



Q.F. 20

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

TRABALHO DE LICENCIATURA

**Impacto do sistema de avaliação
das aulas laboratoriais de química**



Autor: Viriato Nazaré Vicente Chevane



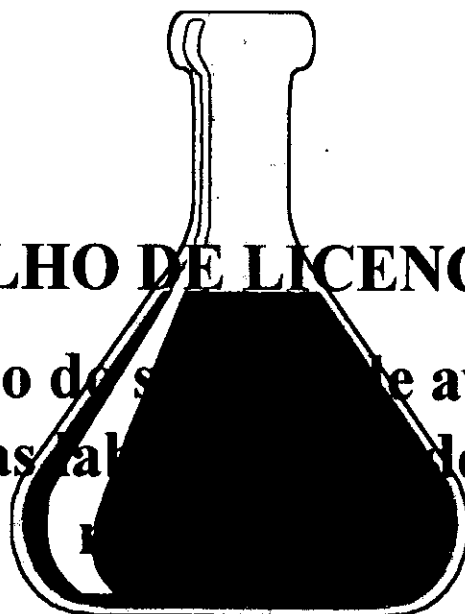
UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

TRABALHO DE LICENCIATURA

**Impacto do sistema de avaliação
das aulas laboratoriais de química**



Autor: Viriato Nazaré Vicente Chevane

Supervisor: Dr. Jan de Dobbelaere

Co-supervisores: dr. Frans Haanstra

dr^a. Rosa Blanco

U. E. M. DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
BIBLIOTECA
R. E. 56-TLA
DATA 18.107.1998
ÂQUISIÇÃO Defeita
COTA.....

Maputo, Março de 1998

DEDICATÓRIA

Dedico o presente trabalho aos meus Pais, Vicente e Julieta.
Muito em especial dedico-o também aos meus Padrinhos, Samuel e Precina.

AGRADECIMENTOS

Para todos aqueles que de forma directa ou indirecta contribuíram para que o presente trabalho de licenciatura tivesse lugar, o meu reconhecimento.

Agradeço ainda aos senhores professores, dr. Mart Kroon, dr. Tiago Macário e dr. César Dimande pela sua cooperação ao longo do trabalho.

O meu muito obrigado vai para os meus supervisores Doutor Jan de Dobbelaere, dr. Frans Haanstra e dra. Rosa Blanco pelos ensinamentos transmitidos e discussões travadas ao longo do trabalho; bem como para a Chefe do Departamento de Ciências Básicas (BUSCEP) dra. Zita Baúque-Ustá pelas facilidades concedidas para a execução do presente trabalho.

O autor.

DECLARAÇÃO SOB PALAVRA DE HONRA

O presente trabalho foi elaborado com base na literatura que ao longo do seu enredo se menciona.

Viriato Nazaré Vicente Chevane
(Viriato Nazaré Vicente Chevane)

RESUMO

O propósito deste estudo era o de investigar o impacto do sistema de avaliação das aulas laboratoriais de química, no BUSCEP, na compreensão de conceitos químicos básicos previamente escolhidos. O grupo de química do BUSCEP decidiu desde 1993 avaliar as aulas laboratoriais usando mini-testes do tipo escolha múltipla.

Para verificar a fiabilidade do método, faz-se neste estudo uma comparação do método com a avaliação por relatórios que é o método mais comum para a avaliação das aulas laboratoriais.

Uma amostra de 108 estudantes escolhida de forma aleatória participou no estudo. Esses estudantes estavam divididos em dois grupos, experimental e de controle, com 54 estudantes cada.

As aulas laboratoriais dos estudantes do grupo experimental eram avaliadas por meio de relatórios enquanto que no caso dos estudantes do grupo de controle eram avaliadas por meio de mini-testes do tipo escolha múltipla.

Foi usado o desenho experimental do tipo pré- e pós-teste para os dois grupos. O instrumento de medição (com 30 perguntas) tinha um coeficiente de consistência interna de 0,75, um grau de acessibilidade global de 56 e um poder discriminante global de 0,44.

