

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
MESTRADO EM ENSINO, FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS**

**VALÊNCIA: ADJETIVO OU SUBSTANTIVO ?
UMA VISÃO DE PROFESSORES, DE LIVROS DIDÁTICOS E
DE ESTUDANTES DO CURSO DE LICENCIATURA EM
QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**

ABRAÃO FELIX DA PENHA

SALVADOR

2005

ABRAÃO FELIX DA PENHA

**VALÊNCIA: ADJETIVO OU SUBSTANTIVO ?
UMA VISÃO DE PROFESSORES, DE LIVROS DIDÁTICOS E
DE ESTUDANTES DO CURSO DE LICENCIATURA EM
QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**

Dissertação submetida ao Curso de Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ensino, Filosofia e História das Ciências.

ORIENTADORA: Prof^a. Dr^a. ADELAIDE MARIA VIEIRA VIVEIROS

SALVADOR

2005

ABRAÃO FELIX DA PENHA

**VALÊNCIA: ADJETIVO OU SUBSTANTIVO ?
UMA VISÃO DE PROFESSORES, DE LIVROS DIDÁTICOS E
DE ESTUDANTES DO CURSO DE LICENCIATURA EM
QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**

Dissertação submetida ao Curso de Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ensino, Filosofia e História das Ciências.

Aprovada em 25 de abril de 2005

Banca Examinadora

Adelaide Maria Vieira Viveiros – Orientadora _____
Doutora em Química (Química Inorgânica) pela Universidade de São Paulo, Brasil.
Universidade Federal da Bahia

Edenia Maria Ribeiro do Amaral _____
Doutora em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Nelson Rui Ribas Bejarano _____
Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo, Brasil.
Universidade Federal da Bahia

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais que sempre procuraram mostrar o valor da educação. Aos irmãos e cunhadas que assumiram algumas tarefas familiares em meu lugar. À sogrinha e irmã pelas palavras de estímulo.

À minha companheira de alegrias e tristezas, Carmen, que sempre me incentivou com carinho, amor e compreensão, ouvindo as minhas reflexões sobre a pesquisa e trabalhando mais horas para que eu não tivesse que aumentar ainda mais a jornada de trabalho e assim dedicar-me às atividades do mestrado.

Aos amigos que compreendiam a minha ausência, principalmente no final da escrita da dissertação.

Aos colegas de trabalho que me deram força e assumiram em muitos momentos os meus encargos didáticos.

Aos meus estudantes que são fontes de inspiração para continuar pesquisando sobre a educação em química.

Aos colegas do Grupo de Educação em Química, Bernadete, Conceição, Edílson, José Luis, Nelson e Soraia, que muito contribuíram intelectualmente com o meu pensar o ensino de química.

Aos colegas do curso, que possibilitaram uma convivência interdisciplinar, dividindo suas dúvidas e angústias, principalmente na definição do problema de pesquisa.

Aos professores do curso que através das disciplinas foram contribuindo na construção da pesquisa.

À orientadora Profa. Adelaide que acompanhou e participou em todas as fases da execução do projeto, sempre disponível e compreensiva.

Aos participantes da pesquisa: professores da disciplina Química Geral I e estudantes da disciplina Metodologia e Prática de Ensino de Química II dos semestres 2003.1 e 2003.2.

Aos professores da disciplina Metodologia e Prática de Ensino de Química II nos semestres 2003.1 e 2003.2, por cederem o espaço da aula para aplicação do questionário.

Às bibliotecárias do Instituto de Química pela disponibilidade em atender aos pedidos.
Aos funcionários do Colegiado de Química e à sua coordenadora, profa. Maria de Lourdes,
pela disponibilização de documentos. À Lígia pela versão do resumo em inglês.

À todos que mesmo não citados aqui, deram alguma contribuição.

Muito obrigado, pois embora seja de minha autoria, a construção desse trabalho foi
coletiva.

PENHA, Abraão Felix. *Valência: adjetivo ou substantivo? uma visão de professores, de livros didáticos e de estudantes do curso de licenciatura em química da Universidade Federal da Bahia.* 72 f. 2005. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências), Universidade Federal da Bahia / Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2005.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo compreender a abordagem do conceito de valência na visão de professores, de livros didáticos e de estudantes do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal da Bahia, em Salvador-BA.

O percurso metodológico utilizado foi uma construção, através da literatura, de um breve histórico do conceito; uma coleta da visão dos professores da disciplina Química Geral I e estudantes da disciplina Metodologia e Prática de Ensino de Química II sobre o conceito, através de questionários e a visão dos livros didáticos da disciplina Química Geral I, através da análise do livro, utilizando alguns critérios comuns aos utilizados nos questionários.

O que se pode concluir é que a visão dos pesquisados não difere muito uma da outra e que no final do curso o estudante tem uma idéia do conceito de valência muito parecida com a do ensino médio e que, mesmo na universidade, se trabalha com o conceito como um adjetivo: elétrons de valência ou teoria da ligação de valência e não como um substantivo, ou seja, que houve um contexto de produção desse conceito e que ele se articula com outros conceitos, formando uma teia de relações.

Palavras-chave: licenciatura, livro didático, conceito, valência.

PENHA, Abraão Felix. *Valency: adjective or noun? a vision of teachers, textbooks and students of degree in chemistry at the Federal University of Bahia.* 72 pp. 2005. Dissertation (Master in Teaching, History and Philosophy of Science), Universidade Federal da Bahia / Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2005.

ABSTRACT

The present work is the result of a qualitative research on the concept of valency in the view of teachers, didactic books and also students of the course of degree in chemistry of the Federal University of Bahia in Salvador-BA.

The methodology applied was a construction of a brief history of concept, through literature; a collected view of teachers the General Chemistry I course and students of Methodology and Teaching Practice of Chemistry II on the concept, through queries, in addition to didactic books and their analysis of General Chemistry I, using some of the common criteria applied in the queries.

The main conclusion this work is that the view of the people in question does not differ much one from another and that, at the end of the course the student has an idea of the concept of valency quite similar to that of the high school course and that, even at the university, the concept is referred to as an adjective, that is, electrons of valency or linked theory of valency and not as a noun, that is, there was a context of production of this concept and that it articulates with others, making a web of relationship.

Keywords: graduate, textbook, concept, valence.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Definição de valência dos professores, livros e estudantes	41
Tabela 2	Aplicação do conceito de valência pelos professores, livros e estudantes	43
Tabela 3	Articulação do conceito de valência pelos professores, livros e estudantes	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BA	Bahia
PICE	Programa Interdisciplinar de Ciências e Educação
UEFS	Universidade Estadual de Feira de Santana
UFBA	Universidade Federal da Bahia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAIS TEÓRICOS	13
2.1	ALGUMAS QUESTÕES SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS	13
2.2	ALGUMAS QUESTÕES SOBRE A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA	16
2.3	OBSTÁCULO SUBSTANCIALISTA E O CONCEITO DE VALÊNCIA	19
3	METODOLOGIA	21
3.1	CARACTERIZANDO A INSTITUIÇÃO E OS SUJEITOS DA PESQUISA	21
3.2	QUESTÕES DE PESQUISA E INSTRUMENTOS DE INVESTIGAÇÃO	24
4	UM BREVE HISTÓRICO DO CONCEITO DE VALÊNCIA	26
4.1	ALGUMAS IDÉIAS ANTERIORES AO SÉCULO XIX	26
4.2	IDÉIAS CLÁSSICAS DE VALÊNCIA	29
4.3	IDÉIAS MODERNAS DE VALÊNCIA	36
5	ANÁLISE DAS VISÕES DE PROFESSORES, DE LIVROS DE ESTUDANTES SOBRE O CONCEITO DE VALÊNCIA	40
5.1	DEFINIÇÃO	41
5.2	APLICAÇÃO	43
5.3	ARTICULAÇÃO COM OUTROS CONCEITOS	44
5.4	OUTROS ASPECTOS ANALISADOS	46
5.4.1	Professores	46
5.4.2	Estudantes	47
5.5	RELACIONANDO O OBSTÁCULO SUBSTANCIALISTA COM OS DADOS OBTIDOS	48
6	CONCLUSÕES	50
7	SUGESTÕES	53
	REFERÊNCIAS	55
	APÊNDICES	59
	ANEXOS	62

1 INTRODUÇÃO

A presente pesquisa origina-se de uma preocupação, como professor de química do nível médio e atualmente no nível superior, sobre o ensino de conceitos, que ocorre de um modo geral, descontextualizado, influenciado em certa medida pelo modo como a universidade aborda os mesmos, de maneira cumulativa, em que os assuntos são justapostos, não se levando em consideração o contexto de produção desses conhecimentos.

Esses são aspectos do ensino tradicional que levam a maioria dos professores de ciências, em particular os de química, a imaginarem que o aluno não traz conhecimentos empíricos da sua vivência cotidiana, que são obstáculos a seu aprendizado, e acham que a simples exposição dos conteúdos pode levar a aprendizagem (BACHELARD, 1996)

Isso é corroborado por livros didáticos que tratam a ciência como verdade absoluta, não fazendo uma articulação com o seu contexto histórico e filosófico, quando do ensino de conceitos, resultando em uma abordagem cronológica dos fatos, dificultando a formação em ciência e sobre a ciência (MATTHEWS, 1995).

Na busca da superação dessas questões, têm-se investido em pesquisas relacionadas à formação de professores de ciências, concluindo-se que é preciso formar o profissional com um perfil que caracteriza-se por: ter boa fundamentação teórica, metodológica e epistemológica; associar ensino e pesquisa em sua prática docente; estar disponível para ousar em metodologia (CARVALHO; PEREZ, 1998).

Uma maneira de contribuir nesse investimento é pesquisar sobre o ensino de conceitos de química que são veiculados no ensino médio e que portanto devem ser desenvolvidos de maneira mais aprofundada na academia.

O conceito, objeto da pesquisa, é o de valência, que é veiculado no ensino médio e ensino superior associado a termos como elétrons de valência, teoria da ligação de valência, monovalência e definido como capacidade de um átomo se ligar a outros átomos. No entanto não se explicita como esse conceito se modificou ao longo do tempo. A tendência com essa visão é que o futuro professor acabe reproduzindo o tratamento dado ao conceito, como um adjetivo, para o elétron, para a ligação ou para um prefixo indicativo de número.

A partir do quadro exposto a pesquisa visa compreender a abordagem do conceito de valência na visão de professores, de livros didáticos e de estudantes do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal da Bahia (UFBA), em Salvador, Bahia (BA). Para isso, organizou-se o trabalho em capítulos, que serão a seguir apresentados.

Nos Referenciais Teóricos faz-se um quadro de onde se insere o problema, trazendo algumas questões sobre o ensino de ciências no ensino superior, algumas questões sobre a formação inicial de professores de química e articulando-se a estas a noção de obstáculo epistemológico, particularmente, o substancialista, relacionando ao conceito de valência.

O capítulo da Metodologia trata do percurso seguido para o trabalho, em que optando-se, por um estudo de caso, caracteriza-se a instituição e os sujeitos da pesquisa, bem como as questões de pesquisa e os instrumentos de investigação.

Em Um Breve Histórico do Conceito de Valência aborda-se as idéias anteriores à formulação da noção clássica de valência, antes do século XIX, as controvérsias em torno da formulação e utilização dessa no século XIX e a transição para as idéias contemporâneas: eletrovalência e covalência, no início do século XX.

Na Análise das Visões de Professores, de Livros e de Estudantes sobre o Conceito de Valência relata-se o tratamento feito com os dados coletados entre os sujeitos participantes da pesquisa. Eles foram organizados, conforme os critérios, definição, aplicação e articulação com outros conceitos, sendo relacionados com o histórico da valência, com a importância da sua abordagem nos níveis médio e superior e com o obstáculo substancialista.

As Conclusões permitem que se construa um quadro da situação da abordagem do conceito de valência sob o olhar de três grupos numa instituição, que não diferem muito, no sentido de não articularem definição, aplicação e articulação com outros conceitos, usando o termo mais como um adjetivo e menos como um substantivo.

As Sugestões apontam propostas de intervenção em relação ao professor de química geral, aos livros didáticos e aos estudantes que podem ser úteis no ensino do conceito de valência, como também na abordagem de outros conceitos.

2 REFERENCIAIS TEÓRICOS

Os referenciais a seguir procurarão mostrar os vínculos sob os quais estão alicerçados esta pesquisa. Para facilitar o entendimento da análise feita, as idéias estão colocadas em itens articulados com o objetivo do trabalho.

2.1 ALGUMAS QUESTÕES SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS

O ensino de ciências vem sendo cada vez mais objeto de pesquisas nas universidades, haja vista a própria criação do Programa Interdisciplinar de Ciências e Educação (PICE), do qual faz parte o Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências, promovido interinstitucionalmente pelas Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), onde essa dissertação foi desenvolvida. Duas perguntas podem ser feitas a partir dessa temática: o que se entende por ensino? E por ciência? Essas questões serão respondidas no âmbito da educação formal, em particular a educação superior em ciências, da qual faz parte o objeto dessa pesquisa.

Para a primeira questão, faz-se necessário a explicitação do que se entende por universidade e o ensino veiculado nela. A universidade é uma instituição que tem por finalidade, o permanente exercício da crítica, que se ampara na pesquisa, no ensino e na extensão (ANASTASIOU; PIMENTA, 2002).

Nessa perspectiva o ensino universitário deve ser marcado por algumas atribuições na visão dessas autoras, que na referida obra, apontam:

- a) propiciar o domínio de um conjunto de conhecimentos, métodos e técnicas científicas, que assegurem o domínio científico e profissional do campo específico e devem ser ensinados criticamente (isto é, em seus nexos com a produção social e histórica da sociedade). Para isso, o desenvolvimento das habilidades de pesquisa é fundamental;
- b) conduzir a uma progressiva autonomia do aluno na busca de conhecimentos;
- c) considerar o processo de ensinar/aprender como atividade integrada à investigação;

- d) desenvolver a capacidade de reflexão;
 - e) substituir a simples transmissão de conteúdos por um processo de investigação do conhecimento;
 - f) integrar, vertical e horizontalmente, a atividade de investigação à atividade de ensinar do professor, o que supõe trabalho em equipe;
 - g) criar e recravar situações de aprendizagem;
 - h) valorizar a avaliação diagnóstica e compreensiva da atividade mais do que a avaliação como controle;
 - i) conhecer o universo cultural e de conhecimentos dos alunos e desenvolver, com base nele, processos de ensino e aprendizagem interativos e participativos.
- (ANASTASIOU; PIMENTA, 2002, p. 164 e 165).

Essas atribuições vinculam-se com a presente pesquisa, na medida que nela será investigada a abordagem de um conceito, no caso valência, que compõe um conjunto de conhecimentos necessários ao futuro profissional, o licenciado em Química. Eles mostram o quão complexo é o processo de ensino.

Quanto à segunda questão, o entendimento que se tem sobre ciência, será orientado por uma concepção que apresenta três traços determinantes de uma visão científica:

O primeiro traço característico é de que a ciência é uma visão da realidade: a ciência é uma representação abstrata, sob a forma de conceitos, que se apresenta, com razão, como uma representação, não como um reflexo, do real. Segundo, a ciência visa a objetos para descrever e explicar, e não para agir, como num grande jogo do conhecimento. Terceiro, a ciência se preocupa com critérios de validação. Contudo, não se trata de uma validação pelo experimento: a verificação de um fato científico — que por ser científico já é uma construção — depende de uma interpretação ordenada, dentro de uma teoria explícita. (GRANGER, 1994 apud LOPES, 1999, p. 109).

O conceito é uma representação mental de um conjunto de realidades em função de suas características comuns essenciais. Ele amplia nossa capacidade de ler, questionar e conhecer o social. Cada disciplina apresenta alguns conceitos que marcam a sua identidade e indicam seus objetos de estudos (DIONNE e LAVILLE, 1999). Em química, por exemplo, átomo, molécula, valência, ligação química, reação química etc são conteúdos básicos que são articulados para o entendimento microscópico da matéria, a fim de explicar as propriedades químicas e físicas dos materiais.

