

Um estudo sobre a organização curricular de disciplinas de química geral

José Claudio Del Pino

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados de pesquisa realizada no âmbito de disciplinas de química oferecidas nos semestres iniciais de cursos de licenciatura e engenharia. Pretende-se com esta divulgação da investigação fomentar um processo reflexivo que envolva professores em disciplinas de química geral sobre as características organizacionais destas disciplinas, objetivando uma melhoria na performance pedagógica como estratégia de aumentar os níveis de compreensão e aprendizagem por parte dos alunos. Procura-se evidenciar no texto as percepções dos professores universitários participantes da pesquisa sobre a seleção e integração do conhecimento químico, sua abordagem em sala de aula, os recursos didáticos utilizados, considerando-os como elementos inovadores da prática pedagógica dos mesmos, ressaltando a positividade dos resultados alcançados quanto ao aprendizado dos estudantes.

Palavras-chave: química geral, concepções de professores, ensino superior, currículo de química, aprendizagem em química.

A Study on General Chemistry Syllabus Design

ABSTRACT

This paper presents the results of a research on chemistry related subjects offered at Chemistry Teaching degree and Engineering courses. By presenting such results, we expect to stimulate General Chemistry professors to reflect on the syllabus design aiming at improving pedagogical performance as a strategy to enhance students' comprehension and learning. In order to carry out this study we counted with the participation of a group of university professors. In this work we highlight the professors' perceptions on features like the selection and integration of Chemistry knowledge, its approach in the classroom, and the teaching aids employed. Taking into account that those features represent innovative pedagogical practices, we emphasize the positive results in the students' learning experience achieved by the professors when employing such features.

Keywords: general chemistry, university professors' perceptions, high education, chemistry syllabus, chemistry learning.

REFERENCIAL TEÓRICO

Normalmente, a disciplina de química geral é a primeira disciplina oferecida por qualquer instituto de química aos seus próprios calouros (SANTOS, 2000). Ela aborda um conjunto de assuntos que abrangem muitos dos aspectos da química, ainda que

José Claudio Del Pino é Doutor em Química de Biomassa, professor associado, UFRGS, Instituto de Química, Área de Educação Química. Endereço para correspondência: Av. Bento Gonçalves, 9500 – Agronomia – CEP 91501-970 – Porto Alegre RS. E-mail: delpinojc@yahoo.com.br

superficialmente. Esses assuntos serão, posteriormente, desenvolvidos ao longo de todo o curso de graduação. Além disso, essa disciplina tem ainda um papel muito importante no sentido de reforçar a motivação dos calouros em continuar se dedicando ao estudo da área que eles escolheram para se profissionalizar, mostrando também a importância da química no desenvolvimento social, industrial e de outras ciências, bem como a problemática do descontrole de suas aplicações (PLIEGO; ODETTI; ORTOLANI, 2002).

No contexto acadêmico de outras carreiras, é possível notar que os estudantes universitários, muitas vezes, veem a química geral como um obstáculo insuperável (DUCHOVIC, 1998). Nesse sentido, a maioria dos estudantes de química geral entra em classe simplesmente para satisfazer as exigências de sua graduação. Porém, os estudos sobre a evasão (SILVA, 1995; CUNHA; TUNES; SILVA, 2001) e as reprovações (SILVA, 1995) nos cursos de química mostram que os obstáculos aparecem, inclusive, de frente dos estudantes da graduação em química (SILVA, 1995). Em um estudo realizado no âmbito da Universidade de Brasília foi possível concluir que existem causas variadas para a evasão e para as reprovações que se manifestam em distintos momentos do curso. A partir das análises realizadas, pôde-se apontar o ponto de origem da evasão: as disciplinas obrigatórias, previstas no início do fluxo do currículo. Um outro estudo incluiu diversas universidades públicas brasileiras e indicou que a evasão do curso de química estaria ligada às reprovações em disciplinas situadas nos dois primeiros anos do curso (CUNHA; TUNES; SILVA, 2001).

Uma ampla pesquisa sobre o processo de ensino e de aprendizagem em química geral, realizada em 42 instituições de ensino superior nos Estados Unidos da América, revelou que os estudantes têm dificuldade de entender e aplicar os conceitos, achar relevância, transferir conhecimento entre as disciplinas e identificar e desenvolver as habilidades necessárias para o sucesso acadêmico ou na carreira (HANSON; WOLFSKILL, 1998). Essa situação teria relação com a diversidade da preparação acadêmica dos estudantes, sua inserção cultural e motivação, bem como os objetivos para sua carreira.

Uma vez que a disciplina de química geral está no início do curso, ela se constitui uma disciplina de interface entre o conhecimento previamente estruturado, ao nível do ensino básico, e aqueles que constituirão a formação do profissional na área de química. Nesse momento, a seleção e a integração conceitual são mais difíceis, devido ao grau de abstração dos conceitos da química. A compreensão das peculiaridades desse momento parece ser algo essencial. Obviamente, o choque entre o ensino superior e o ensino médio não se dá apenas em relação aos conhecimentos. Na universidade, há uma outra realidade, bastante diferente daquela a qual o aluno do ensino médio estava acostumado, o ritmo acelerado de apresentação do conteúdo e as exigências de autonomia nos estudos (SILVA; EICHLER; DEL PINO, 2003).

Entre as medidas sugeridas para a solução destes problemas, incluiu: a revisão curricular, a mudança na metodologia do ensino e a implementação de um sistema eficaz de orientação acadêmica ao aluno (CUNHA; TUNES; SILVA, 2001). Shulman (1986) considera que a estrutura teórica de ações educativas de professores deve envolver três categorias de conhecimento do conteúdo do seu conhecimento: conhecimento

do conteúdo de um assunto da matéria a ser ensinada, o conhecimento do conteúdo pedagógico da ação de ensinar, e o conhecimento do currículo no qual se integram os assuntos específicos. Zabalza (2003) propõe conceber o currículo como um projeto formativo integrado, no qual a unicidade e a coesão são características essenciais desta perspectiva curricular. Esta concepção é ponto de referência desde a elaboração de planos de estudo, como marco curricular institucional, até à programação que cada professor faz de sua disciplina, passando pelas diferentes instâncias, como institutos, departamentos e coordenação de disciplina. Tal concepção se constitui competência docente que se constrói concomitantemente com o desenvolvimento profissional. Considera esta integração como um processo contínuo que se estende ao longo do curso, quer seja em relação aos conteúdos os quais são implementados num nível crescente de complexidade, quer seja em relação à metodologia que avança em direção a autonomia do estudante.

De acordo com Schnetzler (2002), o modelo dominante de ensino nos cursos de graduação universitária continua a ser o modelo de transmissão/recepção e uma visão empirista/positivista da química. Alternativamente aos métodos de ensino centrados na transmissão de conhecimento, têm sido propostos ambientes de ensino onde os alunos são agentes ativos, ambientes cooperativos de aprendizagem, nos quais os estudantes alcançam uma aprendizagem mais efetiva, e desenvolvem logicamente novas ideias por processos que envolvem raciocínio (HUTCHINSON, 2000; COOPER, 1995; PHELPS, 1996). Para o aperfeiçoamento dos processos de ensino e aprendizagem em química geral, Francisco, Nicoll e Trautmann (1998) recomendam a ampliação do tempo para discussões conceituais em sala de aula, estratégia que permitiu que os estudantes identificassem suas deficiências de conhecimento e relacionassem conceitos, organizando-os de modo significativo.

Taber (2000), de acordo com a perspectiva construtivista, considera o currículo como um programa de atividades que encorajam estudantes a reconstruir conhecimento científico. Para aplicar tal proposição ao ensino universitário, considera três fatores essenciais: os conhecimentos prévios dos estudantes, a seleção e organização dos conteúdos e a escolha apropriada de métodos de ensino.

