



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA

Jéssica Oliveira Versiani

INVESTIGANDO A DISCIPLINA DE QUÍMICA QUÂNTICA
DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Brasília – DF

1º/2014



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Jéssica Oliveira Versiani

**INVESTIGANDO A DISCIPLINA DE QUÍMICA QUÂNTICA
DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química apresentada ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada em Química.

**Orientadora: Patrícia Fernandes Lootens Machado
Co-Orientador: José Roberto dos Santos Politi**

1º/2014

Dedico este trabalho a todos aqueles que acreditam na formação de um homem moral vivendo em um Estado justo, visto que, conforme já apontado por Platão, "A Educação deve propiciar ao corpo e à alma toda perfeição e beleza que pode ter".

AGRADECIMENTOS

À DEUS QUE NOS PRESENTEIA A TODOS OS INSTANTES COM SUA PLENITUDE, QUE EM SUA VONTADE NOS FORTALECE TODOS OS DIAS ASSIM COMO O SOL QUE NASCE TODAS AS MANHÃS.

À MINHA MÃE QUE COM SUA PUREZA E BELEZA ME ENSINOU A ENXERGAR A BELEZA INTERIOR DA NATUREZA QUE NOS CERCA.

AO MEU PAI QUE COM SUA DEDICAÇÃO E EMPENHO NA BUSCA DA VERDADE, ME INCENTIVOU A SEMPRE BUSCAR A SABEDORIA, PARA ASSIM TRILHAR O CAMINHO DO BEM.

À MINHA QUERIDA AVÓ MAGALI QUE COM SEU SENSO DE JUSTIÇA ME PROPORCIONOU A ALEGRIA DE CONVIVER E APRENDER TODOS OS DIAS COMO SER JUSTA COM ESSAS PESSOAS, DANDO A CADA UM AQUILO QUE LHE É PRÓPRIO.

AO MEU LINDO E QUERIDO IRMÃO AUGUSTO, QUE MESMO DISTANTE SE FAZ PRESENTE TODOS OS DIAS EM MINHA MEMÓRIA COM TODO AMOR E ALEGRIA QUE SEMPRE ESBANJOU EM SEUS GESTOS.

AO MEU NOIVO RODRIGO QUE COM SEU EXEMPLO ME DESPERTOU E AGORA ME ACOMPANHA ME AJUDANDO A SER UMA PESSOA MELHOR A CADA DIA, TENDO EM MENTE QUE A TRILHA DAS VIRTUDES É O CAMINHO PELO QUAL O RITMO E A PERSEVERANÇA PREVALECEM SEMPRE.

A TODOS OS MEMBROS DA MINHA FAMÍLIA QUE SEMPRE ACREDITARAM NO MEU POTENCIAL E ME INCENTIVARAM A SEGUIR EM FRENTE.

À PROFESSORA PATRÍCIA POR TODA ATENÇÃO E DEDICAÇÃO, SEMPRE SENDO MUITO MAIS QUE UMA EDUCADORA, UMA AMIGA SOLÍCITA EM MOMENTOS DIFÍCEIS QUE PASSEI.

AO PROFESSOR POLITI PELA SUA VALIOSA CONTRIBUIÇÃO PELA BELA MANEIRA DE INTERPRETAR E CORRELACIONAR TODO ESSE UNIVERSO CIENTÍFICO.

AO PROFESSOR RAFAEL QUE DURANTE TODA A GRADUAÇÃO ESTEVE AO MEU LADO ME INCENTIVANDO NOS PROJETOS DE PESQUISA E SENDO UM AMIGO ATENCIOSO E COMPREENSIVO.

À INÓZINHA E CAROL ME AJUDANDO A CONSEGUIR OS DADOS PARA AS PESQUISAS REALIZADAS NESSE TRABALHO.

AOS PROFESSORES ENTREVISTADOS QUE CONTRIBUÍRAM COM TODOS OS CONHECIMENTOS E FATORES QUE PERMEIAM A DISCIPLINA DE QUÂNTICA.

À MAIS QUE AMIGA CLEYSIANE ME INCENTIVANDO NA CONCLUSÃO DO TRABALHO.

SUMÁRIO

1	Introdução	7
2	O Currículo dos Cursos Superiores de Química no Brasil	11
3	A reforma Curricular nos Cursos de Química da UnB no período de 1996 a 2001	12
4	A disciplina Química Quântica	14
5	A disciplina Química Quântica na UnB	16
6	Metodologia	19
7	Resultados e Discussões.....	20
8	Considerações Finais	31
9	Referências.....	33
10	Apêndice A	35
11	Apêndice B	36

RESUMO

Nesse trabalho iremos apresentar questões relativas à disciplina de Química Quântica do currículo do Curso de Bacharelado em Química do Instituto de Química da Universidade de Brasília. O objetivo é discutir problemas relacionados ao posicionamento da disciplina no currículo, pré-requisitos, reprovações, processo de amadurecimento conceitual, levando em consideração o nível de abstração dos conhecimentos da teoria quântica. Tudo isso para buscar melhorias no processo ensino-aprendizagem dos indivíduos envolvidos, isto é, professores e alunos. Para tal, foram realizadas investigações documentais relativas ao rendimento dos alunos, ao programa e à ementa da disciplina Química Quântica, bem como foram realizadas entrevistas com professores do IQ/UnB, que já estiveram na regência da mesma.

Palavras-chaves: Química Quântica; Ensino Superior; processo ensino-aprendizagem

Introdução

A dificuldade de se compreender os princípios de Mecânica Quântica por parte dos alunos de cursos superiores de Química é multifatorial. Um dos fatores está relacionado com a difícil percepção por parte dos alunos da profunda influência da Quântica nas demais áreas da Química. Outro aspecto é aceitar a inadequabilidade do modelo clássico para explicar alguns fenômenos. Isso gera um grande impacto, pois aparentemente tudo que se aprendeu em disciplinas que antecedem a Quântica parece equivocado. Os princípios desta são menos evidentes do que aqueles da mecânica clássica, pois a observação da maioria dos fenômenos quânticos não se dá diretamente pelos nossos sentidos.

A Ciência, de maneira geral, é um construto abstrato em que se busca a interpretação de fenômenos por meio de abstrações que evoluem em nível de complexidade. Tudo isso está na ordem do pensamento de cada indivíduo e quando se trata da teoria Quântica, isso é ainda mais complexo, pois exige rompimentos com teorias clássicas que são perfeitamente aceitáveis para explicação de muitos fenômenos. Isso requer um exercício por parte de alunos de graduação, os quais muitas vezes ainda nem conseguiram alcançar níveis de abstração mais simples.

Há mais de cem anos, a comunidade científica tomou conhecimento sobre o conceito de energia quantizada, base da teoria quântica. A partir daí, o homem tem vivenciado um aligeirado progresso social, científico e tecnológico. Pode-se dizer que é notável o surgimento de novos conhecimentos e o consequente desenvolvimento de diversas áreas como: a Eletrônica, a Informática, a Ciência dos Materiais, a Química, a Medicina, a Física, a Biotecnologia, a Astronomia dentre outras.

Como consequência dos conceitos de energia quantizada atingimos tanto melhorias na qualidade de vida, devido a uma maior compreensão da natureza, como aspectos negativos como o surgimento das tecnologias a serviço da destruição, a exemplo, os dispositivos bélicos (armas nucleares), que têm envolvido a humanidade em conflitos.

O fato é que conceitos afeitos à Físico-química, relacionados ao estudo quântico sobre o comportamento das moléculas, estão impactando as nossas

vidas. Um exemplo específico da aplicação de aspectos físico-químicos teóricos e experimentais pode ser encontrado na Biotecnologia, como o desenvolvimento de drogas farmacêuticas, que têm possibilitado a longevidade, bem como a cura de doenças. Para chegar a tais substâncias a química quântica pode contribuir em alguns aspectos à compreensão da estrutura e da reatividade das proteínas e ácidos nucleicos, mas é ainda muito limitada dada a complexidade das estruturas. De acordo com Peixoto (1988), a teoria quântica tem possibilitado estudos interdisciplinares e proporcionado à percepção da verdadeira essência das coisas.

Com o intuito de trazer informações sobre essa parte da Ciência foi realizada uma pesquisa nos índices e prefácios de livros de Físico-Química e em obras específicas de Química Quântica, com o objetivo de agrupar os conteúdos centrais que estão relacionados ao assunto. Tradicionalmente, os livros de Físico-química abordam em Química Quântica a origem da teoria, os operadores, a equação de Schrödinger, a interpretação da função de onda, técnicas e aplicações.

Como a química quântica trata de conceitos com elevado nível de abstração, percebe-se que os autores têm buscado formas e didáticas alternativas para melhorar a compreensão do aluno e isso inclui a inserção de conteúdos considerados suporte (pré-requisitos). Um exemplo disso encontra-se no prefácio do livro “Quantum Chemistry” de Ira N. Levine (1991), que aponta conceitos originados em diferentes áreas de conhecimento, evidenciado no recorte que se segue:

Um obstáculo enfrentado por muitos estudantes de química em aprender a mecânica quântica é a sua falta de familiaridade com a maior parte do conhecimento matemático necessário. Neste texto são incluídos tratamentos detalhados dos operadores, equações diferenciais, equações lineares, e outros tópicos necessários. [...] Também tenho em mente que estudantes de química têm uma base limitada de física, por isso foram revistos temas da física. (Trecho traduzido e adaptado do Prefácio)

Outro trecho de prefácio que consideramos relevante mencionar foi do livro de Braga (2007), intitulado Fundamentos de Química Quântica, quando este autor destaca o que a falta de conceitos estruturantes pode levar.

Se este livro fosse menos matemático, eu me sentiria culpado, ou seja, estaria enganando o aluno, pois quem quiser aprender

com comprometimento o assunto terá que despende um tempo maior fazendo passagens matemáticas. Do contrário, ficará para sempre discutindo de forma superficial a Mecânica Quântica, sem embasamento teórico.

É interessante mencionar aqui que o Cálculo Vetorial tornou-se, ao longo dos anos, uma disciplina optativa nos cursos de química. Tendo, portanto, remediar essa omissão, fornecendo um capítulo sobre esse assunto. Isso certamente ajudará o aluno a entender melhor os vários aspectos da Química Quântica.

A citação de Braga é uma consequência direta, na disciplina Química Quântica, da restrição do número de créditos obrigatórios determinada pela Lei de Diretrizes e Bases (BRASIL, 1996). Essa restrição acabou excluindo da formação dos alunos disciplinas importantes para a compreensão da Química Quântica, obrigando os autores de livros dessa área a preencherem parcialmente essa lacuna com a inclusão de tópicos essenciais de Matemática e Física nos seus livros-texto. Isso provocou a necessidade de modificações curriculares, transformando disciplinas importantes como pré-requisitos (como exemplo Cálculo 3) para outras mais avançadas do status de obrigatórias para optativas.

Historicamente, a organização curricular em um curso de Química estrutura essas três disciplinas: a Físico-Química em Termodinâmica, Química Quântica e Cinética Química. Então, muitos cursos de Físico-Química começam com um estudo da Termodinâmica e, em seguida, tratam a Cinética Química, deixando Quântica por último. Esta ordem é um reflexo do desenvolvimento histórico do campo, mas existem livros que já apresentam uma inversão, como é o caso da obra *Physical Chemistry - A Molecular Approach*, de McQuarrie Simon (1997). Estes autores afirmam que a Físico-química deve se basear na Mecânica Quântica e trazem capítulos com métodos computacionais e assuntos mais recentes, o que tornou o livro mais extenso comparado a outros.

Para introduzir o tipo de pesquisa físico-química que está sendo feito atualmente, incluímos capítulos como: Química Quântica Computacional (Capítulo 11), a Teoria de Grupo – (Capítulo 12), Espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear – (Capítulo 14), Lasers, Espectroscopia Laser e Fotoquímica (Capítulo 15) e Reação Dinâmica em Fase Gasosa (Capítulo 30). (Trecho traduzido e adaptado do Prefácio)

Na UnB, a Química Quântica sempre esteve na mesma sequência tradicional dos demais cursos do Brasil e do exterior. Nesse Trabalho de Conclusão de Curso, dedicamo-nos a investigar questões curriculares, de metodologias e didáticas para delinear problemas. Espera-se que ao se refletir sobre a situação da disciplina será possível contribuir com dados e ponderações para que os professores envolvidos consigam repensar alguns aspectos numa perspectiva de sempre trazer melhorias.

O CURRÍCULO DOS CURSOS SUPERIORES DE QUÍMICA NO BRASIL

A sociedade, ao longo dos tempos, vem se desenvolvendo e gerando demandas cada vez mais dependentes do conhecimento científico. Com isso, novas áreas precisaram ser exploradas, dando condições para a emergência de novas pesquisas que, necessariamente, se estabelecem nas instituições de ensino. Desta forma, nasceu uma parceria entre Ciência e Tecnologia, que tem impactado a sociedade nas suas mais variadas vertentes.

