a Lei das proporções constantes. Postulada por Proust, essa lei diz que em uma substância a relação entre as massas dos elementos que a compõem é sempre constante. Melhor dizendo, a razão entre o número de átomos de cada elemento que forma a molécula de um certo composto é sempre constante. Por exemplo, na água sempre haverá 2 vezes mais átomos de Hidrogênio do que átomos de Oxigênio.

Material e reagentes

- 1 balança com precisão de +/- 0,1 g
- Modelos de bolas e varetas representando os átomos de: hidrogênio e oxigênio.

Procedimento experimental

Montagem das substâncias

- Utilize diferentes bolas (cores e tamanhos) e varetas para construir diferentes substâncias;
- Conecte bolas idênticas em uma vareta para formar as substâncias: gás hidrogênio e gás oxigênio;
- Faça a pesagem de cada substância que será reagente e anote seu respectivo valor na tabela no espaço correspondente de massa do reagente;
- Efetue a reação entre a substância hidrogênio e a substância oxigênio, o que produzirá água, anote o valor da massa água;
- Compare na reação a massa total dos reagentes com a massa total do produto;

- Repita os procedimentos anteriores alterando a proporção (duplicando, triplicando) de um dos reagentes;

- Compare na reação a massa total dos reagentes com a massa total do produto;

Resultados e discussão

Preencha e em seguida analise a tabela abaixo, provocando a discussão na equipe.

EXEMPLO

Reagentes				Produto	
Oxigênio		Hidrogênio		Água	
m1 (g) = 5	nº de átomos = 2	m1 (g) = 2,5	nº de átomos = 4	m1 (g) = 7,5	nº de moléculas = 2
m2 (g) = 10	nº de átomos = 4	m2 (g) = 5	nº de átomos = 8	m2 (g) = 15	nº de moléculas = 4
m3 (g) = 15	nº de átomos = 6	m3 (g) = 7,5	nº de átomos = 12	m3 (g) = 22,5	nº de moléculas = 6

Os valores presentes na tabela acima são meramente ilustrativos.

3º Experimento - Combustão da palha de aço (Ferro). (Leis de Lavoisier – conservação da massa e Proust – proporções definidas).

Objetivo

Estudar as relações existentes entre as leis ponderais, efetuando uma reação química a nível microscópico com reagentes de baixo custo.

Introdução

A Lei da Conservação das Massas ou conservação das matérias, postulada por Lavoisier no final do século XVIII, é uma das leis ponderais e diz o seguinte: numa reação química, a soma das massas dos reagentes é igual à soma das massas dos produtos. Ou seja, a massa é sempre conservada em qualquer reação química. A partir disso, lembra-se da célebre frase dita por Lavoisier: "*Nada se cria, nada se perde; tudo se transforma*".

Além dessas leis, pode-se citar uma outra que, é importante na compreensão das reações químicas: a Lei das proporções constantes. Postulada por Proust, essa lei diz que em uma substância a relação entre as massas dos elementos que a compõem é sempre constante. Melhor dizendo, a razão entre o número de átomos de cada elemento que forma a molécula de um certo composto é sempre constante. Por exemplo, na água sempre haverá 2 vezes mais átomos de Hidrogênio do que átomos de Oxigênio.

Material e reagentes

- Palha de aço;
- Uma caixa de fósforo;
- Um vidro de relógio;
- Uma balança digital.

Procedimento experimental

Coloque a balança em um local de fácil visão para todos os alunos. Em seguida coloque sobre o prato da balança meia palha de aço. Registre a massa na balança e anote-a na tabela, depois disso pegue a meia palha de aço e coloque sobre o vidro de relógio e coloque fogo com cuidado. Após o término da combustão, coloque a meia palha de aço novamente sobre o prato da balança. Por fim, peça para outro aluno falar a massa registrada na balança anotando-a na tabela.

Efetue o experimento desta vez aumentando a proporção com a massa duplicada de palha de aço, repetindo todo o procedimento anterior.

Obs.: Medindo a massa da palha de aço antes e depois de sua queima, observa-se o aumento da massa do material sólido; mas, somando-se a massa do gás oxigênio que reage com o ferro, constata-se o previsto pela Lei de Lavoisier.

Resultados e discussão

Análise a tabela abaixo juntamente com a reação.

Reagentes				Produto	
Ferro (palha de aço)		Oxigênio		Óxido de ferro (FeO)	
m1 (g) = 6,5	proporção= 4	m1 (g) = 2,8	proporção= 2	m1 (g) = 9,3	proporção= 3
m2 (g) = 13	proporção= 8	m2 (g) = 5,6	proporção= 4	m2 (g) = 18,6	proporção= 5

Os valores presentes na tabela acima são meramente ilustrativos. A equação abaixo ilustra a reação.



4º Experimento – Aplicação das leis ponderais na reação de efervescência de um comprimido.

Objetivo

Explorar alguns conceitos das leis ponderais de Lavoisier (conservação da massa), e de Proust (proporções definidas).

Introdução

Neste experimento, será calculado a massa do sistema reacional (comprimido efervescente + água), antes da reação e após toda a efervescência do comprimido. A reação não será efetuada em um sistema fechado, o que provocará questionamentos nos alunos.

A efervescência é causada pelo gás carbonico produzido na reação do bicarbonato de sódio com algum ácido contido no comprimido, geralmente o ácido cítrico. Nesse caso, há formação do dihidrogenocitrato de sódio. Essa reação só ocorre quando os reagentes estão dissolvidos em água.