Têm sido propostas diferentes alternativas metodológicas como instrução cooperativa por pares ou grupos de estudantes, discussões de questões conceituais, formulação de questões pelos estudantes, atividades investigativas em laboratórios de ensino, animações e simulações em computador ou em vídeo, entre outras (HUTCHINSON, 2000). Com a utilização dessa metodologia, são propostas diversas estratégias de envolvimento dos alunos em processos de construção conceitual. Por exemplo, utilização de casos de estudo para desenvolver conceitos em áreas de conhecimento de elevada complexidade, como teoria atômica e molecular. São disponibilizados espaços no programa da disciplina para que os estudantes busquem informações, discutam com seus colegas e façam apresentações de suas construções conceituais. Esta estratégia pode ser integrada a uma proposta didática que inclui outras alternativas metodológicas, entre elas a aula expositiva (TEIXEIRA et al., 2003; HUTCHINSON, 2000).

Zabalza (2003) considera uma competência comunicativa profissional do professor universitário a utilização de técnicas que facilitem um nível de atenção dos estudantes

em aulas expositivas. Este envolvimento do aluno pode ser alcançado pela incorporação de estruturas interrogativas na exposição dos conteúdos.

Seguir a orientação das diversas proposições apresentadas nesta introdução depende de uma tomada de decisão do professor, mediante um processo reflexivo de sua prática pedagógica, e que deve envolver seus pares, pois suas ações como professores universitários se desenvolvem num contexto de complexa integração, no qual a valorização da coletividade é fundamental para se alcançar um ensino universitário inovador e de qualidade.

Em qualquer contexto educacional é possível verificar a influência das vivências dos professores em suas escolhas da seleção e organização conceitual. A relação entre a formação do professor, suas vivências e o currículo é encontrada em diversas reflexões na área de educação (MOREIRA; SILVA, 1994; TARDIF; LESSARD; LAHAYE, 1991; MOREIRA, 1999).

Um estudo desenvolvido por Trigwell e Prosser (1996), envolvendo professores do primeiro ano de cursos de física e química, mostrou a congruência entre a intenção e a estratégia de ensino destes professores, sendo que estratégias centradas no estudante foram associadas com a intenção de mudança conceitual, enquanto que aquelas focadas no professor estavam associadas a transferência de informação. O estudo mostra ainda que há um predomínio de modelos tradicionais de ensino.

As reflexões em educação mostram que na sala de aula, onde o currículo de fato se faz, o professor utiliza sua cota de liberdade, enfatizando mais alguns tópicos, em detrimento de outros. Essa prática está essencialmente vinculada aos saberes da experiência, que são os saberes adquiridos na prática diária do professor; são partes constituintes da prática, formando um conjunto de representações a partir das quais os professores interpretam, compreendem e orientam sua profissão e sua prática cotidiana em todas as suas dimensões, o que Tardif denomina de epistemologia da prática (TARDIF; LESSARD; LAHAYE, 1991; TARDIF, 2002). Esta concepção epistemológica auxilia a explicar a dicotomia entre a formação teórica universitária e a prática profissional docente. A racionalidade docente se fundamenta na racionalidade da prática, ou seja, num processo de pensamento que resulta numa ação ou numa intenção de agir, mas que se desencadeia a partir da reflexão sobre a ação, e sobre a relação teoria-prática, e que tem sido objeto de estudos (SCHÖN, 2000; NÓVOA, 1992). Tal racionalidade é fundamental para se repensar as propostas estruturantes dos currículos universitários.

Os professores devem chamar para si, através do diálogo, com os seus pares e com os investigadores, maiores responsabilidades pela construção da sua identidade e profissionalidade, numa perspectiva de professor-investigador. Aqueles professores que assumiram associar sua docência à investigação didática não só obtêm melhores resultados com os seus alunos como também a docência adquire para eles um novo interesse, uma nova motivação, gerando maior empenho e entusiasmo, sendo uma atividade aberta e criativa, promotora do seu crescimento profissional. Este contexto de autoformação tem por suporte o construto do professor reflexivo, investigador de seu próprio ensino (CACHAPUZ et al., 2001).

A prática analisada gera teoria, e a teoria permite desenvolver uma prática mais fundamentada. Portanto, o circuito prática-teoria-prática permite construir um conhecimento didático que se repete em ciclos sucessivos e que gera o crescimento progressivo do conhecimento sobre a realidade de ensino e sobre o próprio ensino. Frequentemente, o professor universitário não é um especialista ou investigador na área da docência, e em muitas situações analisa a docência de forma empírica, assistemática e intuitiva. Cabe ao professor universitário sistematizar as reflexões sobre suas práticas e fundamentá-las à luz do conhecimento pedagógico. Tal procedimento constitui-se em uma competência profissional do professor universitário. Dito de outra forma, fazer coincidir docência e investigação tendo por objetivo a análise da própria docência, integrando os processos de reflexão sobre a docência, investigação sobre a docência e publicação, como forma de divulgação dos resultados obtidos nos processos anteriores. A valorização, por parte da universidade, desta formação pedagógico-profissional do professor pode constituir-se em um fator de mudança do ensino na universidade.

Portanto, a presente investigação procura evidenciar as percepções dos professores, sobre a seleção e a integração do conhecimento em química geral a partir de seu processo pedagógico em sua realidade de ensino. Visa também caracterizar inovações levadas a cabo em disciplinas de química geral na universidade, e o reflexo sobre a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem. Tal caracterização é substanciada em processos de análise crítica das práticas docentes de professores universitários responsáveis por essas disciplinas.

PROPOSTA DE INVESTIGAÇÃO

Na reflexão proposta aqui, partiu-se da análise de conteúdos, que, na perspectiva teórica de Moraes e Galiuzzi (2007), se constitui num método de pesquisa cujo objetivo é a busca dos sentidos de um texto, de respostas apresentadas de forma escrita ou oral pelos entrevistados frente a um questionário que contém diversas questões relativas à formação, à realidade de ensino e às concepções dos professores sobre os temas em discussão nesta investigação.

Na tentativa de ampliar as possibilidades de escuta e análise, realizaram-se entrevistas semiestruturadas, individuais e registradas em áudio ou documentadas por escrito, com quatro professores universitários, que recebiam previamente as questões de investigação. Realizou-se, ainda, análise documental do currículo intencional e dos recursos didáticos utilizados nas disciplinas da área de química geral, por solicitação destes materiais aos seus coordenadores.

A categorização dos dados emergiu da análise de conteúdo das respostas ao questionário e entrevistas, e se relacionou com os objetivos do presente trabalho. Considera-se que esta “categorização de respostas” pode indicar como os professores e professoras da área de química geral, participantes desta investigação, vêm produzindo significados para seus campos de atuação, independente do número de participantes da pesquisa.

Inicialmente, as fitas de áudio, com tempo médio de duas horas de entrevista, foram transcritas e validadas pelos entrevistados. Numa segunda etapa, as respostas foram categorizadas, analisadas e novamente validadas pelos entrevistados. Um segundo investigador externo analisou as respostas dadas, tendo em vista assegurar a fidelidade da análise feita. Situações controversas foram consideradas em conjunto com o investigador até decisão consensual. Os questionários respondidos por escrito também seguiram procedimentos análogos.