O ensino de Ciências da Natureza e de Matemática, nas instituições superiores, vem se adequando e modificando seu enfoque e, conseqüentemente, impactando outros níveis de ensino. O ensino de Química tem sido estruturado na perspectiva de formar profissionais capazes de transformar a aprendizagem em processo contínuo, utilizando conhecimentos interdisciplinares para se ter uma noção das aplicações da Química nos mais diversificados contextos. Tais aspectos ficam claros no texto de Zucco, Pessine e Andrade (1999):

Nas discussões de diretrizes curriculares, em decorrência das mudanças encetadas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9.394/96), observam-se tendências que demonstram preocupação com uma formação mais geral do estudante, com a inclusão, nos currículos institucionais, de temas que propiciem a reflexão sobre caráter, ética, solidariedade, responsabilidade e cidadania. Prega-se, igualmente, a abertura e flexibilização das atuais grades curriculares, com alteração no sistema de pré-requisitos e redução do número de disciplinas obrigatórias e ampliação do leque de possibilidades a partir do projeto pedagógico da instituição que deverá, necessariamente, assentar-se sobre conceitos de “matéria” e “interdisciplinaridade”. (p. 454).

Ainda segundo Zucco (2005), os profissionais da Química devem saber além dos conteúdos básicos, a dimensão comportamental que inclui a iniciativa, criatividade, empreendedorismo, liderança, que são aspectos essenciais para relacionamento entre pessoas que se encontram dentro de uma mesma equipe. Fazendo com que essas novas gerações de profissionais tenham a capacidade para solucionar problemas encontrados no cotidiano.

De forma geral, para atender as constantes mudanças da sociedade foram realizadas reformas no ensino, incluindo o nível superior. Nesse caso,

objetivou-se a uniformidade dos conteúdos nas universidades, buscando-se variar somente as disciplinas de créditos optativos e complementares, garantindo um mínimo de duração dos currículos. Isso veio dar mobilidade aos alunos entre instituições, tendo um aumento da igualdade de oportunidades e criando um perfil nacional dos currículos mínimos para todas as instituições de ensino como nos esclarece o PARECER N.º CNE/CES 67/2003 que é referencial para as Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2003)

Os cursos de Química (Bacharelado e Licenciatura) tiveram que se adequar ajustando-se aos documentos citados. Como a Química é uma área de conhecimentos complexos e abstratos que tem por objetivo estudar as substâncias, suas transformações e as energias associadas a esses processos, as diretrizes explicitadas implicaram modificações nos currículos dos cursos de formação profissional. Desvendar o universo das substâncias naturais e a síntese de novas substâncias vem se consolidando nas universidades com a criação de currículos dinâmicos, que precisam ser constantemente reavaliados e reformulados. Afinal, a produção de conhecimento nos dias atuais tem sido acelerada e arrebanha mudanças que devem se refletir nos currículos, sem que, no entanto, se perca a essência.

Analisar as modificações preconizadas em documentos norteadores da educação em um currículo deve ser um exercício permanente da coordenação dos cursos. Com isso, a análise dos documentos da Reforma Curricular de 2001 dos cursos de Química da UnB apresentada nesse trabalho pode subsidiar reflexões e adequações na disciplina de Química Quântica, que exige dos alunos um aporte de conhecimentos interdisciplinares e em constante transformação.

A REFORMA CURRICULAR NOS CURSOS DE QUÍMICA DA UNB NO PERÍODO DE 1996 A 2001

Uma pesquisa realizada na Universidade de Brasília – UnB, em 1999, constatou um alto índice de evasão dos alunos dos cursos de Química (CUNHA; TUNES; SILVA, 2001). Nesse trabalho, os autores buscaram conhecer a trajetória acadêmica dos alunos evadidos para entender os motivos que os levaram abandonar seus cursos. Em uma segunda etapa, foram

selecionados alguns estudantes para entrevista, garantindo uma análise mais qualitativa dos fatores que influenciaram o abandono. Após constatar os motivos e as circunstâncias que fizeram a quantidade ser tão elevada de número de alunos evadidos de Química da UnB, os autores propuseram algumas ações a serem tomadas pela Instituição, como: *a retomada da discussão sobre a orientação ao aluno pelos professores do curso; a reformulação do currículo; a discussão e redefinição do papel do aluno e do professor no curso; a interação com os demais cursos dentro e fora da UnB; o levantamento da situação atual do aluno e o levantamento da situação profissional do aluno formado.*

Devido aos elevados índices de evasão e reprovações dos cursos de Química da UnB, que poderiam ser reflexo da estruturação curricular, gerou-se a necessidade de uma revisão nos currículos do Bacharelado e da Licenciatura, que, à época, eram tratadas como duas habilitações dentro de um mesmo curso.

Esta reforma baseou-se necessariamente na exigência da Resolução CEPE nº 219/96, do ano de 1996, com o objetivo de preparar profissionais qualificados para acompanhar as tendências do mercado de trabalho. Esse novo requisito exigia que no máximo 70% do currículo fosse preenchido com disciplinas obrigatórias, básicas para formação e 30% para disciplinas optativas. Caberia aos alunos escolher autonomamente as disciplinas optativas, conforme a área de atuação desejada (UnB, 2001).

Como consequência desse trabalho, no ano 2000, foi implantada no Instituto de Química da Universidade de Brasília uma Reforma Curricular que tinha como característica principal *a simplificação dos conteúdos, ocasionando a redução da carga horária e o aumento de disciplinas optativas.* Foi considerado que o mais importante seria obter um currículo articulado, que possuísse diferentes possibilidades de interação com outras disciplinas, contribuindo para o desenvolvimento crítico-reflexivo dos alunos e um maior equilíbrio entre atividades teórico-práticas.

Foram elaboradas algumas estratégias para garantir a viabilidade desta Reforma, a saber: *a oferta de disciplinas optativas; a realização de reuniões e seminários pedagógicos com o objetivo de identificar os erros por conta das desarticulações disciplinares; a reativação da orientação acadêmica, aliviando*

o papel dos Coordenadores de Curso; a elaboração de um manual dos cursos de graduação em Química; a realização de uma avaliação ao término de cada semestre da disciplina/docente (UnB, 2001).

Passando das estratégias para as disciplinas presentes no currículo dos cursos do IQ, constatou-se que foram realizadas algumas modificações importantes, como redução do número de hora-aula, criação de disciplinas específicas, mudanças de pré-requisitos e até de ementa. Como a disciplina Química Quântica é o objeto de investigação desse Trabalho de Conclusão de Curso, nos focaremos nas mudanças que a impactaram direta ou indiretamente. Uma dessas modificações foi a criação de disciplinas de Física específicas para os alunos de Química, condensando conteúdos de três em duas disciplinas. Isso não somente restringiu o número de horas-aula de conteúdos de Física, como também limitou profícuas interações de nossos alunos com professores e estudantes de outros cursos. Outra modificação que merece destaque foi a retirada de Cálculo 3. Então, a diminuição de matérias obrigatórias no currículo, para adequação do percentual de 70/30 previsto na Resolução CEPE nº 219/96 anteriormente citada, impactou a disciplina de Quântica.

A DISCIPLINA QUÍMICA QUÂNTICA

Até o final do século XIX, a maioria dos problemas encontrados com a Física Clássica ou Física Newtoniana tinha sido resolvido. Havia apenas algumas perguntas que ficaram sem resposta para os físicos da época. No entanto, quando eles tentaram responder a estas questões, notaram que as respostas não convergiam com os princípios estabelecidos. Foi então, que perceberam que os questionamentos não respondidos não marcariam o fim da Física, mas sim o início de um novo campo de estudo, a Física Quântica.

Enquanto a Física Clássica é suficiente para explicar o que ocorre em um nível macroscópico, um novo conjunto de regras e ideias fazem-se necessário para lidar com os fenômenos que ocorrem no nível subatômico. Como consequência da demanda por explicar fenômenos não compreendidos pelos princípios e leis da Física Clássica surgiu a teoria quântica. Considera-se

essa teoria um campo da Física necessário para entender os fenômenos em nível atômico e molecular, ou seja, em nível microscópico. A teoria quântica é simplesmente uma nova forma de olhar o mundo, havendo necessidade de compreendê-lo usando-se outro óculos teórico. As regras que se aplicam a nós, não se aplicam às minúsculas partículas que a teoria quântica lida. O desvendar desse mundo microscópico foi considerado um grande avanço e levou ao desenvolvimento de tecnologias relevantes para as diversas áreas do saber.

No intuito de facilitar o entendimento sobre a Física Quântica o professor, Ramayana Gazzinelli, do Departamento de Física da Universidade Federal de Minas Gerais, publicou um livro intitulado “Quem tem medo de física quântica? – A visão quântica do mundo físico”, no qual aborda temas e experiências de quântica, dando exemplos comparativos para que pessoas leigas consigam compreender determinados fatos sem a necessidade de aprofundamentos matemáticos, como destaca o trecho:

A física quântica é a mais importante construção científica do século XX. Ela não só nos deu um melhor conhecimento da natureza, como teve dramático impacto na sociedade, permitindo desenvolvimentos tecnológicos que fazem parte da nossa vida diária. (p. 11)

Esta teoria mostrou uma nova forma de representar a estrutura eletrônica de átomos e moléculas e, assim, explicou e previu observações, o que gerou novas áreas dentro da Química como a espectroscopia. No entanto, para compreender essa relação entre teoria e observação é necessário exercitar o uso da mecânica na resolução de modelos básicos, física, química e matematicamente, o que permite o desenvolvimento de uma intuição química com base na mecânica quântica.

Via de regra, esta é uma disciplina oferecida no final de cursos de Bacharelado em Química e proporciona ao aluno não só com uma apreciação da importância da Mecânica Quântica para a Química, mas também a sua influência em outras áreas do conhecimento. A Química Quântica é a base para compreender a natureza e a partir dela entender como e o porquê os átomos formam ligações. É uma investigação do mundo microscópico e também uma compreensão da evolução das teorias atômicas. As dificuldades

relativas ao conhecimento explorado nessa disciplina ocorrem devido aos fenômenos microscópicos não estarem disponíveis a nossa percepção direta. No entanto, ao estudar seus conceitos amplia-se consideravelmente a percepção sobre o objeto de estudo dos químicos.

Para esclarecer melhor essa questão. Em uma entrevista realizada pela UFMG, o professor Gazzinelli¹ (2013) responde “Para que serve a física quântica?”

Em primeiro lugar, serve para explicar o mundo em que vivemos: as partículas elementares de matéria e de antimatéria, o átomo e sua estrutura, a constituição e propriedades da matéria ordinária em suas diversas formas, a origem e a evolução do universo. Há também um número imenso de aplicações na técnica, como a energia nuclear, os lasers e seus diversos empregos em comunicações, medicina e indústria, além do computador, cujos componentes básicos são aplicações da física quântica.

O livro do Professor Gazzinelli tem por objetivo simplificar as ideias fundamentais que permeiam a Quântica, mostrar que é possível entender os fenômenos sem necessariamente o domínio da aparelhagem matemática. Para ele, compreender a Natureza que nos cerca não é somente uma curiosidade científica, é um interesse lógico e social de se aproximar de propriedades e princípios invisíveis a olho nu. Então, é importante entender que a partir da leitura desse livro o indivíduo pode ser introduzido no mundo da quântica. Contudo para a compreensão dessa teoria faz-se necessário aprofundamentos que se darão por literaturas mais específicas.

A DISCIPLINA QUÍMICA QUÂNTICA NA UnB

Para compreender os objetos de estudos constantes na disciplina Química Quântica (código 114553) da Universidade de Brasília, que é ministrada em quatro horas-aula semanais, foi consultada seu Plano de Ensino, disponibilizado na página na UnB¹, e recortada sua ementa, descrita no trecho que se segue:

Teorias clássicas da matéria e radiação. Origem histórica da teoria quântica. Dualidade onda-partícula. Evolução histórica dos

¹<https://condoc.unb.br/matriculaweb/graduacao/disciplina.aspx?cod=114553>

modelos atômicos. Postulados e formalismo da mecânica quântica. Equação de Schrödinger e soluções exatas: partícula livre, partícula na caixa, tunelamento, oscilador harmônico, rotor rígido. Átomo de hidrogênio, solução exata. Espectros atômicos. Introdução ao método LCAO para moléculas polieletrônicas, método variacional, teoria do campo autoconsistente e teoria de perturbação.

Já para o Programa encontra-se divulgado o seguinte texto:

Origem da mecânica quântica. Radiação do corpo negro. Lei de Wien, lei de Stefan-Boltzmann, lei Rayleigh-Jeans, e a distribuição de Planck. Capacidade calorífica. Falhas da interpretação clássica e a interpretação quântica de Einstein. O comportamento corpuscular e ondulatório da radiação eletromagnética. Efeito fotoelétrico e difração de elétrons. Dualidade onda-partícula e a relação de De Broglie. Evolução dos modelos atômicos. O modelo de Bohr.

Princípios da mecânica quântica. Postulados. A função de onda e a interpretação de Born. Equação de Schrödinger. Normalização. Operadores, autovalores e autofunções. O princípio da incerteza e observáveis complementares.

Soluções exatas analíticas da equação de Schrödinger. A partícula livre. Partícula na caixa. Tunelamento e o efeito túnel. Oscilador harmônico. Rotor rígido. Átomo de hidrogênio. Momento angular. Spin.

