

Sérvulo Folgueras-Domínguez e Valéria M. P. Pinto

Departamento de Química - Universidade Federal de São Carlos - Caixa Postal 676 - São Carlos - SP

Recebido em 14/8/90; cópia revisada em 6/6/91

Improvements in the learning conditions of undergraduate students in Chemistry by instruction included a special training in needed specific abilities with a participation in diversified activities leading to these abilities. At the same time, the students were attended individually or in a small group of students. To attain this goal, a professor and a monitor worked together on previously planned activities in order to reach the different aspects of the claimed training and discussing with them continuously during its realization. Two semestral and sequential courses in Inorganic Chemistry were chosen in order to form an annual course taught only by the same professor with the support of the monitor. As a comparison two other similar courses were chosen from a different area of Chemistry and designed as "A" and "B". Concluding, various suggestions are presented to improve the teaching efficiency of undergraduate students. It is possible to conclude that the instruction of the students work with the monitor's support can improve the performance and reduce the quitting rate of the students.

**Keywords:** undergraduated teaching, chemical education

## INTRODUÇÃO

A partir de atividades desenvolvidas desde 1983<sup>1</sup> para detectar as dificuldades encontradas por alunos de graduação em Química, elaboramos uma estratégia de treinamento dos estudantes a fim de melhorar seu rendimento acadêmico<sup>2</sup>.

No plano inicial do presente trabalho, levamos também em consideração a sequenciação e o conteúdo de disciplinas no currículo de graduação em Química<sup>3</sup> como fatores que podem também influir no rendimento acadêmico dos alunos. O aspecto que mais nos chamou a atenção foi a possibilidade de relacionar os conteúdos de duas disciplinas semestrais em seqüência, de forma a transformá-las virtualmente em uma única disciplina anual.

Selecionamos dois pares de disciplinas semestrais que se ajustassem a esta possibilidade de associação sequencial: um destes pares foi escolhido na sub-área de Química Inorgânica e ficou constituído pela Química Inorgânica Fundamental e pela Química Inorgânica Descritiva, ministradas em semestres consecutivos; o outro par pertence a outra sub-área da Química e corresponde às disciplinas que designaremos como Química "A" e Química "B" e que são cursadas também no bacharelado em Química.

Em ambos os casos as disciplinas semestrais de cada uma das duas sub-áreas foram ministradas por um único docente. Quem ministrou as duas Inorgânicas desenvolveu as atividades ao longo de dois semestres de acordo com os objetivos e metodologia do plano deste trabalho. O docente que ministrou as outras duas disciplinas o fez sem participar do experimento. Seus resultados foram colocados como termo de comparação, conscientes porém de que existem fatores contaminantes inerentes às particularidades das disciplinas comparadas.

O experimento foi desenvolvido pelo trabalho conjunto e coordenado do docente e da monitora, acompanhando a metodologia estabelecida, com os necessários ajustes ao longo do processo.

A metodologia utilizada no trabalho com os alunos esteve relacionada com: interação professor-monitora-alunos, análise do conteúdo, programa e objetivos das duas disciplinas cursadas durante o experimento, utilidade na sua formação profissional, estabelecimento de habilidades necessárias à aprendizagem e formas de desenvolvê-las ou melhorá-las.

Os pontos principais da metodologia estabelecida podem

ser resumidos da seguinte forma: 1) Explanação do docente e discussão com os alunos sobre: ementa, programa, objetivos do Curso e das disciplinas, sistema de avaliação, conteúdo e relacionamento dos conteúdos entre as disciplinas, utilidades das disciplinas consideradas na formação profissional; 2) Explanação, explicação detalhada do professor e discussão com os alunos das habilidades necessárias ao estudante para se desempenhar bem em seu trabalho discente; 3) Estabelecimento da atuação conjunta de docente, monitora e alunos de forma a transformar o curso num trabalho de grupo: um grande grupo quando for necessária a participação de toda a classe ou diversos grupos menores quando houver divisão em equipes; 4) Participação ativa dos estudantes ao longo do curso em discussão por grupos, apresentação de aulas ou seminários; 5) Diversificação dos métodos de avaliação levando em consideração que o desempenho de cada estudante em avaliação é bastante variável.

