

**MEIO AMBIENTE: UM NOVO ENFOQUE PARA CURSOS DE QUÍMICA GERAL - RELATO DE UMA EXPERIÊNCIA****Reinaldo C. Campos**

Dept. de Química - PUC-Rio - R. M. S. Vicente, 225 - 22453-900 - Rio de Janeiro - RJ

**José Marcus Godoy**

Instituto de Radioproteção e Dosimetria - CNEN - Av. Salvador Allende, S/Nº - 2300 - Rio de Janeiro - RJ

Recebido em 24/10/95; aceito em 14/3/96

**THE ENVIRONMENT: A NEW APPROACH FOR GENERAL CHEMISTRY COURSES - REPORT OF AN EXPERIENCE.** An alternative approach for General Chemistry courses is presented. The approach is based on environmental problems, highlighting the chemical principles associated to them. As no general chemistry book with this approach is available, different sources of information were used. The new approach was applied to 3 - first semester classes of the Technical and Scientific Center of the Pontifical Catholic University, Rio de Janeiro. A fourth class, which followed the conventional course, was used as control. The results were evaluated by a questionnaire, answered by the students at the end of the course.

**Keywords:** general chemistry course; environment.

**INTRODUÇÃO**

A disciplina de Química Geral na PUC-Rio é oferecida aos cursos de Engenharia, Física, Matemática e Informática, cumprindo as exigências de currículo mínimo, além de ser a primeira disciplina de química dos cursos de Engenharia Química e Química Industrial. Pertencendo ao ciclo básico, a mesma ementa é comum a todos esses cursos e, de acordo com as normas vigentes, as avaliações também devem ser as mesmas. Os alunos ainda não fizeram as opções de carreira entre as diversas modalidades de Engenharia e, nas turmas, estão presentes, juntos, alunos com as mais diversas perspectivas. Apenas os cursos de Química têm, obrigatoriamente, continuidade na formação em química, sendo que a imensa maioria dos outros estudantes terão contato com a química apenas uma vez; é desprezível a fração de alunos que escolhe alguma cadeira de química como eletiva.

As disciplinas de Física e Matemática do ciclo básico são reconhecidas como "puxadas" pelos estudantes, além de, no encadeamento dos cursos, serem pré-requisitos incontornáveis para a entrada do estudante no ciclo profissional. Assim sendo, a maior parte da energia do estudante é carregada para essas disciplinas.

Dadas essas condições, somadas à má imagem que boa parte dos estudantes traz da Química por suas vivências no segundo grau, parte-se de uma situação bem pouco favorável ao envolvimento dos estudantes com o curso. Mas não é apenas por parte dos estudantes que o envolvimento com a disciplina é limitado. O Departamento de Química da PUC-Rio, responsável pelo oferecimento da disciplina, tem reconhecida atividade de pesquisa, assim como o restante do Centro Técnico Científico. Há, portanto, um forte envolvimento dos professores (ou pesquisadores?) com a pesquisa que, por motivos vários, termina por absorver a maior parte de sua energia criativa. Além disso, a formação dos docentes é fortemente técnica: pouquíssimos são licenciados ou têm alguma passagem por experiências em pesquisas sobre educação ou áreas afins, embora tal não seja indispensável para uma boa performance como professor. Aulas expositivas ocupam a maior parte do tempo de interação (?) entre aluno e professor. Quanto à importância do desempenho do docente na área educacional na avaliação da sua performance acadêmica, ela termina por ser praticamente nenhuma, uma vez que não há consenso quanto à forma de

considerá-la no contexto da avaliação e ascensão na carreira. Isto é, bem o contrário do que ocorre quanto ao seu envolvimento com a pesquisa (ou até na administração), onde critérios mais objetivos estão definidos e as regras de acesso e prestígio são bem conhecidas.