Nas análises que serão empreendidas não se pretende fornecer respostas completas e definitivas às questões apresentadas; nestas considerações se buscam alguns elementos que possam encaminhar novas possibilidades de produção de significados para estas questões tão pertinentes ao ensino na área de química geral. E esta é também a perspectiva de apropriação do referencial teórico que orienta a proposta metodológica de pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A investigação envolveu quatro professores(as), dois dos quais coordenadores de disciplina, e todos(as) envolvidos(as) nas diferentes estratégias de aulas ministradas nas mesmas. Estes professores atuam em duas universidades, que serão identificadas por A e B.

A partir da leitura das entrevistas e em função dos objetivos da investigação, categorizaram as respostas em quatro grupos: concepções do professor para a proposição da disciplina; a proposição da estrutura da disciplina; os procedimentos de avaliação na e da disciplina; as dificuldades de aprendizagem e as habilidades necessárias: o papel do professor como articulador/mediador dos processos de ensino e de aprendizagem.

Propõe-se uma metodologia de análise que contemple: caracterização funcional das disciplinas e de seus professores nas duas instituições envolvidas na pesquisa; e análise integrada e contrastiva das entrevistas, relativamente aos professores e as instituições de ensino.

Caracterização funcional das disciplinas e de seus professores nas duas instituições envolvidas na pesquisa

Na Universidade A existem três disciplinas na área de química geral, e que são oferecidas no primeiro e segundo semestres do primeiro ano a 16 cursos de licenciatura e engenharia, envolvendo em média 500 alunos por ano. A disciplina é estruturada com três tipos de aulas, teóricas, teórico-práticas e práticas.

Dois professores que ministram as aulas teóricas, um deles coordenador da disciplina, participaram deste projeto de investigação ao responderem o questionário, e são identificados pela denominação Professor A₁ e Professor A₂. O professor A₁ é professor titular e coordenador das disciplinas, sua formação é em química, doutoramento em química teórica. Nos últimos anos se dedicou a investigar sua proposta pedagógica nas disciplinas referidas acima, o que lhe permitiu alguma produção científica em

educação em ciências. Atua desde 1970 como professor universitário, e sempre esteve envolvido com as disciplinas de química geral. A professora A₂ tem experiência docente na escola secundária anterior à universitária, e sua formação é em engenharia química, doutoramento em físico-química. Atua desde 1979 como professora universitária em diferentes disciplinas e cursos na universidade, entre elas, química geral.

Na Universidade B existe uma disciplina na área de química geral que é oferecida no primeiro e no segundo semestres do primeiro ano de 8 cursos de engenharia, envolvendo cerca de mil alunos por ano. A disciplina é estruturada com três tipos de aulas, teóricas, práticas (resolução de exercícios), e de laboratório.

Dois professores que ministram as aulas teóricas, um deles coordenador da disciplina, participaram deste projeto de investigação ao responderem o questionário, e são identificados pela denominação Professor B₁ e Professor B₂. O professor B₁ é professor titular e coordenador da disciplina de química geral; sua formação é em engenharia química, doutoramento em engenharia química. Atua desde 1972 como professor universitário. Sempre esteve envolvido com as disciplinas de química geral nesta instituição. A professora B₂ tem formação em engenharia química, doutoramento em engenharia química. É professora universitária desde 1986 e a partir de 1988 passou a atuar na disciplina de química geral.

Os professores entrevistados têm doutorado e acumulam grande experiência como professores universitários incluindo a área de conhecimento de química geral. Apresentam um perfil de professor investigador na e da sua realidade de sala de aula, e têm produção científica e acadêmica nas áreas de pesquisa em educação química. A utilização de um modelo pedagógico mais tradicional ou com inovações depende muito de seu idealizador, que muitas vezes é o coordenador, professor com experiência na área de conhecimento, tempo de instituição, produção científica, alta graduação na carreira universitária. Neste caso há a utilização de um modelo pedagógico com inovações, concebido a partir de uma visão mais plural do processo educacional no âmbito de disciplinas de química de início de curso universitário e que tem algum vínculo com a experiência profissional de seu idealizador, evidenciado nas entrevistas dos professores.

ANÁLISE INTEGRADA E CONTRASTIVA DAS ENTREVISTAS QUANTO AOS PROFESSORES E ÀS INSTITUIÇÕES DE ENSINO

Os procedimentos de avaliação na e da disciplina

Pretende-se iniciar esta análise contrastiva pelos resultados alcançados pelos professores que participaram desta investigação. Em quaisquer das situações os resultados são positivos em relação ao desempenho dos alunos. A justificativa inicial para tal performance relaciona-se à concepção dos professores sobre o papel da avaliação,

que esta serve a uma proposta pedagógica de valorização do conhecimento do aluno, e não da penalização da insuficiência deste. Esta orienta a escolha dos instrumentos de avaliação, sua constituição, periodicidade, complexidade, e dos critérios de análise dos resultados obtidos pela aplicação de tais instrumentos, para a tomada de decisão sobre o nível de aproveitamento do estudante na disciplina. A análise da proposta de avaliação nas disciplinas da Universidade A mostra uma diversificação nos elementos de avaliação citados acima. Há uma componente teórica e uma prática com pesos relativos de 65 e 35%. A segunda se configura como uma avaliação permanente e tem significativa contribuição para que o aluno alcance o escore mínimo para aprovação. Na primeira, o instrumento de avaliação é constituído essencialmente de questões de escolha múltipla.

A avaliação realizada nas escolas brasileiras está centrada no desempenho quantitativo dos alunos, geralmente por meio de aplicação de provas. O acerto ou o erro da resposta a estas perguntas gera uma nota, em detrimento de procedimentos de avaliação de natureza qualitativa e descritiva. É necessário superar a cultura da nota, buscando valorizar mais o processo de aprender, utilizando estratégias diversificadas de coleta de informação para a avaliação, como registros de observações, textos produzidos pelos alunos, relatos escritos e orais, relatórios de investigação, respostas a testes escritos, registro de competências manifestadas em aulas teóricas e práticas, entre outros (ROMÃO, 2005; RAMOS; MORAES, 2010).

A avaliação que é praticada na sala de aula nasce de teorias do professor sobre ensinar e aprender. Avaliar é parte integrante do processo de ensinar, com vistas a garantir aprendizagens com significado para o sujeito aprendente. A avaliação é uma ferramenta de diagnóstico e reorientação que contribui para o sucesso do ensino.

Enfatizar processos de avaliação que visem possibilitar aos alunos aprenderem implica superar a simples ideia de uma avaliação de medição e verificação para separar alunos por níveis, de classificar em aprovados e reprovados (SANTOS GUERRA, 1998). Busca-se um modelo de avaliação emancipatória (DEMO, 1998).

A análise da proposta de avaliação da disciplina de química geral da Universidade B mostra que ela está centrada em um modelo mais tradicional, em que o aluno é avaliado por um instrumento que contém questões teóricas, de resolução de problemas, e de laboratório. Este último corresponde a 20% do grau máximo. Os conteúdos desenvolvidos na disciplina caracterizam-se por ser de difícil abordagem em sala de aula, pelo seu nível de complexidade conceitual e das exigências de desenvolvimento cognitivo devido a seu alto grau de abstração. Nestas circunstâncias, o valor médio de aprovação é de 70%, o que é considerado alto comparativamente a resultados obtidos em outras universidades e que estão explicitados no referencial teórico. A explicação de tais resultados não pode se restringir à proposta de avaliação; ela exige uma análise mais complexa, que envolve a forma como os professores concebem o ensino nesta disciplina e que é determinante para que se consigam os resultados alcançados.

Esta análise dos resultados suscita aprofundar a busca dos elementos constituidores das concepções dos professores sobre a estruturação de suas disciplinas e a

operacionalização do currículo intencional, buscando uma análise de congruências, que será realizada a seguir.