Procuramos estabelecer a metodologia de acordo com os objetivos do trabalho que estão relacionados com os seguintes aspectos: 1) Conscientização dos estudantes sobre a necessidade de adquirir e aperfeiçoar habilidades necessárias à aprendizagem; 2) Treinamento dos estudantes nas habilidades de aprendizagem selecionadas; 3) Teste das vantagens ou desvantagens da reprodução das condições de uma disciplina anual em lugar de duas semestrais; 4) Testes do desempenho dos alunos submetidos a condições especiais de treinamento; 5) Identificação de outros fatores que possam influir no rendimento acadêmico dos alunos; 6) Estabelecimento de uma proposta concreta baseada no resultado do presente trabalho.

## CARACTERIZAÇÃO

O nosso experimento inclui três aspectos que precisam ser caracterizados para interpretar resultados levando a uma proposta de aplicação mais ampla da metodologia utilizada. Os aspectos a ser caracterizados são: o problema propriamente dito, as disciplinas escolhidas para a realização da pesquisa e as turmas que cursaram os dois blocos de duas disciplinas em seqüência.

### Caracterização do problema

Em pesquisa anterior sobre as necessidades e dificuldades

dos alunos para desenvolver atividades de seu perfil acadêmico<sup>1,2</sup> constatamos que eles reclamam pelo fato de saírem do segundo grau, onde toda a bagagem teórica lhes é oferecida pronta, tendo que enfrentar o terceiro grau onde o conteúdo, além de ser mais extenso, não se encontra numa única fonte de consulta. Assim, o estudo aprofundado de cada uma das disciplinas do terceiro grau exige do estudante um tempo maior que o disponível.

Além disso, as quinze semanas de uma disciplina semestral e as obrigações acadêmicas com ela relacionadas dificultam o seu tratamento adequado pelo acúmulo de conteúdo e de provas, levando o estudante a abandonar disciplinas ou a apresentar rendimento inferior se as cursar até o fim.

É difícil resolver ou contornar os problemas apontados sem partir para uma reformulação profunda dos planos de ensino e do regime acadêmico. A associação seqüencial de duas disciplinas semestrais teve a intenção de simular um regime anual de matérias e ajudar o aluno a otimizar seu trabalho escolar.

Conhecendo as dificuldades que o estudante enfrenta<sup>1</sup>, formulamos uma dinâmica de trabalho que recupera o papel do monitor, fazendo deste não só um veículo de consulta mas atribuindo-lhe também uma certa responsabilidade como educador, e não apenas de simples auxiliar em tarefas específicas, às vezes burocráticas. É freqüente que o papel atual do monitor, as atribuições que lhe são dadas e mesmo a remuneração, não promovem em grau suficiente sua formação e a possibilidade de ajudar melhor na aprendizagem dos alunos. Isto desestimula, em muitos casos, os estudantes mais dinâmicos e capazes de assumir a monitoria.

Por outro lado observamos que, com o atual sistema de monitoria, o aluno de graduação não procura suficientemente o auxílio do monitor, preferindo recorrer a companheiros de turma para resolver suas dúvidas. O tipo de aluno que procura o monitor corresponde geralmente ao que tem maior desembaraço ou facilidade em relação ao conteúdo. Os alunos com falhas conceituais sentem-se inibidos ou mesmo sem argumentos, agravando a sua situação, pois muitos entram na universidade com esse tipo de deficiência que, não sendo sanada, tem efeitos bastante negativos no desempenho profissional.

### Caracterização das Disciplinas

Foram utilizadas no experimento duas disciplinas da sub-área de Química Inorgânica e duas disciplinas de outra sub-área, em aproximadamente os mesmos semestres e com características bastante semelhantes. As quatro disciplinas são cursadas durante o bacharelado em Química.