Finalmente, uma questão que transcende a história de professores e alunos é o fato da relação  $n^{\text{a}}$  de alunos/ $n^{\text{a}}$  de professores, nos primeiros semestres do ciclo básico não ser favorável senão a aulas expositivas, com exceção das aulas práticas. Aliás, as aulas práticas devem ser consideradas a parte: a todos os cerca de 600 calouros ingressantes no ciclo básico da PUC-Rio é oferecida uma disciplina prática (Laboratório de Química) onde, distribuídos em grupos de no máximo 3, os alunos realizam práticas quinzenais, inspiradas naquelas sugeridas no livro de Cotton, Lynch e Macedo<sup>1,2</sup>. O curso prático procura, na medida do possível, acompanhar o teórico, sendo interessante observar que o envolvimento e satisfação dos estudantes com a disciplina prática é bem maior que com a teórica, o que não causa estranheza àqueles sensíveis às questões educacionais.

Visando, pois, aumentar o envolvimento de estudantes e docentes com a disciplina de Química Geral, foi então sugerido e implementado um enfoque diferenciado da disciplina, baseado em questões relacionadas ao meio ambiente, sem mudança na ementa original. O objetivo do presente trabalho é descrever esta experiência, seu contexto e os resultados alcançados.

**MATERIAL E MÉTODOS**

Com a aproximação de ECO 92, assuntos relacionados ao meio ambiente foram se tornando cada vez mais frequentes nos meios de comunicação. Dada à utilização do tema como fonte de notícias, com os mais diversos objetivos, o assunto foi alcançando o interesse do público, principalmente o mais jovem. Seria prematuro falar em conscientização ambiental mas, certamente, em popularização. Tendo em vista que são inúmeras as interseções entre a química e as ciências ambientais resolveu-se, então, focar o curso de química geral a partir da apresentação e discussão de problemas ambientais, com destaque para os princípios químicos neles envolvidos. Foi constatado, porém, que os livros textos de Química Geral existentes no mercado, mesmo quando abordam questões relativas ao meio ambiente, o fazem de modo apenas complementar e que, por se tratarem de traduções, não contemplam importantes problemas

da nossa realidade. O universo bibliográfico de livros-texto é ainda mais restrito quando se busca literatura em português. Por isso, optou-se pela tradução e adaptação de textos de diferentes fontes. A tabela 1 revela a estrutura do curso experimental, mostrando a associação dos principais textos utilizados ao conteúdo programático do curso. Na coluna à esquerda, estão os textos "ambientais" adotados (em negrito) e indicados; na coluna central estão os tópicos ambientais e na coluna à direita os tópicos da ementa original, com os respectivos capítulos do livro texto. Os textos, adaptados, foram datilografados ou copiados, de modo a formar um material único. A estes textos, foram agregados outros, em sua maioria publicados na "Ciência Hoje", sugeridos como leitura adicional. Foram também preparadas transparências e cópias destas transparências foram anexadas à apostila resultante da montagem dos textos, visando minimizar o trabalho de cópia por parte dos estudantes durante a aula. Estes foram fortemente encorajados a sempre ter nas aulas, à mão, o material. Foi também indicado como fonte para estudo dos princípios básicos de química o livro texto de J. B. Russel<sup>23</sup>, adquirido pela maioria dos alunos. Assim, dispunha o estudante de um material híbrido: o livro texto, para nele estudar os princípios de química e uma apostila com a "parte ambiental" do curso, cabendo ao professor fazer a ponte entre ambas.

Tendo em vista o grande número de alunos por turma (as aulas eram realizadas em auditórios, com até 80 alunos), não foi possível evitar-se que o curso fosse fortemente calcado em aulas expositivas. O curso experimental foi aplicado a 3 turmas, (na verdade 6 turmas, associadas duas a duas) por 3 diferentes professores. Um quarto professor aplicou à sua turma o curso tradicional, adotando e seguindo o mesmo livro texto de J. B. Russel. Todos os professores eram igualmente experientes, com pelo menos 5 anos de docência em Química Geral.

Tanto nas turmas onde foi implementado o curso experimental como na outra, foram realizadas avaliações tradicionais (provas escritas), seguindo os critérios adotados pela coordenação do ciclo básico da Universidade, que determina que sejam aplicadas 3 avaliações parciais e uma prova final, ao longo do semestre. Naturalmente, as provas do curso experimental tiveram formulação distinta daquelas da turma "tradicional" e, portanto, o índice de aprovação ou médias globais não serão considerados na comparação entre as turmas onde o experimento foi realizado e a turma controle.