O conceito de valência é uma representação abstrata de como os átomos se combinam a fim de entender a formação de “estruturas moleculares” que constituem os materiais. Porém esse conceito se articula com outros configurando uma teoria de constituição da matéria. Ele teve sua formulação a partir de experimentações, mas foi articulado a uma idéia racional, no caso a noção de átomo.

Relacionado às duas questões iniciais, coloca-se uma outra situação ligada diretamente ao ensino, a aprendizagem, que apresenta visões associadas a diferentes modelos de ensino como se explicita a seguir:

- a) Descreve o aprendiz como possuindo um cérebro vazio, a aprendizagem como um mecanismo de registro e o ensino como transmissão de conhecimentos. Cabe ao aluno portar-se como um bom receptor, estar atento e disponível; cabe ao professor fornecer uma informação coerente de forma clara e progressiva. Existe uma relação linear entre o emissor e o receptor. O resultado traduz-se pela memorização da informação. A avaliação encerra o ciclo e assegura o sucesso do modelo. O insucesso recai no aluno que não foi capaz de receber a informação ou no professor que não foi claro na transmissão da matéria. O modelo não julga pertinentes nem os saberes já adquiridos nem a atividade do aprendiz. Existe, ainda, entre o aluno e o professor uma relação de subalternidade, uma espécie de paternidade e filiação: devem partilhar os mesmos argumentos, o mesmo quadro de referencia, os mesmos sentidos. Não se cultiva no aluno o prazer de aprender autônomo , em consequência este aluno espera tudo do professor, habituando-se a uma aprendizagem mecânica.
- b) Parte dos mesmos pressupostos filosóficos de que o aprendiz é, à partida, uma *tábula rasa*, mas aposta no treino do aluno. O protagonismo é exercido pelo professor e pelo meio exterior que manipula associações, porque a aprendizagem é isso mesmo uma cadeia de associações assegurada por um esquema de reforços, de incentivos. No quadro das potencialidades biológicas, é possível ensinar tudo mesmo as tarefas mais complexas, desde que decompostas em outras mais simples. A educação é uma tecnologia. O aluno deve manter-se ativo mas ignorar-se a mente e os processos mentais que sustentam essa atividade. O sucesso do modelo é assegurado pela quantidade de aprendizagens realizadas. Exige-se do professor uma boa planificação e um programa de reforços; do aluno, exige-se que se sujeite ao plano.
- c) Defende uma interação entre as estruturas do sujeito e o objeto de estudo; centra a sua atenção no sujeito, nos seus interesses, fomenta a autonomia e a livre expressão de idéias. O aluno tem uma atividade mental autônoma que lhe permite raciocinar, intuir, descobrir; é ativo e reage ao meio exterior procurando, selecionando, comparando, evitando. Esta concepção ficou igualmente conhecida como construtivista porque vê o sujeito numa espiral em que desenvolvimento e aprendizagem se condicionam mutuamente e a estruturação e reestruturação dos esquemas mentais é assegurada pela dinâmica da adaptação, traduzida por processos de assimilação e de acomodação. (GIORDAN, 1998 apud SOUSA, 2003, p. 37 e 38, tradução nossa).

A primeira categoria é conhecida como modelo tradicional, a segunda como modelo comportamentalista e a terceira cognitivista. As duas primeiras permeiam mais intensamente o processo ensino-aprendizagem nos cursos universitários. A última, embora, menos presente, tem sido veiculada nas disciplinas pedagógicas dos cursos de licenciatura.

O estudante quando ingressa no nível superior traz consigo conhecimentos prévios, que mesmo que o professor não os considere, adotando a postura das duas primeiras categorias, influenciarão na aprendizagem dos novos conhecimentos, como apontam as pesquisas relacionadas à mudança conceitual (MORTIMER, 1992, 1999).

Quando o ingresso é num curso de Licenciatura em Química, os conhecimentos a serem ensinados para o profissional, depois serão abordados de outra forma no nível médio e, para tal, o futuro professor no seu processo de formação precisa vivenciar situações desde o inicio do curso que leve em consideração aspectos apontados na terceira categoria. Sobre esse profissional trataremos no próximo item.

2.2 ALGUMAS QUESTÕES SOBRE A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA

A formação inicial de professores no país tem ocorrido de uma forma tal, que pode se constatar uma variedade de dicotomias e desarticulações, tais como: o divórcio entre teoria e prática docente, a falta de articulação entre as disciplinas de conteúdo específico e as disciplinas pedagógicas, ensino desvinculado da pesquisa, enfim toda uma série de impedimentos a uma ação integrada na formação de professores (MARQUES, 1992 apud LUDKE, 1994).

A formação dos professores de química no Brasil ocorre dentro de um modelo três-mais-um, ou seja, três anos de disciplinas de conteúdos específicos, na perspectiva de formar um bacharel, com mais um ano de disciplinas pedagógicas. Esses elencos de disciplinas seguem dois caminhos paralelos, que só se articulam em disciplinas como a Prática de Ensino, a Didática Específica e/ou Instrumentação para o Ensino (SCHNETZLER, 2000).

As disciplinas específicas são desenvolvidas na forma de exposição de conteúdos pelo professor nas aulas teóricas e ilustrações destes, bem como o manuseio de equipamentos e vidrarias, nas aulas práticas. Normalmente aquelas são constituídas de um programa imenso a ser cumprido, sem possibilidades de acréscimos ao que em geral se encontra nos livros didáticos e tratando assim o conteúdo em si mesmo, perdendo de vista que naquela sala tem futuros profissionais que lecionarão para o ensino médio, abordando esses conteúdos nestes níveis de ensino e que precisam entender a natureza desse conhecimento (*ibid.*).

As disciplinas pedagógicas são desenvolvidas através da exposição de conteúdos relacionados ao processo de ensino-aprendizagem, mas desvinculadas dos conhecimentos químicos abordados nas disciplinas específicas, contribuindo para que o futuro licenciado não perceba como tratar o conteúdo químico de forma pedagógica no ensino médio e se torne um refém do livro didático. (*ibid.*)

Esses caminhos que não se articulam tem levado a uma situação onde:

Os professores universitários, ligados aos departamentos e institutos das chamadas ciências exatas, mantêm, de alguma forma, a atual convicção de que basta uma boa formação científica básica para preparar bons professores para o ensino médio e fundamental, enquanto os professores da formação pedagógica percebem a falta de uma visão clara e mais consistente dos conteúdos específicos, por parte dos licenciandos em fase final de sua formação, impedindo a sua reelaboração pedagógica para torná-los disponíveis e adequados à aprendizagem de jovens e adolescentes. Ou seja, o ensino de disciplinas de psicologia, sociologia,

metodologias, didática, legislação e práticas pedagógicas, não se “encaixam” sobre aquela “base científica” construída na outra instância acadêmica. É essa separação que impede que se pense os cursos de formação de professores como um “todo”, e tem levado à prática corrente de propor cursos especiais de ensino de ciências para professores logo após estes terem concluído os seus cursos de graduação. Ou, então, espera-se que a formação pedagógica dê conta dessa formação prática do professor, como se fosse possível separar toda uma carga de trabalho pedagógico, a que o estudante foi submetido em disciplinas de formação geral e de conteúdo específico dentro dos cursos das licenciaturas. (MALDANER; SCHNETZLER, 1998, p 199 e 200).

A busca da superação dessas dicotomias vem ocorrendo em diversas esferas, para os diversos níveis de ensino.

Na esfera legal, a sociedade brasileira formulou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (ANEXO A), que aponta com relação à educação superior várias finalidades, onde uma delas, relaciona-se ao desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo (BRASIL, 1996).

Como desdobramento dessa lei houve a formulação das Diretrizes Curriculares para Cursos de Química, Bacharelado e Licenciatura Plena (ANEXO B). No que se refere à última, com relação à compreensão da Química indica que o profissional deve entre outros objetivos:

- Compreender os conceitos, leis e princípios da Química.
- Conhecer as propriedades físicas e químicas principais dos elementos e compostos, que possibilitem entender e prever o seu comportamento físico-químico, aspectos de reatividade, mecanismos e estabilidade.
- Acompanhar e compreender os avanços científico-tecnológicos e educacionais.
- Reconhecer a Química como uma construção humana e compreendendo os aspectos históricos de sua produção e suas relações com os contextos culturais, socioeconômico e político. (BRASIL, 2001, p. 6).

Também houve a formulação dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (ANEXO C), que estabelece habilidades consideradas importantes a serem desenvolvidas neste nível, destaca-se, por exemplo: “compreender e utilizar conceitos químicos dentro de uma visão macroscópica (lógico-empírica)”. (BRASIL, 1999, p. 79)

Em termos internacionais, há vários estudos, dentre os quais destaca-se, um promovido pela Organização dos Estados Ibero-Americanos para a Educação, Ciência e Cultura que elencou necessidades na formação do professor de ciências da 5^a a 8^a do Ensino Fundamental e do Ensino Médio: ruptura com visões simplistas, conhecer a matéria ensinada, questionamento das idéias docentes do senso comum, aquisição de conhecimentos teóricos da aprendizagem em ciências, saber analisar criticamente o ensino tradicional, preparar atividades capazes de gerar aprendizagem efetiva, saber dirigir o trabalho de alunos, saber avaliar e adquirir formação necessária para associar ensino e pesquisa didática (CARVALHO; PEREZ, 1998).

As universidades através de seus grupos de pesquisa, como GEPEQ (Grupo de Pesquisa em Educação Química) no Instituto de Química-USP, PEQS (Projeto de Ensino de Química em um Contexto Social) no Instituto de Química-UnB, FoCo (Formação Continuada de Professores de Química e Ciências) na Faculdade de Educação-UFMG, Grupo de Ensino de Química no Instituto de Química-UFBA etc, vêm configurando uma área de investigação da Química que é a Educação em Química ou Ensino de Química, procurando investir em propostas sobre o ensino e no ensino, para que possam melhor instrumentalizar o futuro licenciado (SCHNETZLER, 2002).

Têm sido feitas reformas curriculares no curso de Licenciatura em Química na universidade, objeto da pesquisa, por conta do novo aparato legal e das pesquisas na área, porém elas têm se pautado em reformular disciplinas existentes e incluir disciplinas na busca de fazer as articulações inexistentes. É um passo importante, mas não suficiente. Faz-se necessário esclarecer a concepção filosófica que deve permear a formação do licenciado, independente da disciplina que esteja sendo cursada. “A questão epistemológica, histórica, social e cultural da química tem que permear todas as disciplinas do currículo de formação do químico” (*ibid.*, p. 22). O profissional é formado através do conjunto de disciplinas e atividades que compõem o curso. Por isso ao se trabalhar os conceitos em qualquer disciplina deve estar explícito o seu significado, para que serve e como se articula com outros conceitos, a fim de haver sentido para quem está aprendendo.

Uma contribuição importante à discussão de conceitos em química foi formulada pelo ex-professor de Química e Física na escola secundária e epistemólogo, o francês Gaston Bachelard. Trata-se da noção de obstáculos epistemológicos, particularmente, o substancialista que se relaciona com objetivo desse trabalho.

2.3 OBSTÁCULO SUBSTANCIALISTA E O CONCEITO DE VALÊNCIA

A Química, como qualquer ciência, trabalha com conceitos e a formulação desses é marcada por fatores que interferem na sua aceitação ou não.

Bachelard ao procurar as condições psicológicas do progresso da ciência afirma que:

é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. É aí que mostraremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos. (BACHELARD, 1996, p. 17).

Esses aspectos, em geral, não aparecem na maioria das abordagens dos conceitos em química, tanto no ensino pelo professor universitário, bem como nos livros didáticos de nível superior. Isso contribui para que o professor muitas vezes não compreenda que o aluno não compreenda, ocasionando um obstáculo pedagógico(*ibid.*).

Na abordagem do conceito de valência, por exemplo: como ele é formulado? Procura explicar a qual fenômeno? Quais controvérsias ocorreram em torno da sua formulação? A história das ciências, em particular da química, pode contribuir na compreensão desses obstáculos. Dos obstáculos epistemológicos formulados por Bachelard - animista, realista, verbal e substancialista -, será abordado o último pela sua relação com o conceito de valência.

O substancialismo “condensa num objeto, todos os conhecimentos em que esse objeto desempenha um papel, sem se preocupar com a hierarquia dos papéis empíricos. Atribui à substância qualidades diversas, tanto a qualidade superficial como a qualidade oculta.” (*ibid.*, p.121)

O conceito de valência, formulado na segunda metade do século XIX, tenta explicar a combinação entre os átomos, sendo definida como a capacidade destes se combinarem entre si. Com essa formulação a valência passa a ser um atributo do átomo, não se aceitando a valência variável, como por exemplo no CO, em que a valência do carbono é 3 e não 4, como estabelecido por Kekulé para os compostos do carbono (OLIVEIRA, 1995).

O obstáculo era entender a valência como uma relação entre os átomos, dificuldade esta do pensamento realista, pois, o realista acumula na substância, no caso o átomo, os poderes, forças, sem perceber que toda força é relação (BACHELARD, 1996).

Uma forma de explicitar essa relação, incorporando uma visão contemporânea de átomo, é dada na seguinte definição:

A valência é alguma coisa de mais complexo cuja origem está em relação com a estabilidade das novas configurações dinâmicas dos elétrons superficiais produzidas por causa das perturbações mútuas dos átomos em contato. É evidente que os detalhes dessa configuração e o grau de sua estabilidade dependerão da estrutura dos átomos que intervêm, de sorte que estritamente falando a valência não é uma propriedade de cada elemento isolado, mas do conjunto de átomos ligados. (CABRERA, 1928 apud BACHELARD, 1984, p. 170).

O raciocínio substancialista obstaculariza a compreensão do raciocínio relacional (BACHELARD, 1984), levando a dificuldades de entendimento, como nesse caso, em que o carbono, pode estar trivalente, como no CO, como também estar tetravalente no CO₂, dependendo para tal dos outros átomos a ele ligados.

No entanto, embora idéias da mecânica quântica estejam presentes na definição anterior, uma definição clássica ainda aparece, sem uma explitação do contexto histórico, considerando a valência como:

O número máximo de átomos univalentes (originalmente átomos de hidrogênio ou cloro) que pode combinar com um átomo do elemento considerado, ou com um fragmento, ou para o qual um átomo desse elemento pode ser substituído. (IUPAC, 1997, p. 1175).

Para tentar compreender tal obstáculo, quando da abordagem desse conceito, é importante analisar como o conceito de valência surgiu e se desenvolveu ao longo da história da química, como ocorre a sua veiculação pelo professor universitário, pelo livro didático de nível superior e a visão sobre ele que o licenciando forma ao término do curso. Aspectos que serão metodologicamente tratados no próximo capítulo.

3 METODOLOGIA

Uma pesquisa é um procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar resposta a um problema. Diante da preocupação em compreender a veiculação de um conceito em química na formação do licenciado da área, conforme referencial levantado, é que optou-se por um estudo de caso, e como tal, não tem o objetivo de fazer generalizações, mas o de entender o processo numa determinada instituição de ensino superior (DIONNE; LAVILLE, 1999).

Colocando o problema na forma de pergunta tem-se: qual o conceito de valência ensinado durante o curso, apresentado nos livros didáticos e construído pelos licenciandos em Química da Universidade Federal da Bahia ao final do curso? A resposta permite um esclarecimento sobre esse conceito no nível superior, na visão do professor, do aluno e do livro didático, considerados fundamentais pelo pesquisador.

A opção por essa instituição é devido ao fato dela ser uma das mais importantes formadoras de licenciados em química para o ensino médio do Estado, uma das sedes do presente Programa de Pós-Graduação, constituindo-se numa reflexão sobre a sua realidade. Além do mais tal tipo de pesquisa ainda não foi realizada no referido curso, podendo contribuir para o aprimoramento do seu processo de ensino-aprendizagem.

3.1 CARACTERIZANDO A INSTITUIÇÃO E OS SUJEITOS DA PESQUISA

A UFBA foi criada pelo Decreto-Lei n. 9.155, de 8 de abril de 1946, e reestruturada pelo Decreto n. 62.241, de 8 de fevereiro de 1968, com sede na Cidade de Salvador-BA, é uma autarquia com autonomia administrativa, patrimonial e financeira e didático-científica (UFBA, 2005).