#### *Disciplinas da Sub-área de Química Inorgânica*

O conteúdo de Química Inorgânica, descrito de forma ampla e geral a nível de iniciação, no curso de graduação em Química, é formado por dois aspectos distintos e complementares: o da Química Inorgânica Fundamental e o da Química Inorgânica Descritiva. Estes dois títulos correspondem a duas disciplinas do nosso bacharelado. A primeira apresenta modelos de comportamento de sistemas materiais e os seus fundamentos teóricos, obrigando à elaboração de esquemas de raciocínio teórico que possam explicar ou prever o resultado dos fenômenos experimentais em Química Inorgânica.

A Química Inorgânica Descritiva apresenta um conteúdo coerente com seu título, dedicando-se ao estudo dos elementos e seus compostos. A colocação da Química Inorgânica Fundamental como pré-requisito facilita a memorização dos fatos fundamentais integrantes do conteúdo da Química Inorgânica Descritiva através de um relacionamento mais racional entre eles e com os conteúdos das outras disciplinas.

Tanto a Química Inorgânica Fundamental como a Química Inorgânica Descritiva apresentam uma carga horária de 60 ho-

ras divididas em 15 semanas com duas aulas de duas horas por semana; o conjunto das disciplinas ministradas pelo mesmo professor em semestres consecutivos, apresenta as características de uma disciplina anual que poderia ser chamada simplesmente de Química Inorgânica.

#### *Disciplinas "A" e "B" da outra Sub-área da Química*

As disciplinas "A" e "B" da outra sub-área da Química pretendem dar fundamentação ao estudante de forma semelhante ao que se fez na Sub-área de Inorgânica.

A Química "A" oferece uma visão básica da matéria nos aspectos reacionais, sintéticos e mecanísticos apresentando também os princípios fundamentais do conteúdo da disciplina correspondente.

A Química "B" pretende particularizar estes princípios fundamentais para os diversos conteúdos da disciplina e racionalizar o comportamento químico dos sistemas considerados.

Sendo assim, a seqüenciação das duas disciplinas Química "A" e Química "B" parece apresentar o mesmo significado que a utilizada em Química Inorgânica.

As duas disciplinas Química "A" e Química "B" são também ministradas em semestres consecutivos com uma carga horária de 60 horas distribuídas em 15 semanas com duas horas aula, duas vezes por semana.

### Caracterização das Turmas

#### *Turma em que foi aplicada a metodologia do experimento correspondente ao presente projeto.*

A turma que cursou Química Inorgânica Fundamental estava constituída por 49 alunos matriculados, dos quais 13 não compareceram ao curso, 4 foram desistentes e 1 reprovado. Os alunos que não compareceram podem ser daqueles que se matriculam em alguma disciplina a mais para o caso de ter que abandonar outra matéria. Esta matrícula "vazia" é bastante freqüente. Os 4 alunos desistentes foram os que não completaram todos os trabalhos exigidos para sua avaliação.

Dos 49 aprovados na Química Inorgânica Fundamental, 30 cursaram no semestre seguinte a Química Inorgânica Descritiva, que contou com 35 alunos matriculados, sendo os 5 alunos a mais os repetentes de semestres anteriores. Destes 35 matriculados deixou de comparecer 1 e foi reprovado outro.

Dos 49 alunos inicialmente matriculados em Química Inorgânica Fundamental, 29 conseguiram aprovação na segunda disciplina, Química Inorgânica Descritiva.

#### *Turma em que não se aplicou a metodologia do experimento e utilizada apenas como comparação.*

A turma que cursou Química "A" estava constituída por 64 matriculados dos quais não compareceram 15, desistiram 15 e foram reprovados 13, havendo apenas 3 aprovados.

Os 3 alunos aprovados em Química "A" se matricularam em Química "B" integrando uma turma de 20, dos quais 3 alunos não compareceram e 1 desistiu, havendo 6 reprovações. O número de alunos aprovados foi de 10.