O material didático utilizado nas 3 turmas experimentais foi exatamente o mesmo. Ao final do período, durante a realização da 3ª prova parcial, foi aplicado o questionário de avaliação do curso, cujo modelo encontra-se no apêndice I. O questionário é dividido em 7 módulos, avaliando (I) o caráter geral do curso, (II) performance didática do professor, (III) relação professor-aluno, (IV) adequação da avaliação, (V) qualidade do material de apoio empregado na sala de aula, (VI) elementos de apoio e (VII) qualidade das aulas de laboratório. O objetivo dessa separação foi procurar identificar outras variáveis não relacionadas diretamente ao experimento, cuja avaliação está fundamentalmente contida nos primeiro, quarto e quinto blocos do questionário.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cada item do questionário recebeu um conceito de 1 a 5. Todos os alunos presentes na 3ª prova parcial responderam ao questionário. O escore de cada item, por turma, junto com o número de respondentes estão mencionados na tabela 2, onde a turma C é aquela onde o experimento não foi realizado. O escore é calculado pela razão entre o somatório da pontuação obtida em cada item dividida pelo valor máximo alcançável, 5.n, onde n é o número de respondentes. Na tabela 2 esta razão está multiplicada por 100, expressando, portanto, o percentual alcançado em relação ao máximo.

Antes de apresentar uma discussão dos resultados alcançados, são necessários alguns esclarecimentos quanto à escolha dos itens do questionário e sua classificação. Os itens de 1 a 7 (I) são classificados no mesmo módulo porque contem os aspectos em que o enfoque experimental buscava um melhor resultado. Os itens 8 a 12 (II e III), referem-se a qualidades individuais do professor. Os itens de 13 a 15 (IV) procuram refletir a opinião dos estudantes quanto à justeza das avaliações (provas). Os itens 16 a 20 (V) referem-se à qualidade do material didático utilizado que, no caso da turma não experimental foi apenas o livro texto. Os itens 21 a 23 (VI) referem-se a questões externas ao curso e ao professor, já que as aulas de exercícios são dadas por pós-graduandos. Finalmente, os itens 24 a 28 (VII) procuram verificar a influência das aulas de laboratório, que foram as mesmas para todas as turmas que, divididas em grupos menores, tiveram outros docentes como professores, quase todos alheios ao experimento que se passava nas aulas teóricas.

A observação dos resultados do questionário remete a formulações bastantes interessantes. Em relação ao módulo I, observa-se que os escores obtidos para as questões 1, 2 e 3, que se referem à aspectos organizacionais do curso, correlacionam-se muito bem com as médias dos escores obtidos no módulo II, que trata da performance dos professores. Estas mesmas correlações ( $r_1=0,96$ ,  $r_2=0,94$  e  $r_3=0,85$ ) não são observadas para as perguntas 4, 5 e 6 ( $r_4=0,45$ ;  $r_5=-0,31$  e  $r_6=0,35$ ). Deve-se observar aqui que r representa o coeficiente de correlação e o sub-índice refere-se ao item do questionário. Notam-se pontuações nitidamente mais altas para as turmas experimentais, no caso das questões 5 e 6, que são aquelas que relacionam o curso com problemas atuais e situações reais, como era de se esperar. Entretanto, não houve entendimento, por parte dos estudantes, de que a discussão de problemas do meio ambiente viesse a ter relação com a profissão que viriam a exercer. Esta pergunta procura levantar o peso que o curso teve em termos de formação de uma consciência ambientalista e suas consequências na atuação profissional, o que parece não ter sido alcançado. Isto nos leva a crer que há uma dissociação entre a visão que o estudante faz de si como cidadão (preocupado com o meio ambiente) e como profissional, o que é compreensível, dado o caráter pragmático como é vista a ação profissional, em geral, e em especial naqueles que optam pela engenharia. A performance do professor apresentou pouca correlação ( $r=0,35$ ) com os escores obtidos nas diferentes turmas nesta pergunta. Contrariamente ao que foi buscado, o enfoque adotado não pareceu exercer nenhuma influência benéfica sobre a facilitação da aprendizagem (pergunta 7). Porém, há aqui uma forte correlação ( $r_7=0,93$ ) com a performance do professor. Fica claro pois, que mais do que o enfoque adotado, a performance didática do professor joga o papel principal em termos da aprendizagem.