Espectros atômicos. Estrutura eletrônica de átomos hidrogenóides. Orbitais atômicos formam, energias e interpretação física. Energias de ionização e espectros. Espectros de átomos polieletrônicos, estados eletrônicos singlete e triplete. Acoplamento spin-órbita. Momento angular total e as regras de Russel-Saunders. Efeito de campos magnéticos e efeito Zeeman.

Introdução à solução de sistemas polieletrônicos. Molécula de H_2^+ . Combinação de orbitais, método LCAO. O princípio variacional. O método autoconsistente. Teoria de perturbação.

Essa ementa e programa se mantiveram sem alterações mesmo após a Reforma Curricular de 2001. Houve modificações gerais em todo o currículo e essas afetaram a disciplina em questão, como já discutimos anteriormente, mas os conteúdos mantiveram-se inalterados.

No entanto, após a Reforma, a disciplina de Química Quântica do IQ passou a ter como pré-requisitos as disciplinas: Termodinâmica Química, ministrada por professores do Instituto de Química; Física 2 para Química e Física 2 Experimental para Química, ambas ministradas pelo Instituto de Física

– IF e Equações Diferenciais 1, ministrada pelo Departamento de Matemática. Eles se diferenciam dos pré-requisitos antes da reforma, pela supressão de duas disciplinas: Cálculo 3 e Eletricidade Magnetismo, sendo que Equações Diferenciais 1 se manteve como pré-requisito.

Como essas mudanças parecem ter influenciado o desenvolvimento da disciplina no IQ/UnB foram objetos de estudo desse trabalho.

METODOLOGIA

Com o intuito de verificar o desempenho dos alunos que cursaram a disciplina de Química Quântica dos últimos 23 anos no IQ-UnB, a primeira etapa dessa pesquisa foi realizar uma coleta de dados. O documento consultado foi a lista de menções que se encontra disponibilizada no SIGRA (Sistema Acadêmico Interno), cedida gentilmente pela Secretaria de Graduação do IQ/UnB. Foram levantados: o número de alunos matriculados em cada turma ministrada até o segundo semestre letivo de 2013, bem como o número de aprovações e reprovações e trancamentos em cada semestre. A segunda etapa do trabalho foi a realização de entrevistas com alguns dos professores que ministram essa disciplina. Vale ressaltar que entre esses professores alguns são Físicos e outros são Químicos de formação, deixando claro o caráter multidisciplinar da disciplina. O objetivo dessa etapa foi obter informações de outras fontes fidedignas para analisar possíveis problemas na disciplina, com o intuito de refletir e elaborar modificações na perspectiva de melhor atender a formação dos alunos, que está vinculada com a qualidade das disciplinas oferecidas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 1 foi resultante da análise documental, principalmente, aqueles disponibilizados no Sistema Acadêmico Interno - SIGRA da Universidade de Brasília, de acesso restrito a funcionários cadastrados da Secretaria de Graduação do Instituto de Química. Nesses documentos encontram-se arquivadas informações sobre menções, trancamentos e os professores responsáveis por cada turma nos últimos 23 anos.

Tabela 1 – Número de alunos constante no Sistema SIGRA em lista de menções (Sistema Acadêmico Interno) da disciplina Química Quântica ministrada no Instituto de Química da Universidade de Brasília e os resultados de desempenho ao final do semestre, por meio do percentual de aprovação/reprovação, além do percentual do número de trancamento, para o período 1990/1 a 2013/1.

ANO/ SEMESTRE- TURMA	TOTAL DE ALUNOS	APROVADOS %	REPROVADOS %	TRANCADOS %
1990/1-A	04	100	0	0
1990/2-A	03	100	0	0
1991/1-A	01	100	0	0
1991/2-A	05	100	0	0
1992/2-A	04	75,0	25,0	0
1993/2-A	10	100	0	0
1994/1-A	03	100	0	0
1994/2-A	13	84,6	0	15,4
1995/1-A	10	100	0	0
1995/2-A	01	100	0	0
1996/1-A	09	100	0	0
1996/2-A	16	100	0	0
1997/1-A	06	100	0	0
1997/2-A	07	85,7	14,3	0
1998/1-A	08	100	0	0
1998/2-A	09	88,9	11,1	0
1999/1-A	04	75,0	25,0	0
1999/2-A	09	100	0	0
2000/1-A	09	88,9	11,1	0
2000/2-A	19	84,2	15,8	0
2001/1-A	10	80,0	20,0	0
2001/2-A	09	66,7	22,2	11,1
2002/1-A	30	86,7	13,3	0
2002/2-A	25	84,0	8	8
2003/1-A	37	86,5	10,8	2,7
2003/2-A	33	81,8	12,1	6,1
2004/1-A	33	63,6	36,4	0
2004/1-B	07	57,1	42,9	0
2004/2-A	27	77,8	18,5	3,7

ANO/ SEMESTRE- TURMA	TOTAL DE ALUNOS	APROVADOS %	REPROVADOS %	TRANCADOS %
2004/2-B	29	82,8	13,8	3,4
2005/1-A	24	58,3	33,3	8,4
2005/1-B	18	44,4	55,6	0
2005/2-A	17	82,4	11,8	5,8
2005/2-B	16	75,0	25,0	0
2006/1-A	22	81,8	18,2	0
2006/1-B	21	57,1	42,9	0
2006/2-A	17	58,8	41,2	0
2006/2-B	20	50,0	45,0	5
2007/1-A	23	65,2	34,8	0
2007/1-B	29	67,0	27,6	3,4
2007/2-A	32	68,8	31,2	0
2008/1-A	23	65,2	26,1	8,7
2008/1-B	25	64,0	36,0	0
2008/2-A	23	87,0	13,0	0
2008/2-B	27	88,9	11,1	0
2009/1-A	11	72,7	27,3	0
2009/1-B	27	92,6	7,4	0
2009/2-A	10	70,0	20,0	10
2009/2-B	32	100	0	0
2010/1-A	43	62,8	25,6	11,6
2010/2-A	41	65,8	34,2	0
2011/1-A	10	50,0	50	0
2011/1-B	38	100	0	0
2011/2-A	23	78,3	21,7	0
2012/1-A	08	62,5	12,5	25
2012/2-A	07	71,4	14,3	14,3
2013/1-A	39	94,9	2,6	2,5

Os semestres que não estão incluídos na tabela, são semestres em que a disciplina de química quântica não foi ministrada pois não haviam alunos matriculados no IQ/UnB.

Os dados dessa tabela nos permitiu traçar gráficos (Figuras 1 e 2) apontando para os índices de aprovação/reprovação dos alunos de cada turma ao longo dos últimos 23 anos.

Figura 1 – Perfil do número de alunos aprovados na disciplina Química Quântica do IQ/UnB no período de 1990/1 a 2013/1.

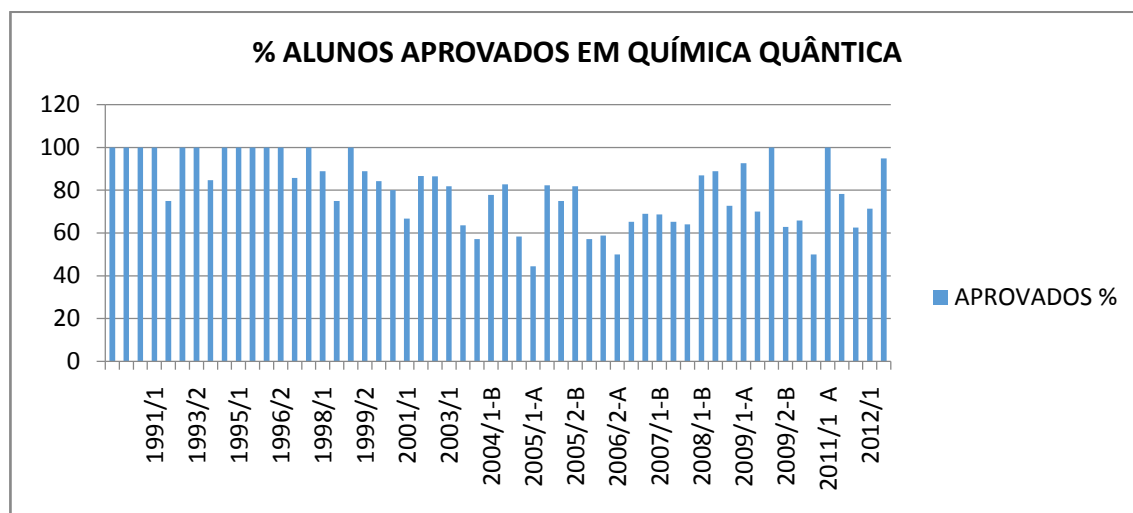
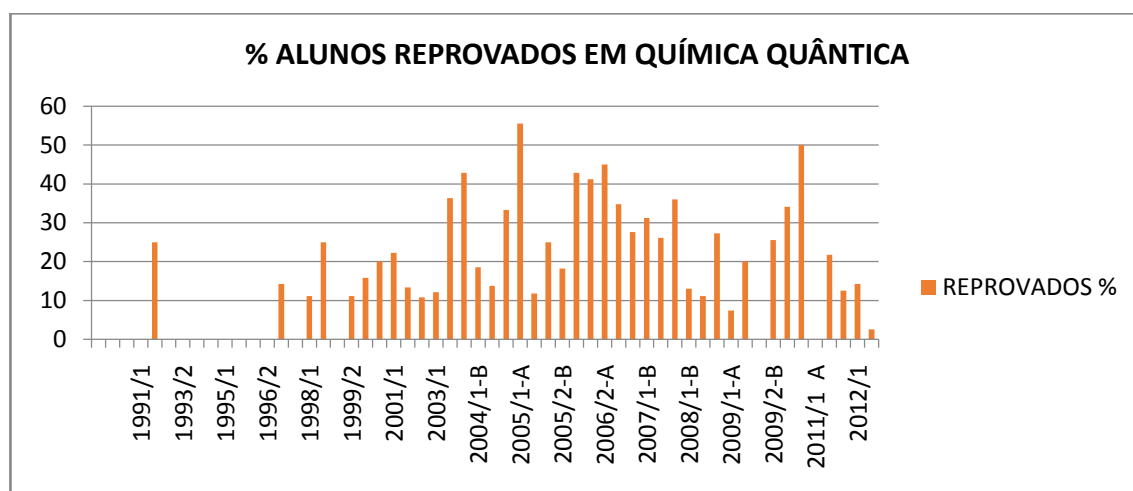


Figura 2 – Perfil do número de alunos reprovados na disciplina Química Quântica do IQ/UnB no período de 1990/1 a 2013/1.



Podemos evidenciar a partir dos dados da tabela 1 que a partir do 1º semestre de 2004 houve a criação de mais uma turma. A justificativa para isso foi contribuir para o alcance de um melhor aprendizado. Nessas turmas, as aulas foram, muitas vezes, ministradas pelo mesmo professor. Pode-se, entretanto, perceber na tabela 1 que os níveis de aprovação não tiveram variações expressivas para um mesmo período.

A partir da reforma podemos considerar dois fatos evidentes na tabela, o primeiro que no ano de 2002 o número de alunos matriculados na disciplina aumentou consideravelmente, chegando a um número três vezes maior do que anteriormente. A retirada das disciplinas Cálculo 3 e Eletricidade Magnetismo como pré-requisito facilitou o avanço dos alunos em direção aos últimos semestres do curso e, conseqüentemente, a chegada na disciplina Química Quântica. Provavelmente, muitos estudantes podem ter migrado do currículo velho para o novo, principalmente aqueles que estavam represados devido as disciplinas de Cálculo 3 e Eletricidade Magnetismo, consideradas difíceis. Em contrapartida, observamos que após quatro anos de implementação da Reforma Curricular, tempo previsto de duração de todo o curso de Bacharelado, ocorreu uma grande quantidade de reprovações na disciplina Química Quântica, chegando a uma porcentagem de 55,6%. Esse percentual relativamente elevado se manteve nos anos seguintes. Pode-se observar uma redução no percentual de alunos reprovados nos semestres de 2008/2 (turmas A e B), 2009/1 (turma B), 2012/1 (turma A).

Observando os dados nos resta analisar alguns fatores a respeito do currículo de Bacharel em Química, que podem ter contribuído para os níveis elevados de reprovação, correlacionando com as entrevistas realizadas em 2011 com os quatro professores que já ministraram essa disciplina nos últimos 23 anos. O roteiro das entrevistas se encontra no Apêndice A e a transcrição delas na íntegra está no Apêndice B.

Um dos argumentos possíveis sobre a elevação no número de reprovações a partir de 2004 pode ser a falta de conhecimentos estruturantes de Matemática por parte dos alunos, que se agrava com a quantidade elevada de conteúdo a ser desenvolvido em quatro horas semanais de aula. Esse fato é bastante relevante, visto que muito do conteúdo, que consta no programa do Plano de Ensino, é visto superficialmente ou, as vezes, nem é visto em sala de aula pela falta de tempo. A falta de conhecimentos prévios pelos alunos fez com que os professores, algumas vezes, fossem obrigados a rever ou até abordar pela primeira vez tais conteúdos implicando numa restrição de dedicação para os conceitos de quântica.

