

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA
MESTRADO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

CARLA SANTOS DA SILVA

**ESTUDO DA UNIDADE DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA PARA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DAS LEIS PONDERAIS**

**Porto Alegre
2006**

CARLA SANTOS DA SILVA

**ESTUDO DA UNIDADE DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA PARA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DAS LEIS PONDERAIS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação em Ciências e Matemática, sob orientação do Prof. Dr. Maurivan Güntzel Ramos.

Porto Alegre

2006

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586e Silva, Carla Santos da

Estudo da unidade de aprendizagem no ensino de Química para aprendizagem significativa das leis ponderais / Carla Santos da Silva. – Porto Alegre, 2006.
135 f.

Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação, PUCRS.
Orientação: Prof. Dr. Maurivan Güntzel Ramos.

1. Educação - Teorias. 2. Aprendizagem Significativa.
3. Química - Ensino. 4. Unidade de Aprendizagem.
I. Título.

CDD 371.37

Ficha elaborada pela bibliotecária Cíntia Borges Greff CRB 10/1437

BANCA EXAMINADORA

PROF. DR. JOSÉ CLÁUDIO DEL PINO - UFRGS

PROFA. DR. NARA REGINA DE SOUZA BASSO - PUCRS

ORIENTADOR: PROF. DR. MAURIVAN GÜNTZEL RAMOS - PUCRS

***Ao Gui, meu filho, pelo futuro incerto que o espera,
pelo apoio todo especial do dia da matrícula no
curso de mestrado até as revisões finais deste
trabalho. Pelo carinho, pela paciência, pelo
companheirismo...***

AGRADECIMENTOS

Diz a sabedoria popular que quando o homem chega a um certo estágio de sua vida cabem somente agradecimentos. Hoje tenho certeza de que ainda terei pela frente muitos estágios a alcançar, mas, a cada um vivido, agradeço àqueles que, com sabedoria, ajudaram-me direta ou indiretamente a alcançar esse objetivo em minha vida.

Agradeço aos meus pais pelo carinho, compreensão e ajuda para realizar esse desafio que foi o curso de mestrado.

Ao meu companheiro Uilton que soube compreender minha ausência em nossos projetos conjuntos: Viva Laguna! Viva Encantado!

Aos alunos, professores e direção da Escola Técnica Estadual a qual trabalho. Agradeço em especial à diretora, Prof^a Maria Dolores Mangabeira Epifâneo, que soube compreender e auxiliar na administração de minha carga horária na escola.

Também estendo agradecimentos à diretora administrativa, Prof^a Rosane Zolet que sempre foi muito atenciosa e solícita em meus pedidos materiais. Pessoa sensível que acredita na formação continuada de professores como um caminho para melhorar e enriquecer o trabalho diário de sala de aula. Ela, sem medir esforços, em parceria com a UNISINOS, deu corpo, asas e palco para que isso acontecesse em nossa escola.

Também à Prof^a Ana Paula R. da Silva pela iniciativa na construção de aulas de Química na escola. Alegres e sugestivas conversas sobre o dia-a-dia da Química “ensinada” cotidianamente.

À amiga da família, Sílvia Maria Santos, que gentilmente atendeu ao meu pedido, possibilitando minha permanência na PUC através de seu aval financeiro.

À colega do curso de mestrado Maria Aparecida Oliveira Moreira pela disposição conjunta em trabalhar na concretização desta dissertação.

Por ocasião do ingresso no curso de mestrado, às colegas Cenira Zaniratti e Gislaine Frey pelo incentivo e parceria nos estudos.

Aos professores do curso pela contribuição para o meu enriquecimento profissional e pessoal.

Finalmente, quero agradecer ao professor orientador Dr. Maurivan Gützel Ramos pela tranquilidade, capacidade, dedicação e incentivo.

RESUMO

Este estudo, desenvolvido em uma sala de aula de Química, tem por objetivo compreender como a construção de uma Unidade de Aprendizagem sobre Leis Ponderais pode contribuir para conhecimentos significativos desse componente curricular. Para tanto, a Unidade de Aprendizagem é realizada por meio de atividades diversificadas, buscando atender às necessidades dos alunos. A partir daí, procura-se explorar as possibilidades metodológicas que uma Unidade de Aprendizagem propicia, dando ênfase ao *“aprender a aprender”*. Os dados discutidos neste trabalho foram colhidos em uma turma de primeira série do Ensino Médio, com trinta e cinco alunos, de uma Escola Técnica Estadual de Porto Alegre, ao longo do primeiro trimestre do ano letivo de 2004. O processo envolve observações, registros diários e questionários. O trabalho é elaborado levando em consideração uma abordagem qualitativa, sendo a fenomenologia a opção metodológica adotada. Sobre a análise dos dados resultantes emergem três essências: a complexificação do conhecimento pelo sujeito, o aluno frente ao processo ensino-aprendizagem e o aluno frente aos conteúdos selecionados. Mostra ainda que as Unidades de Aprendizagens servem como um caminho possível para os professores superarem as práticas metodológicas tradicionais e avançarem na compreensão de sua própria ação docente. O processo de pesquisa viabiliza uma reflexão sobre a concepção de aprendizagem significativa. As considerações finais apontam para a validade de utilizar-se essa proposta metodológica, em sala de aula, a fim de possibilitar a aprendizagem significativa em Química.

Palavras-chave: aprendizagem significativa em Química; unidade de aprendizagem; proposta metodológica.

ABSTRACT

This study, developed on Chemistry classes, intends to understand how the constitution of a Learning Unity about Ponder Laws can contribute to meaningful knowledges of that Subject. Therefore, the Learning Unity is done through diversified activities, answering the students' necessities. From there, we try to explore the methodological possibilities, which a Learning Unity offers, emphasizing the "*learn to learn*". The data presented in this work were collected from thirty-five students in a first level group of a Technical State High School in Porto Alegre, during the first school trimester in 2004. Take part in this process observations, daily registers and questionnaires. The work is elaborated considering a qualitative approach and the phenomenology is methodological option chosen. About the analysis of data resulted emerge mainly three: the complexification of knowledge by the subject, the pupil in the face of teaching-learning process and the pupil in the face of contents selected. It shows also that the Learning Unities serve as a possible way for teachers overcome the traditional methodological practices and advance in the comprehension of their own teaching action. Research process permits a reflection about the conception of significant learning. The final considerations indicate the validity of apply this methodological proposal in the classrooms in order to possibility the significant learning on Chemistry.

Keywords: significant learning on Chemistry; learning unity; methodological proposal.

RESUMEN

Este estudio desarrollado en una clase de Química, tiene como objetivo comprender de qué manera la construcción de una Unidad de Aprendizaje sobre Leyes Ponderales puede contribuir para conocimientos significativos de ese componente del Programa. La Unidad de Aprendizaje se da por medio de actividades diversificadas buscando atender las necesidades de los alumnos y, a partir de entonces, se explotan las posibilidades metodológicas que la Unidad propicia, dando énfasis al “*aprender a aprender*”. Los datos discutidos en este trabajo fueron recogidos en un grupo de primera serie de Enseñanza Secundaria, con treinta y cinco alumnos, de una Escuela Técnica Estadual de Porto Alegre, a lo largo del primer trimestre del año lectivo de 2004. El proceso envuelve observaciones, registros diarios y cuestionarios. El trabajo se elabora llevando en cuenta un abordaje cualitativo, siendo la fenomenología la opción metodológica escogida. Del análisis de los datos resultantes surgen tres esencias: el sujeto le da una calidad de complejidad a ese conocimiento, el alumno frente al proceso enseñanza-aprendizaje y el alumno frente a los contenidos seleccionados. Demuestra todavía que las Unidades de Aprendizaje sirven como un camino posible para que los profesores superen las prácticas metodológicas tradicionales y avancen en la comprensión de su propia acción como docente. El proceso de investigación lleva a cabo una reflexión sobre la concepción de aprendizaje significativo. Las consideraciones finales apuntan para la validez de utilizar esa propuesta metodológica en clase, a fin de posibilitar el aprendizaje significativo en Química.

Palabras-clave: aprendizaje significativo en Química, unidad de aprendizaje, propuesta metodológica.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1 CONTEXTO E PROBLEMATIZAÇÃO DA PESQUISA	17
2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DA INVESTIGAÇÃO	23
2.1 Conhecimento e aspectos epistemológicos.....	23
2.2 Conhecimento e psicologia da aprendizagem: teorias cognitivas.....	26
2.3 O conhecimento e o ensino de ciências.....	28
2.4 Aprendizagem significativa: um conceito em transformação.....	31
2.4.1 Fatores que contribuem para uma aprendizagem significativa.....	41
2.4.1.1 Aprendizagem significativa no ensino de Química com ênfase na sua adequação.....	41
2.4.1.2 Aprendizagem significativa no ensino de Química com ênfase no professor.....	43
2.4.1.3 A aprendizagem significativa e a linguagem.....	45
3 A UNIDADE DE APRENDIZAGEM COMO PROCEDIMENTO METODOLÓGICO PARA GERAR CONHECIMENTO SIGNIFICATIVO	47
3.1 Unidade de aprendizagem.....	49
3.1.1 Construindo unidade de aprendizagem.....	50
4 METODOLOGIA	54
4.1 Abordagem de pesquisa.....	54
4.2 Grupo de pesquisa.....	55
4.3 Coleta de dados.....	56
4.4 Descrevendo a construção da unidade de aprendizagem.....	57
4.5 Análise dos dados.....	59

5 RESULTADOS DA PESQUISA.....	61
5.1 Complexificação do conhecimento pelo sujeito.....	61
5.1.1 A complexificação do conhecimento sobre leis ponderais.....	62
5.1.2 O papel do professor como mediador.....	69
5.1.3 O papel da linguagem na complexificação do conhecimento.....	71
5.2 O aluno frente ao processo de ensino- aprendizagem.....	76
5.2.1 Situações em que há resistências ao trabalho proposto.....	76
5.2.2 Situações em que há adesão ao trabalho proposto.....	78
5.3 O aluno frente aos conteúdos selecionados.....	81
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
REFERÊNCIAS.....	87
ANEXOS.....	91
ANEXO 1 Unidade de Aprendizagem sobre Leis Ponderais.....	92

INTRODUÇÃO

Educar em Química no século XXI é um grande desafio. Vive-se a realidade de um mundo sem fronteiras, onde o acirramento das diferenças socioeconômicas e políticas exige de todos os professores permanente atualização. Sendo assim, deve haver também o entendimento da Química que se pretende que os alunos aprendam.

Observa-se que alguns professores de Química, talvez um grupo majoritário, vêm ensinando essa disciplina descolada da realidade e compartimentada em ramos estanques, sem conseguir com que se torne um conhecimento significativo, capaz de contribuir para o entendimento do mundo que nos rodeia. Os encaminhamentos em relação ao ensino-aprendizagem em Química não têm atendido às necessidades dos professores e alunos, indivíduos de uma sociedade que produz e consome.

Nesse contexto, a maior parte da caminhada como professora caracteriza-se pela busca de referenciais metodológicos relacionados a uma aprendizagem mais eficiente, mais prazerosa e atraente¹ do que a mera transmissão de conhecimentos.

A monotonia do cotidiano escolar sempre é motivo de enorme preocupação para essa pesquisadora. Romper com dita monotonia e tornar o aprender algo significativo têm sido um grande desafio. Levar o aluno a gostar de estudar e descobrir-se capaz de progredir, utilizando os conhecimentos construídos de forma coerente, devem ser as principais funções de um professor.

Assim, a busca constante de referenciais metodológicos que contribuam para o ensino, visando à aprendizagem da tríade matéria/ transformação/ energia,

¹ Os Parâmetros Curriculares Nacionais trazem em seus textos várias indicações nesse sentido, quando enfatizam a necessidade de contextualização dos conteúdos às necessidades dos estudantes.

conduz este trabalho ao curso de mestrado e fomenta a elaboração dessa pesquisa. Isso porque se entende que os saberes da área da Química podem contribuir para a formação do aluno como cidadão, sujeito de sua história, e para a construção de competências e habilidades de observação, interpretação, análise, que levam ao pensar crítico sobre a realidade, preparando-o para agir e interagir com o mundo atual.

Faz parte da vida profissional de um trabalhador em educação a reflexão sobre sua ação pedagógica. No entanto, a partir de certo momento, percebe-se que, apesar de todos os esforços, não se pode operar grandes mudanças nessa prática sem tentar compreender os princípios sobre os quais a mesma se estrutura, ou seja, suas bases epistemológicas. A partir daí, passa-se a buscar referenciais teóricos que possam auxiliar a compreender a relação dialética entre teoria e prática, como se refere Galiazzi:

Para qualquer de nossas ações de sala de aula temos alguma teoria que sustenta, mesmo que seja pouco refletida e com pouco amparo fundamentado. Nos cursos de formação é preciso que os formadores assumam suas teorias curriculares e isso pode ser favorecido pela pesquisa (GALIAZZI, 2003, p.53).

Ter uma compreensão sólida da natureza da ciência química que se deseja ensinar passa a ser um tema importante para ajudar a rever a “práxis” de sala de aula, pois o conhecimento químico construído em ambiente escolar deve dar importantes contribuições no processo de transformação da realidade.

Para se atuar concretamente nessa transformação, a realização dessa pesquisa no curso de mestrado, com relação à aprendizagem significativa, a partir de metodologias adequadas ao ensino de Química, torna-se fundamental. Assim,

por meio de leituras realizadas, constata-se que uma aprendizagem significativa fundamenta-se na concepção sócio-interacionista, que entende o homem como ser social e histórico, e o conhecimento como um processo de construção coletiva.

Desse modo, o presente trabalho constitui-se em seis capítulos. No capítulo um, **Contexto e Problematização**, apresenta-se um pouco da caminhada pessoal e profissional da autora, assim como as motivações que a encaminharam para este estudo.

No capítulo dois, **Fundamentos Teóricos da Investigação**, a partir de questionamentos sobre o que é uma aprendizagem significativa para o sujeito, busca-se uma reflexão sobre o produto dessa aprendizagem: o conhecimento, sua epistemologia, suas teorias cognitivas e a relação com o ensino de ciências. Detém-se em refletir sobre essas questões, para aprofundar a compreensão sobre aprendizagem significativa e alguns dos possíveis fatores que contribuem para a mesma. Tenta-se mostrar uma transformação na concepção pessoal da aprendizagem significativa.

Em, **A Unidade de Aprendizagem como Procedimento Metodológico para Gerar Conhecimento Significativo**, propõe-se apresentar as Unidades de Aprendizagens, seu conceito, sua construção, suas possibilidades e seus fatores limitantes. A investigação que se desenvolve examina as unidades de aprendizagens como caminho para aprendizagens significativas no contexto sócio-cultural.

No capítulo seguinte, **Metodologia**, descreve-se a abordagem de pesquisa utilizada, a descrição do seu grupo, como foram coletados os dados, e sua posterior análise.

No capítulo cinco, analisam-se as informações obtidas por meio da construção da unidade de aprendizagem, buscando-se indicadores que apontem para uma aprendizagem significativa na disciplina de Química. Esses são identificados como complexificação do conhecimento pelo sujeito, a partir do questionamento reconstrutivo; o aluno frente ao processo de ensino e de aprendizagem, e o aluno frente aos conteúdos selecionados.

Encaminhando-se para o capítulo das **considerações finais**, apresentam-se algumas possibilidades que permitam compreender como o ensino, por meio de uma nova proposta metodológica, pode gerar um conhecimento significativo. Apresentam-se algumas sugestões para futuros trabalhos.

1 CONTEXTO E PROBLEMATIZAÇÃO DA PESQUISA

Há um sentido em que as coisas que fazemos só adquirem significação se sabemos a sua finalidade: a finalidade das pirâmides, das ferramentas, da moda, das religiões, do trabalho (ALVES, 2003, p. 86).

As palavras de Rubem Alves expressam seu sentimento em relação ao significado das coisas “aprendidas” na escola. Analisando a história dessa pesquisadora, consegue-se identificar que os conhecimentos adquiridos na escola e na vida, os quais ela compreende e utiliza, são aqueles que, desde a sua origem, procura encontrar sentido e aplicação.

O ingresso no Ensino Médio, na época 2º Grau, no curso Auxiliar Técnico em Química, dá-se por impulso e imaturidade. Porém, ao cursá-lo, percebe seu gosto pela Química. Gosta das aulas experimentais de laboratório, de manipular os reagentes, de lidar cuidadosamente com a vidraria. Fascina-lhe a idéia de misturar as substâncias e descobrir algo inovador e revolucionário. Então, percebe sua aptidão para o curso de Química.

Na seqüência, presta vestibular para Química, na PUCRS. Ainda paralelamente à faculdade, faz, em uma escola técnica, o curso Técnico em Química. Nesse período, vai acumulando ensinamentos na área, os quais ainda não considera conhecimentos. Eram apenas informações que armazenava.

Antes mesmo de concluir os cursos, recebe um convite para trabalhar no laboratório de uma indústria em Canoas, na grande Porto Alegre, no controle de qualidade de rações. Sem nenhuma experiência, mas com muita vontade de tornar-me uma profissional competente, vai em frente.

No primeiro momento, parece que os ensinamentos adquiridos ao longo dos cursos não lhe haviam preparado para nada, não sabia por onde começar. Fica extremamente difícil uni-los com a realidade prática. Na indústria, tudo deve ser muito rápido, as respostas devem ser imediatas, prevalecendo o fator custo/economia em detrimento a outros fatores.

Nesse mesmo período, ainda sem concluir o curso na Faculdade de Química da PUCRS, é convidada a trabalhar na rede pública estadual, no ensino

fundamental, com a disciplina de Ciências. As aprendizagens que reúne nas aulas de Didática e Metodologia de Ensino têm sentido no momento em que vai trabalhar com os alunos. Entretanto, a percepção ingênua da tarefa docente, obtida nas referidas aulas, não é suficiente para superar o “transmitir” as informações da disciplina aos alunos.

Concluído o curso na Universidade, realiza concurso público para ingresso no magistério estadual e continua trabalhando. Na medida do possível, participa de cursos de atualização, promovidos pela Secretaria de Educação do Estado, de alguns EDEQS – Encontros de Debates sobre o Ensino de Química, de palestras, seminários, cursos de extensão. Sempre busca métodos “alternativos” para ensinar, “novidades” de propostas, enfim, métodos para facilitar a compreensão dos conteúdos pelos alunos. Como coloca muito bem Silva:

PROCURA-SE um método milagroso ou técnica santa para curar todos os males da educação brasileira”. Ou ainda: QUESTIONA-SE: a cura para problemas de ensino e de aprendizagem deve ser procurada única e exclusivamente no método utilizado pelo professor? Lamenta-se: será que os professores brasileiros perderam o bom senso ou será isto um problema de má formação mesmo? (SILVA, 2001, p.13).

Em momento posterior, tem oportunidade de realizar o Curso de Especialização em Educação em Química junto à Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Qual o sentido ou impressão que suscita a realização desse aperfeiçoamento? Em primeiro lugar, o aperfeiçoamento de conteúdos químicos para suprir lacunas deixadas pelo curso de graduação. Apesar de o curso oferecer diversas outras possibilidades como investir na Filosofia das Ciências ou, ainda, a História das Ciências entre outras, o que realmente significa são os estudos para uma melhor compreensão de alguns conceitos da Química. Em um segundo momento, um “melhor método” de trabalhar tais conteúdos com os alunos.

Pensa-se que a busca por procedimentos metodológicos no ensino das Ciências, especificamente a Química, possa contribuir para a promoção de uma aprendizagem significativa e duradoura para o aluno. Essa é tarefa incessante de todo professor, ou pelo menos deveria ser.

Acredita-se primeiramente que essa busca seja para ter alunos atentos e motivados em sala de aula; segundo, pelo perfil do aluno que se deseja formar; terceiro, pela necessidade de adequação das informações à velocidade que a sociedade nos impõe; quarto, pela multitudine de outras motivações ou estímulos, que a escola ainda não dispõe; quinto, pela quebra de paradigmas, os quais não aceitam mais a aquisição do conhecimento pela transmissão de conteúdo ou acúmulo de mensagens, que pouco valerão para a vida do aluno.

Enfim, cabe salientar aqui, que essa busca de procedimentos metodológicos, não obedece, necessariamente, à ordem descrita acima, mas à mescla de todas para o sucesso da aprendizagem.

Além disso, partindo dessa mesma experiência e de acordo com Demo (2000), tem-se observado que a escola vem sofrendo modificações, mesmo que lentas, no sentido de possibilitar formas diferentes de ensinar. De acordo com o referido autor, essas novas formas são apresentadas de modo que o professor não seja o único árbitro no processo ensino-aprendizagem, permitindo assim o aparecimento de novas metodologias pelas quais os alunos possam também construir o conhecimento em um processo interativo, em que haja o desafio do aprender. Nesse caso, o “*aprender a aprender*” é o ponto sublinhado.

Entretanto, na maioria das vezes, os professores apresentam resistências em relação a essas novas propostas metodológicas de ensino, talvez pelo reflexo de suas próprias graduações. Sobre isso, refere-se Barbieri, em sua dissertação de mestrado.

[...] na maioria dos casos, o preconceito com metodologias diferenciadas é muito maior por parte do professor do que dos alunos. Essa observação está baseada na realidade vivenciada na sala de aula [...] (BARBIERI, 2004, p.17).