Concepções do professor para a proposição da disciplina

Quanto às concepções dos professores sobre a estruturação das disciplinas, três fatores que a influenciam serão analisados: a motivação, o nível de desenvolvimento cognitivo e os conhecimentos prévios dos alunos. Nas entrevistas os professores consideram a importância de se utilizarem tais fatores como balizadores da proposição de uma disciplina de química presente nos semestres iniciais de um curso universitário.

Os professores enfatizam a importância de motivar os alunos para aprender química e buscam mostrar a importância deste conhecimento no cotidiano do aluno, que pode estar relacionado ao ambiente social ou profissional. Todos privilegiam esta ação, mesmo que o façam com ênfases diferenciadas, como se apresenta a seguir: Professor A₁: *“Este curso de química geral que leciono e coordeno aqui na química na Universidade A, visa basicamente **desenvolver e ensinar** o aluno a **aprender química e apreciar química, desenvolvendo a sua curiosidade**. Por outro lado, também mostrar-lhe a **centralidade e a importância da química** na vida de hoje, independentemente do curso em que ele queira formar-se, de Ciências ou de Engenharia. Uma situação muito particular do curso de química geral nesta universidade, que é ser destinado a alunos com uma **diversidade de preparações** e especialmente com uma **diversidade de interesses**, futuros interesses devido aos cursos em que estão inscritos.*

Professor B₁: *“A química geral é uma cadeira para engenharias. Partindo do princípio que um engenheiro trabalha com materiais, ele deve **compreender** por que os materiais têm determinadas propriedades. Por exemplo, por que há metais mais duros do que outros? Por que um composto de cerâmica tem determinadas propriedades? O primeiro objetivo da cadeira (informativo) é apresentar a ligação química de forma global de modo a que daí decorram naturalmente as propriedades dos materiais. Na segunda e terceira parte da cadeira se apresentam estas propriedades como consequências da natureza da ligação química no material: na segunda, essencialmente propriedades químicas de **interesse para esses cursos** (engenharias), por exemplo, problemas de corrosão e, na terceira, são estudadas propriedades de **interesse específico do curso** em questão. Especificamente, para o curso de engenharia eletrotécnica, a terceira parte da cadeira é uma aplicação ao estudo de uma série de propriedades elétricas (supercondutividade, semicondutores, LEDs, baterias). O outro objetivo da cadeira (formativo), é basicamente **ensinar os alunos a pensar**, eles **aprenderem a pensar em termos químicos**, e aí nós colocamos uma insistência muito grande, é uma cadeira de primeiro ano e os alunos têm que aprender a raciocinar, **aprender a pensar**, portanto esse é o objetivo formativo: que os alunos sejam capazes de **tirar a química da cabeça deles** ao fim do curso”.*

Se considerarmos as grandes interrogantes prévias de uma atividade didática, “O quê? Para quê? Por quê? Como?”, verificaremos que os professores invertem a prioridade,

que em geral é manifesta por professores de disciplinas de química geral, que é a do “vencer” conteúdos, e, portanto, atender a primeira interrogante (SILVA; EICHLER; DEL PINO, 2003). Há uma intenção de inicialmente motivar o aluno para gostar de química, para aprender química e posteriormente desenvolver conteúdos na disciplina, e como consequência atender a segunda e terceira interrogantes. Esta opção pode ser determinante de um bom desempenho dos alunos na disciplina de química geral.

Destacou-se em negrito nas falas dos professores os termos que conferem significado semântico especial à proposta da disciplina como, por exemplo, **apreciar química, interesse pela química, motivação, importância da química, compreender, raciocinar, pensar em termos químicos**, e que estas têm objetivos comuns, mesmo que se registre uma diversidade na complexidade proposta para a abordagem dos conteúdos. Há uma estratégia na proposição das disciplinas que transcende a simples apresentação de conteúdos, que é a de motivar os alunos para se envolverem, a estudar e aprender química, perceber sua utilidade nos cursos de formação, desenvolver habilidades de pensar criticamente este conhecimento, incentivando a continuidade de seus estudos. Atende assim, também a quarta interrogante. Todos os professores, mesmo que proponham uma seleção e abordagens diferenciadas para os conteúdos, utilizam um modelo pedagógico que concebe o currículo em espiral, no qual há um crescimento gradual em abrangência horizontal e aprofundamento vertical do conhecimento químico. Tal estratégia se repete quanto à proposta de avaliação na disciplina.

O segundo fator a ser analisado, o nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos, será desenvolvido associado à análise do terceiro fator, os conhecimentos prévios dos alunos, em função das relações de dependência de ambos, e dos processos de ensino e de aprendizagem.

O primeiro aspecto a considerar é a positividade dos professores admitirem a relevância destes fatores para serem utilizados na proposição da disciplina. Estudos têm sido desenvolvidos sobre conhecimentos prévios e desenvolvimento cognitivo dos alunos, e sua relação com ensino e aprendizagem em diferentes áreas do conhecimento, e em particular em química (DRIVER; GUESNE; TIBERGHIE, 1985; GIORDAN; VECCHI, 1996; OSBORNE; FREYBERG, 1995; BARKER, 2000), mas estes não têm sido adequadamente considerados no nível superior de ensino. Os professores iniciam apontando algumas dificuldades dos alunos nas disciplinas de química introdutórias em cursos universitários em função das concepções que estes constroem nos graus anteriores de ensino, “*de um modo geral, segundo a minha experiência de ensino da química, os estudantes evidenciam maiores dificuldades nos assuntos em que são confrontados com conhecimentos ou conceitos novos que, de alguma maneira, entram em conflito com ideias ou noções que o aluno já tem estabelecido. Estas são as situações mais difíceis, sob o ponto de vista pedagógico*” (Professor A₁), ou, “*os alunos já tem noções de química e de ligação química do secundário, mas veem o elétron como uma ‘bolinha’ e a partir daí não conseguem progredir muito mais*” (Professor B₁).

Os professores consideram difícil mudar estas concepções prévias, “*a principal dificuldade na consecução destes objetivos reside num fato conhecido: é mais difícil*

substituir conhecimentos, esquemas mentais e raciocínios deficientes no aluno do que formar o estudante numa matéria que ele desconhece por completo. É um obstáculo difícil de superar pelo aluno e pelo professor, tanto mais que não consiste tanto em esquecer “conhecimentos”, mas sim em abandonar definitivamente esquemas mentais e raciocínios deficientes” (Professor A, mesmo que introduzam nas suas disciplinas procedimentos didáticos para minimizá-los, “*um dos conceitos que mais problemas causou e que é um conceito central da ligação química quando nós queremos pensar em teorias de bandas em metais ou semicondutores, é o conceito de deslocalização de orbitais. Esse é um conceito tradicionalmente difícil, sobre o qual temos um trabalho de laboratório específico. Mesmo após a introdução do trabalho, as dificuldades de compreensão do conceito mantiveram-se; mesmo aqueles que passam ficam com esses conceitos mal-entendidos, portanto, esse é um conceito difícil*” (Professor B₁).

Algumas destas dificuldades de aprender química são decorrentes do nível de formação do estudante, que pode ainda não ter estudado química, pode ter aprendido conceitos concebidos equivocadamente, por ele ou por seu professor, e não teve a oportunidade de desenvolver habilidades essenciais que favoreçam a cognição ao nível de complexidade necessária para a compreensão do conhecimento químico. Em relação a estas, é importante que o professor esteja atento para identificá-las, e imediatamente propor alternativas para superá-las. Os professores têm uma postura neste sentido, constituindo-se um fator que influencia os bons resultados obtidos em suas disciplinas. Inicia-se por uma avaliação reflexiva, “*quando o aluno evidencia dificuldade, eu vou tentar ver qual a origem dessa dificuldade, e normalmente quando faço essa análise encontro alguma deficiência de minha apresentação, ou algum assunto em que não fui tão claro, ou passei mais rapidamente sobre um determinado tema e o aluno pode não dar conta disso*” (Professor A₂), e a partir dela se buscam alternativas, “*sempre que reconheço ser necessário recorrer a determinados conhecimentos que o aluno não possui, sejam de química, matemática ou física, introduzo uma explicação breve dessa matéria, o quanto baste para que o aluno possa continuar atento à química que estou a ensinar e não “desligue” de me prestar atenção*” (Professor A₁).