Todas as análises até aqui realizadas não mudariam significativamente se ao módulo II (performance didática do professor) fosse adicionado a pergunta 12, que trata do seu relacionamento com a turma. Performance e relacionamento estão intimamente correlacionados ( $r=0,92$ ), mostrando que, para o aluno-calouro pelo menos, as duas qualidades não parecem se diferenciar.

A avaliação (módulo IV) em um curso como o introduzido trouxe inúmeras dificuldades. A maior delas, talvez, foi encontrar situações aplicativas, necessariamente simplificadas, mas não a ponto de descaracterizá-las. As características do curso experimental introduzido, junto à necessidade de cumprir com a ementa formal da disciplina, levou a avaliações com questões mais longas e menos diretas.

A vista de provas e a revisão são realizadas por uma equipe auxiliar e não pelo professor, de modo que este item (pergunta 15) não deve ser associado ao módulo II. A adequação das questões da prova à matéria (pergunta 13) mostrou-se mais

Tabela 1. Estruturação do curso experimental

BIBLIOGRAFIA	TÓPICOS AMBIENTAIS	TÓPICOS BÁSICOS
	<b>UNIDADE I: INTRODUÇÃO</b>	
<b>The Framework of Ecology</b> <sup>3</sup>	Apresentação Objetivos Princípios Básicos Níveis de Organização Ecossistemas Estruturas dos Ecossistemas	Espécies de Matéria Substâncias Puras e Misturas; Elementos e Compostos; Átomos e Moléculas. (R, 2.2 e 2.3)
A Amazônia e o Clima da Terra <sup>4</sup>	Cadeias Tróficas Ciclos Equilíbrio Ecológico Poluição-Generalidades Concentração Degradação x recuperação Consequências	
<b>Nucleossíntese dos Elementos</b> <sup>5</sup>	Origem dos Elementos Nucleossíntese dos Elementos Átomos e Moléculas Interestelares	O Átomo: o Átomo Divisível; Peso Atômico; Elétrons nos Átomos (R, 5.1, 5.2 e 5.3). Reações Químicas vs Reações Nucleares. (R, 24.3)
<b>O Desenvolvimento da Terra</b> <sup>6</sup>	O Desenvolvimento da Terra Formação da terra Perda dos elementos gasosos Diferenciação dos elementos Formação dos minérios A Evolução da Atmosfera Formação dos Oceanos Aspectos da Origem da Vida	Periodicidade Química: a lei periódica, propriedades periódicas. (R.cap.7)
	<b>UNIDADE II: ATMOSFERA</b>	
<b>A Atmosfera</b> <sup>7</sup>	Estrutura, Propriedades e Composição da Atmosfera Fotoquímica Atmosférica	Gases Ideais: leis dos gases (R, 4.1, 4.2 e 4.3); Princípio de Avogadro (R, 4.4)
Camada de Ozônio: um filtro ameaçado <sup>8</sup>	Poluição Atmosférica Um pouco de história Principais poluentes e suas fontes (ciclos) Inversão de Temperatura Efeitos locais Efeitos globais Efeito estufa "Buraco" na camada de O <sub>3</sub> Chuva ácida	Equilíbrio Químico Homogêneo (R, 15.1 e 15.2)
Planeta Ameaçado <sup>9</sup>	Controle da Poluição "End of the pipe" Novos processos	Cinética Química: velocidades de reação e mecanismos (R, 14.1 e 14.2) Energia de Ativação.(R, pp 445/6) Mecanismos de reação (R,14.5) Catálise (R, 14.6)
Efeito Estufa <sup>10</sup>		
A Acidez da Chuva <sup>11</sup>		
	<b>UNIDADE III: HIDROSFERA</b>	
<b>A Hidrosfera</b> <sup>11</sup>	Água: Propriedades Físicas e Químicas Recursos Hídricos; o ciclo da água Tratamento e Purificação da água	Ligação Química: ligação covalente (R, 8.2 e 8.3); geometria molecular (R, 9.2); ponte de hidrogênio (R, 9.4)
Eutrofização Artificial: a doença dos lagos <sup>12</sup>	Poluição da Água  Esgotos urbanos: matéria orgânica e detergentes (eutrofização)	Soluções: misturas, tipos de soluções, concentração e solubilidade; propriedades coligativas; eletrólitos (R, 12.1 a 12.6)
Ameaça do Mercúrio nos Garimpos <sup>13</sup>	Efluentes Industriais: poluição térmica; drenagem ácida; metais pesados; cont alcalinos; Efluentes Agrícolas: agrotóxicos Controle da Poluição (tratamento de água)	Equilíbrios em Soluções Aquosas: ácido base (R, 16.1 e 16.4) e solubilidade (R, 17.1 e 17.2)