Contudo, observa-se, também em Química, que, mesmo passando por diferentes formas de ensinar ou procedimentos metodológicos diversificados, os estudantes não modificam seus conhecimentos a respeito de certos fenômenos.

Assim, sustenta-se que o conhecimento químico a ser trabalhado ou construído com o aluno, deve ter uma relação com sua finalidade para que se possa desenvolver uma aprendizagem significativa. Caso contrário, será mera

memorização passageira. O método, ou seja, o “como” ensinar também precisa fazer parte desta aprendizagem para garantir o seu sucesso.

Acredita-se que as formas de ensinar e aprender, delineadas pela história e pela construção do conhecimento, juntamente com as teorias cognitivas da aprendizagem combinadas, procuram situar essa pesquisa no sentido de buscar referências metodológicas para aprendizagens significativas, para recolher contribuições que respondam ao problema central:

“Como o ensino por meio de uma Unidade de Aprendizagem sobre Leis Ponderais pode contribuir para a aprendizagem significativa desse tema?”

Esse problema desdobra-se nas seguintes questões de pesquisa:

- Quais aspectos, na construção de uma unidade de aprendizagem pelos alunos, evidenciam aprendizagens significativas para os mesmos?
- Quais as características que devem ter uma metodologia que contribua para uma aprendizagem significativa?

Desse modo, são objetivos desta pesquisa:

- Compreender a experiência vivenciada com os alunos, sujeitos de pesquisa, na busca de uma metodologia que privilegie uma aprendizagem com significação;
- Investigar as características de uma metodologia que contribua para uma aprendizagem significativa.

Na metodologia investigada, Unidade de Aprendizagem, foram perseguidos os seguintes objetivos:

- tornar o ensino de Química menos abstrato, privilegiando o conhecimento macroscópico em relação ao microscópico;
- utilizar o ensino de Química como meio de educação para vida;
- aproximar os conteúdos de Química com o cotidiano do aluno;
- potencializar a participação e integração dos alunos nas diferentes atividades propostas a partir do contexto local;
- buscar uma postura inovadora do professor;

- buscar substituir a abordagem tradicional da disciplina de Química;
- possibilitar a interação e integração da disciplina de Química com as demais disciplinas.

Cabem ainda aqui, duas justificativas: primeiramente pela escolha do assunto sobre Leis Ponderais ou Leis das Reações Químicas, pois é, a partir delas, que as reações podem ser interpretadas, entendidas e até previstas. Das leis surgem os símbolos, as fórmulas e as equações químicas, ou seja, como se escreve a Química atualmente.

Num segundo momento, a justificativa escolhida foi a de construção de uma Unidade de Aprendizagem, por ser a mesma a conjugação de vários procedimentos de ensino, que privilegia a figura do professor como mediador do processo de aprendizagem e não como um transmissor do conhecimento, detentor da verdade (GALIAZZI, 2003). Também, por ser uma proposta metodológica dentro do *Educar pela Pesquisa*, voltada à formação de sujeitos críticos e autônomos, capazes de intervir na realidade (MORAES, 2002).

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DA INVESTIGAÇÃO

O questionamento sobre o que seria uma aprendizagem significativa para o aluno, e também sobre os aspectos metodológicos objetivos e subjetivos que interferem na construção desta aprendizagem, conduz à lembrança do produto final desse processo: o conhecimento.

Os aspectos históricos do conhecimento, os processos através dos quais o aluno passa a compreender os conteúdos, a psicologia da aprendizagem, e a pergunta “o que é ensinar Ciências?”, abrem um vasto campo de discussões e reflexões. Refletir e discutir sobre essas questões pode contribuir para o planejamento metodológico de situações de aprendizagem mais significativas.

As razões desse questionamento misturam-se à trajetória de vida pessoal e profissional desta pesquisadora, justificando o interesse que tem em compreendê-las. Portanto, se a aprendizagem apresenta como resultado o conhecimento, esse poderá ter valor significativo para o sujeito, no seu processo de busca, de exploração.

2.1 CONHECIMENTO E ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS

O que é conhecimento? É o produto gerado entre o sujeito que conhece ou deseja conhecer e o objeto a ser conhecido ou que se dá a conhecer. Por conseguinte, faz-se necessário percorrer a história da humanidade para se ter a compreensão das influências de diversas teorias do conhecimento. Investigar os vários modos de conhecimentos, a partir do estabelecimento de parâmetros de avaliação, critérios de verdade, objetivação, metodologia, relação sujeito e objeto, é o caminho.

Na Antigüidade, a teoria do conhecimento apresentou várias visões e métodos de conhecimento. Analisam-se os filósofos a seguir: Sócrates, a partir de seus métodos “ironia e maiêutica”; Platão, quando afirma que a ciência é baseada na opinião/ “Doxa”; Aristóteles, que aceita que ciência é baseada na relação observação-experiência/ “Episteme”. Assim, esses filósofos deixaram algumas contribuições para a construção da noção de conhecimento. Estabeleceram a diferença entre o conhecimento sensível e conhecimento intelectual; entre a

aparência e a essência; entre opinião e saber e elaboraram regras da lógica para se chegar à verdade.

Na Idade Média, a teoria do conhecimento mostrou a tendência da conciliação do pensamento cristão ao pensamento platônico, sendo seu grande expoente Santo Agostinho. Ainda se tem a anexação da filosofia aristotélica ao pensamento cristão, com o estreitamento da relação *fé* e *razão*, sendo seu representante São Tomás de Aquino. O final do domínio do *pensamento medieval* deu-se com a separação da filosofia e teologia através do esvaziamento dos conceitos.

Já na Idade Moderna, a primeira revolução científica trouxe várias mudanças para o pensamento, dentre as quais se pode destacar a mudança da visão teocentrista (Deus é o centro do conhecimento) para a visão antropocentrista (o homem é o centro do conhecimento). A ênfase, na época moderna, foi dada pelo racionalismo de René Descartes em *O discurso do Método*, pelo empirismo, pelo criticismo kantiano e pela herança iluminista: *a razão*.

Na ciência moderna, houve a tentativa de aplicar o conhecimento e o método científico na busca de soluções dos problemas atuais. Entretanto, assiste-se, nesse período, a superação desse método. A ciência, que era considerada a produtora de solução de todos os males não deu conta do recado e trouxe muitos outros problemas, como as bombas, a poluição, as diferenças sociais, entre outros.

O assunto é amplo e muito bem discutido pelos filósofos. Pretende-se apenas fazer uma reflexão através de um esboço sistemático da história do conhecimento, no sentido de como aconteceu o seu progresso e de como os conhecimentos anteriores foram superados. Descobre-se, pois, que a sua construção pode ser fundada sobre o uso crítico da razão, vinculado aos princípios éticos e às raízes sociais.

Ao partir dos diferentes modos de conhecer o mundo: o mito, a filosofia, o senso comum, a arte, a ciência e suas formas de abordagem metodológicas, a experiência pessoal, a dialética/discurso, as crenças, o gosto, a experimentação, almeja-se chegar a um conhecimento verdadeiro. Diz Boaventura Santos:

O conhecimento que nos guia conscientemente e com êxito na passagem de um estado de realidade para outro estado de realidade é, nessa medida, um conhecimento verdadeiro. O êxito será sempre o da participação específica (e necessariamente parcial) desse conhecimento na transformação. Essa transformação tem de ser consciente (SANTOS, 1989, p. 49).

Ao longo da história, os pensadores gregos desenvolveram várias idéias sobre o processo de conhecimento. Em decorrência, tais idéias influenciaram a psicologia cognitiva para a educação.

2.2 CONHECIMENTO E PSICOLOGIA DA APRENDIZAGEM: TEORIAS COGNITIVAS

Saindo das raízes filosóficas e buscando contribuições necessárias da psicologia cognitiva da educação, sobre as questões psicológicas da natureza, da mente no processo de construção de significados, revelaram-se possibilidades, para melhor compreender a maneira como acontece a aprendizagem com significação.

Tais contribuições sugerem um conjunto de teorias: Teoria Piagetiana, Teoria Ausubeliana, Teoria Vygotskyana, que apresentam pontos de encontro e abordam sob denominador comum a aprendizagem e a educação como um processo interativo. Através dela o sujeito constrói seu próprio conhecimento, oferecendo diferentes alternativas a respeito de como se produz tal processo.

Segundo Flavell (1988), analisando a obra de Piaget, o desenvolvimento cognitivo é um processo seqüencial, marcado por etapas caracterizadas pelas estruturas mentais diferenciadas e sucessivas. Em cada uma dessas etapas, a maneira de compreender os problemas e resolvê-los é dependente da estrutura mental que o indivíduo apresenta naquele momento, do tipo de interação entre o sujeito e o objeto do conhecimento, do conhecimento prévio expresso e da motivação.

Por isso, parece ser importante a identificação da etapa de desenvolvimento em que o sujeito se encontra para o sucesso da aprendizagem, pois determina o tipo de relação possível entre o sujeito e o objeto e, com isso, o grau de conhecimento

pelo sujeito. Esse desenvolvimento, chamado de aprendizagem, evolui, assim, como o próprio desenvolvimento físico, do real (concreto) ao formal (abstrato).

As contribuições de Piaget são importantes. Ajudam a compreender melhor como o conhecimento se desenvolve no indivíduo e de que forma pode contribuir para que o aluno mude do estágio concreto para o formal. Entretanto, faltam ainda estudos sobre o tema, pois algumas questões permanecem sem explicações, pois, em uma sala de aula, é muito difícil saber quais os conhecimentos que cada aluno vincula à sua estrutura cognitiva.

Na seqüência, seguem as contribuições da teoria de Ausubel. Segundo Moreira (1997), Ausubel foi um dos teóricos cognitivistas que apresentou uma das mais completas e interessantes teorias a respeito do processo de aprendizagem. Preocupou-se com o processo de compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição.

A aprendizagem significativa refere-se à organização e integração do material a ser aprendido na estrutura cognitiva, que é um conjunto organizado de fatos, conceitos e generalizações que o indivíduo já aprendeu. A aprendizagem significativa processa-se quando os novos materiais, idéias e informações, que apresentam uma estrutura lógica, ligam-se a conceitos relevantes, inclusivos e claros, já disponíveis na estrutura cognitiva, sendo, portanto, por ela, assimilados. Quando o aprendiz tenta reter uma informação nova, relacionando-a ao que já foi aprendido, ocorre a aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1963, apud BRITO 2001, p.107).

Essa teoria da aprendizagem reside na compreensão da união do material novo com os conteúdos conceituais da estrutura cognitiva do sujeito. Segundo Ausubel (1963), a estrutura cognitiva do aluno deve incluir os requisitos de capacidade intelectual, o conteúdo ideativo e os antecedentes experienciais.

O importante nas contribuições de Ausubel é que a aprendizagem significativa implica a relação indissociável de aprendizagem e desenvolvimento, o que ajuda a esclarecer os processos de construção genética deste último, (SACRISTÁN, 1998).

No campo da psicossociologia, a contribuição principal é o interacionismo de Vygotsky. Realça o papel do contexto social da aprendizagem, o que pode diminuir a tendência cognitivista, e valorizar a ambiência humana, contribuindo para entender a

aprendizagem como competência do homem, por meio da valorização dos contextos culturais, históricos e a relação lúdica também (VYGOTSKY, 1989).

As contribuições das teorias de Piaget e Vygotsky colocam a necessidade de estudar a gênese dos processos mentais, isto é, como esses processos são construídos ao longo da vida do indivíduo. Piaget dá ênfase à interação com o meio físico, e Vygotsky enfatiza sobre a interação com o meio sócio-cultural. No entanto, ambos consideram o sujeito como um ser ativo, que constrói ou reconstrói seu próprio conhecimento.

2.3 O CONHECIMENTO E O ENSINO DE CIÊNCIAS

Atualmente, discussões sobre o ensino das Ciências têm evidenciado uma forte preocupação dos educadores frente aos resultados obtidos com o produto desse ensino: o conhecimento escolar com ênfase no científico.

O conhecimento científico, produto de transformações e de simplificações dos debates científicos, está pronto e organizado. É o produto final, uma Ciência transmitida como única, sem distinções, sem divergências, sem competição. Esse conhecimento vem sendo apresentado aos alunos e pouco tem contribuído para o aluno compreender as transformações naturais presentes em seu entorno.

O conhecimento científico, produto da atividade humana, está impregnado de valores e costumes de cada época. Embora seja mutável, não dá conta para resolver os problemas decorrentes de nossa época. Não atende às necessidades de desenvolvimento científico e tecnológico, em ritmo cada vez crescente e acelerado, criando dessa forma um distanciamento entre o que é ensinado em Ciências e o conhecimento necessário para se interagir com os problemas de nosso tempo.

Nas escolas, no ensino de Ciências, o aluno é solicitado a identificar o que é certo (a distinguir “o correto” do “errado”, o “bem do mal”). O que se ensina de Ciências não procura contribuir com a construção de problemas de investigação e explicações no nível do conhecimento e das necessidades dos alunos.

O papel de alguns professores, na maioria das vezes, ainda tem sido o de levar aos alunos simplesmente o produto final da atividade científica: o conhecimento científico. Outro aspecto a ser considerado, quando se ensina Ciências, é a ênfase na sua compreensão em plano “stricto sensu”. Não existe uma

preocupação real de se voltar para as implicações diárias dos alunos, dos seus meios sociais nos quais estão intimamente envolvidos.

Há ainda uma outra concepção equivocada, por parte de alguns professores, que ensinar Ciências é formar pequenos cientistas. É preciso distinguir a preparação de um futuro cientista e a de educação em Ciências.

Sobre o ensino das Ciências, o que provavelmente orienta tais aspectos é a concepção epistemológica empirista de Ciência que cada professor traz subjacente à sua prática pedagógica. Concepção essa que reflete em sua ação.

O conceito que cada professor tem sobre Ciência e como se faz a Ciência refletem sobremaneira nas ações em sala de aula. No momento em que se fizer a distinção e se tiver a clareza entre ambas, facilitar-se-á o trabalho docente, conforme as contribuições das idéias de Borges (1996). Diz Borges:

Nossa ação docente liga-se a diferentes concepções envolvendo cientificidade e educação, bem como a posicionamentos políticos e sociais. Por isso é importante questionarmos os fundamentos epistemológicos e pedagógicos da educação em Ciências (BORGES, 1996, p.65).

A educação em Ciências hoje necessita levar em consideração as concepções científicas e pedagógicas dos professores, uma vez que essas constituem a epistemologia sobre o conhecimento escolar.

Parece importante saber como os professores vêem a Ciência, sua concepção sobre o conhecimento científico e sua concepção sobre o seu próprio conhecimento profissional, para, então, organizar seu pensamento, refletindo isso na sua prática pedagógica (HARRES, 1999).

Os professores devem incentivar uma postura crítica, frente ao que é ensinado em Ciências, isto é, não apresentando a Ciência como conjunto de conhecimentos definitivos, capaz de dar todas as respostas aos problemas que envolvem a vida, mas em um conhecimento escolar amplo, para ir além do conhecimento científico e cotidiano, com a intencionalidade de formar indivíduos comprometidos com os problemas da sociedade onde estão inseridos, considerando a problemática global (MORAES, 2004).

2.4 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UM CONCEITO EM TRANSFORMAÇÃO

[...] nascer significa ver-se submetido à obrigação de aprender. Aprender para construir-se, em um triplo processo de “hominização” (tornar-se homem), de singularização (tornar-se um exemplar único de homem), de socialização (tornar-se membro de uma comunidade, partilhando seus valores e ocupando um lugar nela). Aprender para viver com outros homens com quem o mundo é partilhado. Aprender para apropriar-se do mundo, de uma parte desse mundo, e para participar da construção de um mundo pré-existente. Aprender em uma história que é, ao mesmo tempo, profundamente minha, no que tem de única, mas que me escapa por toda a parte. Nascer, aprender é entrar em conjunto de relações e processos que constituem um sistema de sentido, onde se diz quem eu sou, quem é o mundo, quem são os outros (CHARLOT, 2000, p.53).

Como afirma Charlot (2000), aprende-se desde o *nascimento* até *sempre* para ampliar nossa capacidade de reflexão e ação e, assim sendo, interagir com o mundo. Na vida, experimentam-se diferentes e diversos processos de aprendizagem e esses têm sido importantes para melhorar ou não a condição dos seres históricos, políticos, filosóficos e humanos.

Neste momento da pesquisa, apresenta-se uma concepção inicial e pessoal da pesquisadora sobre a aprendizagem significativa. Essa concepção está embasada em alguns teóricos, que foram sendo lentamente preteridos por outros teóricos para a reconstrução desse conceito pela mesma e que passaram a dar maior consistência a esse conhecimento.

Salienta-se que, nesse momento de escolha, por outras vozes teóricas, é importante e necessário ter a clareza de como ensinar Química com base no perfil do aluno a ser formado. Explicita-se a finalidade desse ensino, pautada na sua utilidade e na idéia de não mais se trabalhar o ensino de Química de forma fragmentada. Também se procura delinear alguns possíveis fatores e ou significantes que possam assumir relevância para uma aprendizagem significativa.

Em um segundo momento, na concepção sobre aprendizagem significativa, outros aspectos são considerados fundamentais para a compreensão desse estudo de pesquisa: a metodologia utilizada para aprendizagens significativas, sendo metodologia aqui considerada como procedimento metodológico; e a unidade de aprendizagem, como possibilidade de significância no ensino de Química.

Ao aprofundar os conhecimentos, juntamente com os teóricos, na tentativa de responder às questões de pesquisa, passa-se a fazer parte de um processo intenso de aprendizagem o qual permitiu refletir, aprender, (re)aprender e compreender a aprendizagem significativa.

Parece importante justificar a presente discussão colocando a concepção e/ou conceito que se tinha sobre aprendizagem significativa anterior à pesquisa, bem como os procedimentos metodológicos que dessem conta para essa aprendizagem. Ambas as concepções pessoais foram decorrentes dos cursos de graduação e pós-graduação onde os “professores” apenas transmitiam o conhecimento, numa visão epistemológica empirista, não levando o aluno a “aprender a aprender”, como preconiza a linha de estudo do Educar pela Pesquisa (DEMO, 2002).

O que se entendia por aprendizagem significativa?

Com embasamento teórico para essa resposta, faz-se referências a Ausubel, psicólogo da aprendizagem, que desenvolveu importantes idéias sobre o processo de ensino-aprendizagem. Para o referido autor, a aprendizagem significativa ocorre quando novas informações e conceitos interagem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva do aluno (AUSUBEL, 1980).

A teoria de Ausubel é uma teoria cognitiva e, como tal, busca explicar o processo de aprendizagem segundo a ótica do cognitivismo. Preocupa-se com o processo de compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvidas na cognição. Conforme Ausubel, novas idéias podem ser aprendidas e retidas à medida que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo, servindo, dessa forma, de ancoradouro a novas idéias e conceitos.

Para Ausubel, as estratégias de ensino devem ser orientadas no sentido de permitir que o aluno tenha um aprendizado significativo, propondo assim um ensino ancorado em conhecimentos prévios existentes no aluno. Para tanto, o material didático utilizado pelo professor deve ser elaborado com significado lógico, fazendo sentido para o educando.

Com base nesse entendimento, a aprendizagem significativa se efetiva no aluno quando, ao partir dos seus conhecimentos prévios, conhecimento prévio aqui considerado como conhecimento expresso no momento (GALIAZZI, 2003), o novo

conhecimento é melhorado, enriquecido, burilado, acrescentando um algo a mais ao anterior. Procura justificar sua utilidade no dia-a-dia, com base para o entendimento em situações do cotidiano. Como que a utilidade fosse o sentido para o aprender.

O que se fazia com os alunos, há pouco tempo, era passar novas informações, as quais não interagiam com os conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva dos mesmos. Isso ficava constatado por meio de instrumentos avaliativos. O conhecimento químico era trabalhado numa perspectiva de aprendizagem mecânica.

Os procedimentos metodológicos ou metodologia que se utilizava para essa “aprendizagem” era o modelo mais tradicional. Aquele onde “ensinar” assemelhava-se a dominar técnicas e métodos de ensino. O material didático era organizado com a função de transmissão do saber e consistia num conjunto de atividades como: copiar do quadro, fazer exercícios do livro didático, fazer experimentos demonstrativos com material alternativo (por não haver laboratório na escola), questionários e exercícios de fixação. Salienta-se aqui, que as atividades sempre eram propostas por ordem do professor, a qual os alunos sempre realizavam sem nenhuma vontade e sem ver nenhum sentido.

As atividades acima citadas apresentam um significado cristalizado na educação, mascarando a aprendizagem, como se o aluno, ao realizar todas as atividades propostas, estivesse apto a resolver os seus problemas mais emergentes.

As referidas colocações denotam as concepções de ensino e aprendizagem que faziam parte de todo um passado. Mas sempre se teve por objetivo a conquista de novas aprendizagens para os alunos cujas ações, a organização de atividades adotadas, eram traços de um modelo empírico (ZABALA, 1998).

Percebe-se, também, que as definições iniciais de aprendizagem contemplavam geralmente o cognitivo do aluno, reduzindo a aprendizagem à aquisição de conhecimento, sem levar em consideração o contexto no qual o mesmo estava inserido.