O curso de Licenciatura em Química, lotado no Instituto de Química, órgão suplementar da referida universidade, foi criado em 1958 e tem por objetivo formar profissionais da Química, de nível superior, em curso de duração plena, voltados para o magistério do 2º grau (Ensino Médio), ensino de 3º grau (Ensino Superior) e para a realização de pesquisas acadêmicas (*ibid.*).

Os sujeitos da pesquisa foram:

- a) Os professores da disciplina Química Geral I, ministrada no Departamento de Química Geral e Inorgânica, que faz parte dos currículos dos cursos de Química: Licenciatura, Bacharelado e Industrial. Essa disciplina foi escolhida, pois é lecionada no primeiro semestre do curso (ANEXO D) e nela ocorre o primeiro contato formal com o conceito de valência no nível superior;
- b) Os autores dos livros didáticos de química geral, através das suas obras que fazem parte da bibliografia da disciplina, pois eles abordam o referido conceito e é um material utilizado pelo estudante;
- c) Os estudantes da disciplina Metodologia e Prática de Ensino de Química II, na qual ocorre o estágio supervisionado, pois é uma disciplina de final de curso para a Licenciatura em Química, possibilitando verificar que conceito de valência é construído após ter cursado várias disciplinas.

Em relação aos sujeitos da pesquisa serão feitos alguns argumentos, baseados na literatura, que justificarão as escolhas.

Quanto aos professores de química geral, eles lecionam uma disciplina que é a primeira oferecida por qualquer instituto ou departamento nas universidades brasileiras, abordando superficialmente, um conjunto de assuntos da ciência química. Posteriormente esses assuntos serão aprofundados ao longo do curso de graduação. Um outro aspecto é que tal disciplina tem o papel de motivar os calouros a continuar se dedicando a área profissional que escolheram (EICHLER; PINO; SILVA, 2003).

Por esses aspectos torna-se importante que o professor aborde os conceitos levando o estudante a pensar ao invés de transmitir um conjunto de normas e classificações sem sentido (LOPES, 1993).

Portanto, entende-se como importante para responder parte do problema, coletar informações do professor dessa disciplina quanto ao ensino do referido conceito.

Em relação aos livros didáticos, estes orientam a seleção de conteúdos a serem ministrados pelo professor nos diversos níveis de ensino e contribuem no processo de ensino-aprendizagem, estabelecendo um diálogo professor-estudante-texto (LOPES, 1992; EICHLER; PINO; SILVA, 2003).

Vários são os aspectos que podem ser analisados em torno do livro, destacando-se: produção, comercialização, qualidade gráfica, inserção do conhecimento na evolução histórica e adequação de conteúdos (LOGUERCIO; PINO; SAMRSIA, 2001).

Os dois últimos aspectos se relacionam com o presente problema, pois será analisada a apresentação do conceito de valência nos livros didáticos da disciplina Química Geral I e tais aspectos fazem parte da abordagem.

Quanto aos estudantes do curso de Licenciatura, estão sendo preparados profissionalmente para lecionar no ensino médio, portanto sendo formados para transformar os conteúdos acadêmicos em conteúdos escolares para esse nível de ensino.

Trabalhos desenvolvidos recentemente na disciplina Metodologia e Prática de Ensino de Química I por professores do curso, inclusive o autor desta dissertação, com relação a conceitos de reação química e calor, através da aplicação de questionário, revelou concepções dos estudantes sobre tais conceitos muito parecidas com a do ensino médio, mesmo já tendo cursado várias disciplinas que abordam esse conteúdo (MORADILLO; PENHA; SILVA, 2002).

A disciplina anteriormente citada antecede em um semestre à dos estudantes da presente pesquisa, ou seja, também é quase no fim do curso, portanto revelam o que foi citado no item 2.2, a falta de um domínio mais consistente de conteúdos de química.

Por isso levantar informações sobre a visão dos estudantes em relação ao conceito de valência, pois é com esta que eles estarão ensinando tal conceito de modo reelaborado no nível médio, podendo apresentar inconsistências ou não, pois cada conceito tem suas peculiaridades.

3.2 QUESTÕES DE PESQUISA E INSTRUMENTOS DE INVESTIGAÇÃO

O percurso metodológico seguido para tratar o problema proposto está articulado com questões de pesquisa, que buscam especificá-lo. Para cada questão de pesquisa, segue o instrumento de investigação utilizado e a justificativa:

a) Como o conceito de valência se modificou do século XIX para o início do século XX?

Levantamento na literatura pertinente à história do conceito, numa perspectiva interna à ciência química, pois se adequa ao problema pesquisado, consultando fontes secundárias: livros sobre histórico da valência e fontes terciárias: livro de história da química, dissertação e artigo ligados ao tema, pois através desses materiais é possível reconstruir, através de um breve histórico, o contexto de sua formulação e de sua reformulação, propiciando relacionar com a abordagem feita pelos sujeitos investigados;

b) Como o conceito de valência é ensinado no curso de licenciatura em química da UFBA: definido, aplicado e articulado com outros conceitos?

Aplicação de questionário à quatro professores da disciplina Química Geral I em 2004 (APÊNDICE A). Esses foram construídos com perguntas abertas, pois proporciona um leque de respostas que possibilitam uma visão mais ampla em torno do tema.

c) Como o conceito de valência é abordado nos livros didáticos de Química Geral: definido, aplicado e articulado com outros conceitos?

Análise de sete livros didáticos (APÊNDICE B), dos quais seis são indicados para a disciplina Química Geral I, conforme Programa de Disciplina (ANEXO E), buscando verificar o modo como o conceito é abordado utilizando como critérios, parte do questionário aplicado aos professores e aos estudantes.

d) Como o conceito de valência é construído pelo licenciando em química ao término do curso: definido, aplicado e articulado com outros conceitos?

Aplicação de questionário à nove estudantes da disciplina Metodologia e Prática de Ensino de Química II dos semestres 2003.1 e 2003.2 (APÊNDICE C). Esses foram construídos com a mesma sistemática que o dos professores, tratado no item b. Escolheu-se dois semestres, pois é uma turma em cada e esta possui poucos alunos. Isso possibilitou a ampliação da amostra.

Nos capítulos a seguir serão apresentados, respectivamente, os resultados da pesquisa sobre um breve histórico do conceito de valência e da análise das visões dos professores, livros e estudantes.

4 UM BREVE HISTÓRICO DO CONCEITO DE VALÊNCIA

O percurso histórico seguido será o de tentar mostrar uma possível origem da idéia clássica de valência, do século XIX e a transição para as idéias contemporâneas: eletrovalência e covalência, no início do século XX.

O conceito de valência vincula-se, de certa forma, com a busca de uma melhor compreensão sobre a transformação dos materiais. Embora se siga o tempo cronológico procurou-se levantar os principais eventos da história da química, que na visão do autor estão relacionados com essa noção, construindo assim um quadro histórico, que subsidiará a análise das visões dos sujeitos da pesquisa sobre o conceito de valência.

4.1 ALGUMAS IDÉIAS ANTERIORES AO SÉCULO XIX

As primeiras idéias sobre a transformação da matéria ligam-se aos primórdios da prática metalúrgica, despertadas pela mudança de cor e forma que se obtinha com minerais. Para o homem dessa época “*a mãe terra*” guarda em seu ventre os embriões metálicos que, como “sementes”, vão se desenvolver e se transformar. Daí a suposição de que um metal pode se transformar em outro, seguindo vários graus de maturação que vão do cobre ao ouro, produto final desta elaboração. Essa visão teria sido herdada de uma visão vitalista do universo oriunda das sociedades agrícola e caçadora. Como exemplo: após um período de exploração das minas, através de um ritual, elas eram fechadas, a fim de que a terra tivesse tempo para gerar novos minerais (GOLDFARB, 1987). A presença dessas idéias circulou com suas nuances, pela Grécia Antiga, Idade Média e o Renascimento.

Uma pergunta ficaria: o que causa a transformação dos materiais? O que faz uma matéria interagir com outra? A resposta em forças divinas ou poderes ocultos não explicitavam os motivos e com certeza não permitiria um melhor conhecimento sobre os

diferentes materiais. Então um termo, afinidade, será proposto na tentativa de explicar as interações entre as substâncias.

No século XIII, Alberto Magno (1193-1280) utiliza uma palavra, “*affinitas*”, para estabelecer a idéia de uma semelhança entre os corpos que reagem, exemplo: “o enxofre escurece a prata e queima os metais em geral, devido à “afinidade natural que existe entre eles” (ROUEN, 1476 apud NETO, 2003, p. 54). Essa idéia de afinidade, embora procure explicar as interações entre as substâncias, ainda está ligada a características vitalistas, pois não esclarece as causas da reação química entre os materiais e coloca na natureza a justificativa.

No século XVII, Boyle (1627-1691), influenciado pelas idéias do mecanicismo de Descartes, que trata o universo como um contínuo de matéria, redutível a partículas infinitamente divisíveis que se relacionam em termos mecânicos de movimento perfeitamente quantificável, do experimentalismo de Francis Bacon, colocando que a partir de uma série sistemática de experimentos, indutivamente, chega-se a teorias mais gerais sobre a natureza, do atomismo antigo e dos trabalhos de Torricelli sobre pressão atmosférica que evidenciava a existência do vácuo, propõe uma idéia corpuscular da matéria, que seria para ele confirmada em função de experimentos evidenciando a reversibilidade de uma reação (GOLDFARB, 1987).

No seu livro *Químico Cético*, apresenta uma definição para elemento, que explicita em parte sua idéia corpuscular de matéria:

(...) [o] que entendo por elementos são certos corpos primitivos e simples, perfeitamente sem mistura, os quais não sendo formados de quaisquer outros certos corpos, nem um dos outros, são os ingredientes dos quais todos os corpos perfeitamente misturados são feitos, e nos quais podem finalmente ser analisados. (BOYLE, 1661 apud NETO, 2003, p. 57).

Essa definição sugere uma idéia de afinidade entre corpos simples formando os materiais, uma tentativa de compreensão das transformações da matéria. Mas que forças estariam unindo esses corpos simples?

O físico inglês Newton (1642-1727), como Boyle, acreditava que a matéria era formada de partículas e a estas associou poderes de atração e repulsão, explicando situações em que um corpo se dissociava, pelo fato de uma de suas partes ser fortemente atraída por outra substância do que por aquela que estava originalmente combinada. Contudo não foram explicadas por ele as diferenças nas forças atrativas de diferentes tipos de partículas (JUSTI, 1998).

As idéias de Newton, em função da sua autoridade, foram usadas pela maioria dos cientistas, ligados a área que viria a se denominar Química, nos séculos XVII e XVIII, pois esse campo do saber ainda não tinha se estabelecido como ciência e utilizava idéias de outras áreas mais consolidadas, como a mecânica e a astronomia.

No século XVIII, influenciado por essas idéias, vários “químicos” tentaram quantificar a afinidade, a partir de resultados experimentais, construindo uma série de tabelas de afinidades, que procuravam mostrar o comportamento das substâncias diante de outras substâncias, bem como prever uma reação química. “No nível filosófico, isso significou mais uma tentativa de dotar a química de um pouco da precisão que existia na física e na matemática.” (JUSTI, 1998, p. 28)

Na França, Geoffroy (1672-1721), construiu, em 1718, uma tabela que se baseava no seguinte pressuposto:

Sempre que duas substâncias, possuindo a mesma tendência de combinação uma com a outra, encontram-se combinadas e introduz-se uma terceira que possua maior afinidade com uma das duas, a terceira se unirá a esta, deixando a outra livre. (STENGERS, 1996, p.127 apud NETO, 2003, p. 61)

Esse pressuposto é ainda utilizado, no ensino, nas filas de reatividade de metais e não metais.

O francês Lavoisier (1743-1794) foi atraído pelas tabelas de afinidades na busca de regularidades na ação do oxigênio sobre outras substâncias, porém faz algumas ressalvas: as tabelas apresentavam afinidades simples, não levando em conta casos de afinidades duplas ou triplas; não levava em consideração a influência da temperatura, enfim preferiu não depositar total confiança na afinidade devido à ausência de dados experimentais confiáveis (NETO, 2003).

As tabelas eram úteis na previsão das reações químicas, no entanto a causa da afinidade não era compreendida. As idéias de Berthollet e Higgins apontarão outras possibilidades para tal compreensão.

O italiano Berthollet (1748-1822) procura mostrar que a ação entre substâncias depende de fatores físicos variáveis e externos a essas: quantidade de substância, calor, pressão, bem como o estado físico das substâncias capazes de surgirem da eventual reação química. As substâncias ao se combinarem o fazem pelas suas afinidades e quantidades, mas não apenas por causa delas. Ele procura estabelecer uma teoria que leve em consideração às

peculiaridades das transformações químicas. Algumas dessas idéias são utilizadas atualmente na previsão de reações de “dupla troca” (*ibid.*).

O irlandês Higgins (1763-1825) utilizou-se da idéia de átomo, chamadas de partículas últimas, assinaladas em diagramas, onde procura explicar as forças que as mantém unidas e usa como exemplo óxidos de nitrogênio. Se a força entre os átomos de oxigênio e nitrogênio (NO) é 6,00, esse valor é dividido igualmente entre eles. Se dois átomos de oxigênio se combinam com um átomo de nitrogênio (NO₂), então a força 3,00 do nitrogênio será dividida em duas forças de 1,50, ocasionando uma nova força entre os átomos de nitrogênio e oxigênio, no caso 4,50. Ao adicionar mais átomos de oxigênio a força de atração entre eles e o átomo de nitrogênio irá diminuir a ponto de não dever existir tal combinação. Pode ser considerada uma idéia prematura de valência, mas que levava em consideração aspectos não empíricos, como a idéia atômica e talvez por isso não tenha tido muita atenção (*ibid.*).

Nessas idéias explicita-se uma busca de melhor compreensão das reações químicas a partir de dados empíricos.

As idéias até aqui expostas, sobretudo aquelas propostas do século XVII em diante, se baseiam em idéias empiristas numa concepção de Francis Bacon, ou seja, o conhecimento tem origem na observação, e pela indução, dirige-se dos fatos às teorias, do particular ao geral (BORGES, 1996).

Elas contribuíram para uma melhor compreensão das transformações químicas, mas como será visto a seguir são idéias ligadas ao racionalismo, onde as teorias não são originadas da experiência, que contribuirão para o estabelecimento do conceito clássico de valência.

4.2 IDÉIAS CLÁSSICAS DE VALÊNCIA

O inglês Dalton (1766-1844), interessado em entender as propriedades físicas dos gases para estudos sobre meteorologia, utiliza as noções de peso e de tamanho das “partículas finais” para explicar as diferenças na solubilidade dos gases. Essas “partículas finais” foram substituídas posteriormente pela palavra átomo. Os elementos seriam compostos de átomos

elementares e os compostos de átomos compostos (atualmente as moléculas) (BENSAUD-VICENT, 1996; NETO, 2003).

Para ele, que acreditava nas relações ponderais, os átomos se combinavam numa relação numérica simples: quando dois elementos formam um só composto, ele é binário na proporção 1:1 dos átomos; se formarem dois compostos, um é binário, como no caso anterior e o outro é ternário, na proporção de 2:1 dos átomos, e assim sucessivamente. A água, por exemplo, era constituído por um átomo de hidrogênio e por um átomo de oxigênio e o amoníaco, por um átomo de hidrogênio e um de azoto (nitrogênio) (DALTON, 1808 apud BENSAUD-VICENT, 1996).

A hipótese atômica de Dalton contribui na explicação das leis ponderais, ao mesmo tempo em que as usa como base, mas não foi elaborada a partir delas, como aparece em livros didáticos. No entanto essa hipótese trouxe outros problemas: algumas fórmulas de compostos não eram corretas, em termos ponderais e volumétricos. Por exemplo, água deveria ser H_2O e amoníaco NH_3 , embora, segundo Dalton, fossem HO e NH; a ausência de uma determinação empírica para o átomo, pois essa partícula foi proposta racionalmente, sem uma determinação experimental. Esses fatores, de certa forma, contribuíram para a não aceitação, mas possibilitou entender a afinidade em termos de relação entre quantidades de partículas elementares.