Nas entrevistas com os professores, que ministraram a disciplina de Química Quântica, foram apontados alguns problemas como, por exemplo,

limitação da carga horária para dar conta do programa, pré-requisitos insuficientes, disciplinas específicas criadas para os alunos da Química, com abordagens superficiais ou insuficientes.

O primeiro fator que nos chamou atenção nas entrevistas como possível causa da dificuldade no aprendizado da disciplina de Química Quântica é o da carga horária. Sobre isso destacamos a fala do Professor B:

[...] O nosso curso é feito tudo num único semestre então não há chance de realizar isso, porque você vai querer contar a história, porque você não pode chegar lá e colocar a equação de Schrödinger e esperar que o indivíduo aceite como verdade. É uma forma é contar a história, como foi sua evolução, desde Newton, desde os gregos, teoria atômica, Bohr, Thompson, depois Princípio da Incerteza de Heisenberg, você vai contando essa história toda e explica a base da teoria quântica. Teria que ter um curso pré-introductorio pra dizer o que é teoria quântica, pra Química, Física, Biologia, Farmácia e o pessoal da Engenharia também. (Professor B).

Nesse texto, percebe-se que o Professor expõe como ele idealiza a abordagem dos aspectos históricos antes de explorar propriamente os conceitos de quântica. Obviamente, que essa forma de abordagem é importante para contextualizar a teoria e demanda tempo, que não necessariamente está bem dimensionado quando se pensou na carga horária.

Aqui surge um fator importantíssimo que é a disposição da disciplina Química Quântica no currículo, sendo ela a última prevista. Portanto, o aluno só teria contato com os princípios de quântica somente ao final do curso e, isso não o permitiria consolidar todas as informações necessárias para se harmonizar com essa nova visão do mundo.

No Instituto de Química da UnB, os professores da Divisão de Físico-Química em resposta a algumas das problemáticas descritas, elaboraram e implementaram a disciplina Introdução a Química Moderna no 1º semestre de 2011. Essa se encontrava como disciplina optativa até a última Reforma Curricular de 2013/2014. No entanto, após dois semestres sendo ofertada, foi solicitado pela Divisão de Físico-química um regime de excepcionalidade para que ela fosse computada como Disciplina Obrigatória. Tanto o Colegiado de Graduação e Extensão como o Conselho do Instituto de Química deferiram a

solicitação, dada à percepção da relevância da disciplina frente aos problemas do processo ensino-aprendizagem.

O fato da disciplina Introdução a Química Moderna não ser obrigatória levava os alunos a considerar diferentes critérios antes de escolhê-la para cursar, tais como: o horário em que ela seria oferecida, a forma como ela seria ministrada e até quem era o professor regente. Alguns alunos não a cursavam por diferentes motivos. Por isso, se ela não fosse pensada como Disciplina Obrigatória ou Obrigatória Seletiva, seria necessária a realização de um trabalho de sensibilização dos alunos e, isso passaria pela compreensão de sua relevância dentro do cenário do curso de Bacharelado.

O segundo fator abordado com os entrevistados, que nos chamou atenção, analisa a reforma curricular de 2001, a respeito da retirada das disciplinas que faziam parte do quadro de pré-requisitos de Química Quântica. A esse respeito foram apresentados diferentes pontos de vistas, uns são da opinião de que é 100% necessário essas matérias no currículo e já outros de que é possível fazer adequações. Para estes professores, conforme vai aparecendo necessidade de uma aporte matemático ou físico mais aprofundada, pode-se apresentá-los em um nível compreensível por todos os alunos. Nesse ponto se percebe posturas distintas dos professores. Com isso, pode haver diferenças entre uma forma de abordagem e outra em sala de aula.

Na prática, os conteúdos devem ser abordados orientados por um objetivo comum. Isso impõe que sejam analisadas questões sobre a relevância de aprofundar determinados conteúdos ou não e até experimentos quânticos, como no caso das demonstrações de lei de Rayleigh-Jeans. Sempre quando é analisado esse ponto de vista vem o questionamento em comparação com universidades europeias.

Um fator intimamente interligado com a reforma curricular é a criação de disciplinas restritas para os alunos de Química, expressamente observado nas disciplinas de Física para Química e nas disciplinas da Matemática em que observamos o mesmo problema a partir da criação de turmas restritas para alunos de um mesmo curso. De acordo com um dos entrevistados:

A ideia de Física para Química não é ruim, física é física em qualquer lugar do mundo. O problema talvez seria que os professores que iriam ministrar essas disciplinas

achavam que tinha que ser algo superficial. Mas não é, na minha opinião tinham que tirar alguns conteúdos que talvez não sejam tão relevantes, por exemplo o que gravitação universal pode contribuir pro aluno de química? Em minha opinião só por formação geral, então, não seria necessário dar esse conteúdo, mas os professores acabavam levando para outro lado e não ministravam os conteúdos que eram selecionados da forma que deveriam. (Professor B).

Esse é um assunto de grande relevância, pois não necessariamente a demanda da Química para a realização de disciplinas específicas tenha sido bem recebida por todos os colegas do Instituto de Física. Talvez tenha sido realizada para atender a imposição de se diminuir a percentagem de disciplinas obrigatórias, atendendo a Resolução CEPE nº 219/96. As palavras do professor B apontam para a falta de compreensão por parte de alguns colegas da Física.

Vários foram os relatos de alunos sobre as disciplinas específicas da Física ao longo desses anos que sucederam a Reforma Curricular de 2000. Foram necessários muitos anos até que a UnB, através da Câmara de Ensino de Graduação, recomendasse não mais a abertura de disciplinas específicas como as de Física para Química. Em função disso, na recente reforma do currículo as disciplinas da Física deixam de ser específicas.

De acordo com Silva (2010), o ensino da teoria quântica deve resultar de um acordo entre professores de Química e de Física. Esse autor diz que o problema está na diferença de abordagem no estudo da *matéria* pelas disciplinas do curso de Física e do curso de Química, visto que em Física, a teoria quântica é comumente abordada após as teorias clássicas — mecânica, termodinâmica, eletricidade, magnetismo e ótica, no outro curso, os conceitos de átomo e molécula são necessários desde o início do estudo da Química. Ele ainda completa dizendo “que as explicações químicas são realizadas com base nas partículas constituintes dos materiais”. Ao adotarmos conceitualmente o que defende Rocha-Filho e colaboradores (1988), consideramos nessa fala de Silva (2010) um conflito conceitual, visto que para os primeiros os materiais são constituídos de duas ou mais substâncias e, que estas tem como constituinte átomos ou moléculas. Este fato, por si só, é suficiente para gerar confusão

conceitual nos alunos, pois a composição é uma ideia estruturadora do pensamento químico.

Se levarmos em consideração o que dizem Araújo, Tunes e Silva (1993) sobre o principal objeto de estudo da Química ser a *substância* e não a *matéria*, essa diferença ficará ainda mais explícita, exigindo de físicos e químicos um estudo cuidadoso sobre estratégias de ensino que facilitem a integração do ensino de química com o de física.

Outro fato relevante, sob nosso prisma, é o tempo insuficiente no nosso curso para correlacionar os princípios quânticos com conteúdos de outras disciplinas. Isso leva, invariavelmente, os alunos a uma confusão conceitual. Não havendo tempo para que se consolidem os conceitos quânticos, tão relevantes para a compreensão de fenômenos e dispositivos tecnológicos como os lasers e os transistores.

Esse tipo de mudança curricular, antes de implementada, precisa ser discutida entre os Colegiados dos Cursos e deve ser divulgada em reuniões docentes coletivas. Faz-se necessário que os grupos conversem para troca de ideias, para se evitar inadequações e problemas que impactem a percurso acadêmico dos alunos. Lembrando que estamos falando de disciplinas estruturantes que impactam grandemente na formação dos alunos no início do curso. Segundo o Professor B

Essas disciplinas específicas que foram criadas, [...]. Devem ser dadas por pessoas experientes na área, porque é uma realização, o indivíduo fez a vida dele naquilo, pra poder passar pros alunos de forma clara, porque isso não é simples não se aprende da noite pro dia [...]. (Professor B).

Essas disciplinas para turmas de cursos restritos nos remetem ao questionamento sobre o conceito de universidade. De acordo com o Ministério da Educação, as universidades se caracterizam pela total associação entre as atividades de ensino, pesquisa e extensão (PUCPR, s/n). Às vezes o seu conhecimento não é de uma determinada área, e você acaba convivendo com pessoas que fazem algo que complementa o nosso olhar. Essa experiência de convivência é engrandecedora, porque o indivíduo consegue analisar uma mesma questão com diversos pontos de vista e isso é um fator que contribui

significativamente para formação profissional. Sobre isso o Professor D se manifestou dizendo:

A maior dificuldade é porque o nosso ensino, o ensino brasileiro, ele não trabalha a correlação de informações e a lógica e, sobretudo a lógica matemática desde que os estudantes estão no início da formação e isso é um trabalho longo e deve ser adquirido ao correr da juventude e então no ensino fundamental, no ensino médio e na universidade. Na universidade, se essa correlação de informações não for natural, é muito difícil para os alunos pegarem uma coisa que tem fundamentos que usam praticamente tudo que a gente sabe sobre a explicação da natureza então a dificuldade está na correlação de ideias. (Professor D).

De acordo com a fala do Professor D os problemas com o ensino vêm sendo gerado desde o nível básico e vem culminar na universidade. Se isso chega até o ensino superior deve ser resolvido, porque o entrevistado acredita que se o nível superior de ensino mudar, conseqüentemente, o nível básico sofrerá reflexo.

A distância com que é vista a disciplina de Química Quântica das disciplinas bases também é considerável, ocasionando, segundo os alunos, um certo esquecimento dos conteúdos o que não deveria ocorrer. Isso acaba gerando uma dificuldade ao professor que precisa ficar retomando constantemente explicações bem básicas, impossibilitando muitas vezes o aprofundamento de questões pertinentes. Uma aproximação no fluxo curricular deve gerar uma maior integração das ideias.

Todos esses fatores juntos criaram a dificuldade com a qual nos debatemos quando paramos para analisar a disciplina de Química Quântica. Para mudar essa situação real, o Professor B nos faz o seguinte questionamento: “Qual é o profissional de química que a universidade deve formar?” Com isso, respondido é fácil estabelecer quais são as prioridades de ensino para esse futuro profissional.

Os conteúdos previstos devem estar de acordo com aquilo que se deseja que os futuros bacharéis em Química consigam saber para resolver problemas ou mesmo possam se aprofundar, de acordo com o parecer homologado CNE/CES 1.303/2001. Então, uma pergunta deve estar presente na elaboração de uma ementa/programa de uma disciplina: O que alunos de

um curso de graduação em Química devem minimamente dar conta de fazer ao final da disciplina Química Quântica?

Para responder essa pergunta vamos analisar em que mercado de trabalho esse profissional de química terá que ser competitivo. Há uma carência mundial no ramo de desenvolvimento de tecnologias e, para isso, dentre as principais características estão a criatividade, a inovação, a capacidade de previsibilidade seja ele no ramo teórico ou prático. E isso é possibilitado pela compreensão dos princípios da teoria quântica.

Um químico bacharel tem varias oportunidades de emprego. A principal função é o trabalho em laboratórios de análises e pesquisas. Contudo, os bacharéis em Química também podem atuar no ramo pesquisas em pericias criminais, indústrias, por exemplo: petroquímicas, alimentícias, farmacêuticas, automobilísticas entre outros ramos. Existe também opção de seguir uma carreira acadêmica como professor de cursos de bacharelado ou licenciatura. Nesse caso, a responsabilidade de correlacionar as teorias exige não somente o conhecimento, mas pede também a contextualização dos mesmos, adequando-se às diferentes necessidades. Para isso, o saber ensinar, transpor didaticamente o conhecimento.

Manliu Augustinis, Presidente do Conselho Regional de Química da IV Região, durante o ano de 2005, em entrevista² cedida ao jornal: “Educação e Cultura”, analisa o mercado para um químico e diz:

Quem deseja seguir a profissão precisa manter uma educação continuada, buscar especialização e aprender técnicas dentro da área que ele atua, pois novas tecnologias são implantadas a cada dia. Com a crise da indústria e o mercado globalizado, os empregos foram afetados. Nas demais áreas da química, prevalecem os altos e baixos. As oportunidades aparecem nos setores que estão em expansão, como cosméticos, agroindústria, açúcar e álcool, álcool como combustível e aditivos de motores, bicomcombustível, o biodiesel e também a nanotecnologia, que é a manipulação de moléculas para a criação de novos produtos. (p. 30/31)

Em função da diversidade de atuação, entendemos que são necessários aprofundamentos para pesquisa na área de Química Teórica para os alunos que desejam seguir estudando assuntos correlatos em projetos de iniciação

² Entrevista disponível em: http://www.crq4.org.br/?p=texto.php&c=quimica__a_ciencia_onipresente.

científica, cursos de pós-graduação ou mesmo em projetos de pesquisa aplicados na atuação profissional.