No sentido de avançar da visão empirista para visão sócio-cultural, num processo de ensino e aprendizagem mais contemporâneo, no qual os alunos passam de objetos a sujeitos de suas aprendizagens, e o professor não mais transfira o conhecimento, essas teorias orientaram a prática pedagógica dessa

profissional. Como afirma Freire: “É preciso saber que ensinar não é transferir conhecimentos, mas criar possibilidades para a sua própria produção ou sua construção” (FREIRE, 1997, p.52).

O que se compreende, no momento, por aprendizagem significativa?

Entende-se que não existe resposta única, pronta e acabada, que dê conta da discussão teórica sobre essa pergunta, pois ela sugere permanente procura e reconstrução. É um processo educacional muito dinâmico e abrangente que deve ainda ser considerado. Uma concepção epistemológica sócio-interacionista que passa a orientar a reflexão sobre o processo ensino-aprendizagem.

Aprendizagem significativa passa, então, a ser fundamentada na visão sócio-interacionista, trazendo importantes contribuições para a prática pedagógica, respeitando as experiências construídas no ambiente histórico-social do aluno com suporte nos trabalhos de Vygotsky (1896-1934). Este sustenta que a aprendizagem deve ser entendida na sua relação com o desenvolvimento humano.

Para Vygotsky, desde o nascimento da criança, o aprendizado está relacionado ao desenvolvimento. O aprendizado é considerado um aspecto fundamental no processo de desenvolvimento das funções psicológicas superiores. O pleno crescimento do ser humano depende do aprendizado que realiza em determinado grupo social. Diz Vygotsky:

O aprendizado, adequadamente organizado, resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer. Assim, o aprendizado é um aspecto necessário e universal do desenvolvimento das funções psicológicas, culturalmente organizadas e especificamente humanas (VYGOTSKY, 2003, p.118).

Uma parte do desenvolvimento é definida pelo processo de maturação do organismo e a outra, que possibilita o despertar de processos internos de desenvolvimento é definida pelo contato do indivíduo com o ambiente sócio-cultural. Então, o indivíduo não se desenvolve plenamente sem a interação com os outros indivíduos de sua espécie. Dentro da teoria vygotskyana, esta relação é expressa pelo conceito de zona de desenvolvimento proximal.

A Zona de Desenvolvimento Proximal corresponde às funções que ainda não amadureceram no aprendente, mas que estão em maturação. Para Vygotsky, a Zona de Desenvolvimento Proximal é um indicativo tão importante da capacidade mental quanto o nível de desenvolvimento real que define o que elas já são capazes de fazer sem ajuda. Enquanto o nível de desenvolvimento real caracteriza o desenvolvimento de forma retrospectiva, a Zona de Desenvolvimento Proximal o faz de forma prospectiva: ela permite delinear o futuro imediato do aprendente e seu estado dinâmico de desenvolvimento.

O aprendizado desperta processos de desenvolvimento que vão se tornar parte das funções psicológicas consolidadas do indivíduo.

A Zona de Desenvolvimento Proximal provê psicólogos e educadores de um instrumento através do qual se pode entender o curso interno do desenvolvimento. Usando esse método podemos dar conta não somente dos ciclos e processos de maturação que já foram completados, como também daqueles processos que estão em formação, ou seja, que estão apenas começando a se desenvolver. Assim, a zona de desenvolvimento proximal permite-nos delinear o futuro imediato da criança e seu estado dinâmico de desenvolvimento, propiciando o acesso não somente ao que já foi atingido através do desenvolvimento, como também aquilo que está em processo de formação (VYGOTSKY, 2003, p.113).

Como se vê, os processos de desenvolvimento não coincidem com os processos de aprendizado. Ambos começam a atuar desde o primeiro dia de vida da criança, mas nunca são realizados em igual medida ou em paralelo. Ao contrário, interagem com rupturas e transformações, sob influência das peculiaridades do meio sócio-histórico.

Vygotsky já entendia a pedagogia como uma ação eminentemente política. Para ele, todo o entorno que nos cerca exerce um papel fundamental na forma como se constrói. Por outro lado, a forma como se age também acaba por modificar esse entorno.

São pilares básicos de seu trabalho as idéias de que o funcionamento psicológico fundamenta-se nas relações sociais entre o indivíduo e o mundo exterior, as quais se desenvolvem num processo histórico. Considera que a relação homem/mundo é uma relação mediada por sistemas simbólicos. A visão sócio-cultural não se limita a examinar a influência dos processos cognitivos sobre a

aprendizagem, mas procura entender a escola como um espaço amplo, cercado pela cultura, sem a qual se torna impossível compreender essa aprendizagem.

Assim, entende-se que aprendizagem significativa e eficiente em Química passa a ter referências e contribuições da linha teórica sócio-cultural, que parte dos conhecimentos relacionados à cultura e à história dos sujeitos.

Aprendizagem significativa, pois, é aquela que contribui para conduzir o aluno ao “aprender a aprender”, como preconiza Demo (2002). O aluno, através do questionamento reconstrutivo, complexifica os conhecimentos por meio de diferentes organizações: obtenção de dados e respostas, explorações, tentativas, comparações, fracassos, correções, experimentações, testes, elaborações e reflexões. Essas ações estabelecem os elos necessários para o conhecimento significativo.

Ao estabelecer esses elos, propostos em diferentes momentos durante o processo de aprendizagem, o aluno em ação, busca responder a questões como: saber para quê?, saber como?, saber o quê?, saber por quê?. Nesse processo, as várias etapas do saber garantem um significado da sua realidade imediata, o que possibilita resolver problemas relevantes de seu mundo real.

A aprendizagem assim proposta envolve a pessoa do aprendiz, tanto em seus sentimentos quanto em sua vontade e inteligência, não desconsiderando os aspectos cognitivos. Essa aprendizagem torna-se mais impregnante, durável, interessante e significativa, como afirma Moraes (2002).

A complexificação do conhecimento, alicerçada ao questionamento reconstrutivo, resulta na elaboração dos conhecimentos, deixando que o sujeito supere a postura de receptor de um conteúdo pronto e acabado. Nesse sentido, os alunos não recebem tudo pronto, superando a aula tradicional. Essa é aqui referida com o sentido de copiar do quadro, resolver exercícios e questionários e ouvir explicações do professor com referências no cotidiano.

Compreende-se que o questionamento reconstrutivo é uma possibilidade para complexificar o conhecimento, de buscar novas respostas e um aprimoramento da argumentação. O questionar permite avançar no processo, sendo o elemento que faz ir além, superando patamares. Nessa perspectiva, os conhecimentos são produzidos através de uma aprendizagem em espiral ascendente. Desfazendo-se

também a expectativa de que a aprendizagem é algo cumulativo, como se fosse um processo de estocagem de conteúdos (DEMO, 2002).

Parece importante, nesse contexto, ensinar aos alunos a procurarem informações e explicações de seus questionamentos, através de uma prática de reconstrução e superação de dificuldades, relacionando-as com as suas realidades concretas. Como afirma Demo:

A procura de material será um início instigador. Significa habituar o aluno a ter iniciativa, em termos de procurar livros, textos, fontes, dados, informações. Visa-se superar a regra comum de receber as coisas prontas, sobretudo apenas reproduzir materiais existentes (DEMO, 2002, p.21).

Entretanto, não se quer dizer que todos os conceitos e noções que os alunos aprendem devem estar relacionados à sua realidade imediata, o que seria olhar para os conteúdos escolares de maneira muito simplista. No entanto, é necessário que os conteúdos que a escola veicula possam servir para desenvolver novas formas de compreender e interpretar a realidade, além de propor soluções para os problemas emergentes.

Por decorrência, o desenvolvimento da autonomia do aluno, nas diferentes situações de aprendizagem, fica privilegiado. Segundo Moraes:

[...] possibilita a aprendizagem de modos de aprender por conta própria, viabilizando o aprender a aprender, base da competência e autonomia. Dentro disso a construção dos conhecimentos, dando-se com um envolvimento ativo dos sujeitos, em parceria com professor e colegas, possibilita aprendizagens significativas e duradouras (MORAES, 2002, p.138).

Nessa concepção de aprendizagem significativa, o papel do professor é o de mediador do processo de aprendizagem (VALDEZ, 2002). Provocando, desafiando, instigando o aluno a pensar, a ter idéias, a tomar decisões, ou seja, ajudando o aluno a aprender. O termo mediador é entendido aqui, de forma genérica, como a intervenção de um elemento intermediário numa relação (WELLS, 2001).

Num processo vivo como o de sala de aula, a intervenção e a mediação do professor é de inegável importância, para que haja o enriquecimento de todos e para

que cada aluno vá realizando tarefas, resolvendo problemas, desenvolvendo competências e complexificação dos conceitos.

Nesse enfoque, o ensino deve orientar-se para propor um saber escolar complexo, superando as limitações de um conhecimento parcelado e fragmentado. Sabe-se que esse é inútil para enfrentar a complexidade dos problemas do mundo real (ZABALA, 2002).

Assim, aprender é considerado uma situação complexa, que se move em múltiplas direções e que envolvem todos, sem distinção: aluno e professor. Todos têm voz. Aprender com significado implica interação, disputa, aceitação, rejeição, caminhos diversos, percepção das diferenças.

Falar em aprendizagem significativa é assumir que aprender tem caráter dinâmico. Exigem ações que impliquem articular ensino e aprendizagem. O desafio da conquista de uma aprendizagem significativa está na busca dos meios para compreender e atuar na complexidade. Conforme sintetiza Zabala:

Somente é possível atuar na complexidade quando se é capaz de utilizar os diferentes instrumentos de conhecimento, existentes de maneira inter-relacionada. O enfoque globalizador pretende desenvolver no aluno e na aluna um pensamento complexo, que lhe permita identificar o alcance de cada um dos problemas que lhe coloca a intervenção na realidade, e escolher os diferentes instrumentos conceituais e metodológicos de qualquer um dos diferentes campos do saber que, independentemente de sua procedência, relacionando-os ou integrando-os, ajudem-no a resolvê-los (ZABALA, 2002, p.36).

2.4.1 Fatores que contribuem para uma aprendizagem significativa

A seguir são destacados alguns fatores que podem contribuir para uma aprendizagem significativa. Destaca-se que, a seqüência dos fatores descrita a seguir pode ser diferente, assim como, estes fatores podem ser ampliados.

2.4.1.1 Aprendizagem significativa no ensino de Química com ênfase na sua adequação

A disciplina de Química é considerada, pelos alunos, como uma Ciência desvinculada de sua realidade. E por isso, esse modo de ver a Química, precisa ser desmistificada.

Uma das possíveis causas podem ser os conteúdos excessivamente abstratos, por vezes desinteressantes e inúteis, que se tenta “ensinar” em sala de aula. Exige-se dos alunos um nível de abstração elevado, mesmo percebendo que os mesmos ainda não atingiram o desenvolvimento cognitivo ideal.

Outra causa possível pode ser também a falta de relação direta dos conceitos químicos trabalhados em sala de aula com o dia-a-dia do aluno, tornando o ensino desvalorizado, inócuo e sem significado. Como afirma Chassot:

[...] nas mais diferentes situações, poderíamos aceitar como válida a hipótese de que este ensino que se faz, na grande maioria das escolas é – literalmente- inútil. Isto é, mesmo se não existisse, muito pouco (ou nada) seria diferente. [...] (CHASSOT, 1994, p. 194)

Reforçando essa mesma idéia, vale citar Demo:

[...] Preocupação crucial será cultivar a proximidade entre o que se aprende na escola, com a vida real, não só por conta da possível inutilidade imediata, nem sempre muito visível, mas, sobretudo, por conta da relação entre teoria e prática, ou entre qualidade formal e política (DEMO, 2002, p.45).

Além das possíveis causas apontadas acima, ainda existe uma competição desigual entre o que se ensina de Química na escola e os avanços tecnológicos, que crescem diante de nossos olhos e ouvidos. O que se ensina em sala de aula é em muito superado pela quantidade e velocidade de informações que surpreendem a todos a cada momento. Como afirma Perrenoud:

A escola sempre almejou que seus ensinamentos fossem úteis, mas freqüentemente acontece-lhe de perder de vista essa ambição global, de se deixar levar por uma lógica de adição de saberes, levantando a hipótese otimista de que eles acabarão por servir a alguma coisa. (PERRENOUD, 1999)

Portanto, para que a aprendizagem em Química seja desmistificada, uma das possibilidades poderia ser a vinculação dos conteúdos químicos trabalhados ao contexto dos alunos, relacionando-os com a realidade local e fatos do seu dia-a-dia.

Sobre isso, Del Pino (1993) afirma o seguinte:

Uma química contextualizada e útil para o aluno deve ser uma química do cotidiano, que pode ser caracterizada como uma aplicação do conhecimento químico estruturado na busca de explicações para a facilitação da compreensão dos fenômenos químicos presentes em diversas situações na vida diária. (DEL PINO et al., 1993)

Nesse sentido, tornar a Química útil para o aluno, futuro cidadão, é fazer com que os conhecimentos químicos se incorporem como ferramentas, como recursos aos quais os aprendizes recorram para resolver diferentes tipos de problemas emergentes.

No mundo moderno, a aprendizagem significativa será a que promova a relação entre o que se aprende e o que é preciso para viver, sem tom de reducionismo.

2.4.1.2 Aprendizagem significativa no ensino de Química: papel do professor

Em decorrência da própria experiência, muita coisa se conhece sobre o ensinar, sobre o aprender e suas relações. E, quando se trata de desenvolver uma

prática pedagógica para garantir um processo de aprendizagem significativa, um grande número de questões acabam aparecendo. Entre essas questões está o papel do professor.

Durante muito tempo, os educadores entenderam que a aprendizagem consistia exclusivamente em memorizar os novos conhecimentos, que os professores transmitiam em aulas expositivas, ou que os alunos liam em livros texto. O progresso dos alunos era medido pela sua habilidade em recitar aquilo que eles tinham lido ou ouvido. Isso retratava um ensino tradicional, que considerava a aprendizagem como um processo unilateral, com um corpo de informações inquestionável e o professor como sendo o único detentor do conhecimento.

Hoje ensinar é muito mais que transmitir informações. Remete ao significado inicial da palavra ensinar que é proveniente do latim *insignare*, que significa marcar com um sinal (MORAIS, 1986), procurar a vida, desvendar e despertar para o conhecimento aos condicionantes sócio-político e cultural de que dispõe diferentes concepções de homem e de sociedade; e, dos diferentes pressupostos sobre o conhecimento, professor, aluno, ensino e aprendizagem aliados à contemporaneidade. Assim sendo, é um ato de imensa responsabilidade,

Pensa-se que o papel do professor, ou seja, a ação de ensinar, deva ser sistematicamente refeita, no que se refere à apropriação da aprendizagem pelo aluno. Não mais repassar informações ao educando, mas mediar tais aprendizagens para a construção do conhecimento no sentido de fazê-lo entender e compreender. Tal procedimento torna-se essencial.

Nesse sentido, a necessidade de um professor que reflita sobre a mudança da compreensão, de como ocorre a aprendizagem com significação, com intento de melhorar sua prática pedagógica e adequando-se aos tempos, torna-se imperativo e urgente.

A reflexão deve ser um instrumento que ajude a desenvolver o pensamento e a ação docente. Esta ação reflexiva implica como os professores aprendem a analisar e interpretar a própria atividade, descobrindo teorias sobre ensinar e aprender.

Segundo Ramos (2000), o perfil desse professor reflexivo, dentre vários significados que possam encerrar, é o de professor pesquisador, ou seja, professor

que pesquisa a sua prática em sala de aula com seus alunos, mediante a reflexão sobre a ação. Sobre isso, sintetiza Ramos:

Esse professor tem um olhar diferenciado sobre o próprio trabalho. É um professor que observa melhor seus alunos, analisa mais demoradamente resultados de medidas de aprendizagem, submete permanentemente a sua ação docente à avaliação pelos alunos, não tem medo de transformar a sua sala de aula em experimentação, tanto em termos de proposições, escolha de conteúdos, seleção de procedimentos didáticos, uso de recursos e procedimentos de avaliação, pois sabe que é assim que se aprende: agindo e refletindo sobre a ação (RAMOS, 2000, p.45).

2.4.1.3 A aprendizagem significativa e a linguagem

A linguagem é um artefato cultural e meio de comunicação social. Os alunos apontam-na como sendo uma das grandes dificuldades encontradas em Química, tanto a oral quanto à escrita. A linguagem química, particularmente, é de difícil compreensão do significado de conceitos científicos relacionados à área.

A linguagem científica é caracterizada pela sua generalidade e universalidade, tendo cada termo um significado preciso. A linguagem do cotidiano, desenvolvida pelos adolescentes, é fortemente influenciada pelos fatores sócio-culturais, sendo que o significado dos termos tem um caráter relativo, variando muitas vezes com o contexto e o meio.

Vygotsky, em “Pensamento e Linguagem”, trata da indissociabilidade entre a constituição do pensamento e a sua verbalização. Sendo que para esse autor há uma junção entre pensamento e linguagem:

O significado de uma palavra representa um amálgama tão estreito do pensamento e da linguagem, que fica difícil dizer se trata de um fenômeno da fala ou de um fenômeno do pensamento. Uma palavra sem significado é um som vazio; o significado, portanto, é um critério da palavra, seu componente indispensável. Pareceria, então, que o significado poderia ser visto como um fenômeno da fala. Mas, do ponto de vista da Psicologia, o significado de cada palavra é uma generalização ou um conceito. E como as generalizações e os conceitos são inegavelmente atos do pensamento, podemos considerar o significado como um fenômeno do pensamento (VYGOTSKY, 1993, p.104).

A relação entre linguagem e pensamento é muito estreita. Para Vygotsky, a linguagem é um sistema simbólico básico de todos os grupos humanos, sendo a principal mediadora entre o sujeito e o objeto do conhecimento. A linguagem age decisivamente na estrutura do pensamento, e é ferramenta essencial para a construção de conhecimentos.

Para esse autor, a transição entre pensamento e palavra passa pelo significado, tanto que este diz: "Um pensamento é como uma nuvem descarregando uma chuva de palavras" (VYGOTSKY, 1993, p.129).

Se existir relação entre o trabalho de sala de aula com o cotidiano dos alunos, estabelecem-se pontes com a "linguagem dos alunos". Dá-se sentido a essa linguagem, pois é desta relação, deste diálogo interessado de parte a parte, que nascem conhecimentos e valores significativos e, portanto, duradouros e úteis.

O surgimento da linguagem, da representação em geral, amplia enormemente o conhecimento do mundo, mas não de forma imediata. É preciso percorrer um longo caminho no qual o aluno terá de reconstruir os conhecimentos que formou acerca do mundo. A linguagem e a representação permitem ao aluno distanciar-se de sua situação imediata e pensar a longo prazo.

Dentro dessa reflexão sobre a epistemologia histórica, as teorias cognitivas, bem como, o conhecimento e ensino de ciências possibilitam uma nova concepção sobre a aprendizagem significativa.

Sendo assim, aprendizagem significativa depende da adequação dos conteúdos, da linguagem e de um professor que reflita sua prática pedagógica.

3 A UNIDADE DE APRENDIZAGEM COMO PROCEDIMENTO METODOLÓGICO PARA GERAR CONHECIMENTO SIGNIFICATIVO

Além do envolvimento do professor e do aluno, a aprendizagem significativa implica procedimentos metodológicos adequados, os quais permeiam todo o processo educativo. O “modo de ensinar”, o modo como os professores selecionam os procedimentos de ensino utilizados em aulas, necessita de mudanças frente à realidade, que se transforma a cada momento.

São necessárias mudanças no sentido de romper o empirismo metodológico, que reduz o ensino à transmissão de conhecimentos acumulados historicamente e cientificamente, e a aprendizagem do aluno da absorção do conhecimento transmitido pelo professor, para uma metodologia comprometida com a abordagem sócio-interacionista. Metodologia essa que privilegia a construção coletiva do conhecimento, mediada por diversos meios pedagógicos, na qual o professor intermedia e orienta tal construção.

Nessa perspectiva interacionista, os procedimentos metodológicos, ou seja, os modos de ensinar voltados para a educação em Química, devem ser organizados e explorados no sentido de possibilitar aos alunos exercitarem sua capacidade de imaginação, desafiar seu raciocínio, levantarem hipóteses, investigarem resultados, partindo de suas vivências. Fatos do seu dia-a-dia, de sua tradição cultural e da mídia são pontos de partida para se desenvolver o “aprender a aprender”, privilegiando a autonomia no sujeito.

Além disso, a implementação de tal proposição permite desmistificar a prática docente na qual o conhecimento das estratégias didático-pedagógicas utilizadas, para o aprendizado, seja somente responsabilidade do professor. Tal processo não é unilateral e precisa ser entendido como uma condição para melhor ensinar. Sobre isso, afirma Grillo:

Isto se torna possível com a realização de uma prática docente aberta para a realidade, com um ensino interativo, reunindo novas áreas e novos contextos, criando um cenário pedagógico mais rico e amplo. Revisa-se e alarga-se o espaço de ensino e aprendizagem, que deixa de ser restrito à sala de aula [...] (GRILLO, 2002, p.84).

Os procedimentos metodológicos dentro dessa perspectiva podem levar o educador a ter maiores oportunidades em compreender as estratégias utilizadas em suas aulas no aprender e ensinar. E, a partir da compreensão das mesmas, poder contribuir no processo de construção de um conhecimento com mais significado. Devem encorajar os alunos a vencer suas resistências ao aprendizado da disciplina.