A análise estatística dos resultados do pré-teste usando o teste *t*-student para uma análise bilateral, indicou que os grupos de controle e experimental não eram significativamente diferentes na sua constituição inicial. Os resultados do pós-teste, sugerem que a percepção de conceitos químicos básicos previamente escolhidos para o estudo, não depende da forma de avaliar as aulas laboratoriais. O teste de significância usado para a análise foi *t*-student numa análise bilateral.

Avaliar as aulas laboratoriais de química por relatórios, dá os mesmos resultados do que usando os mini-testes de tipo escolha múltipla. Embora a avaliação das aulas laboratoriais por mini-testes de escolha múltipla não seja muito comum, o presente trabalho provou não existirem diferenças em relação à avaliação por meio de relatórios. Daí, para situações de elevada população estudantil e poucos docentes como as do BUSCEP, este método de avaliar as aulas laboratoriais mostra-se mais prático.

ÍNDICE

RESUMO

I.	INTRODUÇÃO	1
I.1	Basic University Science Course Experimental Project (BUSCEP)	1
I.2	Objectivos do trabalho	2
II.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
II.1	Ensino de aulas laboratoriais	4
II.1.1	Elaboração de manuais (guiões) laboratoriais	6
II.2	Técnicas de avaliação de aulas laboratoriais	6
II.2.1	Testes escritos	8
II.2.2	Relatórios	9
II.2.3	Entrevistas	10
II.3	Inserção do trabalho à revisão bibliográfica	10
III.	MÉTODOS E PROCEDIMENTOS DE INVESTIGAÇÃO EXPERIMENTAL	12
III.1	Introdução	12
III.2	Investigação experimental	12
III.2.1	Desenho experimental	15
III.3	Instrumento de medição	16
III.4	Possível tratamento estatístico	16
III.5	Implicações bibliográficas para o estudo	17
IV.	TRABALHO EXPERIMENTAL	18
IV.1	Introdução	18
IV.2	Amostra	20
IV.3	Instrumento de medição	20
IV.4	Desenho experimental	24
IV.5	Procedimento	25

V.	RESULTADOS, CONCLUSÕES E DISCUSSÃO	27
V.1	Resultados	27
V.2	Discussão	30
V.2.1	Discussão ao nível de algumas perguntas do instrumento de medição	30
V.2.2	Discussão ao nível dos resultados do estudo	33
V.3	Conclusões	34
VI.	BIBLIOGRAFIA	36
VII.	ANEXOS	39

Índice de figuras e tabelas

Figura 1	Fontes de variáveis estranhas num desenho experimental	13
Figura 2	Sequência de tratamento num desenho experimental para 2 grupos	15
Tabela 1	Características das técnicas de avaliação comuns	8
Tabela 2	Desenho experimental	24
Tabela 3	Análise dos resultados do pré-teste	28
Tabela 4	Análise dos resultados do pós-teste	30

Glossário de símbolos e abreviaturas

ANCOVA	Análise de covariância
BUSCEP	Basic University Science Course Experimental Project
df	graus de liberdade
DP	poder de discriminação
GA	grau de acessibilidade
H_0	hipótese nula
k	número de perguntas do instrumento de medição
n	tamanho da amostra
n_1	tamanho do grupo experimental
n_2	tamanho do grupo de controle
r	coeficiente de consistência interna do instrumento de medição
s	desvio padrão
t^*	parâmetro estatístico de <i>t</i> -student calculado
<i>t</i>	parâmetro estatístico de <i>t</i> -student tabelado
UEM	Universidade Eduardo Mondlane
\bar{x}	média aritmética
X_i	resultados do pós-teste para o grupo experimental e de controle, dependendo dos casos

I. INTRODUÇÃO

I.1 Basic University Science Course Experimental Project (BUSCEP)

O projecto BUSCEP foi criado na Universidade Eduardo Mondlane (UEM) em 1986.