Entretanto, não podemos perder de vista que nosso foco é um curso de graduação, que tem como um de seus objetivos ensinar um determinado modo de compreender e explicar as substâncias e, por conseguinte, a matéria. E mais especificamente no caso de Quântica, ensinar a se apropriar do pensamento físico-químico. Para isso, Silva (2010, p. 1) diz ser relevante “o conhecimento profundo das espécies químicas requer o entendimento das construções dos seus modelos, o que passa, obrigatoriamente, pelo estudo da TQ” (Teoria Quântica).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Reflexões e discussões sobre assuntos pertinentes ao currículo, estrutura, disciplinas optativas, disciplinas obrigatórias, metodologias de ensino-aprendizagem devem ocorrer constantemente nas reuniões internas dos Cursos Superiores, para que não se crie esse intervalo considerável entre identificar um problema, encontrar a solução e colocá-la em prática.

Fazer um estudo focado em uma disciplina no currículo nos demonstrou um leque de fatores que influenciam diretamente o profissional que sai da universidade. Esse olhar em cada disciplina em particular deve ser realizado com outros cursos, pois os resultados são significativos e refletem diretamente na qualidade do ensino.

Em nossa opinião, para que esse trabalho seja efetivado há necessidade de aproximar os professores tutores e os alunos ingressantes. Isso pode ser realizado nas disciplinas Introdução aos Cursos de Licenciatura e Bacharelado, possibilitando a identificação de falhas nos currículos e posteriores soluções.

No caso do Curso de Licenciatura em Química, propomos a criação de uma disciplina que aporte a teoria quântica preocupada em *como* e em *o que* se faz necessário para o ensino médio. Poderia também ser incorporada como obrigatória no currículo desse curso a disciplina Introdução a Química Moderna (código 119024) já existente e ministrada no IQ/UnB. Dessa forma, estaremos suprimindo essa carência conceitual e possibilitando uma abordagem qualitativa do universo quântico para futuros professores da educação básica.

Conseguimos destacar que para se ter um bom desempenho na disciplina de Química Quântica é necessário uma boa base em exatas e também um comprometimento de todas as áreas para que o aluno consiga acompanhar o conteúdo com êxito. A criação de disciplinas restritas na UnB tem prejudicado o processo de formação de profissionais da área da Química, isso acontece pela falta de diálogos entre os diferentes Institutos e as divergências de prioridades de cada departamento, estudos mais aprofundados a respeito dessa questão podem ser realizados, mas não são objetos de estudo de nosso trabalho.

Os conteúdos estudados na disciplina de Química Quântica precisam ser consolidados a medida com que o aluno vai avançando no seu Curso.

Então, a criação de disciplinas que complementem esse estudo permite aos alunos correlacionar a Quântica com outras áreas. Obter esse conhecimento de forma gradativa vai acelerando o processo de aprendizagem, pois as abstrações necessárias vão se desenvolvendo, tornando a teoria quântica menos enigmática. Isso facilitará a correlação de ideias e tornará o aluno mais participativo e crítico na construção do conhecimento químico.

A disciplina de Química Computacional também introduzida no currículo do bacharelado em Química na UnB, ainda como optativa, como experiência própria vem elucidar questões práticas porque os cálculos de estrutura eletrônica proporcionam aos alunos de Química utilizar os conceitos quânticos para prever estruturas e reações, possibilitando uma diminuição de tempo de bancada para um profissional de qualquer área de pesquisa da Química. Isso otimiza melhor o tempo do pesquisador, que passa a utilizar mais recursos tecnológicos a seu favor.

Consideramos que a teoria quântica moderna sofre constantes influências e esta suscetível a mudanças e novas implementações tecnológicas. Conseqüentemente, pensamos que deve haver uma maior flexibilidade para que o seu ensino possa incluir tais atualizações permitindo ao futuro bacharel se integrar com sucesso na sociedade em que irá atuar.

REFERÊNCIAS

ANDRADE. J. B.; PINTO. A.C.; CADORE. S.; VIEIRA. P. C.; ZUCCO. C.; PARDINI. V. L.; CURI. L. R. L *Química no Brasil: perspectivas e necessidades para a próxima década – Documento Básico*. Química Nova. v. 28, Suplemento, S7-S10. 2005.

ARAÚJO, D. X.; TUNES, E.; SILVA, R. R. Sobre o conceito de substância. Inter-Ação – Revista da Faculdade de Educação da UFG. n. 17, p. 71, Jan 1993.

AUGUSTINIS, M.; *A ciência onipresente – profissão específica da área de exatas permeia quase todos os setores da vida*. Educação e Cultura p. 30-31, Junho de 2005.

BRAGA, J. P. *Fundamentos de Química Quântica*, Viçosa, Ed. UFV, 2007.

BRASIL, 1997. Conselho Nacional de educação/Câmara de Educação Superior (CNE/CES): *Orientação para as diretrizes curriculares dos cursos de graduação*, n. 776/97.

BRASIL, 2003. Conselho Nacional de educação/Câmara de Educação Superior (CNE/CES): *Referencial para as Diretrizes Curriculares Nacionais – DCN dos Cursos de Graduação*, n. 67/2003.

CUNHA, A. P.; TUNES, E.; SILVA, R. R. *Evasão do Curso de Química da Universidade de Brasília: a interpretação do aluno evadido*. Química Nova. v. 24, p. 262-280. 2001.

DALFOVO, Michael Samir; LANA, Rogério Adilson; SILVEIRA, Amélia. *Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico*. Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.2, n.4, p.01-13, Sem II. 2008.

DIAS, R. E.; LOPES, A. C. *Competências na formação de professores no Brasil: o que (não) há de novo?* Educ. Soc. Campinas, v. 24, n. 85, p. 1155-1177, 2003.

GAZZINELLI, R. *Quem tem medo de física quântica? A visão quântica do mundo físico / Ramayana Gazzinelli* – Belo Horizonte: Editora UFMG, p 11-16, 2013.

GONSALVES, E. P. *Conversas sobre iniciação à pesquisa científica*, 2ª Ed. Campinas- SP, Editora Alínea, 2001.

LEVINE, I. N. *Quantum Chemistry*, 4ª. Edição. 2008.

McQUARRIE, D. A.; SIMON, J. D. *Physical chemistry: a molecular approach*, 1997.

PUCPR. Texto sobre a diferença entre o conceito de faculdade e universidade. Disponível em: <http://www.pucpr.br/arquivosUpload/5388793051345659686.pdf>
Consultado em: junho 2014

PEIXOTO, Eduardo M. A. *Teoria Quântica, São Paulo, 1988.*

REBOUÇAS. M. V.; PINTO. A. C.; ANDRADE. J. B. *Qual é o perfil do profissional de química que está sendo formado? Esse é o perfil de que a sociedade necessita?* Química Nova. v. 28, Suplemento S14-S17, 2005.

SILVA, J. L. P. B. *Teoria quântica na formação do professor de Química. Material didático digitalizado distribuído durante minicurso ministrado no XV Encontro Nacional de Ensino de Química. Brasília. Julho, 2010*

ZUCCO, C.; PESSINE, F. B. T.; ANDRADE, J. B. *Diretrizes Curriculares para os Cursos de Química.* Química Nova. v. 22, n. 3, p.455-461, 1999.

ZUCCO. C. *A Graduação em Química: um novo químico para uma nova era* Química Nova .v. 28, Suplemento, S11-S13, 2005

ZUCCO. C. *Graduação em Química: avaliação, perspectivas e desafios* Química Nova. v. 30, n. 6, 1429-1434, 2007

APÊNDICE A

Roteiro de Entrevista

- 1 – Quando o professor ministrou a disciplina de Química Quântica, quais eram os objetivos e enfoques?
- 2- Qual a importância desta disciplina para os alunos de Química?
- 3- Quais foram os métodos de avaliação aplicados para os alunos?
- 4- Quais eram as maiores dificuldades dos alunos de química para a compreensão e resolução das questões?
- 5- O professor já ministrou esta disciplina para alunos de outro curso, notou alguma diferença entre esses?
- 6- Qual a relevância dos pré-requisitos matemáticos e físicos para esta disciplina?
- 7- Após a reforma Curricular de 2001 alguns pré-requisitos para a disciplina de Química Quântica foram retirados. Qual a importância destes?
- 8- Em uma pesquisa quantitativa sobre a disciplina de Química Quântica da UnB, foi observado que após a reformulação curricular a porcentagem de alunos reprovados nesta disciplina aumentou consideravelmente, quais as causas poderiam ser apontadas no seu ponto de vista?
- 9- Diante da Reforma curricular haveria a necessidade de adequação da disciplina?
- 10- Se o professor fosse ministrar esta disciplina nos dias de hoje, quais seriam as metodologias e enfoques?

APÊNDICE B

Professor A

1 – Quando o professor ministrou a disciplina de Química Quântica, quais eram os objetivos e enfoques?

Objetivo seria as bases teóricas da química, porque você não tem como elucidar, por exemplo, a tabela periódica, concorda comigo? A organização dos elementos em famílias nos períodos ... por exemplo, hoje os professores dão a tabela periódica e dão a configuração eletrônica dos átomos, não é isso? Diversas colunas e linhas. Agora, como chegar ali? Claro que tem toda uma história, aquilo lá não é o resultado que vem do experimento, então tem uma base teórica. E a química quântica tem uma longa história, ela começa no século XIX, somente com a consolidação da descoberta da eletricidade, os primeiros postulados sobre as teorias atômicas, Thompson, enfim, depois as grandes descobertas da velha teoria quântica, radiação do corpo negro, efeito fotoelétrico, o próprio átomo de Bohr, a questão da tentativa de Bohr de elucidar a estrutura da matéria, então, não tem como você falar em química sem falar dos átomos, de todos os átomos encontrados na natureza, então o porquê da diferença entre as suas propriedades, da sua importância em cada setor do nosso cotidiano. Então, a ideia é primeiro contar essa história, depois organizar os elementos na tabela periódica, como a gente conhece hoje; depois, porquê que os átomos se enlaçam, se unem para formar as moléculas? Então tem toda a teoria das ligações químicas, toda teoria molecular, a estrutura de moléculas, voltando às ligações químicas, a natureza das ligações químicas iônicas, ligações químicas covalentes, e depois a arquitetura molecular. Não tem como você explicar isso tudo, sem o panorama da teoria quântica, todo o histórico, ou seja, na química orgânica as moléculas são a arquitetura, então, qual a origem desta arquitetura? Em química analítica tem toda a importância dos fenômenos elétricos, então, tem uma natureza. Como é que você vai justificar o resultado? Claro, tem uma abordagem teórica, esta abordagem teórica tem que ser baseada em quê? Na Maior parte das vezes quando você está tratando de átomos e moléculas, ligação química, é a teoria quântica, não tem como, não tem outra. Porque a teoria clássica ela falha completamente, e isso está mais do que claro na cabeça de todo mundo, então, a ideia é essa. Agora, qual é a filosofia quando se ministra essa disciplina da teoria quântica, química quântica? Alguns professores são mais atentos a coisas matemáticas, os fundamentos matemáticos, aí isso depende do colegiado, de uma análise do curso de Química, enfim, não sou eu que vou julgar se o professor se atém mais aos fundamentos matemáticos. E outros dão mais essas opções das equações e as implicações disso nos diversos fenômenos químicos. Exatamente, a questão da organização dos átomos nas diversas famílias, como nós conhecemos. E depois é a ênfase na natureza das ligações químicas, as moléculas e da estrutura molecular. É o suporte da tecnologia moderna. Eu sempre dou elementos também das descobertas recentes, de novos materiais, do avanço da informática graças a descoberta das propriedades de novas combinações de átomos, enfim, tudo. Essa nanotecnologia que é baseada na química no nível de Angstrom. Não tem

como fugir dos aspectos teóricos, porque que você tem resultados tão bons, previsíveis e importantes em nanotecnologia e em nanociência.

2- Qual a importância desta disciplina para os alunos de Química?

Assim como falei na pergunta anterior, a química quântica é o aprofundamento para compreender processos subatômicos que irão elucidar todas as outras questões químicas.

3- Quais foram os métodos de avaliação aplicados para os alunos?

Listas de exercícios são extremamente importantes. Depois a prova, acho que eram 3 provas. Depois o seminário final. Eles eram baseados em descobertas recentes, em aspectos aplicativos da teoria quântica. Que mais? Eu sempre peço, prova e seminário. Pra mim, seminário é fundamental, geralmente voltado para artigos mais recentes, ou então aplicações, a importância da química quântica no conceito de ligação da arquitetura molecular.

4- Quais eram as maiores dificuldades dos alunos de química para a compreensão e resolução das questões?

Dificuldades em saltos conceituais, saltos epistemológicos, uma visão que não é muito fácil incorporar, é um conceito dual da natureza onda corpúsculo, pra uma partícula, quando você fala elétron todo desde o ensino médio associa a ele uma massa e de repente este tem um comportamento ondulatório, ele difrata num cristal de níquel, pode-se observar padrão de interferência, com diversos feixes de elétron, são questões de uma nova perspectiva de encarar a natureza segundo seu aspecto dual, porque nosso cotidiano é macroscópico ele é clássico. Quando ocorre essa transferência pra uma tentativa de entender o mundo microscópico é claro que não é tão óbvio, são aspectos pré-conceituais e gera mudanças radicais, questão de interpretação de fenômenos da natureza.

5- O professor já ministrou esta disciplina para alunos de outro curso, notou alguma diferença entre esses?