Desse modo, a construção e a implementação de unidades de aprendizagem implicam um aprendizado com maior significação, com possibilidade de enriquecimento e complexificação do conhecimento cotidiano.

De forma sintética, a construção de uma unidade é um meio pelo qual se pode atribuir significado ao objeto de aprendizagem. Implicam a contribuição da pessoa que aprende, seu interesse e disponibilidade, seus conhecimentos expressos, suas experiências. É um processo que não só contribui para que o aluno assimile certos conteúdos, mas também faz com que “aprenda a aprender”.

Ainda nesse tipo de procedimento metodológico, observa-se que as aulas não seguem um esquema rígido. É importante salientar que a estruturação da aula, a partir de uma unidade de aprendizagem, é um processo que proporciona criatividade, flexibilidade, interatividade e a não-linearidade na aprendizagem.

3.1 UNIDADE DE APRENDIZAGEM

Hoje o desafio da educação é oportunizar condições para que os estudantes tenham acesso ou construam conhecimentos significativos, de modo que cada cidadão atinja um desenvolvimento pessoal, profissional e social capaz de poder interagir em seu entorno de forma autônoma. Então, a questão que emerge é: como os professores, em suas aulas, podem contribuir para que o aluno tenha condições de reconstruir conhecimentos significativos, privilegiando o desenvolvimento de sua autonomia a fim de que possa atuar em seu contexto?

Entende-se que uma das respostas a essa questão efetiva-se na forma como os professores organizam o trabalho prático em sala de aula. A sala de aula pode ser um espaço para se criar, inovar e por que não ousar de tal modo a contribuir para o desenvolvimento e autonomia do cidadão? Como afirma Moraes,

Percebe-se nisto um esforço em tornar o trabalho de sala de aula mais significativo para os alunos, em fazer com que na escola se aprenda o que vai ser útil na vida (MORAES, 2003).

Um conhecimento significativo pode estar relacionado à possibilidade dos educandos aprenderem por múltiplos caminhos, permitindo aos mesmos apropriarem-se de diversos e diferente meios.

Desse modo, faz-se necessário pensar em práticas de sala de aula que oportunizem aos alunos exercerem sua capacidade de “aprender a aprender”, de pensar, de pesquisar, de construir e reconstruir um conhecimento significativo. E, uma proposta para essa situação é a construção de Unidades de Aprendizagens (UA).

Uma Unidade de Aprendizagem é um trabalho construído com a participação do professor e dos alunos, no qual o primeiro exerce a função de mediador e ambos desempenham permanentemente o papel de construtores do conhecimento, sendo a pesquisa o elemento articulador dos diferentes momentos do processo. Por isso, o processo se transforma em um rico e significativo espaço de aprendizagens e autorias (GALIAZZI, 2000).

A Unidade de Aprendizagem é uma forma de organizar o trabalho de sala de aula, desde a escolha do tema de interesse dos alunos até a avaliação da própria Unidade. Cañal destaca que:

[...] seriam modos alternativos de planejamento, elaboração e organização dos conteúdos e atividades das lições concebidas segundo a lógica das disciplinas científico-escolares (CAÑAL, 1997, p. 30).

Ainda assinala Moraes (2002) que, as Unidades de Aprendizagem são um modo alternativo de planejamento, de elaboração e organização dos trabalhos realizados em sala de aula. As Unidades de Aprendizagem estão alicerçadas em princípios macroestruturadores, que são a epistemologia construtiva e social da aprendizagem, assim como a problematização do conhecimento inicial do grupo e a argumentação.

3.1.1 Construção de uma unidade de aprendizagem

Uma sugestão para iniciar uma Unidade de Aprendizagem é a apresentação, por parte do professor ou do aluno, de textos, artigos de jornais, filmes ou mesmo problemas sociais da própria comunidade. A partir daí, faz-se um levantamento de questionamentos, idéias e dúvidas sobre o tema em questão.

O próximo passo consiste em reunir as perguntas afins e distribuí-las aos grupos de trabalho para serem respondidas. Eles usarão somente o conhecimento expresso que cada um tem sobre o assunto, sem pesquisa bibliográfica, para uma posterior reconstrução de conceitos.

Em um próximo momento, cada grupo apresenta para a turma suas produções, pesquisas, podendo ser de forma oral ou escrita, oportunizando a discussão do assunto no grande grupo com a elaboração de um texto coletivo ou individual.

Uma UA envolve temas, que podem ou não constituir os conteúdos que “necessitam” serem desenvolvidos com os alunos. É um planejamento aberto que vai sendo construído ao longo do caminho, à medida que forem surgindo as dúvidas e as (re) construções dos conceitos pelos alunos e pelo professor.

A construção se faz a cada dia, já que não se tem um dia igual ao anterior ou um aluno igual ao outro. As notícias e descobertas chegam a cada instante e não podem ser ignoradas, enriquecendo o trabalho do aluno e professor.

Isso garante à Unidade de Aprendizagem uma maior flexibilidade e abertura, pois é um processo em permanente construção e, pode, a todo momento, ser complementado e aperfeiçoado com novas contribuições e intervenções necessárias.

Esse é um procedimento que proporciona ao aluno mais liberdade na sua aprendizagem, pois este tem a oportunidade de aprofundar assuntos que mais lhe interessam. Nas Unidades de Aprendizagens não há uma linearidade na construção dos conteúdos, pois elas superam o planejamento linear e seqüencial proposto por livros-texto.

A construção de uma UA envolve ainda outros aspectos que precisam ser administrados e levados em consideração, tais como:

- o tempo, que pode ser um fator limitante na medida em que se precisar de um planejamento exeqüível;
- recursos mínimos, como bibliotecas adequadas e, se possível, laboratórios de ciências e de informática, bem como conexão com Internet;
- a avaliação, que necessita ser um processo qualitativo e os instrumentos utilizados precisam manter coerência com o processo, ou seja, que possa ser feita a partir das produções orais e escritas, bem como através da participação em debates e discussões. Assim, cada aluno pode desenvolver suas tarefas, individual e/ou coletivamente, de modo autônomo. O acompanhamento avaliativo se faz de forma constante, no qual o professor está permanentemente observando o trabalho individual e do grupo. Para isso, é fundamental um diálogo franco e aberto do professor para com seu aluno, no qual cada um exponha suas expectativas e angústias. Nesse sentido a auto-avaliação é primordial, pois proporciona ao educando a oportunidade de analisar o seu trabalho, o quanto está envolvido, a sua produção e aprendizagem. Como afirma Galiazzi:

Em uma aula, com o enfoque coletivo de aprendizagem, a avaliação precisa ser revista. Nessa experiência, o modo e os critérios de avaliação são decididos e negociados com os alunos (GALIAZZI, 2003, p.116).

Assim, a construção de uma UA está intimamente ligada à vontade do professor em mudar sua prática pedagógica. Cabe a cada professor, com seus alunos e com seu grupo de trabalho, descobrir o quanto é capaz de construir e reconstruir um conhecimento significativo.

O Anexo 1 refere-se à construção da Unidade de Aprendizagem construída com os alunos para a realização da pesquisa.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA E ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo, a partir da definição do problema de pesquisa que emerge nesta dissertação e de suas questões norteadoras, serão descritos: a abordagem de pesquisa; o grupo de sujeitos pesquisados; o procedimento metodológico utilizado como ferramenta na investigação para coleta de dados; e como foram analisados os dados.

4.1 ABORDAGEM DE PESQUISA

Esta pesquisa visa a compreender como os sujeitos de pesquisa evidenciam aprendizagens significativas, a partir de um estudo com Unidades de Aprendizagens, proposta metodológica alicerçada no “educar pela pesquisa”.

O educar pela pesquisa tem a investigação como seu eixo norteador e a percepção de que educar, aprender e ensinar são papéis do professor e do aluno no processo de ensino-aprendizagem (DEMO, 2002).

Acredita-se que a abordagem mais adequada e indicada para se atingir os resultados a que se propõe esta dissertação é a pesquisa de abordagem de caráter qualitativo numa perspectiva fenomenológica.

Conforme Bogdan (1994), na abordagem fenomenológica os investigadores tentam compreender o significado que os acontecimentos e interações têm para as pessoas comuns em situações particulares.

A sociologia fenomenológica foi particularmente influenciada pelos filósofos Edmund Husserl e Alfred Schutz no início do século XX. Essa natureza de pesquisa dá ao investigador a possibilidade de descrever o fenômeno tal como se dá. E, também permite verificar que sempre há mais sentido de tudo aquilo que se apresenta.

Segundo Moraes (2003), a fenomenologia em seu exercício de construção e de compreensão exercita uma atitude fenomenológica, uma abertura e atenção aos fenômenos tal como se apresentam à nossa consciência. O fenomenólogo exercita

constantemente a reflexão sobre os fenômenos que investiga, colocando entre parênteses seus conhecimentos e teorias prévias.

Ainda segundo Moraes (2003), o método fenomenológico atinge essências de forma gradual e incompleta. O fenômeno nunca se esgota, se move em círculos, procurando a cada volta um maior aprofundamento.

4.2 GRUPO DE PESQUISA

Para reunir as informações acerca do estudo em questão, os sujeitos pesquisados foram alunos da 1ª série do Ensino Médio de uma Escola Técnica Estadual de Porto Alegre. A investigação realizou-se no primeiro trimestre do ano de 2004, onde essa pesquisadora atuou como professora regular da disciplina de Química, durante todo o ano letivo.

A escola apresenta regime de matrícula anual e por disciplinas. Atende cerca de 1500 alunos entre o Ensino Médio e o Curso Técnico em Contabilidade, distribuídos em quatro turnos. A disciplina de Química é trabalhada nos três níveis do Ensino Médio.

A escola dispõe de uma biblioteca cujo acervo é bastante reduzido, uma sala de vídeo, um laboratório de informática, somente utilizado pelo ensino técnico. Não dispõe de laboratório de ciências.

O perfil dos alunos que freqüentam a instituição é bastante heterogêneo, por ser uma escola da periferia da cidade.

A preferência em realizar este estudo com uma turma de 1º ano do Ensino Médio dá-se por acreditar que esses alunos, ao chegarem na escola, estão mais disponíveis e suscetíveis a novas práticas pedagógicas.

Posteriormente, do grupo inicial de trinta e cinco alunos da 1ª série, (06) seis alunos foram selecionados e identificados como: Sujeito A, Sujeito B, Sujeito C, Sujeito D, Sujeito E e Sujeito F que efetivamente trabalharam na construção da Unidade de Aprendizagem. Houve o aprofundamento da análise dos trabalhos por eles realizados, e aplicação de um questionário que observa as questões norteadoras desta pesquisa.

4.3 COLETA DE DADOS

A pesquisa foi planejada e executada, em conjunto com os alunos, assim como a construção de uma Unidade de Aprendizagem empregada como proposta metodológica de ensino.

Inicialmente no processo de construção da Unidade de Aprendizagem, os alunos foram sensibilizados para um trabalho diferente dos padrões por eles referidos anteriormente. São colocadas, com bastante insistência, perguntas do tipo: por que a matéria não seria passada no quadro, para ser copiada e estudada? A resistência inicial é grande. Convencê-los das possibilidades de uma nova proposta de aprendizagem torna-se um desafio.

Assim, para a pesquisa foram desenvolvidas a Unidade de Aprendizagem, a produção escrita pelos alunos, a análise dos depoimentos e a avaliação.

Os alunos foram agrupados segundo seus interesses, afinidades e disponibilidade, deixando-se a dos grupos de trabalho, o professor interferiu na sua organização. Indicou escolha a critério de cada um e em função de suas conveniências. Em nenhum momento do processo de construção somente a delimitação em quatro componentes.

A coleta de dados desta investigação foi realizada com todos os participantes, envolvidos no estudo, durante toda a construção da Unidade de Aprendizagem.

Os instrumentos utilizados para obter as informações são: observações diretas e sistemáticas, realizadas em sala de aula, no decorrer da construção da Unidade de Aprendizagem e registradas em um diário de campo; depoimentos, contendo as concepções sobre suas aprendizagens.

4.4 DESCREVENDO A CONSTRUÇÃO DA UNIDADE DE APRENDIZAGEM

A atividade inicial da construção da Unidade de Aprendizagem consistiu na aplicação de questões de caráter reflexivo para sensibilização do tema. Num momento posterior, essas mesmas questões foram analisadas como referência para verificar a complexificação da aprendizagem sobre o tema.

As atividades seguintes foram elaboradas procurando pesquisar as dúvidas, necessidades e curiosidades sobre o assunto. A partir do levantamento das idéias prévias dos alunos, salienta-se que algumas das atividades foram construídas com eles e por sugestão deles, a fim de investigarem seus questionamentos.

Todas as atividades envolvem aluno e professor, em uma nova forma de aprender por meio do “educar pela pesquisa”. Nesse tipo de proposta, professor e aluno passam a ser parceiros do trabalho, buscando juntos a resposta para os questionamentos. Abaixo, está descrita uma sinopse das atividades realizadas durante Unidade de Aprendizagem:

- **Atividade Introdutória:** Identificando os conhecimentos prévios;
- **Atividade 1:** Obtendo informações sobre Leis Ponderais;
- **Atividade 2:** Prevendo variações na massa de reagentes e produtos;
- **Atividade 3:** Construindo uma balança;
- **Atividade 4:** Leis Ponderais;
- **Atividade 5:** Exercitando as Leis Ponderais;
- **Atividade 6:** A Matemática e a Química: cálculos de proporções;
- **Atividade 7:** Fazendo um bolo;
- **Atividade 8:** Histórico das Leis Ponderais;
- **Atividade 9:** Integrando Química e História;
- **Atividade 10:** Atividade Final/Avaliação.

As atividades citadas encontram-se na íntegra, no Anexo 1, ao fim deste trabalho.

4.5 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados foi processada no sentido de compreender quais aspectos demonstram aprendizagem significativa para os seis alunos, partindo da construção de uma Unidade de Aprendizagem. Para tanto, foi utilizada análise de cunho fenomenológico na interpretação das informações.

A pesquisa fenomenológica busca nos dados o significado da experiência e procura entender o fenômeno num sentido puro e subjetivo, sem tentar explicá-lo à luz de teorias científicas ou idéias anteriores.

A busca da essência desloca-se dos fatos às idéias, onde o ver da mente transcende os sentidos. Segundo Moraes (1993), a busca da essência dá-se na consciência, em que o ver da mente possibilita a unidade pela intuição.

O modo de compreensão dos significados pode ser diferente, tendo uma compreensão idealista (modelo husserliano) ou uma compreensão mundana, dentro da visão merleau-pontyana que é a opção da pesquisadora.

Segundo Merleau-Ponty (1975), cada homem é um ser no mundo e no *seu mundo*, e é na própria vida que se encontra a unidade e o sentido da Fenomenologia:

A Fenomenologia é o estudo das essências e, segundo ela, todos os problemas se resolvem na definição das essências (...), mas a Fenomenologia é também uma filosofia que re-situa as essências dentro da existência e não acredita que se possa compreender o homem e o mundo a não ser a partir de sua facticidade (MERLEAU-PONTY, 1975, p.7).

As etapas de uma análise fenomenológica não devem ser necessariamente as mesmas para todas as pesquisas. Isso porque na pesquisa fenomenológica deve-se procurar entender o fenômeno num sentido puro e subjetivo.

Assim, acredita-se que cada pesquisador necessita construir suas etapas de análise, segundo as peculiaridades de cada situação de pesquisa. As etapas da análise fenomenológica são inspiradas nos passos de Giorgi (1985), mas introduzindo algumas modificações específicas:

- a) leitura completa de cada descrição, para *captar* o sentido do todo;

- b) transcrição dos relatos, depoimentos e questionários nativos literalmente;
- c) percepção do sentido do todo e discriminar as essências de significado em função do fenômeno que está sendo investigado;
- d) análise descritiva do significado.

A pesquisadora afirma que não se estará buscando uma “síntese” já que é um método sempre em movimento. Trata-se de uma dialética cíclica que resgata o significado da experiência vivida com os alunos.

5 RESULTADOS DA PESQUISA

A Fenomenologia, base da investigação, possibilita o exame das aprendizagens ocorridas pelos alunos e pela professora-pesquisadora.

Da análise do material coletado durante a investigação, na Unidade de Aprendizagem sobre Leis Ponderais, emerge as seguintes essências: **complexificação do conhecimento pelo sujeito, alicerçado no questionamento reconstrutivo; reflexão sobre como o aluno se apresenta frente à aprendizagem; e o aluno diante dos conteúdos selecionados.**

As perspectivas teóricas que sustentam a interpretação são: o educar pela pesquisa e a abordagem sócio-cultural. A seguir, passa-se às essências.

5.1 COMPLEXIFICAÇÃO DO CONHECIMENTO PELO SUJEITO

Ao definir essa essência como **complexificação do conhecimento pelo sujeito**, alicerçado no questionamento reconstrutivo, enfatiza-se os seguintes fenômenos, percebidos através da vivência com os alunos que fizeram parte da investigação: o processo de complexificação do conhecimento pelos sujeitos, a mediação pelo professor e a linguagem na complexificação do conhecimento.

5.1.1 A complexificação do conhecimento sobre Leis Ponderais

A partir de questões anteriormente referidas na Unidade de Aprendizagem, realiza-se uma análise dos conceitos cotidianos dos alunos a respeito das Leis Ponderais. Pretende-se, através desse procedimento, compreender como se dá a complexificação dos conceitos, por meio de observação do questionamento reconstrutivo dos alunos sobre determinadas situações cotidianas das Leis Ponderais.

A análise das respostas iniciais dos alunos indica que parte deles sequer consegue expressar-se adequadamente. Pelas respostas obtidas, observa-se que os alunos possuem um conhecimento muito superficial sobre proporções e conservações de massas relacionado com situações do dia-a-dia. Eles argumentam de modo inconsistente ou tratam das situações na perspectiva de uma realidade objetiva.

Segundo Moraes (2003), a idéia de realidade objetiva é uma concepção ingênua, sem reflexão filosófica, derivada do senso comum. O mundo não é problematizado, mas aceito tal como parece se manifestar.

Auxiliá-los no processo de complexificação dos seus conhecimentos é uma tarefa difícil. Diferentes tipos de atividades são realizados com o objetivo de gerar novos questionamentos.

As atividades desenvolvidas pelos alunos foram: leitura de textos sobre o assunto; realização de experimentos com material alternativo, com o objetivo de medir e estabelecer comparações entre massas de reagentes e produtos; pesquisa para construção de objetos para determinação de massas. Também foram realizadas aulas expositivo-dialogadas e ilustrativas sobre o conteúdo, ficando aberta a possibilidade para a construção de novas perguntas e argumentos.

O conjunto de trabalhos assim descritos proporciona o desenvolvimento da qualidade da argumentação através do questionamento. Sobre isso, afirma Demo:

O questionamento reconstrutivo começa, pois, com o saber procurar e questionar (pesquisa). O aluno será motivado a tomar iniciativa, apreciar a leitura e biblioteca, buscar dados e encontrar fontes, manejar o conhecimento disponível e mesmo o senso comum (DEMO, 2002, p.28).

É importante sublinhar que, quando a ênfase está na aprendizagem reconstrutiva, é conveniente que as atividades sejam organizadas por meio de diferentes procedimentos. Isso não só contribui para melhorar a eficácia do procedimento, como também torna a argumentação mais consistente. O ato de conhecer através do questionamento é essencial para que professor e aluno sejam sujeitos de sua caminhada.

A contextualização das atividades também é salientada, pois para complexificar um conceito é necessário dotar de significado os fatos ou informações

que lhes são apresentados, de modo a permitir que o aluno perceba que os fenômenos ocorrem em situações muito próximas. Isso, porque, ao referir fatos, a aprendizagem ocorre mais consistentemente, mas ao referir conceitos prontos há uma tendência ao esquecimento. O que se aprende como conceitos dados, sem reflexão, esquece-se facilmente. Entretanto, aquilo que se compreende não se esquece tão facilmente. As atividades de ensino e aprendizagem que envolvam pesquisa, em sala de aula, têm como ponto de partida o questionamento reconstrutivo do objeto de conhecimento.

A pesquisa em sala de aula necessita ser assumida como uma atitude cotidiana assumida de forma contributiva consciente sempre perpassada pelo questionamento reconstrutivo o que possibilita a formação de um sujeito crítico e transformador.

No trabalho de pesquisa, o professor tem o papel de questionador. Ele que interroga os alunos quanto ao assunto abordado, utilizando-se constantemente desse questionamento reconstrutivo, para que se abram novas possibilidades de investigação em relação ao assunto escolhido.

Essa discussão objetiva desestabilizar os alunos em relação aos seus conhecimentos prévios, o que gera mais necessidade de pesquisa e um maior envolvimento do mesmo no processo. Como afirma Barreiro (2002), o questionamento é elemento de mediação no processo de crescimento pessoal do sujeito.

Na pesquisa, são realizadas atividades com os alunos as quais iniciam por alguns questionamentos. A seguir, passa-se a transcrever algumas das respostas iniciais dos alunos ao questionamento: “No início do século XX, o número de prédios construídos em nosso planeta era muito reduzido. Hoje a quantidade deles é enorme. Seria a massa da Terra atualmente maior do que antes?”