Continuação Tabela 1.

BIBLIOGRAFIA	TÓPICOS AMBIENTAIS	TÓPICOS BÁSICOS
<b>A Produção Humana de Energia como um Processo na Biosfera<sup>15</sup></b>	<b>UNIDADE IV: ENERGIA</b> Ciclo de Energia na Terra Ciclo da Energia na Biosfera Energia para as atividades humanas Consumo: Evolução, situação atual e perspectivas Fontes usuais de energia	Termodinâmica Química (cap 18) 1º princípio; termoquímica; 2º princípio; energia livre, trabalho e equilíbrio
Carvão: energia sem poluição <sup>16</sup> Combustíveis fósseis <sup>17</sup>	Combustíveis Fósseis Carvão composição, origem forma e extensão do uso/perspectivas impacto ambiental	Química Orgânica Peculiaridades do carbono: estruturas e ligações; funções orgânicas: estrutura e reatividade (R, 23.1 a 23.4)
Fontes Alternativas de Energia <sup>18</sup>	Petróleo composição origem uso e perspectivas impacto ambiental	Processos Nucleares Radioatividade; cinética de desintegração; reações nucleares; fissão e fusão nucleares. (R, 24.1 a 24.5)
Sobre o futuro da Energia Nuclear <sup>19</sup>	Reatores de Fissão princípio e tipos extensão e limitações do uso/perspectivas impacto ambiental	Eletroquímica células galvânicas; potenciais padrão; energia livre e equilíbrio (R, 19.1, 19.3 e 19.4)
	Fontes Alternativas de Energia Fusão Nuclear Energia Solar Energia Eólica Biomassa Eletroquímica Aumentando o Rendimento Estocagem Distribuição Conservação	
<b>A Litosfera<sup>20</sup></b>	<b>UNIDADE V: LITOSFERA</b> Minerais Composição da crosta terrestre Reservas e Consumo - Tendências Princípios Gerais da Produção de Metais	Líquidos e Sólidos Ideais: O retículo cristalino; empacotamento; sólidos iônicos; sólidos moleculares - forças de V. der Waals; sólidos covalentes; sólidos metálicos; energia reticular; Líquidos (R, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6)
Novas Estratégias de Produção <sup>21</sup>	A Produção de Aço Processos Requerimentos Impactos Ambientais A Produção de Alumínio Processos Requerimentos Impactos Ambientais Garimpo do Ouro Alternativas aos modos atuais de produção Solos Estrutura e Origem dos Solos Nutrientes, ciclos Troca iônica, pH e disponibilidade Uso do solo e seus efeitos Erosão, desflorestamento, desertificação Contaminação/Dejetos sólidos Técnicas alternativas do uso do solo	
Perspectivas <sup>22</sup>	<b>UNIDADE VI: PERSPECTIVAS</b> Catástrofe vs Mudanças Radicais A Visão Reformista	