O alemão Richter (1762-1807) dentre outros, tenta descrever os processos de transformação a partir de relações matemáticas, contribuindo na formulação do conceito de equivalente ou peso de combinação. Ernst Fisher (1754-1831) sumarizou muito desse trabalho em 1802, produzindo uma tabela de equivalentes de ácidos e bases. Considerando o valor do ácido sulfúrico 1000, o ácido muriático (ácido clorídrico) possuía valor 712, a soda (hidróxido de sódio) 859 e a potassa (hidróxido de potássio) 1605. Significando, por exemplo, que 1605 partes de potassa neutralizam 1000 partes de ácido sulfúrico. Wollaston (1766-1828) amplia essas tabelas para sais e outros elementos (NETO, 2003).

As dificuldades enfrentadas pela idéia atômica de Dalton e a ampliação das tabelas de equivalentes influenciam na utilização destes, em lugar das proporções atômicas, para explicar a afinidade entre as substâncias.

Para as necessidades da química analítica naquela época o equivalente bastava, sendo o átomo considerado supérfluo (BENSAUD-VICENT, 1996).

Num período próximo ao da idéia do átomo, o francês Gay-Lussac (1778-1850) demonstrou, para várias reações gasosas, que existe uma relação inteira entre os volumes dos reagentes e produtos e, no caso da água, essa relação era 1:2 de oxigênio e hidrogênio, respectivamente. Dalton conhecia essa relação, porém não a aceitava por ir de encontro a uma relação numérica mais simples, 1:1, e também ainda não se conhecia outro composto envolvendo hidrogênio e oxigênio, no caso a água oxigenada.

O italiano Avogadro (1776-1856), tentando conciliar a hipótese atômica de Dalton com os resultados experimentais de Gay-Lussac, introduziu a idéia de molécula, que poderia ser constituída de vários átomos. Ele chamava átomo de meia-molécula. Assim, explicava a proporção 1:2 na água da seguinte forma: a molécula da água seria formada de uma meia-molécula de oxigênio e duas meias-moléculas de hidrogênio.

Havia uma resistência, por parte dos químicos, em aceitar essa idéia, pois não se concebia a afinidade entre átomos da mesma natureza. No caso da formação da água, um dos reagentes seria o hidrogênio, formado por uma molécula diatômica. Embora não tenha sido aceita pelos químicos, a idéia de Avogadro contribuiu para uma melhor compreensão quantitativa das afinidades simples, duplas e triplas, citadas anteriormente por Lavoisier, e da atomicidade das espécies.

O sueco Berzelius era um dos químicos que não concordava com essa idéia, tanto que tinha formulado uma teoria, conhecida como dualismo eletroquímico, em 1812, admitindo que a força entre átomos fosse puramente eletrostática, que a “molécula” de cloreto de sódio, por exemplo, seria mantida pela atração de uma carga positiva no sódio e uma carga negativa no cloro. Essa teoria, que foi fortemente apoiada pelos fenômenos da eletrólise, foi derrubada como uma teoria universal, por volta de 1840, devido a sua incapacidade em explicar certos fatos da química orgânica, especialmente à substituição do hidrogênio positivo pelo cloro negativo sem qualquer mudança fundamental nas propriedades da molécula (DUMAS, 1834 apud SIDGWICK, 1953).

Uma teoria rival, oriunda da química orgânica, não fez suposições quanto à natureza da força entre os átomos, mas considerou-a como essencialmente não-polar, isto é, sem envolver qualquer caráter oposto nos dois átomos ligados. O enorme sucesso dessa teoria para explicar os compostos de carbono, até certo ponto obscureceu o fato de que a teoria elétrica de Berzelius ainda permanecia bastante satisfatória, se fosse restrita às ligações entre íons de cargas opostas num sal (*ibid.*). É na atmosfera da química orgânica que será proposto o conceito de valência.

A química orgânica, inicialmente ligada aos mundos animal e vegetal, teve um impulso grandioso através das sínteses de compostos. Verificou-se que muitos desses compostos apresentavam parte de sua composição constante, chamada de radical. Exemplo: no metano (CH_3H) e etano (CH_3CH_3), o radical CH_3 é fixo. Esse radical se comporta, em termos de afinidade, semelhante a átomos.

Com o objetivo de descrever quantitativamente as características de afinidade de átomos e radicais, Williamson, em 1852, introduz o termo “basicidade”, primeiro a ser utilizado para fazer referência ao número de grupos ligados ao seu redor, tratando-os como monobásicos, dibásicos, etc (WILLIAMSON, 1852 apud FAYERSSTEIN, 1980).

O alemão Kekulé também utiliza esse termo, entre 1854-1856, mas em 1857 sugere o termo “atomicidade” que trata de modo semelhante à “basicidade”. A forma como aparece esse tratamento está na explicação teórica dos três tipos propostos por Gerhardt (H_2 , H_2O e NH_3). Ele escreve:

O número de átomos de um elemento que combina com um átomo de um outro elemento depende da basicidade ou da relação de tamanho das partes componentes. No que diz respeito a esse aspecto, os elementos podem ser agrupados em:

- (1)monobásico, ou monoatômico (I), ex. H, Cl, Br, K;
- (2)dibásico, ou diatômico (II), ex. O, S;
- (3)tribásico, ou triatômico (III), ex. N, P, As.

Daí, os três principais tipos de compostos: I + 1, II + 21, III + 31 ou os mais simples: HH , OH_2 , NH_3 . (KEKULÉ, 1857 apud FAYERSSTEIN, 1980, p. 38, tradução nossa).

Nesse seu trabalho, Kekulé dá ênfase especial ao carbono, classificando este como tetrabásico ou tetratômico, equivalendo a quatro átomos de hidrogênio. Hoje “atomicidade”, tem um significado diferente: o número de átomos presentes numa molécula (ibid.).

Em 1858, Odling sugere a palavra “equivalência” para expressar a habilidade de um átomo ser trocado por outro, “tomando o átomo de hidrogênio como unidade de equivalência” (ODLING, 1858, p.4 apud RUSSEL, 1971, p. 84). O bismuto, por exemplo, teria “uma equivalência tripla” (ibid.).

Além dos termos basicidade, atomicidade e equivalência, mais dois termos foram formulados, formando uma rede de conceitos, da qual se proporá o conceito de valência. Couper cria o termo “grau de afinidade” para indicar a habilidade de um elemento formar compostos e Frankland, o termo “poder de combinação” para indicar o poder inerente de um átomo livre, mas nenhum desses dois termos foi aceito pelos químicos da época (FAYERSSTEIN, 1980; NETO, 2003).

Essas terminologias formavam um conjunto de idéias sobre a combinação dos átomos, elementos ou radicais. Essas idéias foram originadas a partir de material empírico e conectadas, historicamente e logicamente, com o novo sistema de massas atômicas e fórmulas químicas de Gerhardt e Cannizzaro, o qual foi recomendado no Primeiro Congresso Internacional de Químicos, em Karlsruhe, na Alemanha, em 1860 (FAYERSHTEIN, 1980).

Nesse Congresso recomendou-se também considerar equivalente como um conceito empírico independente do conceito de átomo e molécula. Esta decisão mostra que a maioria dos químicos, daquela época, não viam qualquer conexão entre os conceitos de “valência” e “equivalente”, e imaginavam impossível que equivalentes pudessem ser determinados empiricamente e teoricamente (*ibid.*).

Mesmo com a decisão do Congresso, alguns termos continuam sendo usados, tanto que Hoffman, em 1865, faz um ataque à atomicidade, escrevendo:

Nós estamos em busca de um bom termo para denotar esta força de fixação atômica dos elementos. A vaga e até mesmo bárbara palavra, *atomicidade*, foi posta em uso com este propósito; os elementos têm sido chamados *monoatômicos*, *diatômicos*, *triatômicos* e *tetratômicos*, de acordo com as respectivas capacidades de suas formas moleculares de peso mínimo saturarem 1, 2, 3 ou 4 átomos padrão. Estas expressões são falhas, porque elas são abertas a interpretações equivocadas, como se pretendessem denotar a estrutura atômica das respectivas moléculas elementares propriamente ditas; uma situação de confusão, possibilidade da qual se deve sempre evitar em nomenclatura científica. Devemos escapar disto pela substituição da expressão *quantivalência* em lugar de *atomicidade*; e designando os elementos *univalente*, *bivalente*, *trivalente* e *tetravalente*, de acordo com seus respectivos valores de fixação atômica. (HOFFMAN, p. 168-9 apud RUSSEL, 1971, p. 85, tradução nossa).

Hoffmann sugere, então, que “atomicidade” seja substituída por “quantivalência” e que os elementos deveriam ser descritos como “univalentes, bivalentes, trivalentes e tetravalentes de acordo com suas capacidades de fixarem seus átomos” (*ibid*, tradução nossa).

É da “quantivalência” que Kekulé criará o termo valência, que é incorporado a partir de 1869 e passa a compor a encyclopédia britânica em 1876. No entanto o termo quantivalência aparece em livros texto e periódicos na Inglaterra até 1885 e Frankland continuava utilizando poder de combinação, usou a atomicidade e posteriormente a equivalência até 1877 (NETO, 2003).

O contexto científico em que Kekulé cita o termo pela primeira vez, é em 1867, num artigo sobre o mesitileno, da seguinte forma:

Quando eu me deparei com o problema de explicar minhas opiniões sobre a constituição atômica dos compostos químicos, eu usei por alguns anos um método pelo qual átomos de diferentes *valenz* (valências) foram representados por diferentes tamanhos. (KEKULÉ, 1867, p. 2 apud RUSSEL, 1971, p. 86, tradução nossa).

Algumas raízes para a formação da palavra valência e que se relaciona com o contexto vivenciado por Kekulé:

“valens: forte, poderoso, energético, capaz.

valere: principalmente, ser forte ou estar bem; num sentido secundário, ter valor.

valentia: um termo em latim medieval significando valor.” (ibid., p.87).

O conceito de valência aparece nos trabalhos de Kekulé, como também nos de Frankland, para descrever o poder de combinação ou o número de unidades de afinidade inerente a um elemento químico que participa de um composto químico (KUZNETSOV, 1980).

O conceito de valência é articulado a outros conceitos à sua época, alguns antigos e outros novos. Dos antigos, o de molécula, dos novos, o de ligação química.

Com relação a molécula e valência, Sprague, explicita tal articulação quando escreve que:

A molécula é um “corpo no qual todas as atrações ou valências são satisfeitas, deixando os átomos combinados para agirem como um todo a partir de um centro, de forma que as forças de gravitação, coesão, calor, etc., fossem levadas em conta”. (SPRAGUE, 1869, p.222 apud Russel, 1971, p. 88, tradução nossa).

Essa definição mostra a incorporação do conceito de valência à idéia de molécula, como também aborda sobre a combinação dos átomos. Isso nos remete a um outro conceito, ligação química, que aparece nos livros didáticos dos níveis médio e superior, normalmente articulado com a idéia de valência. No entanto, mesmo relacionados, esses conceitos tiveram construções distintas.

O termo ligação química foi usado pela primeira vez por Butlerov (1828-1886) em seu primeiro trabalho dedicado à teoria da estrutura química, em 1861, ele formulou seu ponto de vista relacionado às características dos átomos e às estruturas químicas dos compostos:

A cada divisão elementar, é dada uma certa quantidade de poder que produz fenômenos químicos (afinidade). Quando um composto químico é formado, parte desse poder ou sua quantidade total, é consumido (ligado, convertido numa nova forma). (BUTLEROV, 1953, p. 71 apud FAYERSHTEIN, 1980, p. 52, tradução nossa).

Além disso, ele afirma que a afinidade química é expressa em números inteiros e a afinidade do hidrogênio assume o mínimo desse poder. Nessa visão é feita uma distinção entre átomo livre, associado à valência, e átomo ligado, associado à ligação química (*ibid.*).

Em 1866, Frankland faz um pronunciamento sobre o assunto, ao escrever que:

Pelo termo *ligação*, eu pretendo meramente dar uma expressão mais concreta para o que tem recebido vários nomes de diferentes químicos, tais como uma atomicidade, uma força atômica, e uma equivalência. Um monodo é representado como um elemento tendo uma ligação, como um diodo como um elemento que possui duas ligações, etc. Apenas é necessário comentar que por este termo eu não pretendo expressar a idéia de qualquer material de conexão entre os elementos de um composto, as ligações realmente seguram os átomos de um composto químico, com relação a sua natureza, de modo muito semelhante aquelas que conectam os membros do nosso sistema solar. (FRANKLAND, 1866, p. 377-8 apud RUSSEL, 1971, p. 90, tradução nossa).

Frankland, nesse pronunciamento faz uma distinção entre ligação química e outros termos, atomicidade, força atômica e equivalência. No entanto não faz referência ao termo valência, indicando uma certa não diferenciação entre ele e a ligação. Outro aspecto é que a ligação de Frankland é diferente da ligação de Butlerov. Mais tarde, em seus livros e artigos científicos (1866-1877) Frankland chama atenção da impossibilidade de se conceber a natureza da ligação química (FAYERSHTEIN, 1980).

No fim dos anos 1860, os cientistas ingleses usavam valência e ligação química como sinônimos, levando a uma confusão por um longo período. Tanto que em 1909, Friend fez a proposição de dois significados para um mesmo termo (*ibid.*):

“valência”, que é o poder (inerente de um átomo) de segurar outros átomos, expresso pelo número de átomos univalentes capazes de serem segurados, e “valência” que é a ligação química entre átomos num composto, formado como resultado da ação desse poder. (FRIEND, 1915 apud FAYERSHTEIN, 1980, p. 49, tradução nossa).

Assim, valência seria uma força intrínseca ao elemento, utilizada para interagir com outros elementos e expressa numericamente pelo número de elementos monovalentes capazes de serem mantidos presos por eles e, ligação química seria a resultante da ação dessa força (NETO, 2003).

A definição clássica de valência sofrerá modificações, pois esta é uma época em que partículas subatômicas ainda não foram formuladas. É o que será tratado a seguir.

4.3 IDÉIAS MODERNAS DE VALÊNCIA

O final do século XIX é marcado no campo atômico pela detecção de partículas subatômicas: elétron e próton, que causarão mudanças no entendimento sobre a matéria e consequentemente no conceito de valência. Um dos primeiros a articular o elétron com essa noção foi Werner. Mas voltemos um pouco no tempo para uma compreensão da participação dele nesse processo.

Um debate que veio acontecendo desde o período do estabelecimento desse conceito era se a valência era fixa ou variável. Havia defensores de uma posição e de outra.

Kekulé, em 1857, afirma que os elementos químicos são caracterizados pela valência constante: H, Cl, Br, K são monovalentes; O, S são divalentes; N, P, As são trivalentes e C é tetravalente. Couper também considera valência como a propriedade mais importante de um elemento mas, discorda de Kekulé, considerando que alguns, dentre eles carbono e nitrogênio, podem variar a sua valência. Butlerov, em 1863, também concorda com Couper, exemplificando que o carbono é tetravalente no dióxido de carbono e divalente no monóxido de carbono. Em 1864, Naquet, publicou um trabalho em que usa compostos, como SCl_4 , SeCl_4 e TeBr_4 para provar que enxofre, selênio e telúrio podem ser di e tetravalente (SOLOVYOV; STAROSELSKY, 1980).

Nesse mesmo ano, Kekulé critica Naquet, defendendo que a valência é uma propriedade fundamental de um átomo, sendo portanto, constante e invariável da mesma forma que seu peso atômico. Coerente com essa defesa, propõe que nos ácidos nítrico e sulfúrico os átomos de oxigênio podem formar cadeias, como os átomos de carbono nos compostos orgânicos. Com isso, mantendo a trivalência para o nitrogênio e a divalência para o enxofre, ele atribui as seguinte estruturas para o ácido nítrico e ácido sulfúrico, respectivamente: $\text{O} = \text{N} - \text{O} - \text{O} - \text{H}$ e $\text{H} - \text{O} - \text{S} - \text{O} - \text{O} - \text{H}$ (*ibid.*). Essas não coincidem com as estruturas propostas atualmente, demonstrando que a tese de Kekulé tinha falhas.