O BUSCEP é um projecto que decorre num semestre (Agosto - Dezembro) e que serve como ponte de ligação entre as Escolas Secundárias e a UEM. Este curso tem como objectivo primário a recuperação de certos conceitos básicos, como forma de minimizar as dificuldades que os estudantes experimentam, nos primeiros anos de estudos na UEM.

A criação do BUSCEP em Moçambique teve como fonte de inspiração experiências similares que vinham sendo realizadas em países como África do Sul, Botswana, Lesotho e Suazilândia. Estas alternativas visam garantir uma transição menos violenta aos estudantes que concluíram os seus estudos secundários e ingressam nas universidades.

O curso BUSCEP tem como objectivos fundamentais:

- a) garantir uma maior compreensão e assimilação de matérias que se prevê que os candidatos à UEM dominem;
- b) dar mais ênfase ao desenvolvimento de capacidades e habilidades do que aos conteúdos
- c) salientar o carácter experimental. Este carácter experimental é basicamente realçado pelo simples facto de os estudantes se encararem com dados palpáveis a serem discutidos e a serem analisados. Esta situação leva os estudantes a uma situação bastante diferente da encarada nas Escolas Secundárias.

O curso BUSCEP está capacitado a receber estudantes em número máximo de 550, os quais são seleccionados mediante os sistemas vigentes de admissão de candidatos à UEM. Os estudantes admitidos a UEM são submetidos ao BUSCEP e são candidatos aos cursos de Engenharias (civil, electrotécnica, mecânica e química), Ciências (biológicas, físicas, geológicas e químicas) e Agronomia.

Num semestre (duração do BUSCEP) não é possível cobrir todos os tópicos nas várias disciplinas que requeiram remediação. Assim, os estudantes são expostos a uma filosofia de ensino que advoga a aprendizagem de conceitos, habilidades e processos que no futuro terão um reflexo positivo.

Concretamente na disciplina de química, os estudantes eram expostos semanalmente a aulas teóricas com uma duração de dois tempos, aulas práticas também com uma duração de dois tempos e aulas laboratoriais com uma duração de três tempos. O termo tempo refere-se a 50 minutos de aula.

As aulas laboratoriais de cada semana estavam intimamente relacionadas com os conceitos abordados ou ainda por abordar nas aulas teóricas e práticas dessa mesma semana. Estas aulas laboratoriais estavam viradas essencialmente para a ilustração e consolidação de conceitos, e a interpretação de fenómenos químicos - ilustrando o carácter experimental da química - e, duma forma não incidente, no ganho de habilidades manipulativas .

No âmbito da recuperação de conceitos básicos, a execução das aulas laboratoriais focalizava especialmente alguns conceitos teóricos que deviam constituir a base para os futuros estudos na disciplina subsequente, mas sempre em aproximação com o contexto experimental.

L2 Objectivos do trabalho

A principal idéia da disciplina de química no BUSCEP é a de induzir os estudantes a relacionarem a teoria com as experiências fazendo-os notar o carácter experimental da química. Porque não se sabe o suficiente acerca do impacto do sistema de avaliar as aulas laboratoriais na compreensão de alguns conceitos ministrados nessas aulas pelos professores do BUSCEP, surge o presente trabalho.

A tradição predominante de investigação no ensino das aulas laboratoriais tem sido uma comparação directa entre os métodos de ensino para visualizar qual dos métodos é o melhor.

Esta forma de investigação pode ser usada para comparar duas estratégias de avaliação, e, raras vezes para comparar os métodos de sínteses químicas ou outras técnicas de se obter resultados quantitativos que de algum modo estejam relacionados com o grau de exactidão e sensibilidade (Boud et al. 1986).

Na maior parte das vezes as aulas laboratoriais de química são avaliadas por relatórios. Mas no BUSCEP as aulas laboratoriais são avaliadas por mini-testes do tipo escolha múltipla.