Dois alunos respondem afirmativamente:

Resposta do Sujeito A: “Sim. Com o passar do tempo a quantidade de massa do planeta vai crescendo, porque mais prédios foram construídos”.

Resposta do Sujeito B: “Sim. A massa da Terra é maior do que antes, porque esses prédios são matéria, pois têm massa e ocupam lugar no espaço”.

Os demais alunos posicionam-se negativamente, conforme os exemplos a seguir:

Resposta do Sujeito C: “Não, a massa continua com a mesma quantidade, só que com a evolução, foram construídos mais prédios, mas a massa terrestre não aumentou nem diminui sua quantidade”.

Resposta do Sujeito D: “Não, a massa da Terra continua a mesma, apenas a quantidade de espaço diminuiu”.

Após o trabalho desenvolvido com a Unidade de Aprendizagem, a questão foi novamente apresentada ao grupo e pode-se observar que todos os sujeitos respondem negativamente, conforme os depoimentos apresentados a seguir:

Resposta do Sujeito A:

Não, pois o que aconteceu foi que simplesmente o homem transformou o material que já existia na natureza e construiu os prédios, tirando o necessário para a construção. Por isso a massa continua a mesma, pois na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma.

Resposta do Sujeito B: “A Terra continua com a mesma massa, pois o material utilizado na construção dos prédios já existia. Tem uma frase conhecida que explica bem isso: Na natureza nada se perde e nem se cria, tudo se transforma”.

Resposta do Sujeito C: “Não, apenas os componentes dos prédios estavam espalhados pela natureza sob forma bruta. Com “toque” da mão do homem, se transformou em material de construção para os prédios, confirmando a Lei de Lavoisier”.

Resposta do Sujeito D:

A massa particular da Terra continua a mesma, pois como se diz, a matéria não pode ser feita nem destruída, apenas transformada. Os tijolos para construir os prédios foram feitos a partir de materiais retirados (e transformados) do próprio planeta Terra, assim como o cimento e outros materiais.

A análise desses depoimentos mostra que é possível constatar em suas argumentações um aprimoramento, mesmo que tímido, no que diz respeito à profundidade e a clareza de suas respostas. Pensa-se que a liberdade de apresentar respostas próprias, diferentes das do professor, levam os alunos a confiarem em seu próprio raciocínio. Ao formularem respostas próprias, os alunos transformam-se de objetos a sujeitos e, para que isso ocorra, é necessário

desenvolver a capacidade argumentativa (RAMOS, 2002). A competência argumentativa é a capacidade de encontrar caminhos e soluções aos problemas.

Os alunos, a partir do questionamento reconstrutivo, posicionam-se, em relação ao objeto de estudo, de forma mais consistente e interpretaram-no com a ajuda do conhecimento químico.

Além dessa constatação na primeira atividade, é possível reconhecer em outra atividade da Unidade de Aprendizagem, atividade de nº 7, que a aprendizagem reconstrutiva requer iniciar por situações experimentais, seguidas da sua representação simbólica, mesmo tratando-se de uma analogia, como foi o caso. Nessa atividade os alunos são solicitados a fazerem um bolo.

Conforme comenta o Sujeito E: “[...] achei interessante a aula do bolo,... em nosso dia-a-dia fazemos uso de várias receitas. Agora sei que é uma transformação química e que as receitas podem ser expressas por equações químicas [...]”.

Quando uma atividade consegue chamar a atenção como a apresentada, os alunos procuram respostas e significados, analisam e discutem com os colegas e com a professora os resultados, deixando assim, a condição de ouvintes para serem sujeitos participantes do processo de sua aprendizagem.

O início da atividade pelas ações físicas, no caso fazer um bolo, permite a visualização e o manuseio de materiais, das substâncias e de suas transformações. Favorece operações concretas, tais como a observação, a diferenciação e a descrição, convergindo para interiorização das mesmas pelo sujeito e, por conseqüência, a representação simbólica do fenômeno químico por equações químicas. A linguagem química, com seus símbolos, fórmulas e equações adquirem significado para o aluno e os fenômenos, assim representados, são melhores compreendidos.

Isso acontece tanto do ponto de vista do que é observável, isto é, das substâncias reagentes que se transformam nas substâncias que são os produtos, como do ponto de vista do inobservável, ou seja, da reorganização atômico-molecular que ocorre entre as moléculas, nas reações químicas.

O capítulo das Leis Ponderais trata do estudo quantitativo das massas e dos volumes de reagentes e produtos que participam em uma reação química. É um conteúdo essencialmente complexo, pois requer, para sua aprendizagem, a

compreensão das relações entre os níveis macro e microscópicos que ocorrem durante as reações químicas. Verifica-se tanto qualitativa como quantitativamente e na relação entre eles.

A complexificação dos conceitos é uma preocupação na teoria sociocultural. Uma das funções mais importantes da aprendizagem e, portanto, do papel do professor, é auxiliar o aluno na evolução desses conceitos, de modo a permitir que os conhecimentos cotidianos possam evoluir e tornarem-se mais genéricos.

Segundo Vygotsky (1996), um conceito somente pode ser utilizado de forma deliberada, quando sua consciência atinge um grau de generalização capaz de permitir sua inserção num sistema maior de conceitos. Dessa forma, a mediação do professor torna-se fundamental para contribuir no entendimento e na organização interna de tais conceitos.

A maneira como os conceitos cotidianos são construídos está relacionada com a visão de mundo que cada um vai elaborando. Essa construção parte dos conhecimentos vinculados à cultura e à história dos sujeitos para, a partir daí, oportunizar a gradativa evolução do conhecimento, de modo a torná-lo mais amplo e integrado. É a possibilidade que os alunos, com a mediação do professor, façam a ligação de seus conhecimentos prévios com os novos conhecimentos reconstruídos. É a oportunidade de fazer atuar a Zona de Desenvolvimento Proximal, que segundo Vygotsky (1996) é:

[...] como a distância entre o nível de desenvolvimento real que se costuma determinar através da solução independente de problemas e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VYGOTSKY, 1989, p.60).

Compartilha-se com a tese de que a aprendizagem significativa no contexto sócio-cultural consagra-se pelo desafio do questionamento reconstutivo. Segundo Demo (2002), é crucial compreendê-lo para o processo de construção de um sujeito histórico, crítico e criativo que encontra no conhecimento a arma mais potente da inovação para atuar na vida. Como afirma Demo:

Por “questionamento”, compreende-se a referência à formação do sujeito competente, no sentido de ser capaz de, tomando consciência crítica, formular e

executar projeto próprio de vida no contexto histórico. Não significa apenas criticar, mas, com base na crítica, intervir alternativamente. Inclui a superação da condição de massa de manobra, ou de objeto de projetos alheios (DEMO, 2002, p.10).

Continua Demo:

Por “reconstrução” compreende-se a instrumentação mais competente da cidadania, que é o conhecimento inovador e sempre renovado. Oferece, ao mesmo tempo, a base da consciência crítica e a alavanca da intervenção inovadora, desde que não seja mera reprodução, cópia, imitação. Não precisa ser conhecimento totalmente novo, coisa rara, aliás. Deve, no entanto, ser reconstruído, o que significa dizer que inclui interpretação própria, formulação pessoal, elaboração trabalhada, saber pensar, aprender a aprender (DEMO, 2002, p.11).

A aprendizagem de estilo reconstrutivo faz-se ao se desfazer alguma coisa, no caso o objeto do conhecimento, pois significa superar conceitos. Aprender significados é evoluir idéias como conseqüência da sua interação com a nova informação. Quando se explica ou representa algum material de aprendizagem aos alunos, eles interpretam em função dos seus conhecimentos anteriores.

Defende-se, portanto, a idéia que não se pode centrar a aprendizagem somente no domínio dos conteúdos sem considerar os conhecimentos prévios dos sujeitos. Mas sim, criar condições para que o aluno aprenda a buscar, interpretar e ligar as novas informações oferecidas, possibilitando assim crescentes graus na sua autonomia. É o “aprender a aprender” em ação.

Sublinha-se que o questionamento reconstrutivo é importante para uma aprendizagem significativa, no sentido de atender às exigências dos novos tempos. Isso porque, segundo Valdez (2002), uma nova cultura de aprendizagem está surgindo, decorrente das mudanças sociais ocorridas nos últimos anos e que vê a necessidade de uma aprendizagem contínua.

5.1.2 O papel do professor como mediador

Nas perspectivas teóricas do “educar pela pesquisa”, o papel do professor vem definido como um pesquisador participante do processo, que envolve todos: alunos e professor na intenção de construir e complexificar os novos conhecimentos; e, um agente fomentador que, através do questionamento reconstrutivo, contribui

para a promoção da emancipação do aluno, passando de objeto para sujeito do conhecimento.

A tarefa do professor, para dar início ao processo de pesquisa em sala de aula, em um primeiro momento, é conhecer seu grupo de alunos, saber quem são as pessoas com quem vai trabalhar. Isso pode valorizar os conhecimentos prévios que tenham importância na vida cotidiana deles e contribuir para o processo de pesquisa.

A participação do professor em pesquisa é importante, pois pode estimular o envolvimento dos alunos em sala de aula, como confirma o depoimento do Sujeito C:

Acho que o auxílio que obtive do professor na realização deste trabalho foi bastante intenso. A maneira como o professor conduziu foi importante, pois houve muita participação do professor me ajudando, sempre auxiliando quando necessário. Além disso, o assunto despertou curiosidades.

Nesse depoimento, é possível observar que o aluno sente o envolvimento do professor durante todo o processo de realização da Unidade de Aprendizagem. Entende-se a importância da mediação do professor no desenvolvimento da pesquisa. É ele que, ao fornecer material quando necessário, promove atividades variadas, utilizando-se dos mais diversos artefatos culturais para as diferentes etapas do processo de aprendizagem.

No trabalho de pesquisa, o professor tem também o papel de questionar reconstrutivamente os alunos, várias vezes, em relação ao assunto abordado, para que se abram novas possibilidades de investigações e, por consequência, gerem-se novas argumentações. Nesse sentido, o professor intervém sempre que solicitado.

O questionamento é indicado como fator que favorece a aprendizagem, como se percebe no relato do Sujeito C: “[...] eu sempre tinha o que perguntar, em querer mais informações sobre o assunto e sempre acabava sabendo mais do assunto”. No momento em que o professor, por meio do questionamento, problematiza o conhecimento que é explicitado pelo aluno, está contribuindo para romper com os conhecimentos iniciais, favorecendo a aprendizagem e possibilitando novas previsões sobre o objeto de estudo.

Assim, esses dados atribuem ao professor, no “educar pela pesquisa”, o papel de mediador entre o conhecimento e o aluno. A contribuição do professor

necessária à aprendizagem do sujeito dá-se nessa mediação, na medida em que o professor seja capaz de ajudá-lo a compreender, a dar sentido aos novos conhecimentos. Como também encontra fundamento na Zona de Desenvolvimento Proximal, que vê o ensino como um processo de construção compartilhada de significados.

5.1.3 O papel da linguagem na complexificação do conhecimento

Na perspectiva sócio-cultural, o ser humano conhece pela linguagem (WELLS, 1998). Faz parte do ser humano expressar-se, falar, comunicar-se com seus semelhantes. A linguagem caracteriza os seres humanos e através dela pode-se pensar, refletir e agir.

O surgimento da linguagem e da sua representação por meio de signos, em geral, amplia o conhecimento do mundo. Mas não de forma imediata, pois é preciso percorrer um caminho, durante o qual o aluno tem que reconstruir os conhecimentos que formou acerca desse mundo. Há uma relação estreita entre realidade e linguagem.

Como afirma Moraes (2003), é a linguagem que dá acesso ao real como se percebe. Por meio dela é que se constrói o que se entende por realidade.

Na investigação realizada, nos conhecimentos trabalhados durante as atividades da Unidade de Aprendizagem, observa-se, nas manifestações dos alunos, pela fala e pela escrita, que as possibilidades e delimitações na compreensão e ampliação dos conhecimentos químicos estão vinculados à linguagem. Nota-se que é necessário entendê-la como uma das ferramentas necessárias para que o aluno se comunique e interaja com o meio em que vive, e para fazer a complexificação do seu conhecimento. No entanto, pode representar também obstáculos para o aprendiz. Segundo Moraes:

Envolver-se na fala e na escrita e, até mesmo em processos flexíveis pessoais, pode constituir modo de aprender fundamentado na linguagem. Tanto a fala como a escrita possibilita uma impregnação cada vez mais aprofundada nos discursos focalizados. É esse é envolvimento intenso nos temas que ajuda a encaminhar as reconstruções (MORAES, 2003, p. 42).

A linguagem é também um fator de integração do indivíduo com o seu meio. Assim, através dela, o aluno manifesta os estágios do seu conhecimento.

As linguagens oral e escrita são essenciais para o desenvolvimento da capacidade de se comunicar e, através dessa comunicação, o sujeito avança nas diferentes etapas que envolvem seu aprendizado. As habilidades demonstradas pelos alunos nos atos de falar e escrever possibilitam organizar suas aprendizagens. Entende-se que fala e escrita em sala de aula caminham juntas.

No caso da pesquisa, ao manter a linguagem falada pelos alunos, a classe mostra-se envolvida e interessada, como se observa no depoimento do Sujeito A: “se a linguagem for simples fica mais fácil entender a matéria de Química, eu participo mais da aula e aprender fica fácil...”.

A oralidade é uma das formas de comunicação a que o aluno tem acesso com maior facilidade. O uso da palavra em sala de aula promove o aprendizado. Desse modo, o aluno se envolve num aprendizado com significação.

A análise do depoimento do aluno mostra ainda que, partindo-se da linguagem cotidiana e do senso comum, com a interação de outras vozes, pode-se avançar na complexificação dos conhecimentos químicos. É possível argumentar que a organização das atividades de aula, a partir da linguagem que os alunos conhecem e dominam, possibilita maior significado das aprendizagens em Química.

Na linguagem escrita, o aluno sistematiza o que ouve e o que pensa. A escrita perpassa a oralidade na medida em que as idéias são encaminhadas de uma forma mais intensa. A linguagem escrita qualifica a aprendizagem, pois o aluno é levado a expressar seus pensamentos na forma de palavras, e isso propicia uma reflexão com a formalização do pensamento. Na escrita, o sujeito desenvolve a organização de suas idéias.

Portanto, busca-se o aprimoramento gradativo da escrita na disciplina, no decorrer dos trabalhos. Na seqüência, apresenta-se algumas transcrições de respostas a um questionário aplicado aos alunos, durante a Unidade de Aprendizagem, cujas questões têm por objetivo investigar os conhecimentos sobre a Lei de Lavoisier.

Para isso, foi proposta a seguinte questão, em dois momentos distintos: “O corpo de um animal morto “desaparece” com o tempo. Isso significa perda de matéria e, portanto que a Lei de Lavoisier não é correta?”

Entre os dois momentos, foram desenvolvidas as atividades da Unidade de Aprendizagem. As diferentes respostas dadas à questão, nos dois momentos, fazem acreditar que, através do ato de reescrever, os alunos promovem aprendizagens significativas sobre o tema, com desenvolvimento da linguagem, como é possível observar a seguir:

Resposta do Sujeito A antes das atividades: “Na verdade, ele não desaparece, se decompõe. Serve de alimento para os microorganismos que estão na terra”.

Resposta do Sujeito A depois das atividades: “A Lei de Lavoisier está correta. O corpo do animal morto se decompõe e se transforma em outro tipo de matéria. No corpo do animal tem nutrientes que acabam servindo de adubo para a terra”.

Resposta do Sujeito B antes das atividades: “O corpo do animal desaparece. A matéria se decompõe, ela se modifica passando a fragmentos, adubando o solo”.

Resposta do Sujeito B depois das atividades: “O corpo do animal morto (matéria) não desaparece, se decompõe e se transforma em outras espécies de matéria. Isso não contradiz a Lei de Lavoisier”.

Resposta do Sujeito C antes das atividades: “Quando um animal morre, sua massa não desaparece, entra num processo de decomposição e se mistura ao solo”.

Resposta do Sujeito C depois das atividades: “A Lei de Lavoisier está correta, pois o corpo do animal é decomposto pelas bactérias decompositoras e se mistura ao solo, o que significa que ele é transformado em outros tipos de matéria, e a matéria não é perdida. Na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”.

Pela análise desses textos, pode-se observar as diferenças, mesmo tímidas, mas de uma forma mais concisa e estruturada. Os sujeitos ressaltam a idéia de transformação da matéria não presente anteriormente e buscam estabelecer relações com o conteúdo estudado, citando o enunciado da Lei de Lavoisier para justificar as respostas.

A escrita teve um progresso, das respostas iniciais até suas sucessivas reescritas. Ao acompanhar a evolução dos trabalhos de escrita, fica evidente a possibilidade de um avanço no aprendizado do sujeito, proporcionando novas interpretações para o fenômeno, novas argumentações, e também a relação à sua vida diária. Os alunos demonstram ter conseguido expor suas idéias sem medo de errar e com oportunidade de refletir e de refazer os textos solicitados. Isso está de acordo com o que afirma Moraes:

Para aprender de modo mais efetivo, escrever é preciso. A escrita encaminha aprendizagens mais sistematizadas, qualificadas e autônomas. Nisso a reescrita exerce papel essencial já que, cada re-elaboração de um mesmo enunciado pode ser realizada com maior consciência, clareza e precisão (MORAES, 2003, p.44).

Portanto, defende-se a tese de que para ocorrer aprendizagem significativa para o aluno, na disciplina de Química, a linguagem, em todas as suas formas, adquire papel essencial na expressão dos resultados. A linguagem é a ferramenta diante do objeto do conhecimento.

Assim, ao descrever essa essência da complexificação do conhecimento pelo sujeito, alicerçado no questionamento reconstrutivo, a partir dos achados do estudo, foi clarificada a idéia de que a mediação pelo professor e a linguagem permeiam todo o processo ensino aprendizagem.

5.2 O ALUNO FRENTE AO PROCESSO DE ENSINO E DE APRENDIZAGEM

O objetivo da pesquisa é investigar uma metodologia que privilegie uma aprendizagem significativa para o aluno. Assim, os sujeitos de pesquisa são questionados sobre a sua percepção em relação à aprendizagem, na disciplina de Química, a partir da Unidade de Aprendizagem, procedimento metodológico utilizado. A análise dos resultados desse questionamento gera algumas convicções de como o aluno se apresenta frente à aprendizagem em situação de resistência e de adesão.

5.2.1 Situações em que há resistências ao trabalho proposto

Argüidos sobre o que acreditam ter aprendido na Unidade de Aprendizagem sobre Leis Ponderais, alguns sujeitos revelam sentir-se inseguros a esse respeito. Declaram que nessa experiência não teriam aprendido nada sobre a “matéria”. Argumentam que se sentem mais seguros, quando o professor “passa” a matéria no quadro e o aluno “passa” para o caderno. Essa é uma referência que fazem explicitamente em diferentes momentos, não só verbalmente, mas em depoimentos escritos. Um aluno afirma que: “[...] fazer muitos trabalhos variados não resolve. Melhor é fazer o aluno copiar do quadro a matéria. É melhor para aprender e passar de ano”.

A mudança de abordagem metodológica por parte do professor, por pouca que seja, é vista como uma ameaça a uma situação, que colocam como “chata e difícil”. É o único modo que conhecem como capaz de garantir a aprendizagem e por conseqüência a aprovação. Para Zabala (2002), existe a promoção de uma cultura entre os alunos, na qual prevalece mais a capacidade de superar provas do que a aquisição do saber.

Nesse sentido, percebe-se que a dificuldade maior é romper com a barreira em termos de concepção do aprender, trazida pelos alunos e mesmo pelos professores, o que impede cada um de ser sujeito da própria construção do conhecimento.

Por isso, uma reflexão sobre o sentido do aprender faz-se necessária. A partir dessa percepção, torna-se indispensável uma discussão no ambiente escolar. Na grande maioria das vezes, para muitos professores, o aprender tem missão de instruir. Aprender tem um sentido de aquisição de conteúdos e, para os alunos aprenderem, na escola, significa muito mais “colocar coisa na cabeça”. Segundo Charlot (2000), o inventário das figuras do aprender permite a percepção de que aprender pode ter diferentes representações.

Por essas razões, quando os alunos são questionados sobre o que significa aprender ou quando solicitados a responder sobre o que aprenderam, mesmo considerando o tipo de aprendizagem proposto na Unidade de Aprendizagem, as

respostas podem utilizar diferentes figuras do aprender, dependendo do que isso representa para cada um.

É importante ter em conta que a aprendizagem passa por diferentes processos e seu conceito varia de indivíduo para indivíduo.

5.2.2 Situações em que há adesão ao trabalho proposto

A produção de conhecimento na educação pela pesquisa possibilita a utilização dos mais variados procedimentos metodológicos, que podem ser definidos de acordo com a necessidade do andamento do trabalho de pesquisa.

Assim, as estratégias didáticas, tais como aulas dialogadas, leituras orientadas, análises de textos, construção de instrumentos, aulas experimentais e demonstrativas/ ilustrativas, entre outras, são utilizadas na realização da Unidade de Aprendizagem, visando à aprendizagem significativa.