**Tabela 2.** Escores alcançados, por item, para as diferentes turmas envolvidas na experimentação.

MÓDULOS	TURMA ITEM	ESCORE POR TURMA			
		A	B	C	D
I	1	52	74	75	62
	2	61	75	90	73
	3	53	58	66	63
	4	41	58	45	41
	5	70	81	54	72
	6	64	83	65	74
	7	36	54	66	60
II	8	36	59	65	59
	9	45	61	64	58
	10	39	58	68	58
	11	57	71	72	56
III	12	47	74	83	65
IV	13	50	61	75	62
	14	50	81	66	72
	15	51	61	71	55
V	16	61	74	74	69
	17	58	71	-	73
	18	62	71	-	72
	19	57	69	-	61
	20	50	70	-	57
VI	21	38	68	75	38
	22	40	40	68	45
	23	39	46	69	52
VII	24	50	75	77	62
	25	66	73	82	73
	26	64	72	77	75
	27	55	60	77	69
	28	48	66	76	64

turma A, 68 alunos; turma B, 31 alunos; turma C, 44 alunos; turma D, 26 alunos.

nítida no curso tradicional (75 pontos) do que no experimental, o que pode ser atribuído às dificuldades já mencionadas. É interessante observar que os itens 13 e 14 (módulo IV - avaliação) relacionam-se significativamente com a média dos escores do módulo II ( $r_{13}=0,93$  e  $r_{14}=0,73$ ), mostrando a influência da performance didática do professor no modo como os estudantes encararam a avaliação.

Em relação ao material didático (módulo V), o livro texto onde foram discutidos os conceitos básicos de química foi o mesmo para as 4 turmas. Assim, a princípio, não se deve esperar grandes diferenças em termos de avaliação, o que de certo modo foi observado (pergunta 16). Os itens 17 e 18 referem-se aos textos que foram distribuídos para complementar o livro texto, enquanto as perguntas 19 e 20 referem-se principalmente às transparências mostradas em sala e às suas cópias em papel distribuídas aos estudantes, com o objetivo de tentar minimizar o trabalho de cópia. Pode-se observar que, embora o material fosse o mesmo, em alguns casos as avaliações foram bem diferentes. Na verdade, a qualidade técnica do material deixou muito a desejar, dada a falta de infraestrutura de apoio ao experimento. Todos os itens do módulo V correlacionam-se bem com o módulo II (performance didática), parecendo indicar que a qualidade intrínseca do material didático utilizado não foi diferenciada da habilidade do professor em utilizá-lo.

O levantamento feito no módulo VI refere-se a questão além do domínio do professor, já que as aulas de exercício são ministradas por pessoal auxiliar (pós-graduandos e monitores) e seu número é, em princípio, o mesmo para todas as turmas. É interessante observar que os estudantes (item 22) foram sensíveis ao fato de que as aulas de exercícios trataram apenas dos

aspectos, por assim dizer, não ambientais, do curso, já que o pessoal de apoio, não foi preparado para tal. Este fato explica, provavelmente, a baixa pontuação obtida no item 23 para as turmas experimentais. Em relação ao item 22, a baixa pontuação pode refletir não somente a atuação didática dos monitores e pós-graduandos responsáveis pelas aulas de exercícios mas, principalmente, o descontentamento com aulas de exercícios que abordaram apenas parte da matéria.

Conforme já explicitado, as aulas de laboratório não sofreram modificações, sendo que são programadas de modo a adequarem-se ao curso tradicional. Como elas são ministradas por outros professores, também não faz sentido aqui correlações com o módulo II. Como não houve avaliação da performance dos professores de laboratório, não se pode afirmar se a pontuação sistematicamente menor da turma A e sistematicamente maior da turma C neste módulo deva-se a performances diferenciadas dos professores e instrutores de prática. É, entretanto, coerente o maior escore obtido pela turma C no item 28, em vista a adequação das aulas de laboratório ao curso tradicional e não ao experimental. Ainda em relação aos outros itens deste módulo, pode-se especular quanto à alguma animosidade maior dos alunos da turma A em relação a química, não sendo possível definir se ela é causa ou efeito da baixa pontuação dada por esta turma em relação a outros itens de outros módulos.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos mostraram que o novo enfoque adotado destacou-se do enfoque tradicional em relação a compreensão de