Dos 3 alunos aprovados em Química "A" e matriculados em Química "B", 1 aluno desistiu sendo aprovados os outros dois.

Dos 46 alunos matriculados inicialmente em Química "A" apenas dois conseguiram completar as duas disciplinas em seqüência.

### OBJETIVOS

Os objetivos do presente trabalho são dirigidos à elaboração de um modelo de acompanhamento da aprendizagem de alunos de graduação em Química que permita melhorar o seu

desempenho acadêmico. Isto pode levar a conseqüências importantes: 1) Melhor preparo acadêmico e inclusive profissional dos alunos submetidos a treinamento; 2) Menor evasão e maior índice de aprovação, o que implica em aproveitamento mais racional dos recursos da universidade; 3) Maior sensibilidade dos profissionais formados em valorizar o treinamento específico no desenvolvimento da capacidade e da eficiência pessoais.

Foram selecionados como objetivos específicos o treinamento dos estudantes em técnicas de aprendizagem e a aquisição ou melhoria de habilidades, que permitem um melhor desempenho nas seguintes atividades discentes típicas: 1) Receber e interpretar informações verbais (acompanhar o desenvolvimento da aula); 2) Procurar, selecionar e interpretar informações escritas (consulta bibliográfica); 3) Transferir aprendizagem entre disciplinas afins; 4) Selecionar e memorizar aspectos relevantes do conteúdo; 5) Motivar-se no uso consciente e deliberado da indução e dedução no trabalho em Química; 6) Desenvolver raciocínio minucioso ligando aspectos teóricos e experimentais da Química; 7) Tomar anotações significativas e melhorar a leitura interpretativa elaborando resumos; 8) Interpretar qualitativamente (conceitualmente) e quantitativamente (numericamente) os fenômenos, equilibrando ambos os aspectos; 9) Melhorar a capacidade de expressão verbal e por escrito.

## METODOLOGIA

Como ponto de partida da metodologia aplicada, foi utilizada a integração do conteúdo das duas disciplinas semestrais de Química Inorgânica, transformando-as em disciplinas anuais. Além disso procurou-se acompanhar individualmente o desenvolvimento de cada aluno resultando numa adequação de objetivos considerados importantes à formação individual dos estudantes. Fazendo parte deste acompanhamento encontram-se as diversas discussões realizadas durante os trabalhos da disciplina onde se estruturaram formalmente as atividades típicas da vida acadêmica, necessárias para atingir os objetivos propostos, a saber: 1) Estudo individual da matéria a ser ministrada pelo professor na aula seguinte, permitindo ao aluno um aproveitamento melhor das aulas assistidas; 2) Consulta de bibliografia adequada à preparação de resumos sobre os assuntos das aulas e do estudo individual; 3) Preparação e apresentação de aulas e/ou seminários; 4) Uso de técnicas específicas de acompanhamento da aula; 5) Críticas e discussão sobre a realização das atividades anteriores para desenvolver a capacidade de crítica e autocrítica dos estudantes; 6) Consultas e discussão de dúvidas com o professor; 7) Consultas e discussão de dúvidas com a monitora; 8) Estudos e discussões em grupos de alunos. Com tais atividades tentou-se mostrar ao estudante que também compete a ele a real integração com o trabalho do professor para efetivar o ensino-aprendizagem do conteúdo disciplinar.

Porém, para que fosse possível a otimização de tais propósitos foi necessário que, tanto o docente como a monitora, adotassem uma dinâmica mais eficaz no que diz respeito ao atendimento aos estudantes.