Portanto, a natureza das concepções dos professores, exemplificada acima, é determinante da configuração do currículo intencional; neste se percebe o reflexo destas, quando o professor propõe um tema gerador como “Água” para desenvolver conceitos fundamentais sobre a organização atômico-molecular das substâncias e suas propriedades físico-químicas, utilizando teorias menos complexas, como o modelo de repulsão dos pares de elétrons da camada de valência para justificar a geometria molecular com desdobramentos sobre a distribuição de densidade eletrônica molecular, regras de solubilidade, pontos de fusão e ebulição, entre outros. Ou quando propõe a estruturação e execução das atividades da disciplina, numa visão de transversalidade do conhecimento químico nos diferentes cursos em que é oferecida, com uma relação de utilidade deste conhecimento para a formação profissional dos estudantes.

Mesmo quando este currículo intencional se apresenta numa versão de maior complexidade, sua proposição se reveste de elementos inovadores concebendo, por

exemplo, uma química geral que atenua as fronteiras demarcadoras de áreas conceituais, e centra a concepção de modelos de ligação química no modelo fundamentado na Teoria dos Orbitais Moleculares, e utiliza este para explicar as propriedades dos materiais. Esta é uma abordagem complexa pelo nível de abstração requerido para o seu entendimento e pelos pré-requisitos conceituais da área da matemática, e portanto as dificuldades apresentadas pelos alunos são evidentes pela complexidade dos conceitos, a falta de pré-requisitos conceituais para tal entendimento, associado a estes a necessidade do tratamento matemático para a resolução de equações estruturadas para definições conceituais, e que dificultam, e às vezes até inviabilizam, o entendimento do fenômeno em estudo. O envolvimento de professores que tenham grande experiência nesta área de ensino é muito importante para que se consigam perceber estas limitações dos procedimentos didáticos relativamente àquelas de natureza do conhecimento e de nível de cognição dos alunos, bem como se possam propor alternativas de seleção de conteúdos e metodologias de ensino que permitam alcançar melhores resultados na aprendizagem e motivação dos alunos nesta área de conhecimento.

Esta experiência do professor pode permitir uma reflexão sobre seu papel na formação de estudantes universitários, em início de seus cursos, como o faz a professora B₂, *“eu vou dando as aulas de acordo com aquilo que eu vou recebendo de volta dos alunos, e o que eu recebo é uma incompreensão total, e é fácil perceber quando eles não estão percebendo. Necessariamente ao fim da primeira aula obriga-nos a refletir, pois o que é que nós estamos fazendo, estamos aqui a debitar matéria para nós ou para os alunos, eu não dou as aulas para mim, porque já sei química geral suficiente; eu dou as aulas para os alunos, e como tal isso nos obriga, necessariamente, a refletir: será que eu estou fazendo a abordagem melhor? Será que é a melhor maneira de dar este conceito? O que lhes quero transmitir? Portanto, o meu objetivo não é dar a aula; o meu objetivo é que os alunos aprendam os conceitos que eu achei necessários, dentro daquele timing para chegar aos objetivos da cadeira”*.

Finalizada a análise das concepções dos professores sobre a estruturação de suas disciplinas, inicia-se, no próximo parágrafo, a análise da operacionalização do currículo intencional, buscando uma análise de congruências.

A proposição da estrutura da disciplina

Quanto à análise do currículo intencional, serão enfocados três componentes que fazem parte da proposta de estruturação das disciplinas: os conteúdos, a metodologia de ensino e os recursos didáticos. Reafirma-se que, nos diferentes tipos de atividades propostas e executadas na disciplina, percebe-se a aplicação das considerações apresentadas pelo professor quando da concepção da estruturação da disciplina. Portanto, há uma relação de congruência entre as concepções dos professores sobre a estruturação de suas disciplinas e a dinâmica funcional das mesmas, ou seja, os professores buscam alternativas para viabilizar, na prática de sala de aula, aquilo que consideram importante para tornar suas disciplinas interessantes e úteis para seus alunos. Em função disso, tem-se a organização

das disciplinas com as características que serão apresentadas, e que são determinantes dos bons resultados obtidos em relação à satisfação de professores e alunos, e do desempenho acadêmico dos últimos.

As disciplinas têm uma estrutura diversificada quanto ao tipo de atividades didáticas que são utilizadas para o desenvolvimento do conteúdo. Os diferentes tipos de aula integram uma estratégia de oferecer ao estudante diferentes ambientes de aprendizagem, cada um com objetivos específicos, mas que se complementam. Por exemplo, nas aulas teóricas, aprofundam-se as conceituações teóricas, nas aulas teórico-práticas se auxiliam os alunos na compreensão da teoria pela formulação de questões que permitam esclarecer suas dúvidas ou pela resolução de exercícios, e nas de laboratório se desenvolvem habilidades de resolução de problemas numa perspectiva investigativa. Estas diferentes oportunidades que tem o aluno para compreender os conteúdos que estão sendo desenvolvidos nas disciplinas, associadas à permanente atenção dos professores para dirimir dificuldades de aprendizagem, conferem à estrutura das disciplinas uma adequação para proporcionar ao estudante um ambiente de aprendizagem eficaz.

Em função dos objetivos dos cursos nas duas universidades, a seleção e a abordagem dos conteúdos é diferenciada, no entanto há um cuidado com sua adequação para promover sua compreensão pelos estudantes. Na Universidade A, no programa das disciplinas se encontram temas de complexidade conceitual variável, e o aprofundamento gradual de sua abordagem pode ser determinante de uma melhor compreensão dos mesmos. A proposta do professor A₁ aponta que não há uma ênfase maior na extensão do conteúdo, mas na questão do aprofundamento conceitual, não só na química, mas também em relação às outras áreas, na matemática e na física. Estes muitas vezes consistem em fatores que vêm dificultar o entendimento desta área de conhecimento no início de curso, o que também tem favorecido a evasão, repetência e desmotivação dos alunos em cursos de outras universidades.

Os conteúdos estão propostos para uma formação mais geral, buscando uma forte relação com o cotidiano profissional do estudante. A orientação é de se apropriar da aplicação do conhecimento químico para explicar fenômenos de interesse nesta ciência, de aplicação tecnológica e utilidade na sociedade, como o estudo de micelas, cristais líquidos, espectroscopia fotoeletrônica.

Desta forma, os conteúdos se distribuem entre níveis de complexidade crescente ao longo do semestre letivo, entre temas clássicos como estrutura atômica e ligação química, e contemporâneos como quiralidade, cristais líquidos, reações oscilantes, semicondutores, supercondutividade. É uma química geral que atenua as fronteiras demarcadoras das grandes áreas da química, como a orgânica e a físico-química, e se têm conteúdos como reações químicas envolvendo aspectos estequiométricos, cinéticos e termodinâmicos, compostos orgânicos envolvendo, organização e conformação molecular, os biopolímeros, a medicina nuclear, para citar alguns.