Kekulé, tentando salvar a sua tese, propõe que os compostos químicos se dividem em atômicos e moleculares, sendo que os atômicos consistiam de verdadeiras moléculas em que todos os átomos estão ligados por afinidades mutuamente saturadas e os moleculares consistiam de moléculas saturadas ligadas entre si. Exemplificando, amônia (NH_3) e gás

clorídrico (HCl) são compostos atômicos e cloreto de amônio ($NH_3 \cdot HCl$), um composto molecular. Essa posição foi rebatida pelos adeptos das idéias de Berzelius, que admitem que sais de amônio possuem o radical monovalente NH_4 , semelhante aos átomos de metais alcalinos (ibid.).

Em 1869, Mendeleew, propõe a lei periódica e sugere que valência e massa atômica são características importantes de um elemento químico. Ele critica a tentativa de Kekulé salvar a idéia da valência fixa, opondo-se a existência de compostos moleculares e concebe que os compostos inorgânicos são atômicos em sua natureza, ou seja, os átomos estão ligados um ao outro (ibid.).

Nessa mesma época, o químico sueco Blomstrand junta-se aos defensores da valência variável, sugerindo que a valência máxima do cloro é sete e em alguns compostos, a valência máxima do enxofre é seis, porém tanto cloro quanto enxofre formam compostos nos quais a valência é mais baixa que esses valores máximos. Entretanto, tanto Blomstrand quanto seus contemporâneos, não conseguiram prever a valência máxima para um dado elemento (ibid.).

Em 1880, Lossen, caracterizou valência como o valor que indica quantos átomos estão presentes na zona de ligação de um outro átomo, sendo que ela pode ser expressa por um número inteiro, mas é um valor variável. Apenas a valência máxima é fixa e o seu valor indica o número máximo de átomos que podem estar na zona de ligação de um dado átomo. Segundo ele, a valência depende da força de afinidade total dos átomos combinados e da possibilidade de contato entre suas zonas de ligação (ibid.).

Uma outra contribuição, foi a de Claus, que considera num composto químico, a força de atração inerente ao átomo elementar polivalente, podendo esta se desdobrar em número de partes diferentes, mas limitada, sendo iguais ou diferentes, conforme os átomos que estão ligados ao referido átomo (ibid.).

O alemão Werner utiliza as idéias de Lossen e Claus e desenvolve sua teoria de coordenação publicada em 1893, num artigo, com o título Sobre a Estrutura de Compostos Inorgânicos. De acordo com essa teoria, no centro de uma molécula de um composto complexo está localizado um átomo de um elemento (principalmente metal) que atua como um agente complexante (átomo central). Ele atrai (coordena) átomos, grupos de átomos e moléculas, caracterizados pela estabilidade química, que posteriormente foram chamados de ligantes, formando uma primeira esfera de coordenação. Esses ligantes estão diretamente ligados ao átomo central e, praticamente, não são dissociados na forma de íons em meio

aquoso. O número correspondente aos ligantes é chamado de número de coordenação. Ainda conforme essa teoria, há uma segunda esfera de coordenação, que consiste de átomos ou grupos de átomos, ligados indiretamente ao átomo central e são caracterizados pela mobilidade química e se dissociam em meio aquoso. O volume do átomo central é influenciado pelo estado de valência, que por sua vez traz implicações para o número de coordenação (*ibid.*).

Werner, em 1902, desenvolve sua idéia de valência, propondo a existência de novas forças de ligação em muitos átomos elementares. Ele chama essas novas forças de valência auxiliar, que é o número de coordenação, para diferenciar da valência principal, que é o número de valência, determinado pelo número de átomos de hidrogênio ou de qualquer outro elemento monovalente que pode ser combinado com um dado átomo (*ibid.*).

A idéia clássica de valência até então tratada, vincula-se a uma concepção indivisível de átomo. No entanto, após o elétron ser detectado experimentalmente, em 1897, por J. J. Thomson e aceito como um componente do átomo, os conceitos de ligação e valência química receberam sentido físico. Ele sugere que a molécula tinha a sua força oriunda da força eletrostática resultante da migração de um elétron de um átomo eletropositivo para outro eletronegativo, gerando um átomo positivo e um átomo negativo. A oposição entre as cargas manteria os átomos unidos, formando os compostos (DMITRIEV; SEMYONOV, 1980).

Werner foi um dos primeiros que usou as características dessa partícula para explicar a natureza das forças de valência. Propôs que a valência principal é aquela cuja capacidade de saturação se equivale aos elétrons envolvidos na ligação e a valência auxiliar é um poder de combinação suficiente para ligar dois grupos de átomos pela ligação atômica, mas insuficiente para envolver um elétron (SOLOVYOV; STAROSELSKY, 1980).

Em seu artigo, *A Teoria de Valência*, Werner formula sua idéia de afinidade eletrônica: “Átomos elementares mostram habilidade para ligar elétrons. Assim devemos atribuir a eles afinidade por elétrons. A força para segurar elétron aumenta com o aumento da eletronegatividade do átomo elementar”. (WERNER, 1911, p. 603 apud SOLOVYOV; STAROSELSKY, 1980, p. 111, tradução nossa).

Continuando esses estudos, Ramsay, em 1908, propõe uma explicação para a natureza das forças que atuam entre os ligantes e o átomo central, não obtendo sucesso. Mas, em 1916, Kossel relacionando as partículas elétrons e prótons sugere um modelo eletrostático que, para

um íon complexo tem sua estabilidade associada com a carga e o tamanho do íon central (*ibid.*).

Kossel, também propõe que a ligação em alguns compostos ocorre com transferência de elétrons entre os átomos, com a estabilidade acontecendo quando os átomos adquirissem oito elétrons na camada periférica, utilizando a idéia atômica de Bohr e o fato da maioria dos átomos de gases nobres possuírem oito elétrons na última camada e serem inertos quimicamente. A valência estaria associada a perda e ao ganho de elétrons e essa ligação é chamada de polar.

Na mesma época Lewis propõe algo parecido, só que ao invés de transferência há um compartilhamento de elétrons. A valência está associada ao número de elétrons dos átomos envolvidos no compartilhamento e a ligação sendo chamada de não polar.

Para distinguir essas duas formas de ligação Langmuir sugere os termos eletrovalência, para o primeiro caso e covalência, para o segundo caso, que são utilizados atualmente (SIDGWICK, 1953).

O conceito clássico de valência, com esses novos termos, se modifica, pois há uma ruptura entre as concepções de átomo, incorporando aspectos elétricos da matéria envolvidos nas interações químicas.

O termo valência continua presente no cotidiano da química, com o advento da mecânica quântica onde o elétron passa a ter um caráter dual, sendo usado em expressões como: eletrovalência, covalência, elétrons de valência, tetravalência, teoria da ligação de valência etc., significando a relevância dessa noção, que sendo contextualizada historicamente, pode ser melhor compreendida.

A seguir, será feita a análise das visões dos sujeitos pesquisados sobre o conceito de valência, utilizando esse breve histórico como subsídio.

5 ANÁLISE DAS VISÕES DE PROFESSORES, DE LIVROS DE ESTUDANTES SOBRE O CONCEITO DE VALÊNCIA

A análise feita consistiu de dados levantados em amostras distintas dos sujeitos pesquisados, conforme descrição a seguir:

- a) Aplicação de questionário (APÊNDICE A) à quatro professores da disciplina Química Geral I em 2004, independente de eles estarem atuando em sala. O procedimento foi esclarecer o objetivo da pesquisa e entregar o questionário ao professor e depois acertava para o seu recolhimento. Eram seis professores, mas não foram aplicados com dois, pois um está afastado por problemas de saúde e uma é a orientadora dessa pesquisa. Dos questionários entregues, dois foram devolvidos;
- b) Análise de sete livros (APÊNDICE B), dos quais seis constam da bibliografia oficial da disciplina, estando entre os mais usados e um foi citado por um dos professores na resposta ao questionário. Tomando por base as questões 1, 2 e 3 dos questionários de professores e de estudantes, consultou-se o índice remissivo e fez-se a leitura das partes do capítulo onde o termo valência aparece, mesmo que não tenha sido indicada por tal índice, utilizando-se da experiência didática do autor da pesquisa e do breve histórico do conceito;
- c) Aplicação de questionário à nove estudantes da disciplina Metodologia e Prática de Ensino de Química II, sendo que cinco do semestre 2003.1 e quatro do semestre 2003.2. O procedimento consistiu da utilização do espaço da aula, cedido pelo professor da referida disciplina, para esclarecimento do objetivo da pesquisa e entrega das questões na ordem que consta no questionário do estudante. A medida que todos respondiam a pergunta 1, então era entregue a pergunta 2 e assim sucessivamente. Tal procedimento foi realizado para que a resposta a uma questão, bem como a pergunta subsequente, não induzissem à resposta posterior, caso fosse fornecido o questionário completo. Foi aplicado na sala, pois a maneira como foi feita com o professor, poderia ocasionar do estudante consultar alguma fonte, descaracterizando as informações coletadas. Com os professores acredita-se que seja pouco provável de acontecer.

Os resultados foram organizados conforme critérios comuns para os professores, os livros e os estudantes em final de curso, que foram: definição, aplicação e articulação do

conceito de valência com outros conceitos. A opção de fazer a análise em conjunto é pelo fato de aparecerem aspectos comuns, que podem ser tratados em bloco, evitando repetições no tratamento dos dados.

Foram levantados também junto a professores e estudantes outras questões, que contribuirão com a análise. Elas aparecerão ao final dessa discussão. A seqüência adotada de apresentação dos dados foi professores, livros e estudantes, pois o conceito é veiculado em sala, o estudante utiliza o livro didático e ao passar pela disciplina de Química Geral I e por uma série de disciplinas ao longo do curso, constrói uma idéia sobre ele.

Para a análise do levantamento feito serão utilizadas as referências teóricas, em particular o obstáculo substancialista e o breve histórico do conceito de valência. Nessa análise chama-se de abordagem clássica aquela que não explicita a presença de carga, elétron ou próton, enquanto como abordagem moderna a que inclui uma dessas características. Construiu-se esses limites baseando-se no capítulo do histórico do conceito.

Os dados obtidos serão apresentados na forma de tabelas. As categorias foram criadas a partir das respostas aos questionários e análise dos livros. A freqüência em cada categoria, por sujeito pesquisado, foi expresso em número absoluto.

5.1 DEFINIÇÃO

A definição de valência na visão dos professores, livros e estudantes estão organizados na TABELA 1. Ela aparece, entre os pesquisados, associada ao átomo ou ao elemento. Como a pesquisa não trata da distinção entre esses conceitos, então serão considerado sinônimos.

TABELA 1 – Definição de valência dos professores, livros e estudantes

Definição	Professores	Livros	Estudantes
Capacidade de combinação	2	3	1
Número de átomos de hidrogênio que se liga	-	2	-
Número de ligações que realiza	-	-	3
Carga	-	-	3
Elétron da última camada	-	-	2

TABELA 1 – Definição de valência dos professores, livros e estudantes

Definição	Professores	Livros	Estudantes
Não define	-	2	-
Não usa o conceito em sala ¹	1	-	-
Referência histórica ²	-	1	-

^{1, 2} Esses critérios aparecem quando na resposta à definição de valência pelo professor e quando se verifica sua veiculação no livro didático.

A definição como é apresentada aborda a noção clássica de valência do seguinte modo: capacidade de combinação, que aparece nos três grupos pesquisados; número de átomos de hidrogênio que se liga, nos livros e número de ligações que realiza, nos estudantes, bem como a noção moderna: carga e elétrons da última camada, nos estudantes.

As abordagens clássicas dos professores, dois (2) e dos livros, cinco (5), não se refletem completamente nas visões dos estudantes, quatro (4). Provavelmente, contribuem para tal abordagem e ao mesmo tempo na maior incidência para a moderna, cinco (5), o contato com outras disciplinas do curso, a utilização do livro didático do ensino médio, pois nesta fase da formação profissional muitos deles já possuem alguma experiência pedagógica nesse nível de ensino, além de trazerem concepções construídas no nível médio, que não são, necessariamente, modificadas pelo nível superior (item 2.1). Esses fatores também irão influenciar nas diferenças para os outros critérios analisados.

Além disso, dois (2) dos livros não apresentam a definição, significando que para seus autores ela não tem tanta importância, embora use o termo, como será tratado no próximo item, mas, como adjetivo, ou seja, para dar alguma qualidade a algo, por exemplo elétrons de valência, significando elétrons da última camada, como aparece na definição de dois (2) dos estudantes. Reforça essa adjetivação, o fato de um (1) dos professores não usar o conceito em sala.

Outro aspecto a ser considerado é a referência histórica feita a Kekulé por um (1) dos livros. Valor baixo, mostrando pouca preocupação dos autores em situar historicamente a formulação do conceito. Como o livro orienta na seleção de conteúdos (item 3.1), se o contexto de tal formulação não é explicitado, provavelmente os professores não a farão, bem como os estudantes.

Feita a discussão da definição, um outro elemento a ser considerado na abordagem de um conceito é a sua aplicação que será tratada a seguir.

5.2 APLICAÇÃO

A aplicação do conceito de valência a que se refere esse item, corresponde a situações nas quais o termo é utilizado. Os professores, livros e estudantes utilizam o termo quando da abordagem das situações conforme TABELA 2.

TABELA 2 – Aplicação do conceito de valência pelos professores, livros e estudantes

Aplicação	Professores	Livros	Estudantes
Tabela periódica	1		1
Ligaçāo química	1	4	7
Elétron da última camada	-	5	-
Geometria molecular	-	4	1
Camada mais externa	-	3	-
Não aplica	1	-	-
Número de oxidação	-	-	3
Distribuição eletrônica	-	-	2
Função química	-	-	2
Outras	-	1 ¹	1 ²

¹Compostos de coordenação; cálculo do peso equivalente; carga elétrica do íon; reações químicas; oxidação e redução; propriedades químicas dos elementos; quantidade de matéria;

²Formação dos compostos químicos; eletroquímica; condutividade térmica e elétrica.

A TABELA 2 mostra uma aplicação por categorias e tipos de sujeitos pesquisados, nas seguintes quantidades: duas entre os professores, cinco entre os livros e sete entre os estudantes, mostrando uma diversidade de situações onde o termo valência é utilizado.

Das duas categorias formadas a partir dos professores, um (1) destes utilizam o termo, quando do ensino de tabela periódica e ligações químicas relacionadas à formação de composto estável. Um (1) que não aplica apresenta justificativa já citada no item definição.

Das cinco categorias elencadas a partir dos livros, cinco (5) utilizam o termo ao se referirem aos elétrons da última camada, quatro (4) às ligações químicas e a geometria molecular e três (3) à camada mais externa, qualificando os elétrons, que são considerados na formulação da teoria da ligação de valência para explicar a ligação covalente, que representam os elétrons da camada mais externa e que são usados para prever a geometria molecular, no caso os pertencentes à camada mais externa do átomo central da molécula.

Esse qualificativo aparece em um (1) dos livros restantes, se referindo a número: de oxidação, de coordenação, divisor do peso atômico para o cálculo de peso equivalente, indicador da carga do íon, indicador da oxidação ou redução pelo seu crescimento ou decrescimento, respectivamente e que se relaciona com quantidade de matéria na estequiometria de uma reação química entre átomos.

Das sete categorias formadas a partir dos estudantes, sete (7) utilizam o termo para explicar a formação de compostos, em termos de ligação química, bem como na construção da teoria desta ligação e na facilidade de combinação dos elementos, três (3) utilizam como qualificativo, no caso, número de oxidação e os demais, a identificação ficou impossibilitada, pois as respostas não esclarecem devidamente a situação de aplicação da valência.

Independente da forma como é usada, são citadas várias situações, principalmente pelos livros e estudantes, envolvendo termos que, conforme o histórico do conceito, estiveram relacionados, tais como: ligação química, átomo, elemento, peso equivalente, peso atômico, número de coordenação, elétron e camada externa. Isso mostra a possibilidade de articulação do conceito de valência com outros conceitos, que será discutida no próximo item.