Em relação ao professor, contou-se com o atendimento em horários pré-estabelecidos, de forma individualizada ou mesmo em grupos de alunos que apresentavam as mesmas dificuldades na aprendizagem das disciplinas. Outro cuidado do professor foi detectar os problemas conceituais da turma e transmiti-los à monitora para permitir-lhe uma atuação mais eficaz. O professor considerou outros aspectos do trabalho dos alunos que foram acompanhados pela monitora e que podem ser assim enumerados: 1) Levantamento de bibliografia alternativa, para melhor acompanhamento das atividades de estudo individual; 2) Preparação das aulas de forma tal que seu conteúdo fosse bem direcionado para atingir a aprendizagem; 3) Interligação de disciplinas de outras sub-áreas da química ou

outras áreas de conhecimentos com o conteúdo das disciplinas ministradas; 4) Estabelecimento de técnicas de avaliação eficientes para explorar todo o potencial dos alunos. As formas de avaliação encontradas foram: provas com consulta, provas sem consulta, discussões com o professor, apresentação de aulas, apresentação de seminários, entrevistas.

À monitora coube, em horários pré-estabelecidos, desenvolver as seguintes atividades, antes da aula formal dada pelo professor:

- 1) Esclarecimento de dúvidas conceituais, para que fosse possível a compreensão dos termos e temas a serem apresentados durante a aula;
- 2) Ajuda na preparação de resumos considerados como pré-aula teórica (à semelhança das instruções de pré-laboratório referentes a aulas experimentais);
- 3) Levantamento das dúvidas individuais dentro do tema de estudo. Depois da aula do professor;
- 4) Esclarecimento das dúvidas, de forma individualizada ou em grupos homogêneos;
- 5) Revisão geral incluindo fundamentação de conceitos básicos necessários para a interpretação dos conceitos fundamentais em Química Inorgânica;
- 6) Resolução de exercícios em grupo, em horários-extra;
- 7) Encaminhamento dos casos particulares ao professor para que este providenciasse a forma mais eficiente de compreensão (revisão de aula);
- 8) Auxílio na preparação dos seminários a serem apresentados pelos alunos.

Ao fim do período, com tal metodologia, foi possível discutir com os alunos, com maior segurança, reformulações no conteúdo das disciplinas, viabilizando sua interpretação e aprendizagem.

## RESULTADOS E COMENTÁRIOS

As disciplinas consideradas neste trabalho integram dois blocos: o bloco de "Inorgânica" formado pela Fundamental e pela Descritiva; o bloco da Química "A" + "B" formado pela "A" e pela "B". Os resultados foram registrados no parágrafo "Caracterização das turmas". No dois blocos observa-se que, na segunda disciplina (Descritiva e "B", respectivamente), diminui o número de alunos que não compareceram e dos desistentes. No bloco de Inorgânica a reprovação foi, nas duas disciplinas, numericamente a mesma. Considerando cada um dos blocos como uma única disciplina anual, o número de aprovados no bloco das Inorgânicas foi de 29 (59,2% dos alunos matriculados inicialmente). No bloco "A + B" o número de aprovados na "B" é 2, representando 4,3% dos alunos matriculados inicialmente em "A". Isto mostra uma aprovação cerca de 14 vezes menor no bloco "A" + "B" do que no bloco das Inorgânicas. A diferença maior está em haver apenas 3 alunos aprovados em Química "A" para 46 matriculados, representando 6,5% de aprovação. Considerando esses alunos como tendo cursado na universidade dois semestres antes de iniciar essa disciplina, é uma aprovação muito baixa cujas causas mereceriam ser pesquisadas de forma isenta e equilibrada. A aprovação atingida na primeira Inorgânica (Fundamental) é de 31 alunos para 46 matriculados, ou 63,3%, isto é, cerca de dez vezes superior à da Química "A".

No que se refere a níveis de notas, no bloco das Inorgânicas observa-se uma evolução da primeira (Fundamental) para a segunda (Descritiva), consistente em desaparecimento de notas inferiores a 5,0 e aumento do número de alunos com notas superiores a 6,0. Na primeira disciplina (Fundamental) havia um máximo de alunos com nota 6,0. Na segunda (Descritiva), o primeiro máximo se apresenta em 6,0 com outro máximo em 7,4. Este segundo máximo se encontrava na Fundamental em 7,0. A nota máxima na Fundamental é 8,0 e na Descritiva é de 8,6.