**Apêndice I. Modelo do questionário de avaliação da disciplina pelos estudantes.**

AVALIAÇÃO DA DISCIPLINA QUÍMICA GERAL								
Módulos	Item	Conceito Mínimo	CONCEITOS					Conceito Máximo
			1	2	3	4	5	
I	1. Objetivos claramente colocados	Mínimo						Máximo
	2. Progama proposto foi cumprido	Mínimo						Máximo
	3. Quantidade de matéria adequada ao tempo de aula	Pouco						Totalmente
	4. Significativo para sua profissão	Nenhum						Total
	5. Importante para a compreensão de problemas atuais	Não						Totalmente
	6. Estabeleceu elo entre os conceitos de Química e situações reais	Não						Totalmente
	7. O enfoque adotado facilitou sua aprendizagem da Química	Não						Totalmente
II	8. Conceitos claramente colocados	Não						Total
	9. Relações interdisciplinares claramente colocadas	Não						Totalmente
	10. Entrosou claramente conceitos teóricos com exercícios e situações reais	Não						Totalmente
	11. Uso dos Gráficos, diagramas e textos	Péssimo						Ótimo
III	12. Relacionamento com o professor em sala	Péssimo						Ótimo
IV	13. Questões adequadas à matéria	Não						Totalmente
	14. Duração das provas	Insuf.						Suficiente
	15. Correção/revisão adequadas	Não						Totalmente
V	16. Livro texto	Péssimo						Ótimo
	17. Textos de apoio (clareza)	Péssimos						Ótimos
	18. Texto de apoio (qualidade técnica)	Péssima						Ótima
	19. Material de apoio didático (clareza)	Péssimo						Ótimo
	20. Material de apoio didático em sala	Péssimo						Ótimo
VI	21. Tamanho das turmas	Excessivo						Adequado
	22. Aulas de exercício (clareza)	Péssima						Ótimo
	23. Aulas de exercício (número)	Pouco						Adequado
VII	24. Aulas bem organizadas	Mínimo						Máximo
	25. Equipamentos e materiais adequados	Mínimo						Máximo
	26. Equipamentos e materiais em nº suficiente	Mínimo						Máximo
	27. Avaliação adequada	Não						Totalmente
	28. Aulas ajudam na percepção da matéria	Não						Totalmente

problemas atuais e no estabelecimento de elos entre a Química e situações reais, do dia a dia. Entretanto, não houve diferença significativa para dois itens importantes, quais sejam a facilitação do aprendizado de Química e o significado da Química para a profissão a seguir. Em relação ao primeiro ponto (e não só a ele) a performance didática do professor tem um peso muito maior; em relação a importância dos conhecimentos adquiridos para o exercício futuro da profissão, é possível que a simulação de situações de decisão possa vir a mudar o quadro. A qualidade técnica do material didático deixou a desejar. No entender dos autores, é possível que melhores resultados possam a vir a ser obtidos com um maior investimento neste ponto. Para tal, entretanto, é necessário auxílio institucional de maior monta, o que nem sempre é fácil de conseguir para este tipo de experimento. O uso de recursos computacionais deve ser avaliado e introduzido, se for o caso.

A bibliografia na área é extremamente rica, mas não foi encontrado um volume que, ele só, atendesse ao perfil do curso. Isto significou um grande trabalho de montagem e adaptação, que pode ainda ser aperfeiçoado. Novos textos introdutórios de química<sup>24</sup> surgiram no mercado recentemente, que adotam enfoque semelhante, ainda que em inglês.

A boa aceitação das aulas práticas indica que estas devem ser adaptadas ao perfil do curso, sendo isto também um modo de minorar o caráter excessivamente expositivo do curso tal como foi oferecido.

Uma grande dificuldade está na avaliação, uma vez que esta pretende checar, ao mesmo tempo, os conhecimentos básicos de química e sua relação com questões ambientais, e maior esforço deve ser despendido no sentido de seu aperfeiçoamento. O tamanho das turmas deve ser adequado ao novo enfoque, de modo a tornar o curso mais interativo, assim como o pessoal de apoio

(monitores e instrutores) deve também ser preparado dentro do novo enfoque.

Os autores são de opinião que os resultados são encorajadores e o experimento deve ser aprofundado, de acordo com as recomendações discutidas acima, encorajamento este também substanciado por experimentos recentes, na mesma linha<sup>25,26</sup>.

#### AGRADECIMENTOS

Ao Professor Pércio Farias, pela concordância em participar do experimento.