Já uma vez dei um curso de especialização e encontrei bastante dificuldade, talvez por falta de base matemática e conceituais, lamento a diferença de linguagem entre um químico e um físico as vezes por estudar um mesmo fenômeno. São diferenças de formações O físico tem uma formação matemática mais pesada, estuda a fundo a parte do eletromagnetismo a mecânica clássica é tudo muito focado, enquanto o químico já vê muita bancada, vê os fenômenos de transformação, ele tem esse contato muito próximo com os fenômenos de transformação química. No século XIX a química avançou bastante e precisou num certo momento da física, as grandes descobertas da teoria quântica, a nova mecânica ondulatória, a resolução da equação de Schrödinger, conceitos de orbitais atômicos, números quânticos, orbitais moleculares, ligações químicas, são conceitos que advêm da física.

Mas eu nunca dei matemática muito excessiva, eu gostava de dar matemática de hibridização de orbitais, álgebra linear que é muito bonito porque os alunos captavam realmente o que significava hibridização de orbitais atômicos, mas a parte da equação de Schrödinger, equação diferencial, eu dava o formato da equação e as soluções, ilustrava, indicava aquelas equações ao quadrado, o que representavam pra nós um formato dos orbitais atômicos, mas nada mais além do que isso e depois a parte de propriedades físico-químicas de moléculas através dos orbitais atômicos, orbitais moleculares, método de Hückel pra obter cargas, momento de dipolo, avaliar questões reativas de moléculas.

6- Qual a relevância dos pré-requisitos matemáticos e físicos para esta disciplina?

Cálculo 1, cálculo 2 e EDO, na opinião são suficientes. Mas nas aulas eu dou uma introdução de cálculo diferencial integral avançado, álgebra linear, teoria de operadores, variáveis complexas, mas nada muito profundo não. Elementos para que os alunos pudessem acompanhar a aula. No caso dos alunos da física quando fazem física quântica tem que ter cálculo 1,2 e3. Equações diferenciais, álgebra linear, métodos matemáticos da física e variáveis complexas. É completamente diferente.

7- Após a reforma Curricular de 2001 alguns pré-requisitos para a disciplina de Química Quântica foram retirados. Qual a importância destes?

Cálculo 3 por exemplo, no ano de 90 ou 91, cálculo 3 para química professor é especialista em geometria diferencial, altamente teórica e ele reprovou todos os alunos, os alunos não deram conta da quantidade de teoremas que teriam que demonstrar, os alunos vieram com um abaixo assinado na época não adiantou muito as reprovações já estavam dadas mas ficou nítido a vontade dos professores do instituto, e quando veio essa proposta de enxugar o currículo um dos exemplos utilizados foi exatamente esse, era cálculo 3 pra químicos e o professor era mais novo que tinha domínio em aspectos profundos teóricos da matemática, mas que não tinha a sensibilidade de fornecer problemas aplicados pra química, foi um dos fatos que nos ajudaram a justificar o porquê da retirada de cálculo 3.

8- Em uma pesquisa quantitativa sobre a disciplina de Química Quântica da UnB, foi observado que após a reformulação curricular a porcentagem de alunos reprovados nesta disciplina aumentou consideravelmente, quais as causas poderiam ser apontadas no seu ponto de vista?

Talvez a própria mudança curricular, os professores não deixaram de dar química quântica no nível que é dado internacionalmente. Em qualquer lugar que você for, química quântica tem o seus fundamentos até chegar a teoria atômica, ligações química, estrutura molecular, aspectos e propriedades físico químicas, alguns aspectos da reatividade em química, agora com o enxugamento das disciplinas em física e matemática, talvez como os

professores abriram mão do conteúdo da matemática. Eu acredito que esses foram os fatores importantes.

9- Diante da Reforma curricular haveria a necessidade de adequação da disciplina?

Acho interessante é que nós agora temos disciplinas que são comuns, final de graduação / pós-graduação, então, por exemplo, no caso dos alunos que forem pro mestrado em química quântica, já podem pegar no final da graduação disciplinas voltadas pra química teórica, a química orgânica trabalha bastante com a teoria de orbitais moleculares, orbitais atômicos, assim como a química inorgânica trabalha bastante com a teoria dos orbitais atômicos, inclusive mais sofisticados, os orbitais d e f. Cabe a esses professores das diversas áreas talvez numa comissão talvez estudarem o que é que nós precisamos de quântica, estes dizerem o que os alunos dessas áreas necessitam do conhecimento de quântica para aprofundamento das pesquisas e compreensão dos estudos.

10- Se o professor fosse ministrar esta disciplina nos dias de hoje, quais seriam as metodologias e enfoques?

Conceitos voltados pra visão do que a química necessita dessa teoria.

Professor B

1 – Quando o professor ministrou a disciplina de Química Quântica, quais eram os objetivos e enfoques?

Os objetivos sempre foram naquela época os mesmos de agora, quântica na física, quântica na química e quântica na biologia. As três grandes áreas que fazem uso disso, a teoria quântica no nível que essas áreas usam é a solução da equação de Schrödinger, é uma estrutura matemática que eu posso aplicá-la a super condutividade, partículas elementares, esse é o enfoque que a física, da biologia vai querer saber sobre interações entre moléculas, entre um fármaco receptor, que já é mais próximo da química, a química tem interesses particulares por exemplo pro químico quer saber ordens de ligação estruturas moleculares, ele quer conhecer as espectroscopias, como interpretar um espectrograma, quer calcular se o ataque vai ser eletrofílico ou nucleofílico, e a região desse ataque, ele quer ter informações sobre os índices de Fukui, sobre os estados de transição, da cinética química, e tudo isso pode ser retirado da equação de Schrödinger, só que no modelo e na conjectura em que somos forçados a dar química quântica aqui, nada disso se vê, então é dado só a formulação, então você teria que ter um curso inicial que desse pra o aluno de química, física e biologia equivalente, é uma formulação da teoria quântica, o que ela é? Assim vou realizar aonde? Na física, química e biologia. O nosso curso é feito tudo num único semestre então não há chance de realizar isso,

porque você vai querer contar a história, porque você não pode chegar lá e colocar a equação de Schrödinger e esperar que o indivíduo aceite como verdade é uma forma é contar a história, como foi sua evolução, desde Newton, desde os gregos, teoria atômica, Bohr, Thompson, depois princípio da incerteza de Heisenberg, você vai contando essa historia toda e explica a base da teoria quântica. Teria que ter um curso pré- introdutório pra dizer o que é teoria quântica, pra química, física, biologia, farmácia e o pessoal da engenharia também. Essa disciplina de Introdução a Química Quântica é uma das coisas que há anos viemos tentando implementar, de certa forma ela aumenta a carga horária e permite que você introduza a base de teoria quântica até átomo de hidrogênio, depois num segundo estágio, vamos pra problemas maiores e estudar todas essas propriedades que acabamos de citar aqui agora, que é descrever um processo reativo, que é calcular a energia de ativação , calcular a energia necessária pra ionizar uma molécula, quero descrever como funciona uma espectroscopia de massa, descrever como um raio X, qualquer dessas técnicas estão ligadas com a mecânica quântica e nesse segundo curso teríamos a chance de tratar desses fenômenos de interesse do químico, mas isso ainda não acontece. Quando você vai tratar mecânica clássica newtoniana lá no segundo grau, a maçã caindo, um satélite girando, o carro em movimento isso faz parte no seu dia a dia, as suas observações e o fenômeno físico o que você esta vendo afeta um dos seus cinco sentidos, você consegue mensurar, ou pela visão ou pelo tato ou qualquer um outro, quando vamos num nível atômico você vai para um mundo que foge completamente da realidade do mundo em que você vive, então tem que criar uma teoria de coisas que não consegue mensurar. Com isso significa que pode estar ocorrendo fenômenos ali dentro que vai contra a sua intuição a sua concepção, as suas ideias pré-concebidas, e se você dá isso num, único curso num único semestre, significa que o aluno não tem tempo pra amadurecer essas coisas, essas coisas devem ser dadas em dose homeopática. Eu no meu curso do secundário eu vi calculo integral, calculo diferencial, vi teoria do orbital molecular, claro que não era resolvendo equação diferencial e nem equação de Schrödinger, mas essa coisa toda sendo dada em forma homeopática, quando o individuo for fazer o curso de química quântica no ultimo semestre que são as realizações dentro da química ele já não sente tanto o impacto. Podendo dizer que luz é partícula, que elétron é onda que existe quantizações.

2 - Qual a importância desta disciplina para os alunos de Química?

Na época a gente tentava fazer um mix, a gente esquecia de que existia equações diferenciais, a gente dava o que precisava e complementava as informações e claro que isso sempre ia reduzindo o tempo do conteúdo e coisas importantes que poderiam ser feitas, mas fazíamos para que no final o aluno consiga extrair alguma informação do ponto de vista químico.

3- Quais foram os métodos de avaliação aplicados para os alunos?

Sempre eram provas subjetivas que em geral que tinha da ordem de quatro questões, três provas e um seminário, este versava de temas relativos ao conteúdo eu sempre sugeria temas que tivessem a ver com a química quântica do século XXI. Como ele pode descrever a interação fármaco receptor? Como ele pode modificar um catalisador e observar se a mudança catalítica melhora ou piora? Como ele vai descrever os nanotubos, os grafenos? Então sempre dávamos tema, ou o próprio tema da área: fale sobre o princípio da incerteza de Heisenberg? Que eram temas mais complexos dentro da própria teoria, que muitas vezes ficavam dúvidas. Em geral tudo tinha um mesmo peso.

4- Quais eram as maiores dificuldades dos alunos de química para a compreensão e resolução das questões?

Eu sempre aplicava um teste no primeiro dia de aula, quais são os requisitos mínimos que o indivíduo deveria ter pra fazer o curso nos moldes em que ele estava, não é nos moldes que eu gostaria que fosse. 95% das pessoas não possuíam nem a metade dos pré-requisitos matemáticos e físicos, alguns eu diria que nem somar sabiam direito, então o aluno que tinha essa parte elementar tão frágil como vai entrar num mundo aonde que ele vai precisar de uma estrutura matemática complexa, realizações complexas, e compreensão do fenômeno que não faz parte do cotidiano, então é um drama pro aluno, quanto pro professor.

5- O professor já ministrou esta disciplina para alunos de outro curso, notou alguma diferença entre esses?

Sempre quando eu dei em física esse enfoque já havia sido pensado, eles sabiam que tinham que distribuir em vários grupos, no curso de química só dei na UnB. Então cheguei aqui e só tinha um curso, eu fiquei assustado, como eu vou ensinar pra um indivíduo como calcular carga, se o ataque é eletrofílico, a dureza molecular, como vou analisar um espectro num único semestre e além disso ensinar mecânica quântica, esse foi um grande dilema, uma grande polemica, por causa do aumento da carga horária. Até que chegamos agora e dividimos, dar um curso na física [e diferente de mecânica quântica e suas realizações de dar um curso na química, não pela mecânica quântica, mas pelas aplicações, que é um segundo estágio. Hoje a gente não sabe nem o que faz aqui dentro, nas ultimas aulas eu tentava pelo menos propor em calcularmos a ordem de ligação, vamos calcular a carga de um átomo, vamos ver se tem um momento de dipolo na água, porque o currículo da disciplina, o conteúdo é tão grande que não conseguimos fazer nada. Consequentemente é reprovações em massa.

6- Qual a relevância dos pré-requisitos matemáticos e físicos para esta disciplina?

A questão que se coloca é a seguinte, o que você espera de um aluno de química quando ele se forma, vamos colocar dois caminhos ele sai daqui pega seu diploma e vai fazer análises de água, combustíveis e isso ele não precisa de equações diferenciais. Porque o curso de química é suficiente para resolver o problema, agora se ele sai daqui e quer fazer desenvolvimento como o Davi um aluno de pós-doutorado, desenvolvimento de catalisadores, descrevendo toda cinética, todo o comportamento e caracterização queimando etapas, desenvolvendo tecnologias e fazendo propostas de novos materiais você acha que hoje a Faisler faz medicamentos como Lavoisier, 10 ml daqui com um tanto dali e um dia faz um medicamento e um dia descobre como fazer a síntese? Não ele simplesmente resolve uma equação de Schrödinger dependente do tempo. Então ele tem o experimentalista já tem na mão informações cruciais para queimar etapas. Então o curso pra quem? Que químico você quer formar? Por isso que deveria ter um terceiro curso de químico na pós-graduação mais direcionado a ele.

7- Após a reforma Curricular de 2001 alguns pré-requisitos para a disciplina de Química Quântica foram retirados. Qual a importância destes?