Assim, surge a pergunta de qual será o impacto dessa forma de avaliar comparado com o impacto de avaliação por relatórios (o modelo clássico).

Assim, para o presente trabalho foi preconizado o seguinte objectivo:

* estudo do impacto de dois métodos de avaliar (relatórios e mini-testes de múltipla escolha) na compreensão de alguns conceitos básicos escolhidos;

que cobre:

- o estudo de tipos de aulas laboratoriais e suas formas de avaliação;
- a comparação dos dois métodos de avaliação de aulas laboratoriais;

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

II.1 Ensino de aulas laboratoriais

Nas ciências químicas, uma aula laboratorial considera-se uma actividade obrigatória mas com diversos pontos de vista. Segundo Lehman (1989), a actividade laboratorial ajuda os estudantes a aprender os conceitos e princípios e reforça a capacidade de percepção de conceitos abstractos. Segundo Boud *et al.* (1986), a actividade laboratorial é assumida como sendo necessariamente importante, ela é assumida como parte fundamental da ciência justificando-se esta actividade pela sua contribuição no desenvolvimento da ciência.

A prática de aulas laboratoriais não é de fácil implementação, mas esta constitui a componente vital de muitos cursos de ciências naturais desde que se tenha uma visão clara do propósito.

Ainda que se reconheça o mérito dos laboratórios em ilustrar o material teórico e em ilustrar aos estudantes fenómenos científicos com experiências directas, a meta de treiná-los a serem hábeis de executar uma investigação experimental é talvez a mais importante. Mas, a forma assumida no ensino da actividade laboratorial é que é mais importante. Por exemplo, o ensino da actividade laboratorial baseado no seguimento de instruções que constam nos respectivos guias, equipamentos necessários, dados por recolher e questões por responder não treina os estudantes a pensar porque somente seguir instruções, não é cientificamente educativo (Tinneland & Chan 1987).

Então, pode-se afirmar que os laboratórios são um lugar no qual se desenvolvem não somente as habilidades mas também as atitudes para uma investigação científica.

No ensino de aulas laboratoriais há que destacar três factores a ter em consideração, a saber:

- a) o laboratório é um lugar onde uma pessoa ou um grupo de pessoas se engaja ou se engajam em empreendimentos humanos de exame e explicação de fenómenos materiais;
- b) o laboratório proporciona uma oportunidade para aprender caminhos sistemáticos

generalizados de resolver os problemas;

- c) os resultados laboratoriais devem ser os mais compreensíveis do ponto de vista científico, incluindo não só o ordenamento das suas interpretações, mas também a natureza das suas teorias e modelos.

Um dos alvos mais importantes a atingir nas práticas laboratoriais é a investigação científica. Se os laboratórios são um importante lugar onde se geram conhecimentos, e se os estudantes estão para ganhar uma apreciação destes processos e desenvolver habilidades então, uma investigação científica deve ser realizada num laboratório baseado na aprendizagem. Algumas actividades experimentais podem ter lugar em outros lugares, mas é no laboratório onde estas são todas postas em conjunto (Boud et al. 1986). Neste contexto, quando se refere ao processo de investigação científica, nomeadamente a observação e a medição está-se claramente querendo mencionar a:

- a) observação dos objectos e fenómenos;
- b) descrição das observações usando uma linguagem apropriada;
- c) selecção de um instrumento apropriado para a medição.

Se bem que é possível exercer alguns destes objectivos em lugar que não seja o laboratório, grande cuidado na observância dos objectivos citados anteriormente deve ser considerado.

Se no laboratório os estudantes estão somente expostos a problemas cuja solução envolve uma aplicação directa de um certo conhecimento, eles podem facilmente não perceber que a resolução de um problema numa situação científica real passa pela capacidade de identificar o problema e traduzí-lo por forma a ser receptivo para a aplicação de conhecimentos técnicos particulares (Boud et al. 1986).