Este trabalho é uma homenagem, que esperamos a altura, à professora Letícia Parente, grande pesquisadora em química e em educação, que junto conosco idealizou e realizou o experimento. Caso ainda estivesse entre nós, Letícia seria, sem dúvida, um dos seus autores. Nos entristecemos pela sua partida precoce, mas devemos nos consolar na sorte que tivemos de ter usufruído de sua convivência.

#### REFERÊNCIAS

1. Cotton, F. A., Lynch, L. D.; Macedo, H.; *Curso de Química*; Editora Forum: Rio de Janeiro, 1971, vol III e vol IV.
2. Apostila de Práticas de Química Geral. Departamento de Química, PUC-Rio.
3. "The framework of ecology", In Kupchella, C. E.; Hyland, M.; *Environmental Science*; Allyn and Bacon: Boston, 1989, p 2-19.
4. Mollon, L. C. B.; *Ciência Hoje* **1988**, 8, 42.
5. "Nucleosíntese dos elementos", texto adaptado de "Origin of the Elements and Interstellar Molecules", In Moore, J. W.; Moore, E. A.; *Environmental Chemistry*; Academic Press: New York, 1976, p 3.
6. "O desenvolvimento da terra", texto adaptado de "The Development of the Solid Earth", in Moore, J. W.; Moore, E. A., *ibid*, p 21.
7. Atmosfera, In Masterton, W. L.; Skowinski, E. J.; Stantski, C. L.; *Principles de Química*; Ed Guanabara Dois: Rio de Janeiro, 1990, p 367-389, 6ª ed..
8. Kirchhoff, V. W. J. H.; Azambuja, S. O.; *Ciência Hoje* **1987**, 5, 29.
9. Kirchhoff, V. W. J. H.; *Ciência Hoje* **1988**, 8, 10.
10. Rebello, A. L.; *Ciência Hoje* **1987**, 5, 51.
11. Mello, W. Z.; Motta, J. S. T.; *Ciência Hoje* **1987**, 6, 41.
12. Godoy, J. M. O.; Campos, R. C.; Parente, L. T. S.; (texto adaptado de várias fontes).
13. Esteves, F. A.; Barbosa, F. A. R.; *Ciência Hoje* **1986**, 5, 56.
14. Pfeiffer, W. C.; *Ciência Hoje* **1990**, 11, 10.
15. Singer, S. F. A.; *Produção Humana de Energia como um Processo na Biosfera In Biosfera*, Ed. da Univ. de S. Paulo e Ed. Polígono, 1974; p 121.
16. Amato, G. W.; *Ciência Hoje* **1988**, 9, 36-41.
17. Godoy, J. M. O.; Campos, R. C.; Parente, L. T. S.; adaptado de várias fontes.
18. Godoy, J. M. O.; Campos, R. C.; Parente, L. T. S.; adaptado de várias fontes.
19. Godoy, J. M. O., Campos, R. C.; Parente, L. T. S.; adaptado de várias fontes.
20. Godoy, J. M.; Campos, R. C.; adaptado de "Earth", In Moore, J. W.; Moore, E. A.; *ibid*, p 257-313.
21. Campos, R. C.; Godoy, J. M.; Parente, L. T. S.; adaptado de *Strategies for Manufacturing*, Frosch, R. A.; Gallopoulos, N. C.; *Scientific American*, Sept 1989, 92.
22. Campos, R. C.; Godoy, J. M.; Parente, L. T. S.; adaptado de Mc Neil, *Strategies for Sustainable Economic Development*; *Scientific American*, Sept 1989, 105.
23. Russel, J. B.; *Química Geral*, Ed. MacGraw Hill: São Paulo, 1982.
24. Joesten, M. D.; Johnston, D. O.; Nettekville, J. T.; Wood, J. L.; *World of Chemistry*, Saunders Golden Sunsberst Series; Philadelphia, 1991.
25. Owens, R. M. J.; *Chem. Education* **1995**, 72, 528.
26. Brink, C. P.; Goodney, D. E.; Hudak, N. J.; Silvestein, T. P.; *J. Chem Educ.* **1995**, 72, 530.