Essas disciplinas específicas que foram criadas, como por exemplo física pra química. Devem ser dado por pessoas experientes na área porque e uma realização, o indivíduo fez a vida dele naquilo, pra poder passar pros alunos de forma clara, porque isso não é simples não se aprende da noite pro dia. Esses pré-requisitos têm importância que depende da mesma pergunta que antes deve ser feita qual o profissional de química você quer formar? Pode ser dado um curso de mecânica quântica pra um indivíduo que só vai analisar água que ele não precise de equações diferenciais, mas se quer falar de supercondutividade, interações fármaco e receptor ou cinética química do ponto de vista da mecânica, ele tem que saber equações diferenciais não tem como, assim como álgebra linear, porque a equação de Schrödinger é uma equação diferencial de segunda ordem ela só tem solução analítica, você só consegue resolve-la completamente só pra sistemas atômicos que possuem um elétron, na hora em que você colocar o segundo elétron, essa equação diferencial não possui solução analítica. Então três indivíduos disseram, pegue todas as soluções possíveis e você deve montar um espaço de todas as funções possíveis e dentro desse espaço existe um subespaço de funções em que qualquer função que você imaginar que é solução da equação de Schrödinger que não possui solução analítica na maioria dos problemas, eu consiga achar solução disso sem resolver a equação simplesmente fazendo combinações lineares que seriam os orbitais moleculares seriam combinações lineares dos orbitais atômicos e como eu conheço os orbitais atômicos e quero a ligação do hidrogênio e oxigênio, uma ligação s com p e isso gera uma função que é um orbital molecular, então não preciso resolver essa equação porque eu transformei uma equação diferencial em equações algébricas, então preciso saber álgebra, mas se o cara vai lá pra fazer o curso de análise de água, eu não vou estar preocupado com isso, o curso que eu vou dar pra ele não precisa disso, mas se eu quero um indivíduo pra fazer tecnologia, desenvolver metodologia, novos equipamentos, interpretação de dados ele precisa de saber EDO e Álgebra. A questão que você coloca é complicada, ela só será

respondida com outra pergunta o que eu quero de um químico no século XXI? Então não vamos nivelar por baixo, vamos nivelar por cima, porque se eu nivelar por baixo se eu quero só formar um químico que vai somente fazer análise de água, eu não tenho a chance desse indivíduo desenvolver ciência e tecnologia lá na frente. Mas se eu ensino o máximo que ele pode aprender ele vai fazer águas tranquilamente sem problema nenhum.

Como os alunos não tinham essa base devido à retirada das disciplinas do currículo eu explicava de uma forma relativamente simples, de uma combinação linear, eu pegava um vetor, eu tinha um vetor A e vetor B, e quantos vetores existem no universo? Existe uma infinidade deles. Mas existe três vetores, que é o vetor E (1,0,0), o vetor E (0,1,0), e o vetor E (0,0,1). Com esses três vetores e escrevo qualquer outro vetor combinando eles. Então essa estrutura matemática ele conhece e assim mostrava na teoria de funções, aqui está a álgebra, exemplificando um caso simples do problema.

8- Em uma pesquisa quantitativa sobre a disciplina de Química Quântica da Unb, foi observado que após a reformulação curricular a porcentagem de alunos reprovados nesta disciplina aumentou consideravelmente, quais as causas poderiam ser apontadas no seu ponto de vista?

Porque a gente manteve a mesma estrutura da disciplina, com os mesmos pré-requisitos, é importante ter claro o que quero do curso de química? Eu posso dar o curso em 60 horas, assim como posso dar em 5 segundos: $H_{psi} = E_{psi}$, acabou está tudo ali, agora quanto mais tempo eu tenho mais eu extraio informação disto, mais eu correlaciono, mais eu aplico mais eu faço as realizações. [deveria ter ocorrido então uma reformulação?] O que a gente pensou, a divisão de físico-química, pra isso nos teríamos que baixar o nível do curso, e assim eu não estaria formando um indivíduo que estivesse qualificação pra fazer um mestrado em físico-química, prejudicaria a qualidade do aluno que estaria sendo formado. Foi isso que aconteceu no segundo grau. Mas a Universidade não mudou a universidade ainda é o cálculo dado é no mesmo nível em qualquer lugar do mundo, são os mesmos livros estudados. Então você enfraqueceu na base o que aconteceu? Os alunos não vieram com os pré-requisitos, aí se corta mais esses pré requisitos tem que ter reprovação. Uma das tentativas na época que eu pensei, vamos tentar dividir essa turma, porque se eu dividir essa turma eu vou ter mais chance de ter um contato direto com os alunos, o que acontecia os alunos que sempre procuravam a gente, as perguntas eram diversas e possuíam mais perguntas. [mas isso não foi observado na análise quantitativa]. Mas essa coisa não é tão significativa, você não consegue medir isso numa turma, eu acho que se você chegasse pros aluno se tivesse assistindo uma turma com 60 ou 30 alunos, você veria que a evolução da aula seria diferente os questionamentos seriam diferentes. Eu acho que se você extrapolasse para um aluno aí sim você veria diferença. Mas era possível perceber que mesmo assim era um paliativo. Porque poderia ser dado por diversos professores.

9- Diante da Reforma curricular haveria a necessidade de adequação da disciplina?

Tudo isso está relacionado com um erro brutal que aconteceu na Universidade de Brasília com essas reformas a universidade foi criada com um Campus em que permitia ao aluno fazer de tudo um pouco, eu me formei em graduação aqui na UNB, eu fiz a graduação em física e matemática, eu fiz curso psicologia da adolescência, psicologia da infância, curso de economia, fiz curso na arquitetura, e fiz todas as disciplinas de calculo e física importantes ao currículo, então a universidade permitia permear pro outros caminhos que mostra ao aluno a conectividade entre as coisas, entre os fenômenos, teoria que tem em uma área pode ser transportada a outras áreas e com essa reforma talho-se essa coisa toda tem que formar por um decreto, uma assinatura e mudou tudo, olha não se muda da noite da noite pro dia uma universidade brasileira que tem 50 anos, na Europa tem universidade que tem 500 anos, olha estrutura do curso de lá e o nosso. Quer ver um exemplo? O Tiago é da licenciatura de química e é meu aluno de IC e foi pra Portugal na ciência sem fronteiras, foi passar um ano na Universidade de Coimbra e faltando uns 3 meses ele chegou pra mim, tenho que fazer oito disciplinas, eu escolhi essas aqui, quando eu vi as disciplinas e entrei em licenciatura da universidade, relativo a parte quântica eu vi que ele não tinha chance alguma de passar nessas disciplinas, o que fizemos? Sentamos com ele e fomos tentar tirar esse buraco senão ele seria reprovado. Uma das disciplinas que ele iria fazer era, química computacional, no programa tinha estrutura molecular, aproximação Born-Oppenheimer, nada disso a gente consegue dar num curso daqui, isso aqui é mestrado e doutorado, como esse aluno vai passar nessas disciplinas lá? Então o nosso currículo está muito longe da realidade da Europa. Como você quer competir um aluno daqui com um aluno europeu? E é licenciatura. Hoje nos cursos de licenciatura de física e química do Brasil, eu diria que grande parte dos cursos não possui disciplinas que ensinam o que é o átomo, teoria atômica, átomo de hidrogênio, como um professor pode ensinar isso no segundo grau? Se o aluno não sabe nem o que é o orbital molecular do ponto de vista da química moderna. O cara que sai da Europa ele vai ensinar em qualquer lugar no nível em que a turma exigir. A questão toda é o que você quer com o aluno final do curso? Mestrado, Doutorado, mercado de trabalho? O país está crescendo precisa de técnicos, não precisa de universitários e a universidade está se confundindo o que é universidade e o que é escola técnica. Os currículos estão baixando os níveis e criando cursos técnicos dentro da universidade pra virar escola técnica. Escola técnica não é universidade. Vá na Alemanha, vá na Franca, nos grandes países onde que se tem ciência de primeiro mundo e olha que você vai ver escola técnica de terceiro grau, os conteúdos são diferentes. O que eu quero de um químico técnico de tecnologia?

10- Se o professor fosse ministrar esta disciplina nos dias de hoje, quais seriam as metodologias e enfoques?

A sugestão é que pudessem introduzir as informações mais relativas as realizações em química? Como a mecânica quântica se realiza em química? Isto é como eu retiro informações de um programa, vejo um resultado? Uma metodologia que caminha mais na aplicação da química quântica. Temos que pensar num químico de universidade e não num técnico. A química tem que formar profissionais que estejam preparados pra seguir qualquer área que

quisessem. Existem fenômenos e pra cada um você vai querer fazer observações e poder extrapolar e interpolar, isso só é possível criando modelos e com a experimentação. O químico do século 21? Os químicos vão pegar as proteínas de doenças específicas e bolar um novo fármaco. Vamos pensar no problema, usar a sua intuição química, desenvolver esse fármaco, desenhar a estrutura no computador em 3D e enfiar ele no sítio ativo da proteína, vai fazer um cálculo de mecânica quântica e vê se este fármaco fica estabilizado no sítio ativo e se estiver estabilizado você vai pra bancada fazer a síntese, depois da síntese você vai na Biologia fazer os testes *in vitro* e em vivo, isso demora uns cinco anos mas já sai com um pedido de patente.

Professor C

1 – Quando o professor ministrou a disciplina de Química Quântica, quais eram os objetivos e enfoques?

Objetivo era fazer com que os alunos tivessem um contato em química do século 21 e o enfoque seria dá as bases experimentais e teóricas que deram origem à mecânica quântica e depois fazer uma realização da mecânica quântica aplicada à química, aonde surgiriam os conceitos de química quântica.

2 - Qual a importância desta disciplina para os alunos de Química?

Do jeito que esta sendo dada no ultimo semestre ela acaba tendo uma aplicação prioritariamente para os alunos que vão pra pós-graduação. Se essa disciplina fosse dada antes de algumas disciplinas como espectroscopia ela poderia ter um suporte teórico de aspectos quânticos mais aplicáveis. Serve como um conhecimento geral e se bem ministrada demonstrar como ela pode resolver situações problemas de diversas áreas.

3- Quais foram os métodos de avaliação aplicados para os alunos?

Prova escrita e em alguns semestres testes quinzenais e a maioria dos semestres um trabalho de química computacional mostrando a aplicações da química quântica em situações reais.

4- Quais eram as maiores dificuldades dos alunos de química para a compreensão e resolução das questões?

Deficiência em matemática principalmente e a física. Essa mudança de currículo que está acontecendo agora com certeza vai melhorar, é claro que não irá ser 100%, mas o problema na opinião é que a quântica está ficando muito longe de quando se terminam as disciplinas de cálculo e física, ela deveria ser no quinto semestre no máximo porque assim o aluno não ficaria tanto tempo sem ter contato com essas disciplinas.

5- O professor já ministrou esta disciplina para alunos de outro curso, notou alguma diferença entre esses?

Química quântica só pra químicos, já ministrei essa disciplina em outra universidade. [Houve diferenças?]. Primeiro que nessa outra universidade a disciplina era dada no quinto semestre e os alunos tinham física 1, física 2, física 3, física 4, calculo 1, calculo 2, calculo 3, calculo 4 e equações diferenciais, então a deficiência do ponto de vista matemático era bem diferente.

6- Qual a relevância dos pré-requisitos matemáticos e físicos para esta disciplina?

100% (cem por cento), porque senão vai ser dada química geral teórica, tendo enfoques somente nos aspectos históricos. Eu sempre digo no primeiro dia de aula. Não vamos ter tubos de ensaio, nosso tubo de ensaio é laplaciano, nosso erlenmeyer é newtoniano.

[testes ?] Servia como eu ter uma ideia de como os alunos estavam e também pros alunos saberem o que precisavam estudar e muitos alunos não levavam a sério e coisas que eu tenho certeza que foram vistas eles marcavam como nunca tivessem visto.

7- Após a reforma Curricular de 2001 alguns pré-requisitos para a disciplina de Química Quântica foram retirados. Qual a importância destes?

A ideia de física pra química não é ruim, física é física em qualquer lugar do mundo. O problema talvez seria que os professores que iriam ministrar essas disciplinas achavam que tinha que ser algo superficial. Mas não é, na minha opinião tinham que tirar alguns conteúdos que talvez não sejam tão relevantes, por exemplo o que gravitação universal pode contribuir pro aluno de química? Em minha opinião só por formação geral, então não seria necessário dar esse conteúdo mas os professores acabavam levando pro outro lado e não ministravam os conteúdos que eram selecionados da forma que deveriam.

9- Diante da Reforma curricular haveria a necessidade de adequação da disciplina?

O problema vem bem de antes de entrar na universidade, mas depois que entra o problema é nosso. A grade curricular dos cursos está aquém. Em relação a disciplina de Introdução de química quântica ela pode ajudar só que eu acho que da forma que esta sendo dado talvez não contribua tanto porque essas disciplinas não são complementares, elas possuem a mesma ementa só que vai ser dada com uma análise matemática superficial e depois você acaba tendo que chover no molhado e fica apenas colocando formalismo. Essa disciplina deveria ir até um certo ponto e depois a química quântica começaria a partir daquele ponto, para não atropelar o conteúdo, sendo que este é muito extenso. Ela tem uma ênfase talvez um pouco mais importante pra licenciatura que não vê química quântica e esta dá um suporte nesta área. Estão fazendo a reforma e adequando o currículo aos pré-requisitos, a disciplina em si não. Na minha opinião química quântica deveria ser em dois semestres e poderia ser

aproveitada essa disciplina de química moderna ou então transformar a disciplina em química quântica e computacional, onde você teria uma carga horária pra ensinar química computacional a sua aplicação, pra não ficar parecendo pro aluno que não tem utilidade.

10- Se o professor fosse ministrar esta disciplina nos dias de hoje, quais seriam as metodologias e enfoques?