II.1.1 *Elaboração de manuais (guiões) laboratoriais*

Diferentes estratégias instrucionais têm sido desenvolvidas ou no mínimo sugeridas para o ensino de aulas laboratoriais. Infelizmente, foram desenvolvidas muito poucas tentativas para avaliar de um modo científico a eficácia de um método instrucional (Janiuk 1993).

O fim de uma aula laboratorial é quase sempre a avaliação do que foi alcançado (Boud *et al.* 1986). É uma clara articulação do objectivo do trabalho e do tipo de trabalho laboratorial na qual a avaliação é baseada.

Sleet (1993) sugere que embora a arte de ensinar a prática de aulas laboratoriais seja útil no treinamento para ganho de habilidades manipulativas, intelectuais e técnicas não é eficaz para a compreensão de alguns conceitos. Estes sim, podem, até certo ponto, serem compreendidos mediante a tradição seguida na elaboração de manuais (guiões) laboratoriais.

Na maioria dos casos os manuais laboratoriais são de difícil utilização porque os estudantes não conseguem separar o essencial do não importante. Quando um estudante estiver a realizar uma experiência laboratorial, tem de ter lugar um certo processo mental. O estudante deve converter as instruções laboratoriais do manual num procedimento manipulativo, o algoritmo (Pickering 1987).

II.2 *Técnicas de avaliação de aulas laboratoriais*

A avaliação das aulas laboratoriais pode incluir várias possibilidades. A forma apropriada de avaliá-las depende do tipo de aula laboratorial, do objectivo e do nível. Em geral podem-se distinguir três tipos de aulas laboratoriais (Meichtry 1992, Dobbelaere *et al.* 1996):

- a) Aula laboratorial do tipo investigação científica;
numa aula laboratorial do tipo investigação científica, o estudante encarará problemas práticos em aberto. Neste tipo de aulas laboratoriais o estudante deve mostrar uma certa habilidade no manejo de instrumentos laboratoriais e deve dominar os conceitos mais

relevantes relacionados com a aula. Neste caso a avaliação pode-se basear num relatório associado a uma defesa oral.

- b) Aula que mede a perícia na manipulação laboratorial;
o objectivo principal numa aula laboratorial de perícia é a mera manipulação dos instrumentos. Neste caso a avaliação centra-se mais no controle da execução adequada pelo estudante. Normalmente, a avaliação precisa duma observação atenta das operações do estudante pelo instrutor durante o manejo dos instrumentos e materiais laboratoriais, em plena sessão ou actividade laboratorial. Este tipo de aulas tem como grande desvantagem o número relativamente elevado de estudantes que um único docente deve controlar. Para minimizar este efeito dá-se um certo peso, na avaliação, aos desvios entre os valores obtidos pelos estudantes e os valores esperados, como uma forma indirecta de avaliação da perícia dos estudantes.
- c) Aula laboratorial de solidificação de conceitos.
Numa aula laboratorial de solidificação de conceitos, o estudante encara uma experiência bem descrita e que se relaciona directamente com os conceitos básicos da teoria. Portanto, a avaliação vai, em parte, medir o domínio de conceitos teóricos.

Ophardt (1978) e Boud et al. (1986) consideram que a prática de aulas laboratoriais tem o seu potencial em ensinar habilidades manipulativas e enriquecer o manejo de instrumentos envolvidos e adequar a introdução de estudantes a conceitos abstractos

Como avaliar os resultados de estudantes nas aulas laboratoriais?

Tendo já sido escolhido o propósito da avaliação, quer dizer a finalidade da avaliação, e o que será avaliado (a matéria adequada para a avaliação), o ponto seguinte é a escolha da respectiva técnica de avaliação.