Nesse sentido, os alunos são questionados sobre a percepção do procedimento metodológico utilizado para “aprender” na disciplina de Química. As respostas que emergem mostram que o tipo de intervenção metodológica trabalhada é envolvente e prazerosa. Possivelmente porque o modo de realização proporciona uma maior interatividade com o objeto de estudo e também com o próprio grupo. Isso pode ser observado no relato do Sujeito F: “[...] realizar tarefas dos mais variados tipos, sempre vale a pena. É sempre um aprendizado satisfatório, nós conseguimos aprender e nos divertir ao mesmo tempo [...]”.

Por sua vez, o Sujeito E afirma que: “[...] a maneira que mais contribui para aprendermos foram os diferentes tipos de aulas, pois ajudam o aluno a interessar-se por assuntos específicos em cada atividade, desperta o interesse em procurar mais informações, saber coisas novas e assim aprender bem mais”.

Esses relatos revelam que os alunos se mostram satisfeitos com o trabalho realizado. A utilização de outros tipos de recursos materiais e técnicas torna-se motivo de grande surpresa. Mas, é necessário vencer a resistência em relação a práticas metodológicas inovadoras, que tentam superar a tradição da escola, onde nela só se trabalha com quadro, giz, caderno e lápis. Deve-se tornar a experiência bastante interessante para os alunos.

A aprendizagem significativa necessita de um caráter dinâmico, que exija ações de ensino direcionadas aos aprendizes, para que eles aprofundem e ampliem os significados elaborados, mediante suas participações nas mais variadas atividades de ensino e aprendizagem.

Nessa concepção, o ensino é um conjunto de atividades diversificadas em torno das quais, o objeto de estudo e a forma metodológica articulam-se inevitavelmente. A aprendizagem significativa relaciona-se à possibilidade dos alunos aprenderem utilizando diferentes meios, mesmo porque o conhecimento não combina com a idéia de atividades seqüenciais de forma linear, e a construção de uma Unidade de Aprendizagem, com sua flexibilidade, propicia tal afirmativa. Sobre isso, afirma Moraes:

[...] a educação pela pesquisa, mesmo que tenha um encaminhamento metódico dos trabalhos, não pode ser expressa em forma de um conjunto linear de procedimentos. Cada vivência de pesquisa em sala de aula terá um encaminhamento. Não há receitas. (MORAES, 2002, p.135).

A partir da execução das mais variadas atividades na investigação realizada, percebe-se que as atitudes dos envolvidos no processo contribuem para o desenvolvimento da criatividade, da responsabilidade e da iniciativa dos mesmos. No desenvolvimento de tais aspectos, esses somam naturalmente para a construção da autonomia dos sujeitos.

Para que algumas atividades sejam realizadas, há a necessidade de busca de soluções, que são evidenciadas quando os alunos dão-se conta de que a escola não dispõe de laboratório para a realização de simples experimentos.

Diante das dificuldades encontradas, verifica-se o envolvimento dos alunos no sentido de transpô-las. Alguns fatos podem ilustrar o empenho do professor e dos alunos no sentido de resolver os problemas que vão surgindo: um grupo consegue uma balança “emprestada” com o pai comerciante de um colega de outra turma; outro grupo, por iniciativa própria desloca-se até a PUC para pesquisar e decidem por construir uma balança, conforme sugestões do pessoal da Faculdade de Química. Além desses fatos, em todos os momentos da Unidade de Aprendizagem, percebe-se um comprometimento em trazer os materiais necessários para a execução das diferentes atividades.

Entende-se que para acontecer uma aprendizagem significativa em Química, deve-se contemplar a adoção de procedimentos metodológicos que oportunizem ao aprendiz, pelo seu envolvimento de forma ativa e criadora, o desenvolvimento de sua autonomia.

Pontua-se que no procedimento metodológico, Unidade de Aprendizagem sobre Leis Ponderais, em que se objetiva um aprendizado mais significativo, as estratégias usadas fortalecem no aluno o interesse, a participação e o prazer em “aprender a aprender”.

5.3 O ALUNO FRENTE AOS CONTEÚDOS SELECIONADOS

Ao tentar verificar o entendimento dos alunos em relação à aprendizagem sobre Leis Ponderais, fica evidente que uma das figuras do aprender está relacionada à adequação dos conteúdos, aos interesses dos alunos. Para o Sujeito B: “[...] aprender é conhecer, é saber utilizar um assunto estudado, quando necessário [...]”.

Depoimento como esse serve para confirmar que a adequação dos conteúdos escolares às expectativas dos alunos faz-se necessária. Isso porque, se os conteúdos não forem selecionados adequadamente, podem promover o desinteresse dos alunos em relação aos mesmos. Há o risco de desmotivação e mesmo rebeldia, como situações em que se depara em sala de aula: “Onde eu vou usar isso, professora? Para que serve isso?”.

A não relação entre os conteúdos químicos explorados em sala de aula e o dia-a-dia dos alunos leva-os a não perceberem porque irão utilizar tais conhecimentos. Se os alunos não constatarem a utilidade dos conteúdos para analisá-los, compreendê-los diante de uma realidade que os cerca, fica a não possibilidade de ocorrer uma aprendizagem significativa na disciplina de Química.

Não se pretende dizer com isso que é a utilidade dos conteúdos que deva prevalecer, porque os critérios que a declaram são variáveis. O ensino de Química tem o papel de contribuir para a formação do cidadão. Por isso, os

conhecimentos químicos são ferramentas que os alunos podem recorrer para resolver os mais variados problemas.

Para Chassot (1995), um ensino de Química com utilidade implica a compreensão de um conhecimento químico mínimo necessário ao desenvolvimento da capacidade de participação, através de uma atitude crítica e transformadora na direção de uma sociedade mais justa. Chassot propõe:

[...] alternativas para um ensino com utilidade onde se busca mostrar uma Educação através da Química que: contribua para a alfabetização científica do cidadão e da cidadã; [...] e assim, facilite a leitura do mundo [...]
(CHASSOT, 1995, p.151).

Reforçando essa mesma idéia, Zabala (2002) afirma que, para os alunos, os conteúdos escolares devem ser apresentados em sua funcionalidade e entendidos como um conteúdo que é necessário conhecer melhor, embora não correspondendo a interesses imediatos, sejam vistos pelo estudante como úteis para ampliar sua capacidade de dar respostas a questões significativas. Além disso, Zabala (2002) também refere que:

A proposta de um ensino vinculado ao conhecimento da realidade em nenhum caso deve ser entendida como “utilitarista”, sendo interpretada como o ensino restrito à aplicabilidade imediata das aprendizagens que se realizam. (ZABALA, 2002, p.37).

Alguns alunos também acreditam que a adequação dos conhecimentos químicos está relacionada à importância e à necessidade de justificá-los no cotidiano, como afirma o Sujeito F: “[...] é saber que o que utilizamos em casa tem Química [...]”. O Sujeito E afirma: “[...] dominar alguns assuntos da Química é importante para serem utilizados no nosso dia-a-dia”.

Assim, precisa-se discutir em sala de aula situações ou problemas presentes na realidade do aluno. No entanto, deve-se considerar que é uma visão ingênua apenas justificar a seleção de conteúdos em função da aplicação imediata no cotidiano. Seria um reducionismo do conhecimento químico ao senso comum. Desse modo, é importante partir do cotidiano, problematizando-o e utilizando-o para construir um pensamento complexo, a partir de um pensamento mais simples, valorizando esse movimento. Sobre isso se refere Zabala: A escola deve facilitar os

meios de todo tipo que possibilitem a transição de um pensamento simples para outro complexo (GARCÍA e MERCHÁN apud ZABALA, 2002, p. 58).

Entende-se, portanto, que os conhecimentos químicos adequados aos interesses dos alunos e vinculados ao cotidiano, podem colaborar para produzir aprendizagens mais significativas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho de Pesquisa foi idealizado com a intenção de investigar de que forma uma proposta metodológica, no caso uma Unidade de Aprendizagem, contribui para uma aprendizagem significativa em Química.

A abordagem fenomenológica é considerada a mais adequada para organizar os dados e emergem das essências os diferentes significados da figura do aprender. Para se alcançar as múltiplas possibilidades que essa proposta metodológica oferece, instrumentos diversificados são utilizados pelos alunos, com a finalidade de produzir aprendizagens significativas.

É uma pesquisa qualitativa, não no sentido de que ela não contenha números ou testagens de hipóteses, mas no sentido de que almeja um salto qualitativo na reelaboração de conhecimentos sobre as aprendizagens significativas. Além disso, empregou procedimentos da pesquisa qualitativa, como a análise textual dos depoimentos. Cada essência é construída a partir da compreensão de como os estudantes evidenciam aprendizagens significativas na disciplina de Química e vem atender ao problema e às questões de pesquisa de forma satisfatória.

Com base nos achados desta investigação, os aspectos mais relevantes são a complexificação do conhecimento pelo sujeito, englobando o papel do professor como mediador e o papel da linguagem; o aluno frente ao processo de ensino e de aprendizagem em situações em que há resistência ou adesão ao trabalho proposto; e o aluno frente aos conteúdos selecionados.

A pesquisa mostra que a mudança na prática metodológica, utilizada em sala de aula, pode favorecer o encontro de aluno e professor com o conhecimento químico. Também mostra uma possibilidade de ensinar e aprender. Constata-se que nessa relação de *ensinar- aprender* ou *aprender- ensinando*, cresce-se junto com os alunos, inventando ou reinventando, construindo ou reconstruindo os conhecimentos.

Infere-se que o aprender é um processo de transformação pessoal e que para compreendê-lo em sua significatividade depende das várias figuras pessoais que cada sujeito tem sobre essa ação, ou seja, cada um faz uma leitura diferente do conhecimento a ser aprendido. Não basta o professor desejar uma aprendizagem

significativa, é preciso saber que, subjacente ao conceito dessa aprendizagem, está o “significado” que ela poderá ter para as pessoas.

Investigar sobre as características de uma proposta metodológica para aprendizagens significativas em Química, é uma idéia que resulta da inquietação como profissional e pessoa. As pessoas são seres inacabados não podem desistir da constante busca do saber, do melhorar, do crescer, do refletir, do conhecer. A vida é, na essência, um eterno aprender.

Nesse sentido, refletir sobre a prática metodológica é um exercício extremamente rico. Os professores têm uma longa prática de ensino, que na maioria das vezes, não está devidamente referenciada teoricamente. São frutos de um emaranhado feixe de teorias ou idéias que estão ligadas ao contexto de uma época, as quais se apresentam difíceis de serem defendidas hoje. Acabam por se constituírem em uma colcha de retalhos, construída ao longo de suas vivências. Argumenta-se no sentido da importância e da necessidade de um embasamento teórico atualizado e sustentável para essa prática, pois essa base fornece elementos para melhor compreender as ações metodológicas em sala de aula.

Uma aprendizagem significativa não pode ser atingida através de um ensino conteudista, livresco e descontextualizado. Necessita de uma nova visão de metodologia que se proponha a uma quebra de paradigma, favorecendo uma inovadora postura do professor na organização de suas aulas. Essa visão deve permitir experienciar propostas metodológicas para a construção do conhecimento pelo sujeito. Contudo, é difícil a quebra e parece interessante ser esse o motivo de uma próxima investigação.

A forma como os alunos constroem seus conceitos de aprender e a forma como isso se reflete na aprendizagem merecem também uma nova abordagem. Por todos esses aspectos perpassa a aprendizagem significativa como um conceito em constante transformação à medida que a realidade muda a cada instante.

Conclui-se essa pesquisa com a convicção de que o professor, que também é aprendiz, é responsável pela busca de novas perspectivas de sua ação pedagógica. A pesquisa também gera a convicção em substituir a atitude de endeusamento da certeza pela possibilidade da dúvida. A dúvida pode apresentar outras possibilidades.

***E o resultado?
Para eles a vida vivida ou sonhada,
Para eles o sonho sonhado ou vivido,
Para eles a média entre o tudo e nada...
Para mim todo o grande, o profundo...
... significado!
(Fernando Pessoa, 1985)***

REFERÊNCIAS

ALVES, Rubem. **Filosofia da Ciência**: Introdução ao Jogo e a suas Regras. São Paulo: Edições Loyola, 2003.

AUSUBEL, D. et al. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARBIERI, Carla Vescovi. **Atividades experimentais de química**: reconstruindo a Argumentação na Educação pela Pesquisa. Porto Alegre: PUCRS, 2004. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática), Faculdade de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2004.

BARREIRO, Cristhianny Bento. Questionamento sistemático: alicerce reconstrução dos conhecimentos. IN: MORAES, Roque, LIMA, V.M.R. (org). **Pesquisa em sala de aula**: tendências para a educação em novos tempos. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002.

BOGDAN, Robert, BIKLEN, Sari. **Investigação Qualitativa em Educação**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BORGES, R.M.R. **Em debate**: cientificidade e educação em ciências. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996.

CANÃL, P., LLEDÓ, A., POZUELOS, F.J., TRAVÉ, G. **Investigar em la escuela**: elementos para uma enseñanza alternativa. Sevilla: Díada, 1997.

CHARLOT, Bernard. **Da relação com o saber**: elementos para uma teoria. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

CHASSOT, Attico. **Para que(m) é útil o nosso ensino de Química?** Porto Alegre: UFRGS, 1994. Tese de Doutorado

_____. **Para que(m) é útil o ensino?** Alternativas para um ensino (de Química) mais crítico. Canoas: Editora da ULBRA, 1995.

DEL PINO, J.C.et al. **Química do cotidiano**: pressupostos teóricos para a elaboração de material didático alternativo. Espaços na Escola 10:47-53, 1993.

DEMO, Pedro. **Conhecer & Aprender**: sabedoria dos limites e desafios. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

_____. **Complexidade e Aprendizagem**: a dinâmica não linear do conhecimento. São Paulo: Atlas, 2002.

_____. **Educar pela Pesquisa**. 5. ed. Campinas: Autores Associados, 2002.

FLAVELL, John H. **A psicologia de desenvolvimento de Jean Piaget**. São Paulo: Pioneira, 1988.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

_____. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 8. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

GALLIAZZI, Maria do Carmo. **Educar pela pesquisa: espaço de transformação e avanço na formação do professor de Ciências**. Porto Alegre: PUCRS, 2000. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2000.

_____. **Educar pela pesquisa: ambiente de formação de professores de ciências**. Ijuí: Unijuí, 2003.

GIORGI, Amadeo. **Phenomenology and Psychological Research**. Pittsburg: Duquesne University Press, 1985.

GRILLO, Marlene. O professor e a docência: o encontro com o aluno. IN: ENRICONE, Délcia (org). **Ser Professor**. 3.ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002.

HARRES, J.B.S. **Concepções sobre a natureza da ciência**. (Tese de doutorado não publicada). ** Porto Alegre: PUCRS. (1999a).

MERLEAU-PONTY, Maurice. **Fenomenologia de la Percepción**. Barcelona: Península, 1975.

MORAES, Roque. Fenomenologia: Uma Introdução. **Educação**. Porto Alegre, Ano XVI, n.24, p.15-24, 1993.

MORAES, Roque (org). **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.

MORAES, Roque, LIMA, V.M.R (org). **Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2002.

MORAES, Roque. Tomando conta do ambiente em que se vive. **Revista da ABRAPEC**, São Paulo, v. 3, n. 3, p. 5, set.-dez. 2003.

_____. **Coletivos de professores e inovações curriculares: rompendo com ordens existentes para criação de novas formas de organização**. 2003. Mímeo

_____. **Da noite ao dia**: tomada de consciência de pressupostos assumidos dentro das pesquisas sociais. 2003.

MORAES, R.; RAMOS, M. G.; GALIAZZI, M. **Pesquisar e aprender em Educação Química**: Alguns pressupostos teóricos. 2004. Mimeo

MORAIS, Regis de. **O que é ensinar**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

MOREIRA, M. A (org); CABALLERO, Concesa (org); RODRIGUEZ, María Luz (org). **Actas del II Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo**. Burgos: Universidad de Burgos, 1997, p.349.

PERRENOUD, P. Construir competências é virar as costas aos saberes? **Pátio Revista Pedagógica**. ARTMED, Ano 3, n. 11, p. 15 a 19, nov. 99/ jan. 2000.

PESSOA, Fernando. **Poesias, seleção e introdução de Cleonice Berardinelli**. 2.ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1985.

RAMOS, M.G. **Os significados da pesquisa na ação docente e a qualidade no ensino**. Educação: Educação e ciência e questões afins. Porto Alegre: EDIPUCRS/Faculdade de Educação, nº 40, abr.2000, p.39-56.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **Introdução a uma ciência pós-moderna**. Rio de Janeiro: Graal,1989.

SILVA, Ezequiel Theodoro. **Os (des)caminhos da Escola**: traumatismos educacionais. 6.ed. São Paulo: Cortez Editora, 2001.

VALDEZ, Maria Teresa Moreno. IN: **Didática e Práticas de Ensino**: Interfaces com diferentes saberes e lugares formativos. Rio de Janeiro: DP&A Editora Goiãna: Editora Alternativa, 2002.

VYGOTSKY, L.S. **A formação Social da Mente**. 6.ed. São Paulo: Martins Fontes Editora, 2003.

_____. **Pensamento e Linguagem**. 3.ed. São Paulo: Martins Fontes Editora, 1993.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

_____. **Enfoque Globalizador e Pensamento Complexo**: uma proposta para o currículo escolar. Porto Alegre: Artmed, 2002.

WELLS, Gordon. **Indagación Dialógica**. Hacia una teoría y una práctica socioculturales de la Educación. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 2001.

ANEXOS

ANEXO 1

UNIDADE DE APRENDIZAGEM SOBRE LEIS PONDERAIS

UNIDADE DE APRENDIZAGEM SOBRE LEIS PONDERAIS

**Professora Carla
Ano 2004**

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	95
JUSTIFICATIVA	96
MAPA CONCEITUAL	97
OBJETIVOS DA UNIDADE DE APRENDIZAGEM	98
ATIVIDADE INTRODUTÓRIA: Identificando os conhecimentos prévios	99
ATIVIDADE 1: Obtendo informações sobre Leis Ponderais	100
ATIVIDADE 2: Prevendo variações nas massa de reagentes e produtos	101
ATIVIDADE 3: Construindo uma balança	103
ATIVIDADE 4: Leis Ponderais	104
ATIVIDADE 5: Exercitando as Leis Ponderais	105
ATIVIDADE 6: A Matemática e a Química: cálculos de proporções	107
ATIVIDADE 7: Fazendo um bolo	109
ATIVIDADE 8: Histórico das Leis Ponderais	110
ATIVIDADE 9: Integrando Química e História	112
ATIVIDADE 10: Atividade Final/Avaliação	113
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114
ANEXOS	115
ANEXO 1 Textos.....	116
ANEXO 2 Questões elaboradas pelos alunos a partir dos textos propostos....	129
ANEXO 3 Categorização das perguntas	132

APRESENTAÇÃO

Esta Unidade de Aprendizagem sobre *Leis Ponderais* é uma proposta metodológica de ações pedagógicas para o trabalho de professores de Química do Ensino Médio. Visa a substituir gradativamente a abordagem tradicional de conteúdos da Química pelo professor.

As Unidades de Aprendizagens, tendo como um dos seus objetivos a confrontação do sujeito com seu próprio conhecimento, buscam, de forma progressiva, uma maior consistência dos questionamentos e da argumentação dos alunos. Isso permite aos mesmos progredirem em seus conceitos e no entendimento da realidade que os cerca.

A Unidade de Aprendizagem desenvolvida destina-se à primeira série, na qual é trabalhada a introdução ao estudo da Química.

A atividade inicial da unidade foi planejada pelo professor, para despertar o interesse do aluno para o tema. Observa-se, também, que a atividade seguinte da Unidade de Aprendizagem foi selecionada pelo professor procurando verificar os conhecimentos prévios dos alunos. Algumas das demais atividades foram elaboradas conjuntamente com os alunos, procurando esclarecer e investigar as dúvidas e necessidades decorrentes do assunto.

Em anexo, são apresentados alguns resultados do trabalho realizado com esta Unidade de Aprendizagem.

JUSTIFICATIVA

O tema abordado, Leis Ponderais, justifica-se pela sua relevância no ensino da Química. São leis experimentais que surgiram em fins do século XVIII e começo do século XIX. A partir delas, as reações químicas puderam ser interpretadas, entendidas e até mesmo previstas.

Das leis surgiram os símbolos, as fórmulas e equações químicas como se escrevem atualmente. Foi a partir dessas leis que a Química realmente adquiriu o caráter de Ciência.