Na Universidade B, mesmo que se tenha um cuidado com a apresentação do conteúdo de uma forma gradual de aprofundamento conceitual na área de química, física e matemática, este se situa num patamar de complexidade elevado. Há a proposição

de direcionar os conteúdos de química geral para a explicação das propriedades dos materiais fundamentada nos modelos de ligação química, para moléculas, metais, semicondutores e compostos iônicos, usando como referencial conceitual a Teoria dos Orbitais Moleculares. Estes conteúdos estão presentes na primeira parte da disciplina que objetiva um estudo da estrutura da matéria. Na segunda e terceira partes o objetivo é um estudo das transformações e propriedades da matéria, e é direcionado para os interesses de cada curso, por exemplo, se enfatiza termodinâmica, ou equilíbrio químico, e se orienta para fenômenos como corrosão, reações de combustão ou química do cimento.

A química constitui-se uma área conceitualmente rica, o que gera dificuldades para o professor definir quais são prioritários, por que em função da carga horária semanal pode se tornar difícil trabalhar, por exemplo, estrutura atômica, ligação química, equilíbrio químico; o professor necessita optar por alguns conteúdos em detrimento de outros. No caso da Universidade B, há uma definição por uma abordagem aprofundada dos conteúdos selecionados em função das especificidades e necessidades de cada curso. Algumas das explicações que são dadas, por exemplo, em materiais, fundamentam-se em conhecimentos sobre modelos de ligações químicas, que por sua vez se fundamentam em modelos atômicos, portanto há algumas definições que devem ser feitas em termos de conceitos fundamentais que vão permitir explicar uma série de temas, como eletroquímica, mas que se pode direcionar para baterias, ou para corrosão, para diferentes sistemas, mas este fundamento é essencial e que também passa a ser um fator que define o que vai se trabalhar. E esta é a concepção predominante na disciplina de química geral desta universidade.

À medida que se amplia a análise do currículo intencional, os três componentes que fazem parte da proposta de estruturação das disciplinas – os conteúdos, a metodologia de ensino, e os recursos didáticos, aumentam sua sobreposição, permitindo analisar as duas últimas componentes de forma integrada, pelo nível de dependência da metodologia e dos recursos didáticos.

Estas duas componentes representam a personificação das concepções dos professores sobre a estruturação da disciplina, pois mesmo com as diferentes opções para a seleção dos conteúdos, o aproveitamento dos alunos, em termos de aprendizagem, é consideravelmente bom, visto o nível de aprovação dos estudantes nas disciplinas. O que determina tal sucesso? Com alguma certeza, se indica a forma como esses conteúdos são trabalhados nas disciplinas, as propostas metodológicas são marcadamente responsável pelo bom nível de comunicação estabelecido entre ensino e aprendizagem, ancorada em recursos didáticos com características especiais e que contribuem significativamente para a operacionalização da proposta didática. É evidente que não se pode perder o fio condutor da proposta, e deixar de vê-la na sua totalidade, porque a partir da concepção do professor se propõem conteúdos, métodos de ensino e de avaliação, e o material didático, mas neste momento se está direcionando a discussão para os procedimentos metodológicos e seu suporte logístico necessário.

Iniciando pelas aulas teóricas, estas se configuram associadas a um modelo tradicional de ensino, que é a exposição dialogada, como indica o professor B, “*são aulas*

de exposição, claro que são dadas sempre de forma interativa com os alunos, mas são aulas onde não são resolvidos problemas, e, portanto, são basicamente de exposição". Estas aulas são ministradas para um número elevado de alunos, cerca de cem alunos, e nesta circunstância é importante que o professor disponibilize espaços para que os estudantes possam manifestar suas dúvidas e incompreensões do conteúdo da aula. Os professores utilizam estratégias de formulação de questões para motivar os alunos a resolver tais dúvidas. Os procedimentos metodológicos para dinamizar esta estratégia se diferenciam, por exemplo, o Professor A₁ propõe: *"uma aula em que o aluno vai se interessar pela matéria e vai ter oportunidade para por questões em qualquer parte da aula, eu muitas vezes faço no meio da aula uma pausa para dar uns minutos para os alunos pararem e olharem para os apontamentos, falarem com os colegas e proporem perguntas. Parece-me que este aspecto é importante, que é evitar que o aluno em algum momento passe a posição de espectador"*.

Há um encadeamento desta proposição de fazer questões com outros tipos de aulas que são utilizadas na disciplina, caracterizadas como aulas teórico-práticas, nas quais se resolvem exercícios numéricos como no caso da Universidade B, *"a aula prática tem também suas funções, mas num fórum mais geral, ou seja, serve basicamente para tirar dúvidas. Uma hora de aula prática semanal dá para muito pouco, portanto o que nós procuramos fazer, com um sucesso relativo, é que os alunos vão resolver em casa problemas e perguntas sobre uma dada matéria teórica antes da aula prática onde essa matéria vai ser discutida, e chega à aula prática já com dúvidas. Os três tipos de aulas sempre se complementam"* (Professor B₁), ou se resolvem problemas mais abrangentes em termos de aplicação de conhecimento, denominados "Casos para Estudo", na proposta da Universidade A, *"as aulas teórico-práticas são aulas tutoriais, destinadas à realização de exercícios sobre a matéria teórica lecionada. Também aqui pretendemos seguir os princípios orientadores tanto das aulas teóricas, como das aulas práticas criando uma atmosfera de trabalho que leve o aluno a participar e a questionar o professor. Com este objetivo dedicamos estas aulas à realização de Casos para Estudo, propostos ao aluno no início de cada aula teórico-prática. Estes não são meros exercícios ou problemas, cuja dificuldade, de um modo geral, reside apenas na descoberta, pelo aluno, das fórmulas onde devem introduzir os dados fornecidos com o objetivo de extrair o valor da incógnita. Como a designação sugere, os casos para estudo descrevem situações e cenários de interesse prático e geral que requerem estudo"* (Professor A₁).

Estes diferentes tipos de aula são amplamente suportados por recursos didáticos diversificados quanto a seu formato e conteúdo, acompanhando a pluralidade de estratégias de ensino utilizadas pelos professores. Há a indicação de material didático tradicional, como os livros didáticos, mas há aqueles de produção pelos professores das disciplinas, que por suas características tecnológicas e da informação que disponibilizam, são considerados essenciais para se desenvolver as atividades propostas nas mesmas, em função principalmente das especificidades da seleção de conteúdos e de sua abordagem, características fundamentais para diferenciar a proposta e conferir-lhe a eficiência em termos dos resultados positivos alcançados neste processo educacional. Diferentes tipos de materiais são descritos nas entrevistas dos professores, como o "Caderno de Laboratório",

o “Material para os Casos para Estudo”, os “Apontamentos de Química Geral, Vol. 1 e 2”. Na Universidade B tem um site onde se disponibilizam muitas informações sobre a disciplina e o material didático para consulta. Há uma apropriação das TIC, que vem contribuir significativamente para a melhoria da organização e proposição de disciplinas nos diferentes níveis de escolaridade, minimizando dificuldades dos alunos, como as de conceberem modelos explicativos da constituição da matéria, em três dimensões, com movimento, através de recurso de animação pelo uso da computação gráfica.

As dificuldades de aprendizagem e as habilidades necessárias: o papel do professor como articulador/mediador dos processos de ensino e de aprendizagem

O fechamento desta análise propositadamente aborda um contexto mais amplificado das concepções dos professores sobre a estruturação de suas disciplinas, e a sua operacionalização através do currículo intencional, que é o perfil dos professores envolvidos nestas propostas, e que se caracteriza pela investigação, a inovação, a criatividade, a criticidade, entre outros atributos, que se passa a desenvolver a análise. Portanto, é importante refletir em duas dimensões, a do profissional professor que se constitui investigador na e da sua prática pedagógica, e a da institucional que catalisa uma reflexão coletiva, não mais ao nível de disciplina, mas ao nível de cursos, envolvendo diferentes unidades universitárias, pela utilização de um mecanismo de coordenação geral dos cursos.