5.3 ARTICULAÇÃO COM OUTROS CONCEITOS

A articulação do conceito de valência com outros conceitos, encontra-se organizada na TABELA 3. Os dados correspondentes aos livros se baseou na definição e aplicações apresentadas por estes.

TABELA 3 – Articulação do conceito de valência pelos professores, livros e estudantes

Articulação com outros conceitos	Professores	Livros	Estudantes
Ligação química	1	7	7
Átomo	-	7	-
Configuração eletrônica	1	-	2
Reação química	-	3	-
Bindagem eletrônica	-	-	2
Não articula	1	-	-
Outros	-	1 ¹	1 ²

¹ Peso equivalente; oxidação e redução.

² Carga nuclear efetiva; número de elétrons na última camada; oxidação e redução em eletroquímica; número de oxidação; mecanismo de reação; estrutura metálica; condutividade térmica e elétrica; funções inorgânicas e reações de oxi-redução.

Conforme a TABELA 3, a maioria articula o conceito de valência com o de ligação química, demonstrando uma relação próxima entre esses conceitos, explicitadas nas três primeiras categorias da definição constantes da TABELA 1 e na aplicação, TABELA 2, quando a maioria de professores e estudantes se referem a ele, nos livros tendo a segunda maior referência e no histórico, quando foi mostrado, as confusões em torno deles, sendo inclusive tratados como sinônimos.

Os professores, também o articulam com o conceito de configuração eletrônica, em um (1) caso. Sendo que um (1) não o faz com conceito algum. A justificativa para este último caso será relatada no subitem 5.4.1.

Os livros também fazem articulação com o conceito de átomo, em todos os casos, seguido de reação química e por último, com outros conceitos, por exemplo, o de peso equivalente.

Os estudantes articulam, depois de ligação química, com configuração eletrônica e blindagem eletrônica, em quantidades idênticas e por último, outros conceitos, tais como número de elétrons na última camada, carga nuclear efetiva e número de oxidação.

As articulações feitas pelos sujeitos da pesquisa mostram uma diversidade de relações conceituais, que ao longo do processo histórico, também ocorreu. Acontece que a definição do termo valência relatada aqui, na sua maioria foi numa visão clássica, enquanto as aplicações dela ocorreu na forma de adjetivo, relacionadas à visão moderna, se distanciando das definições. Vale ressaltar que as articulações ocorreram com conceitos considerados estruturantes, atualmente, na área de química, tais como: átomo, ligação química e reação química, que permitem explicar microscopicamente as propriedades dos materiais.

Com isso, constata-se uma desarticulação entre definição, aplicação e articulação com outros conceitos, entre os professores, os livros e os estudantes, levando a dificuldades para uma melhor compreensão do conceito analisado. E esta é importante, pois o termo valência é usado nos níveis médio e superior e parte considerável dos estudantes e professores entendem como é importante abordá-lo, como serão relatados a seguir.

5.4 OUTROS ASPECTOS ANALISADOS

A seção traz informações sobre aspectos não tratadas anteriormente. Foi organizada por tipo de sujeito pesquisado.

5.4.1 Professores

As informações analisadas a seguir correspondem às questões de 4 a 7 do instrumento de investigação utilizado entre os professores.

Um primeiro aspecto foi sobre a importância do conceito de valência ser abordado no ensino médio, com um (1) considerando importante, quando do ensino de ligação química e formação de composto ou substância e um (1) não considera, pois a valência de um elemento, sendo variável, o aluno não precisaria dela.

Um segundo aspecto foi sobre a importância do conceito de valência ser abordado no ensino superior, com metade considerando importante, quando do ensino de teorias de ligação. A outra metade não considera, pois ao estudar as teorias de ligação o estudante entenderá que não há um limite para a valência de um elemento, a não ser o energético, sendo este, experimental. Esse posicionamento auxilia no entendimento de um (1) dos professores não aplicar e nem articular o conceito de valência, conforme descrito nos itens 5.2 e 5.3, respectivamente.

Um terceiro aspecto é quanto a recomendação de algum livro didático quando discute o conceito de valência. O posicionamento de um (1) é de recomendar o livro de Química Geral, cujo autor é Glinka. Um (1) não faz recomendação. Isto é coerente com o fato de não aplicar, nem articular o conceito, bem como não achar importante abordá-lo no ensino superior.

O último aspecto é se há utilização da palavra valência com os estudantes. Um (1) dos professores utiliza elétrons de valência, definindo “como sendo aqueles que possuem energia adequada para participar de ligações”. Um (1) utiliza T. L. V (teoria da ligação de valência).

Esses aspectos levantados, mostram alguma relevância do conceito para os professores, mesmo aqueles que não consideram importante a sua abordagem nos níveis superior e médio, pois utilizam a palavra, quando faz referência aos elétrons com energia adequada para a ligação, chamando-os de elétrons de valência.

5.4.2 Estudantes

As informações analisadas a seguir correspondem às questões 4 e 5 do instrumento de investigação utilizado entre os estudantes.

Um primeiro aspecto foi sobre a importância do conceito de valência ser abordado no ensino médio. Obteve a seguinte distribuição: sete (7) acham importante abordá-lo, sendo seis (6) porque auxilia no entendimento das ligações químicas e um (1) no estudo da oxidação e redução em eletroquímica; dois (2) não acham importante, sendo um (1) porque conceitos de carga atômica e número de elétrons dão suporte para outros assuntos, sem a necessidade da valência e um (1) porque deve abordar o tema de modo a eliminar uma série de regras.

O último aspecto foi sobre a importância do conceito de valência ser abordado no ensino superior. Com a seguinte distribuição: nove (9) entendem como importante a abordagem do conceito, sendo três (3), pois auxilia numa melhor compreensão da ligação química, um (1) devido a sua complexidade, um (1) para a compreensão do conceito de eletroquímica, um (1) para que possa consolidar outros conceitos aprendidos, um (1) para auxiliar na compreensão de conceitos que dependam da valência e dois (2) não justificaram.

Esses aspectos levantados, mostram a relevância na abordagem do conceito para a maioria dos estudantes, considerando-se os dois níveis de ensino. Quando analisadas as justificativas, para ambos os níveis, verifica-se que aparecem uma série de conceitos, como motivadores para o uso do conceito de valência, tais como: ligação química e eletroquímica, que historicamente estiveram articulados.

A seguir será feita uma relação entre as visões dos sujeitos pesquisados e o obstáculo substancialista.

5.5 RELACIONANDO O OBSTÁCULO SUBSTANCIALISTA COM OS DADOS OBTIDOS

Nos itens anteriores procurou-se responder ao problema de pesquisa, através das visões dos professores, livros e estudantes. Essas serão articuladas com o substancialismo, conforme relação explicitada no item 2.3 entre este obstáculo e o conceito de valência.

Nas visões apresentadas e no próprio histórico do conceito verifica-se que da definição, passando pela aplicação e chegando na articulação com outros conceitos, a valência muda de uma visão clássica para uma moderna, que pode ser explicado por uma ressignificação do conceito devido ao seu desenvolvimento no campo científico, conforme abordado no Capítulo 4.

Em ambas visões há uma concentração de qualidades num objeto, no caso o átomo ou o elétron, como responsáveis pela interação química. No entanto, não se evidencia a relação existente entre os átomos envolvidos, que são constituídos de elétrons, que por sua vez são atraídos pelos prótons para que ocorra o processo de ligação e assim a valência se estabeleça. Essa relação poderia aparecer na definição e na aplicação.

O elétron, partícula muito pequena, por tomar parte diretamente das interações químicas, no caso aqueles com mais energia, concentra toda a justificativa pela ligação química. Vale ressaltar que os elétrons mais internos e o próprio núcleo também participam da ligação na medida em que os prótons, presentes no núcleo, atraem os elétrons e os elétrons das camadas internas blindam, ou seja, fazem uma barreira de proteção a atração dos elétrons das últimas camadas pelo núcleo. Além, é claro, dos próprios átomos vizinhos.

Uma outra forma de explicitação do obstáculo substancialista ocorre com uma parte dos professores que justifica não abordar o conceito no ensino superior, pois não havendo limite para valência, a não ser o energético, que é experimental, o estudante não necessitaria dela e com as teorias de ligação seria suficiente para entender as causas de não haver tal limite. Esses mesmos argumentos podem ser utilizados para justificar a abordagem do conceito, utilizando-se os dados experimentais como um subsídio para explicar as valências variáveis, que por sinal, foi alvo de debates a partir da segunda metade do século XIX, conforme discutido no item 4.3. Tal visão reforça a idéia de que só teria sentido abordar a valência, se esta fosse fixa, como atributo do átomo.

Traçando uma relação entre o elétron, o átomo, a matéria e o substancialismo presente na definição de valência, pode se dizer que a matéria vai se tornando mais complexa à medida que outros experimentos ou questionamentos são propostos. No caso, os químicos tentam simplificar o complexo, transferindo para o átomo a propriedade da matéria, em outro momento para o elétron, no entanto há uma manutenção na concentração dos atributos, mudando o objeto.

Poderia ser feita a seguinte analogia: “Quanto menor o grão de matéria, mais realidade substancial tem; diminuindo de volume, a matéria se aprofunda” (BACHELARD, 1984, p. 160). A matéria, depois os átomos, os elétrons, os prótons, os quarks, vão tornando mais difícil entender os materiais, sem trabalhar com relações, daí a tentativa de superação do obstáculo substancialista, tanto na química, como no processo de ensino-aprendizagem, o que significa a compreensão de diferentes visões do conceito ao longo do tempo.

6 CONCLUSÕES

Diante do problema de pesquisa: qual o conceito de valência ensinado durante o curso, apresentado nos livros didáticos e construído pelos licenciandos em química da Universidade Federal da Bahia ao final do curso? pode-se concluir, sinalizando alguns aspectos.

Um primeiro aspecto é sobre a abordagem desse conceito na disciplina Química Geral I, que ocorre de uma forma a não trabalhar efetivamente o conceito e sim a definição, ou nem ela, como expresso por metade dos professores que colocaram que não vêm trabalhando com ele em sala. Quando aplica em alguma situação ou articula com outro conceito, não faz a associação com a definição. Esta é numa visão clássica, enquanto a aplicação e articulação leva em consideração aspectos da visão moderna de valência.

No entanto, ocorre a veiculação do termo, pelo que ficou constatado no levantamento. Mesmo aqueles que não aplicam e nem articulam tal conceito, usam a expressão elétrons de valência. Ao citar um termo, alguma articulação é feita, porém ela deve permitir, a quem está ouvindo, uma compreensão do significado conceitual a ele relacionado.

Ao se trabalhar com termos científicos, que serão reelaborados para o ensino médio o seu entendimento pode ser facilitado quando se contextualiza historicamente, mostrando o seu processo de construção, conforme o histórico do conceito, o que não apareceu em momento algum da pesquisa entre os professores, embora parte até se refira a contextualizar a valência no estudo da ligação, que significa nesse caso articular conceitos.

Um segundo aspecto é a forma como o conceito de valência é abordado nos livros didáticos de química geral, que de forma semelhante aos professores, não tratam o conceito de modo substantivo. Trazem, na maioria, a definição, porém uma minoria nem a traz. Ao aplicar o conceito ou articulá-lo com outros conceitos não fazem alusão à definição, que pode auxiliar no processo de compreensão do seu significado.

Abordam, de um modo geral, como adjetivo, com expressões do tipo, elétrons de valência, camada de valência e teoria da repulsão dos pares de elétrons da camada de valência, contribuindo para uma não compreensão da construção desse conceito, mesmo no caso onde se fez uma referência histórica, pois esta é feita no início do capítulo e depois não se conecta com o restante.

Uma ressalva pode ser feita ao livro do autor MAHAN (1972) que esclarece a opção de deixar de tratá-lo como substantivo, com a visão clássica, devido a não esclarecer a ocorrência da ligação química, passando a tratá-lo como adjetivo, na visão moderna, pois seria uma terminologia mais específica e informativa para tal interação entre átomos. Isso não ocorre na edição de 1995, bem como nos demais livros analisados.

Um terceiro aspecto é a visão dos estudantes em final de curso em relação ao conceito de valência, que não se diferencia substancialmente, nem dos professores, nem dos livros, no sentido de uma não conexão entre definição, aplicação e articulação com outros conceitos.

Na definição, a maioria utiliza uma visão moderna de valência e na aplicação e articulação, também, no entanto a primeira aparece um pouco distorcida, pois cita que é a carga ou elétron da última camada, quando não é uma carga qualquer e nem só elétron da última camada que estão associadas às idéias modernas de valência, embora para alguns elementos isso possa acontecer, os chamados elementos representativos, exibidos na Tabela Periódica.

Isso significa que a boa formação científica básica, considerada suficiente, para preparar bons professores para o ensino médio, em relação ao conceito de valência está sendo insuficiente, reforçando a percepção que os professores da formação pedagógica apresentam, em relação à falta de uma visão mais consistente dos conteúdos específicos químicos, pelos estudantes nessa fase do curso (MALDANER; SCHNETZLER, 1998).

Um quarto aspecto a ser tratado é sobre as visões clássica e moderna do conceito de valência, abordada na parte histórica e veiculada pelos sujeitos da pesquisa. A visão clássica apareceu de um modo geral, na definição enquanto a visão moderna, na aplicação e articulação com outros conceitos. Constatando que: “todo conceito acaba perdendo sua utilidade, sua própria significação, quando nos afastamos progressivamente das condições experimentais em que foi formulado” (JEAN PERRIN apud BACHELARD, 1984, p. 158).

O conceito clássico de valência, capacidade de combinação de um átomo, que apareceu entre os pesquisados, perdeu significado, porém ele foi ressignificado para conceitos modernos, eletrovalência e covalência. No entanto, entre eles, apareceram sob a forma de expressões, como elétrons de valência, ou seja, o termo passou a ser usado como adjetivo e não como substantivo, mas sem uma devida compreensão do processo de ressignificação.

Então, não há problema em abordar a visão clássica, desde quando faça a transição para a visão moderna, abordando que o átomo clássico se modificou e isso é possível, pois o

próprio programa da disciplina Química Geral I traz estrutura atômica antes de ligação química.

Essa foi uma constatação, com um caso, o conceito de valência, abordado no curso de Licenciatura em Química da UFBA, não se podendo generalizar, porém possibilitando conhecer tal caso e ao mesmo tempo sugerir modificações, o que será feito no próximo capítulo.

7 SUGESTÕES

Ao ser concluído esse trabalho de pesquisar a forma como um conceito científico é abordado sob três visões que se conectam, não se deve deixar de apontar algumas sugestões, que podem representar, como a própria pesquisa, a continuidade do debate, bem como alternativas de intervenção.

Uma primeira sugestão é quanto à abordagem pelo professor da disciplina Química Geral I do conceito de valência, que pode ser usado como um núcleo articulador, vinculando-se a outros conceitos: átomo, ligação química, reação química, oxidação, redução etc, como apareceu entre os sujeitos pesquisados, só que conectados conceitualmente, de modo contextualizado, do ponto de vista histórico. Não significando que o professor ministrará uma aula de história, nem usará a história como preâmbulo para os assuntos, como apareceu em um dos livros analisados.

Ao desenvolver os conceitos, procurar situá-los historicamente, mostrando que na sua construção, há rupturas na forma pensar, por exemplo, a mudança da visão clássica para a visão moderna de valência. Com isso mediará a aprendizagem do estudante, que traz conhecimentos do senso comum que precisam ser conflitados com o científico, para que compreenda o seu significado e em que situação deve utilizá-lo. Por isso é importante o professor levantar que concepções o aluno traz sobre os conceitos que serão tratados na disciplina, a fim de saber como colocá-lo numa situação de conflito entre a sua concepção e a científica.