Seriam os mesmos porque o objetivo e enfoque de química quântica têm que ser o mesmo em qualquer lugar do mundo. Poderia mudar uma coisa ou outra de abordagem ou uma sequencia diferente, gastar menos tempo em uma coisa que eu percebi que não tenha sido tão relevante.

Professor D

1 – Quando o professor ministrou a disciplina de Química Quântica, quais eram os objetivos e enfoques?

Os objetivos desde que eu estou aqui na UnB era fundamentalmente fazer com que os alunos pudessem desmistificar a quântica, porque a quântica não é o terror que os alunos pensam, mas há toda uma história que aterroriza os alunos e a gente não consegue entender porque. Quando eu cheguei na UnB nos tínhamos um aluno formando por ano, por duas ou três razões que não vem ao caso falar, mas no fim havia um certo medo institucionalizado sobre tudo no departamento de química na época. A forma seria o objetivo maior primeiro fazer com que os alunos perdendo o medo e entendendo os princípios da quântica aumentasse o numero de alunos formando, isso foi todo um trabalho do instituto com todo apoio dos professores e quando nos formamos 12 alunos eu parei de dar quântica. Então outros professores vieram e me sucederam n disciplina quântica e com o trabalho de outros professores, porque não era só a quântica que era o terror, a orgânica também era o terror e juntos trabalhando nos conseguimos voltar e fazer com que o numero de alunos formando fosse significativo, porque na época o professor Todorovic, eu era chefe do departamento e ele me disse, “vou fechar a Química”, então eu pedi a ele dois anos para contornar a situação e eu me comprometi a fazer com que os alunos voltassem a se formar, e conseguido esse prazo todos os professores apoiaram e 12 alunos eu parei de dar quântica.

2 - Qual a importância desta disciplina para os alunos de Química?

A importância não é só para os alunos de química e também para todo o mundo todos os seres humanos que compreenderiam melhor como funciona a natureza se todos pudessem compreender os fundamentos da quântica e isso é perfeitamente possível. Eu tive professores maravilhosos de quântica pelo mundo e nunca em lugar nenhum eu tinha visto alunos aterrorizados por conta de uma simples disciplina e tive professores que falavam esqueçam tudo que vocês já aprenderam sobre quântica e leiam os meus livros e óbvio que líamos o livro completo porque obviamente iriam cair na prova e sabíamos o livro decorado mas tem o aspecto folclórico na coisa, mas o fato que fiz

quântica em diversos lugares do mundo e isso de ficar aterrorizado não existia nem em outra disciplina e é muito bonito e essencial pros alunos da química é essencial compreender os fundamentos da natureza, como quântica é a mesma coisa e todas as pessoas deveriam aprender mas pra isso há bons autores que sabem escrever bem e publicar em algumas revistas que fazem a popularização da ciência.

3- Quais foram os métodos de avaliação aplicados para os alunos?

Os métodos de avaliação fundamentalmente são três provas e as minhas provas são dimensionadas para serem feitas no tempo em que os alunos dispõem então eu faço uma previsão de resposta entre meia hora e uma hora o que normalmente a metade da turma responde em duas e a outra metade em três ou quatro, mas isso não é porque eles não sabem mas porque o medo é tanto que eles demoram mais tempo do que precisam para responder é um trabalho progressivo de mostrar que há uma sequência de conhecimentos que são os conceitos fundamentais, as provas vão num aumento progressivo de dificuldades e sobretudo numa quantidade boa de exercícios, os exercícios são fundamentais os alunos fazem em casa e depois resolvemos em sala, a dificuldade dos exercícios também é progressiva. Agora o que precisamos aqui é que haja uma correlação do que os alunos aprendem em matemática o que eles aprendem da física, o que eles aprendem na química para que eles consigam juntar as informações, então os exercícios são para que os alunos se lembrem e possam juntar as informações que já sabiam com as novas informações e trabalharem na lógica e na associação dos conhecimentos, então é assim muitos exercícios e leitura e prova.

4- Quais eram as maiores dificuldades dos alunos de química para a compreensão e resolução das questões?

A maior dificuldade é porque o nosso ensino, o ensino brasileiro, ele não trabalha a correlação de informações e a lógica e, sobretudo a lógica matemática desde que os estudantes estão no início da formação e isso é um trabalho longo e deve ser adquirido ao correr da juventude e então no ensino fundamental, no ensino médio e na universidade. Na universidade se essa correlação de informações não for natural é muito difícil para os alunos pegarem uma coisa que tem fundamentos que usam praticamente tudo que a gente sabe sobre a explicação da natureza então a dificuldade está na correlação de ideias.

5- O professor já ministrou esta disciplina para alunos de outro curso, notou alguma diferença entre esses?

Eu já dei muito curso de quântica na vida e em vários lugares, isso fazia parte do meu trabalho, Espanha, Itália, Suíça, Bélgica, França, Califórnia, eu já dei muita aula na vida e muitos cursos na forma em que são dados aqui, fazia parte das minhas atividades. Ao meu ver, nós ainda estamos com uns 25 anos de atraso e essa segmentação que ocorre aqui ainda faz parte do nosso subdesenvolvimento intelectual, segmentar as coisas não existem mais, há muitos e muitos anos nos EUA e nem na Europa. Aqui se fala é químico, é

físico, é matemático, é bioquímico e há determinadas áreas que nos precisamos ter uma boa base de isso tudo. Então não é um problema da química, não é um problema da física, nem da matemática. É um problema do ensino brasileiro que está mudando e hoje já se fala muito como se fosse uma descoberta imensa de multidisciplinaridade e o que eu faço é fundamentalmente aplicação e em determinadas nós precisamos dos conceitos físicos, matemáticos, biológicos, farmacológicos. Então tem uma série de conhecimentos que a gente precisa e essa segmentação ainda ocorre no Brasil.

6- Qual a relevância dos pré-requisitos matemáticos e físicos para esta disciplina?

Sabe que eu conheço bem o problema da discussão de álgebra linear, Há determinados pré-requisitos que são fundamentais? Sim, mas há alunos que fazem. O problema não são os pré-requisitos e sim que não se correlaciona o que você já sabe, por exemplo, os alunos hoje quando fazem quântica nunca estudaram operadores. Não é porque eles nunca estudaram operadores que eles não entendam, claro que entendem. Então se o professor sabe que há pré-requisitos faltando e se ele pode explicar os alunos tem matemática suficiente, e física suficiente pra aprender determinadas coisas, Dá trabalho pro professor? Dá, tem que preparar aula tem que perder um tempo pra explicar de uma forma lógica para que aluno possa entender. Por exemplo, se pego todo um desenvolvimento matemática e pergunto vocês viram isso? Vimos sim, mas já esquecemos. Pego um conceito físico, vocês viram isso? Vimos, mas já esquecemos. Esqueceram nada, tá lá guardado no cérebro, ninguém esquece as coisas assim não. Então eu continuo vocês viram isso, viram isso e isso, então vocês conseguem fazer a correlação? Não é exatamente a mesma coisa? Só que estamos mostrando de pontos de vistas diferentes. É claro que todos os alunos entendem. Isso tudo é uma questão de investimento do professor nos alunos. Afinal de contas quem está numa universidade deve gostar disso e se não gostar esta sendo pago pra isso então não tem essas histórias de usar muito tempo pra dar aula, usa o tempo que for necessário e a compensação vem com a compreensão dos alunos. Esse é um dos raros prazeres de que você tem.

7- Após a reforma Curricular de 2001 alguns pré-requisitos para a disciplina de Química Quântica foram retirados. Qual a importância destes?

O conceito da universidade é um conceito universal, isso foi uma pena dificilmente num futuro muito próximo nós vamos conseguir alterar as disciplinas restritas pra um certo curso. Mas enquanto essa noção de multidisciplinaridade vai esticando a outra vai naturalmente cair, nós fazíamos uma quantidade significativa de matemática e física, agora mais do que isso eu acho que nós fazíamos também laboratório ao mesmo tempo e simultaneamente estávamos no laboratório aplicando os conceitos aprendidos. Então a forma de avaliar era muito exigente e no meu tempo eram especialmente exigentes, a gente quase se matava. Eram 40 créditos por semestre e era muito sacrifício mas acredito que hoje isso acontece o tanto

quanto, porque apesar da quantidade de créditos serem praticamente a metade vocês devem suprir essas falhas sozinhos e as turmas de química não andam juntas, antigamente todos seguiam o fluxo, entrávamos e saíamos todos juntos e isso fazia com que, eu vejo isso na farmácia a mesma turma que entra é a mesma que sai, não tem essa de perder e quando os alunos são muito unidos é muito bom porque tem um que tem mais facilidade na matemática, na física, ajudam uns aos outros não só entre os alunos da química como também os de outros cursos afins. O que eu acho que podemos fazer hoje é suprir essas falhas é aproveitar o Programa Ciência sem Fronteiras, com a oportunidade de conhecer outro mundo, porque infelizmente não vamos chegar lá tão cedo. Mas nós precisamos de pessoas bem formadas pra fazer evoluir o ensino, o conhecimento, portanto nós precisamos de grandes tecnólogos no Brasil pra ontem. Então, aproveite o Ciência sem Fronteiras.

8- Em uma pesquisa quantitativa sobre a disciplina de Química Quântica da Unb, foi observado que após a reformulação curricular a porcentagem de alunos reprovados nesta disciplina aumentou consideravelmente, quais as causas poderiam ser apontadas no seu ponto de vista?

Foi por causa da reforma curricular? Não, foi por conta de tudo isso que eu falei antes, a reforma reduziu a disciplina com certeza, hoje nós temos uma situação muito mais delicada que é dos alunos entrando sem a menor formação, o nível está diminuindo a cada dia, ele despencou literalmente, essa história de colocar cota, não vamos fazer um ensino de base excelente, vamos investir muito no ensino de base que no mesmo tempo nós vamos ter o retorno, não colocando as pessoas na universidade e discriminando as pessoas, isso pra mim é um absurdo. Pior do que isso é colocar as pessoas e não dar o apoio que elas necessitem pra suprir as deficiências iniciais. O que adianta jogar aluno dentro da Universidade? Coloca-se primeiro uma estrutura de ensino básico excelente, os alunos vão resistir quanto? Ao primeiro semestre ao segundo, por isso que tem evasão. Por isso que não conseguimos mais, os professores que ministram a disciplina de Fundamentos em Química estão trabalhando como uns loucos pra suprir as deficiências, mas não é em uma disciplina. Vamos fazer os alunos aprenderem a lógica, aprenderem a refletir a desenvolver o espírito crítico. O problema é a quântica? Não o problema é porque a quântica exige o conhecimento da física, da matemática, da química, então é tudo junto, essa correlação é que precisa ser trabalhada. vamos apoiar os alunos que estão entrando na Universidade sem ter a base necessária, essa é a causa ao meu ver da reprovação, não só a quântica mas tudo.

9- Diante da Reforma curricular haveria a necessidade de adequação da disciplina?

Adequação eu acho que é essa, nós não podemos dizer simplesmente os alunos não sabem os alunos não tem base, eles não entendem a matemática, não entendem a física não entendem a química aplicada a essa conceituação mais teórica. sabem sim eles só não sabem correlacionar as informações. Vão ser quânticos depois? Talvez um ou dois em cada ano se interesse mais e isso é normal, eles sabem sim, só precisam ter confiança em

si próprios e ter um apoio de laboratórios pra poder aplicar aquele tanto de equação, tanto de conceitos físicos que estão aprendendo e acho que todos nós professores sabemos que os alunos possuem uma boa vontade, são esforçados, alguns são muitos inteligentes, então vamos ter um pouco mais de trabalho em pensar como passar esses conceitos que eles possuem mais dificuldades de uma forma mais clara, eles tem a maior boa vontade de vir na hora do almoço, de ficar de noite, estende um pouquinho as aulas, dá os conceitos que eles não sabem, é só isso.

10- Se o professor fosse ministrar esta disciplina nos dias de hoje, quais seriam as metodologias e enfoques?

Nós estamos tentando fazer isso de uma outra forma que é colocando algumas disciplinas que hoje não são obrigatórias, mas vai que elas podem vir a se tornar, na conceituação eletrônica, uma disciplina de introdução a quântica, porque aprende o histórico a evolução dos experimentos dos conceitos de mecânica clássica que vai a mecânica quântica, isso tudo esta sendo dado nas disciplinas. Se os alunos aprendem isso logo no início eles já vão chegar na química quântica com uma melhor base focada. Acho que isso vai demorar pelo menos dois anos pra dar certo e o número de alunos inscritos nessas disciplinas está aumentando a cada semestre. Eu por enquanto não mudaria a forma que eu daria quântica não, mas daqui a dois anos a gente já pode olhar uma matemática mais pesada, o problema é que a matemática mais pesada pra quântica é lindíssima só que se o professor chega no quadro e escreve três quilômetros de equação e o aluno não entende o que contém aquela equação, o que ela significa e não tem a formulação matemática de base que precisa, é claro que o aluno vai odiar mortalmente e nós não queremos que os alunos odeiem quântica pelo contrário ela é muito bonita. Então vamos mostrar os conceitos físicos, a correlação deles, a parte matemática estudada e eles entendem as equações, funciona sempre, eu nunca tive problemas com nenhuma turma minha, e eu já dei muita turma de quântica na universidade.