Embora se apresentem muitos atributos em cada técnica de avaliação, veja a tabela 1 (Boud et al. 1986) é evidente que nem todas as técnicas são adequadas para uma avaliação correcta (que mede exactamente o que se pretende). É aparentemente fácil avaliar as habilidades de se

expressar, de calcular ou de recolher os resultados experimentais mas a habilidade de planear uma investigação ou a atitude do estudante perante o trabalho laboratorial é bastante difícil de avaliar. É também óbvio que não há uma técnica simples para a avaliação de todos os resultados desejados.

Um teste escrito possui, na maioria das vezes, um elevado grau de confiabilidade (que mede o que se pretende com o mínimo erro possível), isto porque, muitas vezes, um teste escrito pode exigir uma resposta não ambígua por questão colocada. Os testes do tipo múltipla escolha, por exemplo, têm a potencialidade de atingir um elevado grau de confiabilidade se bem elaborados (Boud *et al.* 1986).

Tabela 1. Características das técnicas de avaliação comuns

Resultados	Relatórios	Testes escritos	Testes de prática	Entrevistas
Compreensão	sim	sim		sim
Interpretação	sim	sim		sim
Observação e medição	sim	sim	sim	
Habilidades manuais			sim	

Os testes escritos e sobretudo os relatórios têm uma alta validade porque são actividades similares às executadas pelos cientistas nos seus trabalhos normais. O outro aspecto da validade é a extensão na qual o procedimento da avaliação mede os resultados pretendidos. A habilidade de um estudante em manipular equipamentos laboratoriais somente pode ser avaliada por um teste de prática de acordo com a tabela 1, ou pela observação e avaliação durante a aula, da habilidade do estudante pelo instrutor (Boud *et al.* 1986).

II.2.1 Testes escritos

O teste escrito é a técnica de avaliação mais frequentemente usada de todas as técnicas de avaliação.

O teste escrito do tipo dissertação é muitas vezes usado numa forma não apropriada para testar a actividade laboratorial. Isto deve-se essencialmente ao facto de as perguntas do teste medirem alguns atributos que podem ser desenvolvidos independentemente do laboratório. Este último facto faz com que a técnica seja considerada inválida. Testar a compreensão e a interpretação de uma pergunta que pode vir a incluir cálculos, a análise de erros e outras técnicas de manipulação de dados é a característica fundamental do teste escrito do tipo dissertação.

Uma outra técnica de avaliação existente há bastantes anos e que parece ser de fácil elaboração é a de escolha múltipla. Esta forma de avaliar não explora na essência as habilidades de se explicar acerca de um dado assunto. Assim num teste do tipo escolha múltipla "falso verdadeiro", segundo Janiuk (1993), é possível que estudantes sem um conhecimento da matéria adquiram uma pontuação estatística de mais ou menos 50%. Esta pontuação pode não ocorrer se o teste for modificado por forma que os estudantes convertam as afirmações falsas em verdadeiras. Para tal não seria aceitável uma simples negação (Gendell 1987, Janiuk 1993).

Segundo Johnstone (1997), num teste de escolha múltipla, perde-se a revelação da percepção da matéria porque os estudantes têm possibilidades restritas de respostas. O que se usa como alternativas erradas de respostas é muitas vezes baseado nos erros que os estudantes possam cometer. Estes erros não coincidem necessariamente com os erros dos estudantes no momento actual. Contudo, um teste satisfatório com questões de escolha múltipla é de difícil construção. A maior dificuldade surge no facto de ter que se inventar, para cada pergunta componente do teste, um número adequado de alternativas erradas de respostas semelhantes a resposta correcta. A linguagem bem como a estruturação usadas na elaboração das perguntas, são algumas das componentes que influenciam de forma relevante a percepção do que pretende medir, usando este modelo de teste escrito (Cassels & Johnstone 1984, Sleet 1993, Lazonby *et al.* 1995).