Material e reagentes

- Comprimido efervescente;
- Copo descartável;
- Balança semi-analítica;
- Água;
- Vidro de relógio.

Procedimento experimental

1. Coloque água no copo descartável até aproximadamente um pouco mais da metade da sua capacidade.
2. Pese o conjunto copinho, água e comprimido (ainda dentro do envelope) e anote essa massa, que será posteriormente chamada de massa inicial (m_i).
3. Transfira o comprimido para o copo descartável e certifique-se de que não restou nem mesmo um pequena parte no envelope.
4. Em seguida, rapidamente, cubra o copo descartável com o vidro de relógio, para evitar a perda de material por espirramento.
5. Aguarde o final da efervescência e pese novamente o conjunto, incluindo o envelope vazio, e anote essa massa.

Resultados e discussão

01- Qual o valor da massa inicial encontrada?

02- Qual o valor da massa final encontrada?

03 – Porque os valores das massas encontradas não estão de acordo com a Lei de Lavoisier.

APÊNDICE C – Pré-teste

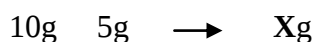
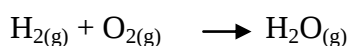
Questões do pré-teste aplicado nas turmas A, B e C, antes de iniciar a metodologia da pesquisa.

01 – Na natureza nada se cria nada se destrói tudo se transforma. Esta afirmação está de acordo com a lei de conservação da massa de Lavoisier. O que você entende por esta lei?

02 – Joseph Louis Proust propôs uma lei ponderal significativa, que diz uma substância sempre terá a mesma proporção em massa qualquer que seja sua origem, para você qual o significado desta lei?

03 – Dalton se baseou nas leis ponderais propostas por Lavoisier e Proust para formular a sua própria lei e conseqüentemente a sua teoria atômica. Cite uma contribuição destas leis que estão inseridas no modelo atômico de Dalton.

04 – De acordo com a Lei de Lavoisier determine o valor para X.



a) 10g b) 5g c) 0g d) 15g e) 20g

05 – O que acontece na combustão de uma Vela? E no enferrujamento de um prego?

06 - Os experimentos I e II a seguir estão relacionados com a lei de Proust :

carbono + oxigênio $\rightarrow$ gás carbônico

I. 12g x $\rightarrow$ 44g

II. y 16g $\rightarrow$ z

Responda:

I) O valor de “x” é 32g.

II) O valor de “y” é 6g.

III) O valor de “z” é 22g.

IV) Os cálculos usaram as leis de Lavoisier e Proust.

a) apenas I, II e III são corretas.

b) apenas I e III são corretas.

c) apenas I e II são corretas.

d) apenas I é correta.

e) todas são corretas.

07 – Com base na Lei de Proust e na Lei de Lavoisier indique o valor da massa que substituiria corretamente as letras A, B, C, D, E e F, no quando abaixo relacionadas à reação entre o magnésio metálico e o oxigênio produzindo óxido de magnésio:

massa de magnésio	massa de + oxigênio	massa de óxido de magnésio
24 g	16g	40 g
48 g	A g	B g
C g	4 g	D g
360 g	E g	F g

08 – Exemplifique substância ou substâncias se transformam? De que para que elas se transformam.

APÊNDICE D – Pós-teste

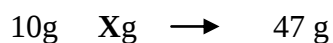
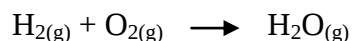
Questões do pós-teste aplicado nas turmas A, B e C, após a aplicação da metodologia da pesquisa.

01 – Na natureza nada se cria nada se destrói tudo se transforma. Esta afirmação está de acordo com a lei de conservação da massa de Lavoisier. O que você entende por esta lei?

02 – Joseph Louis Proust propôs uma lei ponderal significativa, que diz uma substância sempre terá a mesma proporção em massa qualquer que seja sua origem, para você qual o significado desta lei?

03 – Dalton se baseou nas leis ponderais propostas por Lavoisier e Proust para formular a sua própria lei e conseqüentemente a sua teoria atômica. Relacione os elementos químicos com a teoria atômica de Dalton.

04 – De acordo com a Lei de Lavoisier determine o valor para X.



a) 17g b) 27g c) 37g d) 47g e) 57g

05 – O que acontece na combustão da Gasolina? E no amadurecimento de uma fruta?

06 - Os experimentos I e II a seguir estão relacionados com a lei de Proust :

carbono + oxigênio $\rightarrow$ gás carbônico

I. 24g x $\rightarrow$ 88g

II. y 32g $\rightarrow$ z

Responda:

I) O valor de “x” é 64g.

II) O valor de “y” é 12g.

III) O valor de “z” é 44g.

IV) Os cálculos usaram as leis de Lavoisier e Proust.

a) apenas I, II e III são corretas.

b) apenas I e III são corretas.

c) apenas I e II são corretas.

d) apenas I é correta.

e) todas são corretas.

07 – Com base na Lei de Proust e na Lei de Lavoisier indique o valor da massa que substituiria corretamente as letras A, B, C, D, E e F, no quando abaixo relacionadas à reação entre o magnésio metálico e o oxigênio produzindo óxido de magnésio:

massa de magnésio	massa de + oxigênio	massa de óxido de magnésio
48 g	32g	80 g
96 g	A g	B g
C g	8 g	D g
720 g	E g	F g

08 – Cite um exemplo de uma substância que se transforma, diga de que e para que ela se transforma.