Pode se levantar a dificuldade com relação ao programa (ANEXO E) que, sendo extenso, não daria para fazer tal abordagem. Primeiro, precisa ser tentado, segundo, ao se trabalhar os conceitos de modo articulado, pode se dispensar as introduções, constantes em alguns tópicos do programa da disciplina. Pode ser colocada uma só introdução, a do início do curso, colocando os objetivos da disciplina e nele relacionar os conceitos necessários que serão tratados naquele momento, abordando eles numa ordem tal que um conceito vá sendo requisito para o outro, inclusive relacionando com a parte prática. Esses aspectos metodológicos podem ser abordados em outras disciplinas ao longo do curso.

Uma segunda sugestão é com relação à abordagem pelos livros didáticos, que não tratando o conceito de valência ou até mesmo outros, nessa perspectiva, torna-se necessário

que o professor atue criticamente, junto aos estudantes, criando um diálogo professor-estudante-livro evidenciando os problemas aqui colocados.

Ao mesmo tempo, entendendo que o “existir através dos livros já é uma existência solidamente humana, fruto da técnica racionalizada” (BACHELARD,1965 apud LOPES, 1993), faz-se necessário a elaboração, pelo professor, de materiais didáticos que venham ao encontro das aspirações aqui abordadas.

Com relação aos estudantes de fim de curso, sugere-se, que nas disciplinas de metodologia e prática de ensino, haja uma interação, estudantes e professores destas, com os de química geral e os do ensino médio, para reflexões de como um mesmo conceito está sendo abordado em níveis de ensino diferentes, pois funcionaria para o estudante da metodologia como um momento de vivenciar as diferenças, bem como um momento de formação continuada para os profissionais envolvidos.

Conforme a legislação atual, o estágio supervisionado, que corresponde atualmente às metodologias, já deve ocorrer a partir do quarto semestre do curso, portanto não ficaria para os últimos semestres.

Uma última questão é a reforma curricular nos cursos de graduação que vem acontecendo nas universidades, onde um aspecto importante na discussão é a quantidade de conteúdos das disciplinas e a forma de abordá-los, situação que engloba as reflexões feitas nesta investigação.

Essas sugestões podem contribuir na superação dos problemas aqui colocados, em relação ao ensino de conceitos, em particular, o de valência, compreendendo que a formação do licenciado é um processo que se constrói no cotidiano do curso, como um todo, nas disciplinas e nos seus conteúdos, em particular, e para tal precisa ter sua realidade compreendida.

REFERÊNCIAS

ANASTASIOU, Léa das G. C.; PIMENTA, Selma G. **Docência no ensino superior**. São Paulo: Cortez, 2002, p. 161-174.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro : Contraponto, 1996.

_____. **O novo espírito científico**. 2. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1984, p. 158-173.
(Coleção Os Pensadores)

BENSAUD-VICENT, B e STENGERS, I. **História da química**. Tradução de Raquel Gouveia. Lisboa : Instituto Piaget, 1996, p. 163-179.

BORGES, Regina M. R. B. **Em debate: científicidade e educação em ciências**. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996, p. 23-24.

BRASIL. Lei nº 9394/96. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.
Disponível em: <<http://www.ufba.br/lbd-f.html>>. Acesso em 24 ago. 2003.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Superior. **Diretrizes curriculares para cursos de química, bacharelado e licenciatura plena**. Brasília, DF, p. 4-8, 2001.
Disponível em: <<http://www.mec.org.br/sesu>>. Acesso em 26 mar. 2005.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio / Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, DF, v. 3, p. 79, 1999.

CARVALHO, Anna M. P. de; GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. Tradução de Sandra Valenzuela. 3^a ed. São Paulo : Cortez, 1998.
(Coleção Questões da nossa época; v.26)

CALDAS, Helena. **Atrito: o que diz a física, o que os alunos pensam e o que os livros explicam**. Colaboração de Edith Saltiel. Vitória: EDUFES, 1999.

DIONNE, Jean; LAVILLE, Christian. **A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. Tradução de Heloísa Monteiro e Francisco Settineri. Porto Alegre: Artes Médicas; Belo Horizonte: UFMG, 1999.

DMITRIEV I. S.; SEMYONOV, S. G. Formation of spin-valency theory. In Kuznetsov, V. I. (org.). **Theory of valency in progress.** Tradução para o inglês de Alexander Rosinkin. Moscou: Mir Publishers, 1980, p. 119-136.

EICHLER, M. L.; PINO, J. C. D. ; SILVA, S. M. As percepções dos professores de química geral sobre a seleção e a organização conceitual em sua disciplina. **Química Nova**, v. 26, n.4, p. 585 – 594, 2003.

FAYERSSTEIN, M. G. The evolution of the theory of valency. In Kuznetsov, V. I. (org.). **Theory of valency in progress.** Tradução para o inglês de Alexander Rosinkin. Moscou: Mir Publishers, 1980, p. 34-73.

GOLDFARB, Ana Maria A. **Da alquimia à química:** um estudo sobre a passagem do pensamento mágico-vitalista ao mecanicismo. São Paulo : Nova Stella: EDUSP, 1987.

IUPAC. **Compendium of chemical terminology.** 2nd ed. v. 66(1994), p. 1175, 1997. Disponível em: <<http://www.iupac.org/goldbook/v06588.pdf>>. Acesso em 27 fev. 2005.

JUSTI, R. J. A afinidade entre as substâncias pode explicar as reações químicas ? **Química Nova na Escola**, n.7, p. 26-29, 1998.

KUZNETSOV, V. I. The modern state of the problem. In Kuznetsov, V. I. (org.) **Theory of valency in progress.** Tradução para o inglês de Alexander Rosinkin. Moscou: Mir Publishers, 1980, p. 11-33.

LOGUERCIO, R. de Q.; PINO, J. C. D. ; SAMRSIA, V. E. E. A dinâmica de analisar livros didáticos com os professores de química. **Química Nova**, v. 24, n.4, p. 557 – 562, 2001.

LOPES, Alice R. C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência química. **Química Nova**, v.15, n.3, p. 254 – 261, 1992.

_____. Contribuições de Gaston Bachelard ao ensino de ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, v.11, n.3, p. 324-330, 1993.

_____. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano.** Rio de Janeiro: EdUERJ, 1999, p. 106-116.

LUDKE, Menga. Avaliação institucional: as licenciaturas. **Cadernos do CRUB.** Brasília, ano 1, n. 4, 1994.

MAHAN, B. H. **Química: um curso universitário.** Tradução de Ebe Melardi et. al. 2. ed. rev. São Paulo: Edgard Blucher, 1972.

MALDANER, O. A.; SCHNETZLER, R. P. A necessária conjugação da pesquisa e do ensino na formação de professores e professoras. In Chassot, A.; Oliveira, R. J. de (orgs). **Ciência, ética e cultura na educação.** São Leopoldo: UNISINOS, 1998, p. 195-214.

MATTHEWS, Michael R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: A Tendência Atual de Reaproximação. Tradução de Cláudia Mesquita de Andrade. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p.164 - 214, 1995.

MORADILLO E. F.; PENHA A. F.; SILVA, J. L. de P. B. **Interpretação microscópica do calor de reação.** Salvador, Instituto de Química/UFBA, 2002 (mimeo).

MORTIMER, Eduardo F. Pressupostos epistemológicos para uma metodologia de ensino de química: mudança conceitual e perfil epistemológico. **Química Nova**, v.15, n.3, p. 242 – 248, 1992.

_____. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigação em Ensino de Ciências**, v.1, n.1, p. 1-20, 1996. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/N1/2ARTIGO.htm>> Acesso em 03 jun. 1999.

NETO, Waldmir N. de A. **Relações históricas de precedência como orientações para o ensino médio de química: a noção clássica de valência e o livro didático de química.** Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2003.

OLIVEIRA, R. J. de. O mito da substância. **Química Nova na Escola**, n.1, p. 8-11, 1995.

PARENTE, Letícia T. S. **Bachelard e a química: no ensino e na pesquisa.** Fortaleza: UFC/Stylus Publicações, 1990, p. 13 - 88.

RUSSEL, Colin A. **History of Valency.** Chicago: University of Chicago Press, 1972, p. 81-91.

SCHNETZLER, R. P. O professor de ciências: problemas e tendências de sua formação. In Aragão, R. M. R. de; Schnetzler, R. P. (orgs). **Ensino de ciências: fundamentos e abordagens.** Piracicaba: UNIMEP/CAPES, 2000, p. 12-41.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, v.25, Supl. 1, p. 14-24, 2002.

SIDGWICK, Nevil V. **The Electronic Theory of Valency**. London : Geoffrey Cumberlege, 1953, p. 51 – 58.

SOLOVYOV I. Yu. ; STAROSELSKY, P. I. The theory of valency and coordination theory. In Kuznetsov, V. I. (org.) **Theory of valency in progress**. Tradução para o inglês de Alexander Rosinkin. Moscou: Mir Publishers, 1980, p. 85-118.

SOUSA, Oscar C. de. Aprender e ensinar: significados e mediações. In Teodoro A.; Vasconcelos, M. L. (orgs.). **Ensinar e aprender no ensino superior: por uma epistemologia da curiosidade na formação universitária**. São Paulo: Mackenzie; Cortez, 2003, p. 35-60.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA. **Programa da Disciplina Química Geral I**. Instituto de Química / Departamento de Química Geral e Inorgânica. Salvador, [2001].

_____. **Estatuto da Universidade Federal da Bahia**. Disponível em:
<http://www.portal.ufba.br/onheca/conselhos_superiores/estatuto>. Acesso em 01 abr. 2005

_____. **Cursos de Química (Licenciatura e Bacharelado)**. Disponível em:
<<http://www.quimica.ufba.br/historico.html>>. Acesso em 01 abr. 2005

APÊNDICE A – Questionário para Professores da Disciplina Química Geral I

OBJETIVO: Esse questionário faz parte do levantamento de dados para a Dissertação no Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências do mestrando Abraão Felix da Penha com o título provisório: Conceito de Valência Ensinado durante o Curso, Apresentado nos Livros Didáticos e Construído pelos Licenciandos em Química da UFBA ao Final da Formação Inicial.

- 1-Qual o conceito que você utiliza para valência?
- 2-No ensino, cite algumas situações nas quais você utiliza o conceito de valência?
- 3-Cite alguns conceitos com os quais você articula o conceito de valência.
- 4-Você acha importante abordar o conceito de valência no Ensino Médio? Justifique.
- 5-Você acha importante abordar o conceito de valência no Ensino Superior? Justifique.
- 6-Você recomenda algum livro didático para os alunos quando discute o conceito de valência? Em caso afirmativo, qual ou quais?
- 7-Você utiliza termos em que aparece a palavra valência com os seus alunos? Em caso afirmativo, quais?

APÊNDICE B – Relação de Livros Didáticos Analisados

- 1.BRADY, J. E.; HUMISTON, G. E. **Química geral.** Tradução de Cristina Maria P. dos Santos e Roberto B. Farias. 2. ed. Rio de Janeiro : LTC, 1986, v. 1.
- 2.CHANG, R. **Química.** Tradução de Anabela C. Fernandes *et. alli.* 5. ed. Portugal: McGraw-Hill, 1998.
- 3.GLINKA, N. **General chemistry.** Moscou: Peace Publishers Moscow, (s. d.).
- 4.KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. **Química e reações químicas.** Tradução de José A. P. Bonapace e Oswaldo E. Barcia. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.
- 5.MAHAN, B.H.; MYRES, R.J. **Química: um curso universitário.** Tradução de Koiti Araki *et. alli.* 4. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1995.
- 6.QUAGLIANO, J. V.; VALLARINO, L. M. **Química.** Tradução de Aïda Espínola. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1973.
- 7.RUSSEL, John B. **Química geral.** Tradução de Márcia Guekezian *et. alli.* São Paulo: Makron Books, 1994, v. 1.

APÊNDICE C – Questionário para Estudantes da Disciplina Metodologia e Prática de Ensino de Química II

1-O que você entende por valência?

2-Cite algumas situações nas quais você utiliza o conceito de valência?

3- Cite alguns conceitos com os quais você articula o conceito de valência?

4-Você acha importante abordar o conceito de valência no Ensino Médio? Justifique.

5-Você acha importante abordar o conceito de valência no Ensino Superior? Justifique.

ANEXO A – Artigo 43 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9394/96) sobre a Educação Superior

A educação superior tem por finalidade:

1. estimular a criação cultural e o desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo;
2. formar diplomados nas diferentes áreas de conhecimento, aptos para a inserção em setores profissionais e para a participação no desenvolvimento da sociedade brasileira, e colaborar na sua formação contínua;
3. incentivar o trabalho de pesquisa e investigação científica, visando o desenvolvimento da ciência e da tecnologia e da criação e difusão da cultura, e, desse modo, desenvolver o entendimento do homem e do meio em que vive;
4. promover a divulgação de conhecimentos culturais, científicos e técnicos que constituem patrimônio da humanidade e comunicar o saber através do ensino, de publicações ou de outras formas de comunicação;
5. suscitar o desejo permanente de aperfeiçoamento cultural e profissional e possibilitar a correspondente concretização, integrando os conhecimentos que vão sendo adquiridos numa estrutura intelectual sistematizadora do conhecimento de cada geração;
6. estimular o conhecimento dos problemas do mundo presente, em particular os nacionais e regionais, prestar serviços especializados à comunidade e estabelecer com esta uma relação de reciprocidade;
7. promover a extensão, aberta à participação da população, visando à difusão das conquistas e benefícios resultantes da criação cultural e da pesquisa científica e tecnológica geradas na instituição.

ANEXO B – Alguns trechos das Diretrizes Curriculares para Cursos de Química, Bacharelado e Licenciatura Plena

1. PERFIL DOS FORMANDOS

1.2 O Licenciado em Química deve ter formação generalista, mas sólida e abrangente em conteúdos dos diversos campos da Química, preparação adequada à aplicação pedagógica do conhecimento e experiências de Química e de áreas afins na atuação profissional como educador na educação fundamental e média.

2. Competências e Habilidades

2.2 Licenciado em Química

Com relação à compreensão da Química

- Compreender os conceitos, leis e princípios da Química.
- Conhecer as propriedades físicas e químicas principais dos elementos e compostos, que possibilitem entender e prever o seu comportamento físico-químico, aspectos de reatividade, mecanismos e estabilidade.
- Acompanhar e compreender os avanços científico-tecnológicos e educacionais.
- Reconhecer a Química como uma construção humana e compreender os aspectos históricos de sua produção e suas relações com o contexto cultural, socioeconômico e político.

Com relação ao ensino de Química

- Refletir de forma crítica a sua prática em sala de aula, identificando problemas de ensino/aprendizagem.
- Compreender e avaliar criticamente os aspectos sociais, tecnológicos, ambientais, políticos e éticos relacionados às aplicações da Química na sociedade.
- Saber trabalhar em laboratório e saber usar a experimentação em Química como recurso didático.
- Possuir conhecimentos básicos do uso de computadores e sua aplicação em ensino de Química.
- Possuir conhecimento dos procedimentos e normas de segurança no trabalho.
- Conhecer teorias psicopedagógicas que fundamentam o processo de ensino-aprendizagem, bem como os princípios de planejamento educacional.
- Conhecer os fundamentos, a natureza e as principais pesquisas de ensino de Química.
- Conhecer e vivenciar projetos e propostas curriculares de ensino de Química.
- Ter atitude favorável à incorporação, na sua prática, dos resultados da pesquisa educacional em ensino de Química, visando solucionar os problemas relacionados ao ensino/aprendizagem.

4. CONTEÚDOS CURRICULARES

4.1 Conteúdos Básicos

Química (Teoria e laboratório): propriedades físico-químicas das substâncias e dos materiais; estrutura atômica e molecular; análise química (métodos químicos e físicos e controle de qualidade analítico); termodinâmica química; cinética química; estudo de compostos orgânicos, organometálicos, compostos de coordenação, macromoléculas e biomoléculas; técnicas básicas de laboratório.

ANEXO C – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: competências e habilidades a serem desenvolvidas em Química

Representação e comunicação

- Descrever as transformações químicas em linguagens discursivas.
- Compreender os códigos e símbolos próprios da Química atual.
- Traduzir a linguagem discursiva em linguagem simbólica da Química e vice-versa. Utilizar a representação simbólica das transformações químicas e reconhecer suas modificações ao longo do tempo.
- Traduzir a linguagem discursiva em outras linguagens usadas em Química: gráficos, tabelas e relações matemáticas.
- Identificar fontes de informação e formas de obter informações relevantes para o conhecimento da Química (livro, computador, jornais, manuais etc).