II.2.2 Relatórios

O relatório é uma técnica muito usada para avaliar as aulas laboratoriais uma vez que contém a introdução, o procedimento experimental, os resultados e as discussões, conclusões e as



respectivas referências. A maior crítica de um relatório está no facto de este ser elaborado no do laboratório e, portanto, os resultados poderem ser copiados da literatura ou de colegas do curso, ou mesmo ajustá-los de maneira a serem aceitáveis. Portanto, um relatório não pode ser usado directamente para avaliar a maioria das habilidades necessárias para levar avante a actividade experimental.

Esta técnica pode ser contudo considerada educativa, pois ela é similar à actividade executada pelos cientistas nos seus trabalhos normais. Como forma de reduzir o efeito do aspecto criticado no parágrafo anterior, a sua avaliação é associada muitas vezes à defesa oral do trabalho.

II.2.3 Entrevistas

Entrevistar os estudantes pode ser uma das técnicas mais sensíveis usadas para avaliar a compreensão, pelos estudantes, daquilo que se estiver executando no laboratório. Este método pode por isso ser usado para avaliar os conhecimentos e a compreensão, a habilidade verbal, os vários aspectos de uma investigação científica bem como a interpretação dos resultados. Como método de avaliação tem alta validade porque é uma técnica frequentemente usada em situações da vida real, tais como: trabalhos de entrevistas, seminários e discussões de informações. Esta técnica não mede a habilidade manual de um estudante de forma a avançar com o exercício praticado e tem como desvantagem a morosidade na sua condução durante a aula laboratorial (Boud et al. 1986).

II.3 Inserção do trabalho à revisão bibliográfica

O propósito deste estudo era determinar o efeito da forma de avaliar as aulas laboratoriais (de química) relacionando-o com a percepção de conceitos químicos básicos previamente escolhidos. A literatura não clarifica se há ou não diferença entre estes métodos. Assim, a hipótese para este estudo é se os métodos de avaliar as aulas laboratoriais seguindo-se os modelos de mini-testes de escolha múltipla e relatórios causam diferenças significativas na percepção de conceitos químicos básicos escolhidos.

Ambos os métodos de tratamento (relatórios e mini-testes de múltipla escolha) têm uma validade na avaliação porque as aulas laboratoriais envolvidas no presente estudo eram do tipo de consolidação de conceitos. Por outro lado, os relatórios apresentam o problema de os estudantes recorrerem a literatura não intimamente relacionada com a experiência para interpretarem as observações experimentais. Assim, muitas vezes as conclusões não apresentam relação directa com os objectivos da experiência.

Por seu turno a preparação das respostas alternativas no mini-teste de múltipla escolha baseia-se em lacunas que os estudantes eventualmente possuem nessa matéria. Mas muitas vezes, estes mini-testes podem, em parte, não revelarem exactamente o grau actual de lacunas que os estudantes possuem nesse momento.

III. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS DE INVESTIGAÇÃO EXPERIMENTAL

III.1 Introdução

Em todas as técnicas de avaliação menciona-se directa ou indirectamente a componente "método experimental" que é o único meio que, de uma forma verdadeira testa as hipóteses referentes a relação causa-efeito. Este meio representa a aproximação mais válida para a solução de problemas em estudos do género, quer sejam práticos ou teóricos.

Em estudos desta natureza, tenta-se determinar 'quem obtém o quê', qual é o grupo que poderá obter este tratamento. Esta manipulação de variáveis independentes é a característica que diferencia todas as investigações experimentais dos métodos de investigação. A variável independente, também referida como variável experimental, causa ou tratamento é na essência o parâmetro que marca a diferença (Gay 1992).

III.2 Investigação experimental

Numa investigação experimental, a alegada "causa", a actividade ou a característica acreditada em marcar a diferença, é referida como variável independente. O "efeito" resultante do tratamento aplicado é denominado variável dependente. Estabelece-se uma relação causa-efeito.