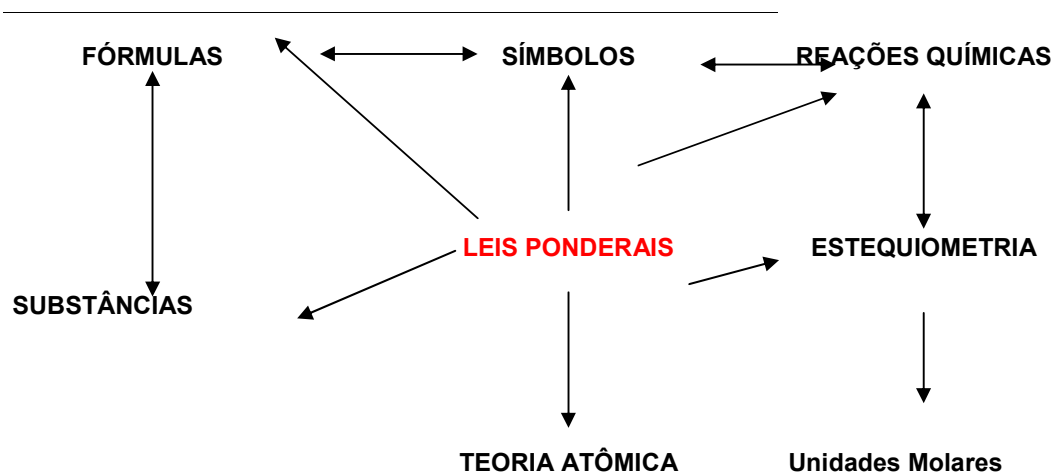
Toda reação química envolve certa quantidade de reagentes que se transforma em outra quantidade de produtos. A determinação da quantidade de reagente consumida e a quantidade de produto que será formada permitem fazer previsões de processos químicos que interessam ao homem como, por exemplo:

- O quanto de matéria-prima uma empresa deve comprar para fabricar seus produtos?
- Qual quantidade de medicamento deve ser ministrada a um paciente?
- Que quantidades de poluentes os diferentes combustíveis lançam na atmosfera?

Enfim, a determinação de tais quantidades permite quantificar e contextualizar os conhecimentos químicos trabalhados, o que contribui para a significância do estudo.

MAPA CONCEITUAL

O mapa conceitual é um recurso de representação ou uma forma de organização dos conhecimentos. Pretende-se, a partir de sua construção abaixo, evidenciar as relações significativas entre os conceitos que podem ser trabalhados na Unidade de Aprendizagem sobre Leis Ponderais.



OBJETIVOS DA UNIDADE DE APRENDIZAGEM

A seguir, serão apresentados os objetivos da Unidade de Aprendizagem:

- compreender e aplicar as Leis Ponderais;
- relacionar as quantidades de reagentes e produtos das reações químicas através das leis ponderais;
- destacar que a regularidade nas reações químicas (conservação de massa e proporção entre elas) se mantém constante;
- enunciar a Lei de Lavoisier;
- enunciar a Lei de Proust;
- mostrar que ao serem conhecidas as leis foram possíveis explicar em nível microscópico aquilo que era observado em nível macroscópico, dando origem à teoria de Dalton;
- justificar através da Teoria de Dalton que toda espécie de matéria é formada por átomos;
- conceituar elemento químico, substância pura;
- representar os elementos químicos através dos símbolos.

ATIVIDADE INTRODUTÓRIA

Identificando os conhecimentos prévios

INTRODUÇÃO:

A atividade inicial da construção desta Unidade de Aprendizagem consiste na aplicação de questões de caráter reflexivo para sensibilização sobre o tema.

Além de sensibilizar para o assunto a ser trabalhado, visa também a identificar os conhecimentos prévios dos alunos.

TEMPO PREVISTO:

01 período

DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE:

As questões abaixo relacionadas devem ser respondidas, individualmente, pelos alunos, a partir de pesquisa bibliográfica:

- 1) No início do século XX, o número de prédios construídos em nosso planeta era muito reduzido. Hoje a quantidade deles é enorme. Seria a massa da Terra atualmente maior do que antes?
- 2) Planta-se uma árvore hoje. Daqui a algum tempo ela irá pesar, por exemplo, 900kg. De onde provém toda essa massa?
- 3) Acende-se uma vela e, após certo tempo, resta apenas um pedaço pequeno. Para onde foi a vela queimada?
- 4) Qual seria a massa de um cafezinho adoçado a partir de 8g de açúcar com 72g de cafezinho amargo?
- 5) Como todos nós sabemos, os óculos são constituídos de duas lentes e uma armação. Suponhamos que a massa de cada lente seja 32g e a da armação, 25g. Portanto, a massa total de um só exemplar completo desse objeto será: $2 \cdot (32g) + 25g = 89g$. Pergunta-se qual a relação entre a massa das lentes e a da armação?

ATIVIDADE 1

Obtendo informações sobre Leis Ponderais

INTRODUÇÃO:

A atividade seguinte consta da realização da leitura de textos pelos alunos. Esses textos são disponibilizados pelo professor (ANEXO 1), a partir de diferentes fontes sobre o assunto Leis Ponderais.

O objetivo da leitura visa à obtenção de maiores informações a respeito do tema e à elaboração do levantamento de questões pelos alunos (ANEXO 2). Tais questões serão discutidas em grande grupo.

Posteriormente, essas mesmas questões serão categorizadas pelo professor (O resultado constitui o ANEXO 3) e, a partir daí, será feita a estruturação das atividades da Unidade de Aprendizagem.

TEMPO PREVISTO:

02 períodos

ATIVIDADE 2

Prevendo variações nas massas de reagentes e produtos

INTRODUÇÃO:

A atividade consiste em uma aula ilustrativa - experimental com o objetivo de prever, nos fatos apresentados, as variações nas quantidades de massas dos reagentes e produtos, enfatizando a regularidade dos dados obtidos.

TEMPO PREVISTO:

01 período

OBJETIVO:

- Evidenciar a partir dos experimentos a regularidade das Leis de Lavoisier e Proust.

QUESTÕES NORTEADORAS:

a) Nos procedimentos 1, 2 e 3 observa-se diferenças nas massas dos objetos analisados?

b) No procedimento 4, calcular a proporção entre a massa do Carbono e do Oxigênio.

PROCEDIMENTOS:

- 1) Pesar um giz inteiro e, depois, quebrá-lo em vários pedaços ou triturando-o até se tornar pó, pesar novamente. Registrar os dados.
- 2) Pesar uma quantidade de palha de aço, após proceder a queima e determinar a massa do material resultante. Registrar os dados.

- 3) Pesar um utensílio escolhido pelo grupo (tijolo, vidro, etc...) e depois cortá-lo em várias partes, pesar novamente.
- 4) Na impossibilidade de demonstrar experimentalmente a Lei de Proust, essa poderá ser representada com a reação química entre o carbono e o oxigênio, produzindo gás carbônico a partir dos dados do quadro abaixo. Discutir os dados.

Carbono + Oxigênio \longrightarrow Gás Carbônico

CARBONO	OXIGÊNIO	GÁS CARBÔNICO
3g	8g	11g
6g	16g	22g
9g	24g	33

MATERIAL:

Balança

Giz

Palha de aço

ATIVIDADE 3

Construindo uma balança

INTRODUÇÃO:

A partir das atividades até aqui realizadas, é sugerida a construção de uma balança por um dos grupos.

A atividade é adequada para introduzir conceitos importantes como medidas. As medidas deverão ser feitas a partir de observações nas diferenças das massas.

Também é solicitado ao grupo que procure materiais que possibilitem a construção de uma balança, ressaltando que a elaboração da mesma seja feita com materiais alternativos.

QUESTÕES NORTEADORAS:

- a) Qual a melhor balança para medir, por exemplo, uma folha de papel?
- b) Qual a melhor balança para medir a massa de uma formiga?
- c) Qual a escolha ideal de uma unidade para cada balança?

TEMPO PREVISTO:

02 períodos

MATERIAL:

A critério do grupo

ATIVIDADE 4

Leis Ponderais

INTRODUÇÃO:

A atividade seguinte consiste em uma aula expositivo-dialogada sobre Leis Ponderais. Tem por objetivo apresentar, discutir e contemplar todos os conceitos envolvidos no estudo das Leis Ponderais.

Nessa aula o professor apresentará de forma sistemática os conceitos químicos procurando destacar as regularidades nas Leis de Lavoisier e Proust, a partir dos fenômenos, experimentos e observações realizadas nas atividades anteriores.

É interessante mostrar ao aluno, por meio de exemplos, durante as reações químicas, que as massas se conservam, a proporção entre elas se mantém constante e, também como surgiu a necessidade de explicar em nível microscópico o que era observado a nível macroscópico a partir das Leis enunciadas anteriormente.

TEMPO PREVISTO:

04 períodos

MATERIAL:

Será fornecido pelo professor folhas xerocadas sobre os conhecimentos químicos trabalhados e também livro texto de Química

ATIVIDADE 5

Exercitando as Leis Ponderais

INTRODUÇÃO:

Em decorrência da atividade anterior, sugere-se a realização de uma aula com exercícios de fixação, exercícios complementares e exercícios de aplicação dos conhecimentos químicos das Leis Ponderais.

O objetivo desta atividade é a verificação do nível de compreensão dos conhecimentos químicos construídos pelo aluno.

TEMPO PREVISTO:

02 períodos

MATERIAL:

Lista de exercícios fornecidas pelo professor.

Exemplos:

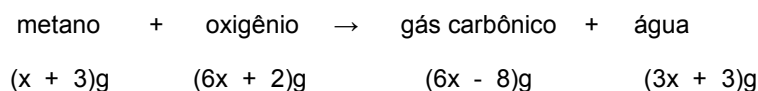
1. Qualquer que seja a procedência ou processo de preparação do NaCl, pode-se afirmar que a sua composição em peso é de 39,32% de Na e 60,68% de Cl com base na:

- a) Lei de Proust
- b) Lei de Dalton
- c) Lei de Gay-Lussac
- d) Lei de Lavoisier

2. A reação entre 23g de álcool etílico e 48g de oxigênio produziu 27g de água, ao lado de gás carbônico. A massa de gás carbônico obtida foi de:

- a) 44g.
- b) 22g.
- c) 61g.
- d) 88g.
- e) 18g.

3. Dado o fenômeno abaixo:



Podemos afirmar que:

- a) Estão reagindo 5g de metano com 32g de oxigênio.
- b) A massa de água produzida é de 33g.
- c) São obtidos 38g de gás carbônico.
- d) O oxigênio usado pesa 32g.
- e) A massa total dos reagentes é de 15g.

PROCEDIMENTOS:

Cada aluno deverá solucionar, individualmente, os exercícios propostos, recorrendo ao seu material de apoio (livros, apontamentos pessoais, material xerocado fornecido pelo professor na atividade anterior).

ATIVIDADE 6

A Matemática e a Química: cálculos de proporções

INTRODUÇÃO:

Em decorrência da atividade anterior, e dependendo da necessidade apresentada pela turma, sugere-se uma aula com abordagem de cálculos matemáticos.

O estudo das Leis Ponderais suscita a necessidade da Matemática como ferramenta para a resolução dos exercícios propostos. Para exemplificar, quando se trabalham as Leis das Combinações, especificamente a Lei de Proust, é surpreendente a capacidade de que os alunos têm para efetuar operações de proporções, a partir de suas próprias experiências e da necessidade de resolver problemas práticos. Provavelmente, porque são importantes para a sua sobrevivência. Têm um significado claro, porque resolvem problemas concretos. Contudo, o mais surpreendente é que têm dificuldades para resolvê-los, quando apresentados com a linguagem química.

Daí a necessidade de estudar e rever essa ferramenta matemática, pois, os cálculos químicos baseiam-se em relações de proporcionalidade. Conhecendo-se as proporções entre os reagentes e os produtos de uma reação química, podemos saber quanto precisaremos de cada reagente para formar uma determinada quantidade de produto.

TEMPO PREVISTO

01 período

MATERIAL:

Lista de exercícios elaborada a partir das dúvidas matemáticas apresentadas pelo grupo.

ATIVIDADE 7

Fazendo um bolo

INTRODUÇÃO:

A atividade consiste em uma aula prática-experimental, na qual, a partir da receita de um bolo, tenta-se comprovar a Lei de Lavoisier. Procura-se enfatizar, diante da expectativa dos possíveis resultados, a diferença nos dados obtidos. Pede-se aos alunos para buscarem explicações que justifiquem tais diferenças (como por exemplo: evaporação da água, liberação de gás carbônico, etc.).

TEMPO PREVISTO

02 períodos

MATERIAL:

Ingredientes para um bolo (farinha, ovos, leite, açúcar, fermento)

Balança

PROCEDIMENTOS:

Em sala de aula, cada grupo é responsável pela preparação de um bolo, anotando as quantidades de ingredientes utilizados e fazendo as possíveis previsões de massas a serem obtidas.

A escola deve dispor de um refeitório equipado com forno/fogão.

ATIVIDADE 8

Histórico das Leis Ponderais

INTRODUÇÃO:

A atividade consiste em uma pesquisa bibliográfica sobre o histórico das Leis Ponderais.

OBJETIVOS:

- Desenvolver o hábito da pesquisa junto à biblioteca;
- Estimular o hábito da leitura;
- Adquirir habilidade de sintetizar os assuntos pesquisados em textos interpretativos com idéias-chaves.

TEMPO PREVISTO:

04 períodos

PROCEDIMENTOS:

É solicitado aos alunos que tragam para a aula material bibliográfico como revistas, livros, textos e outros que abordem o assunto sobre as Leis Ponderais.

Os alunos reúnem-se em grupos de quatro componentes e a partir do material solicitado, devem proceder à leitura dos mesmos. Após devem selecionar os tópicos históricos que julgarem de maior relevância. O resultado dessa seleção é a construção de um texto interpretativo do assunto. O texto deverá ser apresentado ao grande grupo na forma de cartazes.

MATERIAL:

Materiais bibliográficos diversos trazidos pelo grupo

Materiais bibliográficos disponibilizado pelo professor

Material para confecção dos cartazes (cartolina, canetas,etc...)

ATIVIDADE 9

Integrando Química e História

INTRODUÇÃO:

Em decorrência da atividade anterior (produção de textos interpretativos) surge a necessidade da discussão sobre o assunto, com ênfase para os aspectos históricos e políticos da época relacionados com as Leis Ponderais.

OBJETIVO:

- Proporcionar a integração dos conhecimentos de História e Química;
- Relacionar os fatos históricos-políticos da época das Leis Ponderais com os fatos recentes;
- Compreender a natureza multidisciplinar dos conhecimentos nas aulas de Química.

PROCEDIMENTOS:

Os alunos, partindo dos materiais produzidos na atividade anterior, devem sublinhar fatos históricos relevantes e relacioná-los aos fatos políticos atuais.

Após, a turma deve ser organizada de forma a promover um debate. Isso possibilita aos alunos exporem suas opiniões e estimula-os a um posicionamento crítico sobre as questões políticas atuais.

TEMPO PREVISTO:

02 períodos

ATIVIDADE 10

Atividade Final

INTRODUÇÃO:

A atividade final da Unidade de Aprendizagem consiste na (re)aplicação das questões propostas na atividade introdutória.

Ao retomar essas questões, pretende-se atender às seguintes necessidades:

1º) a avaliação, como exigência da escola, de forma a satisfazer aos aspectos legais, expressa por resultados numéricos;

2º) verificar o nível de complexificação das respostas dadas pelos alunos, na tentativa de responder às questões de pesquisa.

Ressalva-se que, durante todo o processo de construção da Unidade de Aprendizagem, os alunos são avaliados por meio de suas participações nas diferentes atividades propostas, apontadas em um diário de classe..

A avaliação em uma Unidade de Aprendizagem faz-se de forma constante, pois é necessário manter coerência com o processo. Cada aluno é observado no sentido de seu crescimento, através das suas produções orais e escritas, bem como da participação em debates e discussões dos resultados.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, Geraldo Camargo & SOUZA, Celso Lopes. **Química**: de olho no mundo do trabalho. São Paulo: Editora Scipione, 2003.

CISCATO, Carlos Alberto Mattoso & BELTRAN, Nelson Orlando. **QUÍMICA**. São Paulo: Editora Cortez, 1995.

FELTRE, Ricardo. **Fundamentos da Química**. São Paulo: Editora Moderna, 1998.

NETTO, Carmo Gallo. **Química**: da teoria à realidade. São Paulo: Editora Scipione, 1995.

RAMANOSKY, Marcelo & Benabou, Elias Joseph. **Química**. São Paulo: Editora Atual, 2003.

SITE: Disponível em <<http://www.quimicaonline.com.br>> Acesso em 13 mar. 2004.

ANEXOS DA UNIDADE DE APRENDIZAGEM

**ANEXO 1
TEXTOS**

TEXTO 1

LEIS PONDERAIS

LAVOISIER E PROUST²

Certamente você já apreciou sua mãe, na cozinha, fazendo um bolo ou, ao menos, apreciou o bolo dela. Independentemente de ela saber fazer o bolo "decor", ou não, ela segue sempre uma receita. Tomemos para análise algumas destas receitas:

Receita nº1

- Misture 3/4 xícara de manteiga com 1,5 xícaras de açúcar.
- Adicione batendo as gemas de 3 ovos.
- Peneire juntos 2,5 xícaras de farinha de trigo, 4,5 colheres de chá de fermento em pó e 3/4 colheres de chá de sal.
- Adicione os ingredientes secos à primeira mistura, alternando-as com duas xícaras de leite.
- Junte as claras de 3 ovos em neve.
- Adicione uma colher de chá de essência de baunilha, 1/2 colher de chá de essência de amêndoas.
- Asse em duas formas rasas e forno regular.
- Deixe esfriar e cubra com glacê de chocolate.

Receita nº2

- 3 xícaras de farinha de trigo, 4,5 colheres de chá de fermento em pó, 1/2 colher de chá de sal, 1 xícara de manteiga, 2 xícaras de açúcar, 4 ovos, 1 xícara de leite e 1 colher de chá de baunilha.
- Bata a manteiga em creme, juntando, aos poucos, o açúcar e as gemas.
- Adicione, alternadamente, o leite e os ingredientes secos e bata bem.
- Misture suavemente a baunilha e as claras bem batidas.
- Asse o bolo em duas formas forradas em papel.
- Recheie o bolo com o seguinte creme: junte às duas xícaras de leite, 2 pacotes de pudim de chocolate, 2 colheres de chá de cremor de tártaro (substitui o fermento em pó, tornando mais leve a massa), uma colher de chá de sal e 4 xícaras de açúcar.
- Deixe ferver até que uma pequena quantidade jogada em água fria forme uma bolinha consistente.
- Retire a mistura do fogo e deixe-a esfriar.
- Acrescente-lhe, batendo constantemente, 4 gemas, 1 xícara (200g) de manteiga e 1/4 de xícara de água fria.
- Ferva mais um minuto e deixe esfriar até ficar em ponto de espalhar.

² **Fonte:** Disponível em <<http://química.feus.br/graduação/edm431e2/vinicius/ponderais/html>>

O que se entende, neste sentido, por uma colher rasa de fermento? E uma colher "bem cheia" de óleo? Uma xícara de manteiga? Ou ainda, 1/2 colher de essência de limão?

Na receita nº 2, propõe-se que uma xícara cheia de manteiga deva corresponder a 200g deste ingrediente. Na terceira receita, várias correspondências são feitas. Na última receita, a linguagem de xícaras e colheres de chá está praticamente abandonada. Desta forma, verifica-se a substituição de uma linguagem usual por uma outra linguagem mais precisa - a de informar a quantidade de ingrediente através de sua massa.

Assim, para 150g de manteiga, usam-se 225g de açúcar de confeito, 3 ovos (200g), farinha de trigo (300g), estabelecendo uma proporção entre os materiais envolvidos na confecção do bolo.

Da mesma forma, uma reação química envolve um argumento quantitativo, estabelecendo uma proporção entre as substâncias envolvidas na reação.

Detenhamo-nos, por um momento, na receita nº 4. As massas das matérias-primas utilizadas na execução do bolo (8 ovos = 530g), perfazem um total de 1680g. Estando pronto para ser degustado, que massa de bolo você esperaria obter se o pesasse?

[Exatamente igual a 1680g?](#)

[Menor que 1680g?](#)

[Maior que 1680g?](#)

Se quisermos, tomando a receita nº 4, fazer um bolo de, praticamente, 5kg, que adaptações devem ser feitas à receita?

REAÇÕES QUÍMICAS

Dizemos que uma transformação ocorreu, quando evidências ou sinais de modificações são constatadas sobre aquela porção do universo que está em estudo. Em última análise, uma transformação é evidenciada pelas diferenças entre os estados inicial e final de um sistema.

Às transformações desta ordem dá-se o nome de reações químicas.

Algumas vezes, as evidências da ocorrência de uma reação química podem ser facilmente notadas: mudança de coloração, desprendimento de gás, produção ou absorção de energia (calor, luz, som), formação de precipitado. Outras vezes as evidências podem não ser tão claras.

Assim, o processo de fazer um bolo envolve uma, senão várias, reações químicas.

De um modo geral, em uma reação química, determinadas substâncias - geralmente intituladas reagentes - são consumidas em favor do surgimento de outras - os produtos da reação.

A precisão de uma medida está relacionada com a reprodutibilidade dos resultados. Assim, se repetidas vezes, um ensaio for executado e os resultados forem próximos, dentro de uma faixa de desvio tolerável, podemos dizer que as medidas são precisas.

Quando se fala em medidas, tendo por base, os parâmetros xícara, colher, pode parecer muito prático, mas uma xícara "tipo A" não necessariamente armazena o mesmo conteúdo que uma xícara "tipo B".

Quer-se dizer que a medida de uma xícara é algo muito vago. Como um ovo-de-codorna é um ovo!

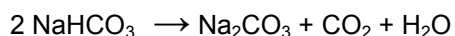
Evidentemente que, pequenas variações na quantidade de farinha de trigo, por culpa de uma xícara ligeiramente maior ou menor, não irão fornecer problemas na confecção de um bolo, a ponto deste mudar radicalmente suas características.