O papel da coordenação em ambos os casos é definidor dos modelos pedagógicos utilizados nos cursos universitários e nas disciplinas que compõem sua grade curricular. Já se mostrou a interligação entre as concepções dos professores e sua prática pedagógica, ou suas concepções sobre a organização das disciplinas e sua operacionalização em sala de aula, e agora se retoma esta questão a fim de ampliar sua discussão. Um dos coordenadores (Professor A₁) nos diz: *“o sucesso que estas disciplinas têm depende, em grande parte, da coordenação dos docentes envolvidos. Acho que os docentes devem funcionar em equipe. Por isso, tenho reuniões frequentes e regulares com os meus colegas das aulas das outras turmas teóricas e reuniões quinzenais com os docentes das aulas práticas. Para o aluno, a disciplina é a mesma, independentemente de ter o professor A ou o professor B”*.

Em relação às inovações implementadas nas disciplinas o professor A₁ comenta: *“comecei como coordenador da disciplina no ano anterior a esse, em 1998/9. Depois, logo no ano letivo seguinte, foi introduzido o projeto das “questões em química”. A utilização de casos para estudo nas aulas teórico-práticas só foi iniciada no ano passado (2002/2003)”*. Na Universidade B temos um procedimento semelhante, *“este é um projeto que tem duas frentes. A primeira é a criação de trabalhos de laboratório mais motivantes, tais como a construção de uma célula de combustível no laboratório. A outra frente de batalha é a utilização na cadeira, das novas tecnologias acessíveis. Essas são por um lado, a utilização da enorme informação que existe na Net”* (Professor B₁).

É importante ressaltar esta busca permanente, dos professores e coordenação das disciplinas, de aperfeiçoamento das suas estruturas, o que confere um caráter de inovação que qualifica a proposta pedagógica. Esta tendência pela não cristalização da disciplina é fundamental para que permanentemente se melhore as condições de aprendizagem dos alunos, ampliando-se a cada semestre o índice de sucesso da mesma. Há situações em que este índice é muito baixo, e se repetem ano após ano, alicerçadas na justificativa que o problema é do aluno. Portanto, esta mudança permanente advém de um processo reflexivo, que também é permanente, dos professores da disciplina.

Sobre as inter-relações desejáveis entre as disciplinas de primeiro ano e as dos anos seguintes, temos a situação apresentada pelos professores e que expressa a necessidade da existência de uma coordenação dos cursos. *“Seria muito importante dar continuidade ao que se faz no primeiro ano. Teria que partir da iniciativa da universidade, tanto mais que estes são alunos de uma apreciável diversidade de cursos, estando envolvidos muitos departamentos de ciências e engenharias da universidade. Esta deveria também providenciar para que houvesse coordenação no próprio primeiro ano”* (Professor A₁).

Isto é desejável, porque muitas dificuldades que se apresentam para os alunos, nos semestres iniciais da universidade, são decorrentes do pouco intercâmbio entre as disciplinas do semestre ou de semestres posteriores. Portanto, é positivo os cursos terem uma coordenação. Diversas situações que envolvem experiências para melhoria do ensino nas diferentes áreas do conhecimento, e nos diferentes níveis de ensino, se esgotam nas barreiras impostas pela resistência dos professores à inovação. Para que estas propostas solitárias atinjam a coletividade, é preciso pensar projetos institucionais, um marco referencial filosófico, que ancorem as ações que vão ser planejadas e executadas nas disciplinas e nos cursos.

O professor como investigador na e da sua prática pedagógica, através de um processo reflexivo, permanentemente avalia suas ações e a partir daí propõe inovações na sua disciplina, aspecto fundamental para a melhoria da qualidade de seu ensino, como já apontamos anteriormente. *“De fato, tenho desenvolvido o hábito de refletir sobre a minha experiência de ensino e a preocupação de me colocar na posição do estudante. Como sabe, a minha área de investigação científica não é ciência da educação. Portanto, não estou na minha área de investigação ao realizar este tipo de trabalho, nem estou qualificado nessa área. Independentemente da área de investigação, um investigador em ciência é sempre “um estudante permanente”. Por isso, é minha preocupação conseguir transmitir aos meus alunos o que é “fazer química”, no sentido de “investigar química”, sem a presunção de transformar o aluno num investigador, mas de lhe mostrar o que é “fazer ciência”. Da atividade intelectual de refletir sobre ciência resulta, inevitavelmente, a necessidade de questionar. Por isso, ensino aos meus alunos que estudar não é uma atividade passiva de memorização do conhecimento. É, antes de mais, uma atitude de reflexão sobre o conhecimento, de questionamento, de permanente exercício do espírito crítico”* (Professor B₂).

Esta reflexão da prática pedagógica autoriza o professor de química a propor inovações no ensino de suas disciplinas, ele não tem o fundamento teórico das ciências

da educação, ele alicerça seu trabalho num conhecimento que se constrói na prática de sala de aula, e assim define uma epistemologia da prática, e que em muitas circunstâncias ele não tem consciência desta produção acadêmica, e não a vê como uma possibilidade de ampliar esta ação investigativa como profissional da educação, ação que serve para todos os níveis de ensino nas diferentes áreas do conhecimento. Esta epistemologia da prática (TARDIF, 2002) evidenciada nas ações do professor-investigador, tem uma natureza epistemológica empirista-indutivista, e que precisa ser repensada pelo professor no sentido de buscar a construção de um referencial teórico que sustente tais ações, conforme proposto por Bachelard (1996).

Este contexto de autoformação tem por suporte o construto do professor reflexivo, investigador de seu próprio ensino, perfil desejável dos professores envolvidos em atividade de formação de professores, e que se caracteriza também pela investigação, a inovação, a criatividade, a criticidade, entre outros atributos. Portanto, é importante refletir em duas dimensões, a do profissional professor que se constitui investigador na e da sua prática pedagógica, e a da institucional que catalisa uma reflexão coletiva, não mais ao nível de disciplina, mas ao nível de cursos, envolvendo diferentes unidades universitárias, pela utilização de um mecanismo de coordenação geral dos cursos.

“Curiosamente, é o que os professores universitários sempre fizeram, mas em relação à sua aprendizagem, isto é, como investigadores. O que importa aqui é uma mudança de atitude, transferir para o seu ensino as atitudes de reflexão crítica, rigor e persistência que habitualmente têm para com a sua aprendizagem. Refletir sobre quais os saberes de referência são relevantes, por exemplo, para a disciplina que se vai ministrar, realizando uma transposição didática que os transforme em objetos de ensino (informação) e de aprendizagem (comunicação). Estes saberes resultam de um sinergismo entre saberes disciplinares e saberes profissionais (epistemologia da prática). Tal reflexão poderá modificar o quadro de referência dominante no ensino universitário, que é o de se reproduzirem métodos e técnicas de ensino, e seleção de conteúdos, a que os docentes foram expostos quando estudantes, e permitir um câmbio da “equação” dominante de ensino “*informação + transmissão = ensino*”, para a “equação” alternativa “*informação + criação de situações de aprendizagem = ensino*” (CACHAPUZ, 2002).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto de investigação teve a finalidade de “fomentar e apoiar um processo reflexivo envolvendo professores que atuam em disciplinas da área de química geral, sobre o sentido e a lógica da organização curricular dessas disciplinas, com vista a apresentar sugestões para a melhoria do ensino das disciplinas desta área de conhecimento”.