No bloco das Químicas "A" e "B" torna-se mais difícil elaborar essas comparações e comentá-las, pela própria distribuição do número de alunos pela escala de notas, além do que, na Química "B", somente 3 alunos tinham sido aprovados em

Química "A" no semestre anterior e, mesmo assim, um deles desistiu. Também há a considerar que no bloco "A + B" devem existir diversos outros fatores influenciando nos resultados. É previsível que se o mesmo docente de "A + B" tivesse participado do experimento aplicado às "Inorgânicas", os resultados seriam mais favoráveis.

Parece ser indispensável uma análise do ensino de terceiro grau, dentro de cada instituição, para detectar seus problemas, o que pode levar a soluções objetivas que otimizem a eficiência dos cursos de terceiro grau. Para tanto não basta considerar conteúdos. Esses devem estar integrados e seqüenciados de forma a constituírem um currículo e não apenas um conjunto de disciplinas.

Um aspecto fundamental é a atenção dada ao processo ensino-aprendizagem. Para sua eficácia são necessárias a capacidade e a competência do professor, mas o aluno também deve tornar-se capaz e competente na aprendizagem, no que provavelmente nunca teve treinamento de modo formal. Exigir conhecimento e desempenho dos alunos é ótimo e deveria levar à sua capacitação; mas é necessário também estabelecer mecanismos que tornem acessíveis aos alunos a aquisição de conhecimento e a melhoria de seu desempenho.

Esses mecanismos incluem o estabelecimento de objetivos claros para a formação de profissionais; o planejamento formal e efetivo do ensino que garanta a consecução desses objetivos; o estabelecimento deliberado (e não somente subliminar) da metodologia mais adequada a cada disciplina; o uso de técnicas diversificadas de avaliação que permita valorizar os pontos positivos dos estudantes, inclusive como mecanismo de estímulo para sua melhoria; atendimento individualizado, tanto quanto possível.

No último item desempenha um papel importante a atuação do monitor, cuja figura deve ser resgatada e colocada com o destaque que merece. As tarefas a ele atribuídas não devem

ser apenas burocráticas, mas as de um educador embora iniciante; seu trabalho deve ser valorizado, a nível de *curriculum vitae*, como qualquer trabalho de pesquisa. Isto é coerente com a indissociabilidade do ensino e da pesquisa na função do docente.

Um aspecto que deve ser considerado ainda é o da mudança do regime semestral de disciplinas para o anual, cuja simulação pareceu influir favoravelmente nos resultados de nosso trabalho. Porém, o regime anual pode apresentar outros problemas que não foram abordados de forma específica, o que impede uma postura mais conclusiva neste último aspecto.

Em diversos trabalhos anteriores constatamos que há alunos, com sensibilidade mais aguçada, que percebem e resolvem os problemas de seus colegas e são por estes insistentemente procurados.

Quando a estes alunos é dada essa responsabilidade, formalmente, e seu trabalho é reconhecido, os resultados são bem satisfatórios. Comprovamos em trabalho deste tipo<sup>2</sup> que a monitora, que sempre se destacou como aluna, teve excelente rendimento, numa atuação como a apresentada neste trabalho; tornando-se mais tarde docente, seu desempenho observado durante dois semestres mostrou um nível satisfatório.

Para apresentar resultados mais conclusivos, seria necessário multiplicar este tipo de experimentos até validar as conclusões de forma segura.

#### REFERÊNCIAS

1. Folgueras-Dominguez, S.; Morelli, L. H.; *Ci. e Cult.*, (1985) 37, 1076.
2. Folgueras-Dominguez, S.; Cota, M.C.; Santos, N.C.; *Ci. e Cult.*, (1986), 38,1338
3. Folgueras-Dominguez, S.; *Química Nova*, (1985) 8, 341

Publicação financiada pela FAPESP