No entanto, estas pequenas variações devem ser significativas na confecção de um medicamento, por exemplo.

O FERMENTO

O fermento biológico consiste em microorganismos que, através do processo de fermentação, libera gás carbônico (CO₂) dentro da massa, tornando-a mais macia e volumosa.

Resultado análogo pode ser obtido utilizando-se bicarbonato de sódio (NaHCO₃ - muito usado na fabricação de pães e bolos), que se decompõe, fornecendo gás carbônico.



Em tempo: em um bolo dietético, por não levar açúcar, é adicionado o dobro (em média) do fermento utilizado em bolos convencionais, a fim de compensar a ausência da fermentação ocasionada pelo açúcar.

LEI DE LAVOISIER

Os trabalhos de Lavoisier, ao final do século XVIII, determinaram o início da Química moderna.

Preocupado em utilizar métodos quantitativos, Lavoisier tinha, na balança, um de seus principais instrumentos, em atividades experimentais.

A partir da decomposição térmica do óxido de mercúrio (vermelho),



em sistema fechado, Lavoisier pôde verificar que a massa de um sistema, durante uma transformação química, permanece constante. Através de seus trabalhos, pôde enunciar uma lei que ficou conhecida como Lei da Conservação das ou Massas Lei de Lavoisier:

"Numa reação química que ocorre em sistema fechado, a massa total antes da reação é igual à massa total após a reação".

ou, filosoficamente falando,

"Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma".

O que hoje pode parecer evidente, nem sempre o foi. As experiências anteriores a Lavoisier mostravam que, nem sempre, a massa se conserva. Queimando-se magnésio, cientistas anteriores a Lavoisier, observaram um aumento de massa, enquanto que, queimando enxofre, notavam uma perda de massa.

Coube a Lavoisier, percebendo que os ensaios deveriam ser feitos em sistemas fechados, esclarecer que as diferenças de massas eram devidas à absorção ou liberação de gases durante as reações.

LEI DE PROUST

Através de análises quantitativas de inúmeras substâncias, obtidas por diferentes processos e, originárias de diferentes fontes, Proust verificou que uma mesma substância tinha sempre a mesma composição, dos pontos de vista qualitativo e quantitativo.

Desta forma, se tomarmos cloreto de sódio (NaCl), por exemplo, produzido em laboratório, extraído da água do mar ou, ainda, extraído de jazidas da crosta terrestre, verificamos tratar-se do mesmo NaCl, isto é, a composição química é a mesma, qualitativa e quantitativamente, independentemente de sua origem. Da mesma maneira, 100g de água sempre contem 11,11g de hidrogênio e 88,89g de oxigênio.

Assim, a Lei de Proust ou Lei das Proporções Constantes pode ser enunciada:

"Uma determinada substância pura, qualquer que seja sua origem, apresenta sempre a mesma composição em massa".

Se uma substância tiver composição fixa, ela poderá, então, ser representada por uma fórmula química.

A Lei de Proust pode ser estendida a qualquer reação química:

"Numa mesma reação química, há uma relação constante entre as massas das substâncias participantes".

Com a publicação, em 1789, dos Elementos de Química de Lavoisier, a ciência química rompeu suas últimas amarras com o passado alquimista, assumindo uma forma moderna. Lavoisier insistiu na importância dos métodos quantitativos da pesquisa em Química e, a esse respeito, introduziu o princípio da conservação da matéria, segundo o qual nada se perdia nem se criava no transcurso das reações químicas, sendo o peso dos produtos igual ao peso dos materiais de partida. Também ressuscitou a idéia de Boyle de que os elementos químicos não passavam de substâncias que não podiam ser decompostas em algo mais simples por meios químicos - os elementos, dizia Lavoisier, eram "os materiais aos quais, de fato, havia levado a análise química - estabelecendo, em seguida, uma lista de uns vinte e três elementos autênticos conhecidos por ele.

O novo ponto de vista de Lavoisier levou à elaboração de diversas leis empíricas na ciência química. A primeira delas foi a lei das proporções equivalentes, formulada em 1791 por Jeremiah Richter (1762 - 1807), um químico das minas de Breslau e da fábrica de porcelana de Berlim. Richter era um discípulo do filósofo Immanuel Kant e, como seu mestre, pensava que as ciências físicas eram todas elas ramos das matemáticas aplicadas.

Depois da descoberta da lei das proporções equivalentes, foram confeccionadas tabelas de pesos equivalentes que mostravam a quantidade relativa de elementos químicos que teriam que se combinar entre si.

O francês Proust (1755-1826), professor de Química em Madrid, propôs, em 1789, uma segunda lei, a das composições constantes. Achou que, independentemente do método de obtenção, num composto a proporção dos pesos dos elementos que continha era sempre a mesma, sendo essa proporção a dos pesos equivalentes dos elementos. O valor dessa lei foi objeto de polêmica durante alguns anos com Berthollet (1748-1822), professor de Química na Escola Politécnica, que opinava que a composição dos compostos químicos era infinitamente variável e não fixa.

As pesquisas de Berthollet anteciparam algumas descobertas realizadas pelos físico-químicos durante os anos 60 do século passado. Assinalou que algumas reações químicas eram reversíveis, enquanto que em outras reações os produtos dependiam das quantidades iniciais dos reagentes empregados, bem como da solubilidade ou volatilidade relativa dos reagentes e produtos. Desses casos, Berthollet concluía que a composição de um composto variava gradualmente no transcorrer de uma reação. Entretanto, Proust conseguiu mostrar que o que variava no transcurso da reação era a quantidade do composto e não sua composição, e que, além disso, os compostos de composição indefinida de Berthollet eram, na realidade, misturas. De fato Proust foi o primeiro que distinguiu claramente as misturas dos compostos, sendo separáveis os componentes das primeiras por meios físicos, enquanto que os dois últimos só o eram por meios químicos.

As referidas leis permitiram aos químicos caracterizar novos compostos e novos elementos, conduzindo também à teoria atômica que explicavam por que se cumpriam essas leis da natureza.

TEXTO 2

REAÇÕES QUÍMICAS³

A queima de uma vela, a obtenção de álcool etílico a partir de açúcar e o enferrujamento de um pedaço de ferro são exemplos de transformações onde são formadas substâncias com propriedades diferentes das substâncias que interagem. Tais transformações são chamadas reações químicas. As substâncias que interagem são chamadas reagentes e as formadas, produtos.

No final do século XVIII, estudos experimentais levaram os cientistas da época a concluir que as reações químicas obedecem a certas leis. Estas leis são de dois tipos:

- **leis ponderais:** tratam das relações entre as massas de reagentes e produtos que participam de uma reação;
- **leis volumétricas:** tratam das relações entre volumes de gases que reagem e são formados numa reação.

1) LEIS PONDERAIS DAS REAÇÕES QUÍMICAS**Lei da conservação das massas (lei de Lavoisier)**

Esta lei foi elaborada, em 1774, pelo químico francês Antome Laurent Lavoisier. Os estudos experimentais realizados por Lavoisier levaram-no a concluir que numa reação química, que se processa num sistema fechado, a soma das massas dos reagentes é igual à soma das massas dos produtos:

$$m_{(\text{reagentes})} = m_{(\text{produtos})}$$

Assim, por exemplo, quando 2 gramas de hidrogênio reagem com 16 gramas de oxigênio verifica-se a formação de 18 gramas de água; quando 12 gramas de carbono reagem com 32 gramas de oxigênio ocorre a formação de 44 gramas de gás carbônico.

Lei das proporções constantes (lei de Proust)

Esta lei foi elaborada, em 1797, pelo químico Joseph Louis Proust. Ele verificou que as massas dos reagentes e as massas dos produtos que participam de uma reação química obedecem sempre a uma proporção constante. Esta proporção é característica de cada reação e independente da quantidade das substâncias que são colocadas para reagir. Assim, para a reação entre hidrogênio e oxigênio formando água, os seguintes valores experimentais podem ser obtidos:

³ **Fonte:** Disponível em <<http://members.tripod.com/~netopedia/quimic/reacoes.htm>>

Experimento	hidrogênio (g)	oxigênio (g)	água (g)
I	10	80	90
II	2	16	18
III	1	8	9
IV	0,4	3,2	3,6

Observe que:

- para cada reação, a massa do produto é igual à massa dos reagentes, o que concorda com a lei de Lavoisier;
- as massas dos reagentes e do produto que participam das reações são diferentes, mas as relações massa de oxigênio/massa de hidrogênio, massa de água/massa de hidrogênio e massa de água/massa de oxigênio são sempre constantes.

Experimento	m oxigênio/ m hidrogênio	m água/ m hidrogênio	m água/ m oxigênio
I	$8/10 = 8$	$90/10 = 9$	$90/80 = 1,125$
II	$16/2 = 8$	$18/2 = 9$	$18/16 = 1,125$
III	$8/1 = 8$	$9/1 = 9$	$9/8 = 1,125$
IV	$3,2/0,4 = 8$	$3,6/0,4 = 9$	$3,6/3,2 = 1,125$

No caso das reações de síntese, isto é, aquelas que originam uma substância, a partir de seus elementos constituintes, o enunciado da lei de Proust pode ser o seguinte;

Lei de Proust: A proporção, em massa, dos elementos que participam da composição de uma substância é sempre constante e independe do processo químico pelo qual a substância é obtida.

As leis ponderais e a teoria atômica de Dalton

Na tentativa de explicar as leis de Lavoisier e Proust, em 1803, Dalton elaborou uma teoria atômica, cujo postulado fundamental era que a matéria deveria ser formada por entidades extremamente pequenas chamadas átomos. Estes seriam indestrutíveis e intransformáveis. A partir dessa idéia, Dalton conseguiu explicar as leis de Lavoisier e Proust:

Lei de Lavoisier: Numa reação química a massa se conserva porque não ocorre criação nem destruição de átomos. Os átomos são conservados, eles apenas se rearranjam. Os agregados atômicos dos reagentes são desfeitos e novos agregados atômicos são formados.

Equações químicas

Os químicos utilizam expressões, chamadas equações químicas, para representar as reações químicas.

Para se escrever uma equação química é necessário:

- saber quais substâncias são consumidas (reagentes) e quais são formadas (produtos);
- conhecer as fórmulas dos reagentes e dos produtos;
- escrever a equação sempre da seguinte forma: **reagentes => produtos**

Quando mais de um reagente, ou mais de um produto, participarem da reação, as fórmulas das substâncias serão separadas pelo sinal "+".

- se for preciso, colocar números, chamados coeficientes estequiométricos, antes das fórmulas das substâncias de forma que a equação indique a conservação dos átomos. Esse procedimento é chamado balanceamento ou acerto de coeficientes de uma equação. Utilizando as regras acima para representar a formação da água temos:
- reagentes: hidrogênio e oxigênio;
produto: água.
- fórmulas das substâncias:
hidrogênio: H_2 ; oxigênio: O_2 ; água: H_2O .
- equação: $H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$.
- acerto dos coeficientes: a expressão acima indica que uma molécula de hidrogênio (formada por dois átomos) reage com uma molécula de oxigênio (formada por dois átomos) para formar uma molécula de água (formada por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio). Vemos, portanto, que a expressão contraria a lei da conservação dos átomos (lei da conservação das massas), pois antes da reação existiam dois átomos de oxigênio e, terminada a reação, existe apenas um. No entanto, se ocorresse o desaparecimento de algum tipo de átomo a massa dos reagentes deveria ser diferente da massa dos produtos, o que não é verificado experimentalmente.

Como dois átomos de oxigênio (na forma de molécula O_2) interagem, é lógico supor que duas moléculas de água sejam formadas. Mas como duas moléculas de água são formadas por quatro átomos de hidrogênio, serão necessárias duas moléculas de hidrogênio para fornecer essa quantidade de átomos. Assim sendo, o menor número de moléculas de cada substância que deve participar da reação é: hidrogênio, duas moléculas; oxigênio, uma molécula; água, duas moléculas.

A equação química que representa a reação é: $2 H_2 + O_2 \rightarrow 2 H_2O$
(que é lida da seguinte maneira: duas moléculas de hidrogênio reagem com uma molécula de oxigênio para formar duas moléculas de água).

2) LEI VOLUMÉTRICA DAS REAÇÕES QUÍMICAS

Estudos realizados por Gay-Lussac levaram-no, em 1808, a concluir:

Lei de Gay-Lussac: Os volumes de gases que participam de uma reação química, medidos nas mesmas condições de pressão e temperatura, guardam entre si uma relação constante que pode ser expressa através de números inteiros.

Assim, por exemplo, na preparação de dois litros de vapor d'água devem ser utilizados dois litros de hidrogênio e um litro de oxigênio, desde que os gases estejam submetidos às mesmas condições de pressão e temperatura. A relação entre os volumes dos gases que participam do processo será sempre: 2 volumes de hidrogênio; 1 volume de oxigênio; 2 volumes de vapor d'água. A tabela a seguir mostra diferentes volumes dos gases que podem participar desta reação.

hidrogênio	+	oxigênio	=>	Vapor d'água
20 cm ³		10 cm ³		20 cm ³
180 dm ³		90 dm ³		180 dm ³
82 mL		41 mL		82 mL
126 L		63 L		126 L

Observe que nesta reação o volume do produto (vapor d'água) é menor do que a soma dos volumes dos reagentes (hidrogênio e oxigênio). Esta é uma reação que ocorre com contração de volume, isto é, o volume dos produtos é menor que o volume dos reagentes. Existem reações entre gases que ocorrem com expansão de volume, isto é, o volume dos produtos é maior que o volume dos reagentes, como por exemplo na decomposição do gás amônia:

amônia	=>	hidrogênio	+	nitrogênio
2 volumes		3 volumes		1 volume

Em outras reações gasosas o volume se conserva, isto é, os volumes dos reagentes e produtos são iguais. E o que acontece, por exemplo, na síntese de cloreto de hidrogênio:

Hidrogênio	+	cloro	=>	cloreto de hidrogênio
1 volume		1 volume		2 volumes

Hipótese de Avogadro

Em 1811, na tentativa de explicar a lei volumétrica de Gay-Lussac, Amadeo Avogadro propôs que amostras de gases diferentes, ocupando o mesmo volume e submetidas às mesmas condições de pressão e temperatura, são formadas pelo mesmo número de moléculas.

Tomando-se como exemplo a formação de vapor d'água (todos os gases submetidos às mesmas condições de pressão e temperatura) temos:

	hidrogênio	+	oxigênio	=>	vapor d'água

Dados experimentais	2 volumes		1 volumes		2 volumes
Hipótese de Avogadro	2a moléculas		a moléculas		2a moléculas
Dividindo por a	2 moléculas		1 molécula		2 moléculas

Ou seja, a relação entre os volumes dos gases que reagem e que são formados numa reação é a mesma relação entre o número de moléculas participantes.

A hipótese de Avogadro também permitiu a previsão das fórmulas moleculares de algumas substâncias. E o que foi feito, por exemplo, para a substância oxigênio. Como uma molécula de oxigênio, ao reagir com hidrogênio para formar água, produz o dobro de moléculas de água, é necessário que ela se divida em duas partes iguais. Portanto, é de se esperar que ela seja formada por um número par de átomos. Por simplicidade, Avogadro admitiu que a molécula de oxigênio deveria ser formada por dois átomos.

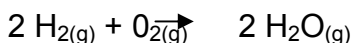
Raciocinando de maneira semelhante ele propôs que a molécula de hidrogênio deveria ser diatômica e a de água triatômica, formada por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio.

Estas suposições a respeito da constituição das moléculas de água, oxigênio e hidrogênio concordam com as observações experimentais acerca dos volumes dessas substâncias que participam da reação.

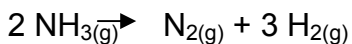
Atualmente, sabe-se que a hipótese levantada por Avogadro é verdadeira, mas, por razões históricas, sua proposição ainda é chamada de hipótese.

Outra decorrência da hipótese de Avogadro é que os coeficientes estequiométricos das equações que representam reações entre gases, além de indicar a proporção entre o número de moléculas que reage, indica, também, a proporção entre os volumes das substâncias gasosas que participam do processo, desde que medidas nas mesmas condições de pressão e temperatura. Podemos exemplificar este fato com as equações das reações descritas anteriormente:

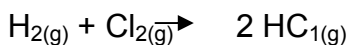
- síntese de vapor d'água:



- decomposição da amônia:



- síntese de cloreto de hidrogênio:



ANEXO 2

**QUESTÕES ELABORADAS PELOS ALUNOS A PARTIR DOS
TEXTOS PROPOSTOS**

As questões a seguir foram elaboradas por grupos de quatro alunos de uma turma de 1ª série do Ensino Médio e estão descritas na forma original.

Levantamento de Questões:

- 1) Quem foi Lavoisier?
- 2) Como se tem certeza desta afirmação: “Na natureza nada se perde, nada se cria tudo se transforma”?
- 3) Qual o ano da descoberta da Lei de Lavoisier?
- 4) Porque a massa do bolo não é a mesma dos ingredientes?
- 5) Por que devemos estudar as Leis Ponderais?
- 6) Qual o impacto dessas leis na Química?
- 7) Lavoisier sabia que estava revolucionando a Química?
- 8) Como surgiu a Lei de Proust?
- 9) Quais são as fórmulas das substâncias que usamos para fazer um bolo?
- 10) Quais os símbolos dos elementos químicos usados para fazer um bolo?
- 11) Que benefícios essas leis trazem para a Química?
- 12) Qual a diferença entre o enunciado científico e o enunciado popular?
- 13) Como posso utilizar essas leis no dia-a-dia?
- 14) Por que o bolo perde peso depois de pronto?
- 15) A Lei de Lavoisier quis afirmar que nada se cria, então como as coisas se originam?
- 16) A Lei de Proust diz que as proporções entre as substâncias são constantes e a Lei de Lavoisier diz que as massas se somam. Qual a diferença entre as leis?
- 17) Lavoisier estudou muito para ser um cientista, ou já se interessava pela Ciência desde jovem?

- 18) O que são reagentes?
- 19) O que são produtos?
- 20) Qual a diferença entre massa e peso?
- 21) Por que a água do rio e a água da torneira apresentam a mesma proporção entre seus componentes?
- 22) Como se mede massa?
- 23) Como funciona uma balança?
- 24) Por que Lavoisier foi guilhotinado?
- 25) Por que as massas das reações dobram, triplicam?
- 26) O que é proporção?
- 27) O que é combustão?
- 28) Por que uma substância tem sempre a mesma composição qualitativa e quantitativa?
- 29) Porque uma substância é sempre representada pela mesma fórmula química, como por exemplo, a água (H_2O)?
- 30) Lavoisier foi coletor de impostos, foi guilhotinado por corrupção. Naquela época era comum a corrupção dos políticos como agora nos dias atuais?
- 31) O que significa a palavra ponderal?
- 32) O mercúrio utilizado por Lavoisier em seu experimento é o mesmo que utilizamos em machucado?

ANEXO 3

CATEGORIZAÇÃO DAS PERGUNTAS

RESULTADOS DA CATEGORIZAÇÃO DAS QUESTÕES

1) HISTÓRICO

Quem foi Lavoisier?

Qual o ano da descoberta da Lei de Lavoisier?

Lavoisier estudou muito para ser um cientista, ou já se interessava pela Ciência desde jovem?

Como surgiu a Lei de Proust?

2) JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

Que benefícios essas leis trazem para a Química?

Lavoisier sabia que estava revolucionando a Química?

Qual o impacto dessas leis na Química?

Por que devemos estudar as Leis Ponderais?

3) APLICAÇÃO DAS LEIS PONDERAIS

Como posso utilizar essas leis no dia-a-dia?

4) COMPROVANDO AS LEIS

Como se tem certeza desta afirmativa: “Na natureza nada se perde, nada se cria tudo se transforma”?

Porque a massa do bolo não é a mesma dos ingredientes?

Por que a água do rio e a água da torneira apresentam a mesma proporção entre seus componentes?

Por que o bolo perde peso depois de pronto?

5) INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA MEDIDAS

Como se mede massa?

Como funciona uma balança?

6) INTEGRANDO CONHECIMENTOS

Lavoisier foi coletor de impostos, foi guilhotinado por corrupção. Naquela época era comum a corrupção dos políticos como agora nos dias atuais?

Por que as massas das reações dobram, triplicam?

O que é proporção?

O que significa a palavra ponderal?

Por que Lavoisier foi guilhotinado?

Qual a diferença entre o enunciado científico e o enunciado popular?

7) RELAÇÃO ENTRE MASSA E PESO

Qual a diferença entre massa e peso?

8) CURIOSIDADES

O mercúrio utilizado por Lavoisier em seu experimento é o mesmo que utilizamos em machucado?

A Lei de Lavoisier quis afirmar que nada se cria, então como as coisas se originam?

9) CONCEITOS QUÍMICOS

Quais são as fórmulas das substâncias que usamos para fazer um bolo?

Quais os símbolos dos elementos químicos usados para fazer um bolo?

O que são reagentes?

O que são produtos?

O que é combustão?

Por que uma substância tem sempre a mesma composição qualitativa e quantitativa?

Porque uma substância é sempre representada pela mesma fórmula química, como por exemplo, a água?

10) DIFERENÇAS ENTRE AS LEIS

A Lei de Proust diz que as proporções entre as substâncias são constantes e a Lei de Lavoisier diz que as massas se somam. Qual a diferença entre as leis?