As duas proposições das disciplinas de química geral, na Universidade A e na Universidade B, sob análise nesta investigação, se caracterizam por permitirem alcançar bons resultados quanto a motivação de professores e alunos envolvidos nas atividades desenvolvidas, e quanto ao desempenho dos alunos em termos de aprendizagem. As análises das entrevistas dos professores permitiram identificar alguns fatores determinantes

destes resultados, e que estão relacionados com a experiência do professor e suas concepções sobre o ensino destas disciplinas, e com a estrutura organizacional das instituições universitárias.

O principal fator determinante para que as proposições de ensino nas disciplinas de química geral das instituições participantes desta investigação se constituam experiências positivas, são as reflexões que os professores fazem sobre suas experiências acadêmicas. Os professores como investigadores na e da sua prática pedagógica, através de um processo reflexivo, permanentemente avaliam suas ações e a partir destas propõem inovações nas suas disciplinas, aspecto fundamental para a melhoria da qualidade do seu ensino. O envolvimento de professores reflexivos que tenham grande experiência nesta área de ensino se reveste de muita importância para que consigam perceber melhor as vantagens e desvantagens de procedimentos didáticos relativamente ao conhecimento e nível de cognição dos alunos, bem como proporem alternativas de seleção de conteúdos e metodologias de ensino que permitam alcançar melhores resultados na aprendizagem e motivação dos alunos nesta área de conhecimento.

As propostas de estruturação das disciplinas da área de química geral nas duas universidades participantes desta investigação mostram a existência de possibilidades de melhoria da qualidade do ensino nestas condições educacionais, bons exemplos em termos de concepções de ensino dos professores e das estratégias que utilizam em suas aulas foram descritos. Experiências semelhantes a estas podem ser desencadeadas, desde que se considere importante desenvolver novas experiências didáticas e buscar um aperfeiçoamento permanente.

REFERÊNCIAS

- BACHELARD, Gaston. *A formação do espírito científico*: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BARKER, Vanessa. Beyond Appearance: Students' misconceptions about Basic chemical ideas. A report prepared for the Royal Society Chemistry. 2000. Disponível em: <<<http://www.Chemsoc.org/networks/learnnet/miscon.htm>>>.
- CACHAPUZ, António F.; PRAIA, João F.; JORGE, Manuela P. *Perspectivas de Ensino, Coleção Formação de Professores-Ciências*, Textos de apoio nº 1. Porto: CEEC. 2001.
- CACHAPUZ, António F. A universidade, a valorização do ensino e a formação dos seus docentes. In: SHIGUNOV NETO, A.; MACIEL, L. S. B. (Org.). *Reflexões sobre a formação de professores*. São Paulo: Papyrus. 2002.
- COOPER, Melanie M. Cooperative learning. *Journal of Chemical Education*, 72(2), p.162-164. 1995.
- CUNHA, Aparecida M.; TUNES, Elisabeth; SILVA, Roberto R. Evasão do curso de química da Universidade de Brasília: a interpretação do aluno evadido. *Química Nova*, 24(1), p. 262-280. 2001.
- DEMO, Pedro. *Educar pela pesquisa*. Campinas: Autores Associados. 1998.

- DRIVER, Rosalind; GUESNE, Edith; TIBERGHIE, André. *Ideas científicas en la infancia y adolescencia*. Madrid: Morata. 1985.
- DUCHOVIC, Ronald J. Teaching college general chemistry: Techniques designed to communicate a conceptual framework. *Journal of Chemical Education*, 75(7), p.856-857. 1998.
- FRANCISCO, Joseph S.; NICOLL, Gayle; TRAUTMANN, Marcella. Integrating multiple teaching methods into a general chemistry classroom. *Journal of Chemical Education*, 75(2), p.210-213. 1998.
- GIORDAN, André; DE VECCHI, Gerard. *As origens do saber*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- HANSON, David; WOLFSKILL, Troy. Improving the teaching/learning process in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 75(2), p.143-147. 1998.
- HUTCHINSON, John S. Teaching introductory chemistry using concept development. Case studies: interactive and inductive learning. *University Chemistry Education*, 4(1), p.3-9. 2000.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. *Análise textual discursiva*. Ijuí: Unijuí, 2007.
- MOREIRA, Antônio F. B. Reflexões sobre o currículo a partir da leitura de um livro para crianças. *Química Nova na Escola*, 9, p.23-27. 1999.
- MOREIRA, Antônio F. B.; SILVA, Tadeu T. (Org.). *Currículo, cultura e sociedade*. São Paulo: Cortez. 1994.
- NÓVOA, António. *Os professores e sua formação*. Lisboa: Dom Quixote. 1992.
- OSBORNE, Roger; FREYBERG, Peter. *El aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Nancea. 1995.
- PHELPS, Amy J. Teaching to enhance problem solving. *Journal of Chemical Education*, 73(4), p. 301-304. 1996.
- PLIEGO, Oscar H.; ODETTI, Hector; ORTOLANI, Adriana. Los programas de química en la Universidad: comentarios e perspectivas. *Educación Química*, 13(1), p. 20-27. 2002.
- RAMOS, Maurivan G.; MORAES, Roque. A avaliação em química: contribuição aos processos de mediação da aprendizagem e de melhoria do ensino. In: SANTOS; WILDSON, P.; MALDANER, O. A. *Ensino de química em foco*. Ijuí: Unijuí. 2010.
- ROMÃO, José E. *Avaliação dialógica: desafios e perspectivas*. São Paulo: Cortez. 2005.
- SANTOS GUERRA, Miguel A. *Evaluar es comprender*. Buenos Aires: Magisterio Del Rio de La Plata. 1998.
- SANTOS, Pedro F. F. Uma disciplina teórica de química para os alunos ingressantes no curso de graduação em química. *Química Nova*, 23(5), p. 699-702. 2000.
- SCHNETZLER, Roseli P. Concepções e alertas sobre formação continuada de professores de química. *Química Nova na Escola*, 16, p.15-20. 2002.
- SCHÖN, Donald. A. *Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem*. Porto Alegre: Artes Médicas. 2000.
- SHULMAN, Lee. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Research*, 15(2), p. 4-14. 1986.
- SILVA, Roberto R. et al. Evasão e reprovações no curso de Química da Universidade de Brasília. *Química Nova*, 18(2), p.210-214. 1995.

SILVA, Shirley M.; EICHLER, Marcelo L.; DEL PINO, José. C. As percepções dos professores de química geral sobre a seleção e a organização conceitual em sua disciplina. *Química Nova*, 26(4), p.585-594. 2003.

TABER, Keith. S. Chemistry lessons for universities?: A review of constructivist ideas. *University Chemistry Education*, 4(2), p.63-72. 2000.

TARDIF, Maurice. *Saberes docentes e formação profissional*. Rio de Janeiro: Vozes. 2002.

TARDIF, Maurice; LESSARD, Claude; LAHAYE, Louise. Os professores face ao saber: esboço de uma problemática do saber docente. *Teoria & Educação*, 4, p.215-234. 1991.

TEIXEIRA-DIAS, José J. C. et al. Teaching for quality learning in chemistry. In: *International Conference – Teaching and Learning in Higher Education: New Trends and Innovations*. Universidade de Aveiro, Portugal. 2003.

TRIGWELL, Keith; PROSSER, Michael. Changing approaches to teaching: A relational perspective. *Studies in Higher Education*, 21(3), p.275-284. 1996.

ZABALZA, Miguel A. *Competencias docentes del profesorado univertario – calidad y desarrollo profesional*. Madrid: Narcea. 2003.

Recebido em: dez. 2011

Aceito em: abr. 2012