Investigação e compreensão

- Compreender e utilizar conceitos químicos dentro de uma visão macroscópica (lógico-empírica).
- Compreender os fatos químicos dentro de uma visão macroscópica (lógico-formal).
- Compreender dados quantitativos, estimativa e medidas, compreender relações proporcionais presentes na Química (raciocínio proporcional).
- Reconhecer tendências e relações a partir de dados experimentais ou outros (classificação, seriação e correspondência em Química).
- Selecionar e utilizar idéias e procedimentos científicos (leis, teorias, modelos) para a resolução de problemas qualitativos e quantitativos em Química, identificando e acompanhando as variáveis relevantes.
- Reconhecer ou propor a investigação de um problema relacionado à Química, selecionando procedimentos experimentais pertinentes.
- Desenvolver conexões hipotético-lógicas que possibilitem previsões acerca das transformações químicas.

Contextualização sócio-cultural

- Reconhecer aspectos químicos relevantes na interação individual e coletiva do ser humano com o ambiente.
- Reconhecer o papel da Química no sistema produtivo, industrial e rural.
- Reconhecer as relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico da Química e aspectos sócio-político-culturais.
- Reconhecer os limites éticos e morais que podem estar envolvidos no desenvolvimento da Química e da tecnologia.

ANEXO D – Grade Curricular do Curso de Licenciatura em Química

UFBA - Universidade Federal da Bahia - Sistema Acadêmico (Currículo)
RLCRR099 - Grade Curricular

04/04/2005 11:43
Pág. 1 de 2

Curso: 113120 Currículo: 2004-1 Turno: Diurno

Duração em anos: Mínima 3,5 Média 4 Máxima 6

QUIMICA

Área: Ciencias Exatas e Tecnologia

Habilitação: Licenciatura

Base Legal: O Curso foi reconhecido pelo Decreto nº 9.155 publicado no D.O.U. do dia 08.04.1946.

Titulação: LICENCIADO EM QUIMICA

1º SEMESTRE		Crédito / Semestre	0	Horas / Semana	27	Horas / Semestre	408
Disciplina							
FIS121	FISICA GERAL E EXPERIMENTAL I-E	C.H. CR Nat.	Gr Pré Requisito				
102	0 CM						
MAT002	MATEMATICA BASICA II	102	0 CM				
MAT195	CALCULO DIFERENCIAL INTEGRAL I	102	0 CM				
QUI134	QUIMICA GERAL I	102	0 CM				
2º SEMESTRE		Crédito / Semestre	0	Horas / Semana	20	Horas / Semestre	306
Disciplina							
FIS122	FISICA GERAL E EXPERIMENTAL II-E	C.H. CR Nat.	Gr Pré Requisito				
102	0 CM 01 FIS121-MAT002-MAT195						
MAT042	CALCULO II- A	102	0 CM 01 MAT002-MAT195				
QUI135	QUIMICA GERAL II	102	0 CM 01 QUI134				
3º SEMESTRE		Crédito / Semestre	0	Horas / Semana	31	Horas / Semestre	476
Disciplina							
EDC212	PSICOLOGIA APLICADA À EDUCAÇÃO	C.H. CR Nat.	Gr Pré Requisito				
102	0 CM						
FIS123	FISICA GERAL E EXPERIMENTAL III-E	102	0 CM 01 FIS122-MAT042				
QUI013	FISICO QUIMICA I	102	0 CO 01 MAT042-QUI135				
QUI136	QUIMICA INORGANICA BASICA	102	0 CM 01 QUI135				
QUI138	QUIMICA ORGANICA FUNDAMENTAL III	68	0 CM 01 QUI135				
4º SEMESTRE		Crédito / Semestre	0	Horas / Semana	36	Horas / Semestre	544
Disciplina							
EDC213	ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO DO ENSINO I	C.H. CR Nat.	Gr Pré Requisito				
68	0 CM						
FIS124	FISICA GERAL E EXPERIMENTAL IV-E	102	0 CM 01 FIS123				
QUI014	FISICO QUIMICA II	102	0 CO 01 QUI013				
QUI033	ANALISE QUIMICA III	102	0 CO 01 QUI136				
QUI137	QUIMICA INORGANICA DE COORDENACAO	102	0 CM 01 QUI135				
QUI139	QUIMICA ORGANICA FUNDAMENTAL IV	68	0 CM 01 QUI138				
5º SEMESTRE		Crédito / Semestre	0	Horas / Semana	37	Horas / Semestre	561
Disciplina							
EDC140	DIDÁTICA I	C.H. CR Nat.	Gr Pré Requisito				
136	0 CM 01 EDC212						
MAT236	MÉTODOS ESTATÍSTICOS	68	0 CM 01 MAT042				
QUI034	ANALISE QUIMICA IV	119	0 CO 01 QUI033				
QUI035	ANALISE QUIMICA V	102	0 CO 01 QUI033				
QUI140	QUIMICA ORGANICA EXPERIMENTAL I	136	0 CM 01 QUI139				
6º SEMESTRE		Crédito / Semestre	0	Horas / Semana	38	Horas / Semestre	578
Disciplina							
EDC202	METODOLOGIA E PRATICA DE ENSINO DE QUIMICA	C.H. CR Nat.	Gr Pré Requisito				
170	0 CM 01 EDC202						
GEO155	MINERALOGIA GERAL	102	0 CM				
ICS107	Bioquimica para Quimicos	102	0 CM 01 QUI139				
QUI105	QUIMICA ORGANICA IV	102	0 CM 01 QUI140				
QUI110	FISICO QUIMICA IV	102	0 CO 01 FIS124-QUI136				
7º SEMESTRE		Crédito / Semestre	0	Horas / Semana	22	Horas / Semestre	340
Disciplina							
EDC205	METODOLOGIA E PRATICA DE ENSINO DE QUIMICA	C.H. CR Nat.	Gr Pré Requisito				
170	0 CM 01 EDC202						
QUI040	HISTORIA DA QUIMICA	51	0 CO 01 QUI135-QUI138				
QUI109	FISICO QUIMICA III	119	0 CO 01 QUI014-QUI033				
OPTATIVAS							
Disciplina							
EDC110	SOCIOLOGIA EDUCACAO I	C.H. CR Nat.	Gr Pré Requisito				
51	0 OP						
EDC116	MEDIDAS EDUCACIONAIS I	51	0 OP				
EDC130	CURRICULOS PROGRAMAS I	51	0 OP				
EDC142	TECNICAS RECURSOS AUDIO-VISUAL	119	0 OP				
EDC249	PROBLEMAS DA EDUCACAO	68	0 OP				
EDC266	INTRODUCAO A INFORMATICA NA EDUCACAO	102	0 OP				
EDC267	EDUCACAO AMBIENTAL	102	0 OP				
ENG269	CIENCIAS DO AMBIENTE	68	0 OP				
LET053	INGLES INSTRUMENTAL I N-100	51	0 OP				
M T045	PROCESSAMENTO DE DADOS	68	0 OP				
QUI039	ÉTICA E SEGURANÇA NO TRABALHO EM QUÍMICA	51	0 OP 01 QUI014-QUI033				
QUI041	ORBITAIS MOLECULARES E MÉTODOS COMPUTACOI	68	0 OP 01 QUI139				
QUI101	PRINCIPIOS E METODOS DE SEPARACOES	102	0 OP 01 QUI035				
QUI151	QUIMICA ORGANICA DE BIOMOLECULAS	51	0 OP 01 QUI138-QUI139				

OPTATIVAS					
Disciplina	C.H.	CR	Nat.	Gr	Pré Requisito
QUI152 TÓPICOS DE QUÍMICA: Questões Atuais do Ensino de	68	0	OP	01	QUI013-QUI136-QUI138
Integralização Curricular					
Natureza da Disciplina	Carga Horária	C. Horária Mín.	Creditação	Cred. Mín.	Mín.Disc. a Cumprir
CM Curriculo Mínimo	2414	2414			
CO Complementar Obrigatoria	799	799			
EL Eletiva	45	45	0	3	
OP Optativa	240	240	16	16	
Total	3498	3498	16	19	

ANEXO E – Programa da Disciplina Química Geral I**UFBA****ÓRGÃO****SUPERINTENDÊNCIA ACADÊMICA
SECRETARIA GERAL DOS CURSOS****PROGRAMA DE DISCIPLINA****ANO****SEM**

CÓDIGO: QUI-134	NOME: QUÍMICA GERAL I		
CARGA HORÁRIA	CRÉDITOS	UNIDADE: INSTITUTO DE QUÍMICA	
TEÓRICA	60	04	DEPARTAMENTO: QUÍMICA GERAL E INORGÂNICA
PRÁTICA	30	01	
TOTAL	90	05	

EMENTA:

Estrutura atômica; Tabela periódica; Interações químicas; Estados físicos da matéria; Estados dispersos da matéria; Reações Químicas: aspectos qualitativos e quantitativos.

OBJETIVOS:

- Caracterizar a matéria e suas propriedades.
- Interpretar, qualitativamente e quantitativamente, uma reação química

METODOLOGIA:

- O curso teórico é apresentado em aulas expositivas, utilizando-se como recursos principais quadro e retroprojetor. Nessas exposições, o aluno é sempre questionado e provocado a se posicionar criticamente.
- O módulo prático é apresentado em laboratório, com experimentos de bancada, onde o aluno irá adquirir habilidades nas técnicas básicas e no desenvolvimento de uma metodologia científica.

BIBLIOGRAFIA:

BRADY, J. E. E HUMISTON, G.E. "Química Geral". Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos S. A. Vols. 1 e 2.

BUENO, W. ET ALLI. "Química Geral". São Paulo: Editora McGraw-Hill do Brasil Ltda.

CHANG, R. "Química". Portugal: Editora McGraw-Hill de Portugal Ltd.

HILL, G.C. E HOLMAN, J.S. "Chemistry in Context". Hong Kong: Thomas Nelson Ltd.

KOTZ, J.C. E PURCELL, K.F. "Chemistry & Chemical Reactivity". Orlando-Florida: Saunders College Publishing.

MAHAN, B.H. "Química: um curso universitário". São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda.

MOELLER, T. ET ALLI. "Chemistry with Inorganic Analysis". Orlando-Florida: Harcourt Brace Jovanovich, Publishers.

PIMENTEL, G.C. "Química: um tratamento moderno". São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda. Vols 1 e 2.

QUAGLIANO, J.V. E VALLARINO, L.M. "Química". Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois.

RUSSEL, J.B. "Química Geral". São Paulo: McGraw-Hill do Brasil Ltda.

SEGAL, B.G. "Chemistry: experiment and theory". USA: John Wiley & Sons, Inc.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:

I. PARTE TEÓRICA:

- **INTRODUÇÃO AO CURSO**

- **ESTRUTURA ATÔMICA** (1^a Parte)

01. Introdução
02. Histórico
03. Modelo Nuclear: o átomo de Rutherford
04. O Espectro Atômico
05. Luz: conceitos clássico e quântico
06. O átomo de Bohr

- **TABELA PERIÓDICA**

01. Classificação dos elementos

02. Propriedades dos elementos

- Tamanho de átomos e íons
- Energia de ionização
- Afinidade eletrônica
- Propriedades metálicas

- **INTERAÇÕES QUÍMICAS** (1^a Parte)

01. Conceito e Classificação

02. Energia de Ligação

03. Teoria de Lewis ou Teoria do Octeto

04. O Modelo Simplificado da Ligação Iônica

- Formação de íons
- Energia do retículo cristalino

05. Ligação Metálica: o modelo do “mar de elétrons”

- **GEOMETRIAS DE MOLÉCULAS**

01. O Modelo VSEPR (“vesper”)

02. Polaridade de moléculas

- **GEOMETRIAS DE SUBSTÂNCIAS IÔNICAS E METÁLICAS**

01. Retículos Iônicos

02. Retículos Metálicos

- **FORÇAS INTERPARTÍCULAS**

01. Íon – dipolo

02. Dipolo – dipolo

03. Íon - dipolo induzido

04. Dipolo - dipolo induzido

05. Forças de dispersão de London

- ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA

01. Introdução

02. Propriedades gerais

03. Mudanças de estado

04. O ESTADO SÓLIDO

- Características do estado sólido
- Sólidos cristalinos e amorfos
- Estrutura cristalina e Célula unitária
- Tipos de sólidos cristalinos
 - Sólidos iônicos
 - Sólidos covalentes
 - Sólidos moleculares
 - Sólidos metálicos
- Defeitos reticulares

05. O ESTADO LÍQUIDO

- Características do estado líquido
- Propriedades dos líquidos
 - Pressão de vapor
 - Tensão superficial
 - Viscosidade

06. O ESTADO GASOSO

- Características do estado gasoso
- Propriedades dos gases: compressibilidade, expansibilidade, miscibilidade
- As leis dos gases ideais
- A teoria cinético - molecular dos gases
- Distribuição das velocidades moleculares
- Desvios do comportamento ideal: van der Waals

- ESTADOS DISPERSOS DA MATÉRIA

01. Introdução

02. Classificação e características principais

03. SOLUÇÕES

- Conceito
- Processo de dissolução: uma visão macroscópica
 - Calor de solução
- Processo de dissolução: uma visão microscópica
 - Interações soluto - soluto
 - Interações solvente - solvente
 - Interações soluto - solvente
- Concentrações de soluções
 - Conceito
 - Modos de expressar
- Soluções saturadas e insaturadas; concentradas e diluídas

04. COLÓIDES

- Propriedades gerais
- Classificação dos sistemas coloidais
- Estabilidade
- Aplicações

- ESTRUTURA ATÔMICA (2^a Parte)

01. Conceitos básicos da mecânica quântica
 - Dualidade onda - partícula
 - O Princípio da Incerteza
02. A Equação de Onda e o Átomo de Hidrogênio
03. Os números quânticos
04. O Spin do elétron
05. Átomos polieletônicos

- INTERAÇÕES QUÍMICAS (2^a Parte)

01. Teoria da Ligação de Valência
 - Superposição de orbitais
 - Grau de superposição
 - Modos de formar uma ligação
 - Polaridades das ligações
 - Orientações das ligações
 - O conceito de ressonância

- REAÇÕES QUÍMICAS: ASPECTOS QUALITATIVOS

01. Introdução
02. Tipos de Reações Químicas
 - Reações ácido - base
 - Reações de oxi-redução
03. Teorias Ácido – Base
 - Teoria de Arrhenius
 - Teoria de Bronsted - Lowry
 - Pares ácido - base conjugados
 - Acidez e basicidade relativas
 - Teoria de Lewis
04. Anfoterismo
05. Força de Ácidos e Bases
 - Força de hidrácidos
 - Força de oxiácidos
 - Força de ácidos e bases de Lewis
06. pH: uma medida da acidez de soluções

- REAÇÕES QUÍMICAS: ASPECTOS QUANTITATIVOS

01. Introdução
02. Reações Químicas e Equações Químicas
03. Massa atômica e Massa molecular
04. O Mol
05. Massas Molares
06. Equações Químicas: informações quali e quantitativas
07. Cálculos Estequiométricos

II. PARTE PRÁTICA:

01. Segurança no laboratório de química
02. Filtração e Destilação: dois métodos simples de separar os componentes de uma mistura
03. Recristalização e a purificação de sólidos
04. O que os químicos entendem por “semelhante dissolve semelhante”?
05. Vamos entender as estruturas dos sólidos?
06. Por que não é simples trabalhar com gases?
07. Preparando soluções e explicando solubilidade
08. Colóides: sistemas importantes para a vida!
09. Por que alguns elementos são oxidantes e outros são redutores?
10. Ácidos e Bases: classes opostas de compostos químicos
11. Estequiometria: a aritmética da química

APROVAÇÃO PELO DEPARTAMENTO

DATA ____ / ____ / ____

CHEFE DO DEPARTAMENTO _____