Neste tipo de investigação (experimental) estão envolvidos dois grupos, um grupo experimental e um outro de controle. Ao grupo experimental é aplicado o novo tratamento, o tratamento sob investigação, enquanto o outro grupo, o de controle, recebe um tratamento tido como normal. Este grupo de controle é necessário para o propósito de comparação afim de se verificar se o novo tratamento administrado ao grupo experimental em relação ao tido como normal é ou não mais prático, ou ainda para verificar se existe alguma aproximação em termos de eficácia entre os dois métodos de tratamento. Os dois grupos a receberem tratamentos diferentes são igualados em todas as outras variáveis (especificidade de elementos, variáveis ambientais) que possam estar

relacionadas com a evolução da variável dependente. Deve-se certificar se os dois grupos são equivalentes em todas as variáveis excepto na variável independente (Gay 1992).

Os tipos de desenhos normalmente usados nos estudos experimentais são o desenho experimental, o desenho de variável singular (simples) e desenho factorial.

O desenho de variável singular consiste de uma variável independente (a que é manipulada).

O desenho factorial consiste, no mínimo, de duas variáveis independentes, sendo que pelo menos uma delas deve ser manipulada (Miller & Miller 1989, Gay 1992). A vantagem deste desenho é permitir a interacção entre as variáveis de que consiste o desenho. Assim, pode-se verificar a influência de interacções das variáveis nos resultados da experiência.

O desenho experimental, figura 1 (Gay 1992), apresenta um elevado grau de controle de variáveis estranhas em relação aos outros e é sempre o preferido.

Neste tipo de desenho, primeiramente deve-se identificar os factores que podem afectar os resultados da experiência. A etapa a seguir consiste em desenhar a experiência de tal modo que os efeitos dos factores não controlados sejam minimizados. Por último, deve-se usar técnicas estatísticas capazes de separar os efeitos dos vários factores envolvidos na experiência.

Fontes de variáveis estranhas								
Internas							Externas	
	História	Instrumentation	Teste	Regressão	Maturação	Atrição	PI	MI
Desenho experimental								
T ^{to}	+	+	+	+	+	+	-	(+)

Figura 1: fontes de variáveis estranhas num desenho experimental

Legenda:

+ factor controlado;

- factor não controlado;

(+) factor controlado mas não relevante;

PI interacção pelo tratamento no pré-teste; MI interferência pelo tratamento múltiplo; T^{to} tratamento

Nas fontes de variáveis estranhas internas há que destacar:

História

A história refere-se a ocorrência de algum evento que não seja parte do tratamento experimental mas que pode afectar o desempenho na variável dependente. Quanto mais longo for o estudo, mais provável é a história vir a ser um problema, tendo-se como exemplos os eventos correntes.

Teste

O teste refere-se a melhoria de resultados no pós-teste dum elemento que tenha feito parte do pré-teste.

Maturação

A maturação refere-se a mudanças físicas ou mentais que podem ocorrer num elemento do estudo num período de tempo. Estas mudanças podem afectar o desempenho do elemento na medição da variável dependente.

Especialmente em estudos longos o elemento pode-se tornar, por exemplo, velho, mais coordenado, desmotivado, angustiado.

Atrição

A atrição é mais provável de ocorrer num estudo longo. A atrição refere-se ao facto de alguns elementos retirarem-se do estudo e fazer com que a sua ausência tenha um efeito significativo nos resultados do estudo.

"Instrumentation"*

4509 R TESTE A "instrumentation" refere-se a falta de confiança no instrumento de medição. A "instrumentation" pode fazer com que a avaliação do desempenho dos elementos não seja válida. A "instrumentation" pode ocorrer de várias e diferentes formas: se se usarem dois testes diferentes para o pré-teste e pós-teste e estes testes não tiverem mesmo grau de dificuldade, a "instrumentation" pode ocorrer. Se o pós-teste for mais difícil, não mostrará a melhoria que eventualmente possa ter ocorrido, enquanto que se o pós-teste for menos difícil (mais acessível) pode indicar uma melhoria aparente.

* Optou-se por se deixar a palavra inglesa *instrumentation* devido a problemas de tradução.

III.2.1 *Desenho experimental*

Um desenho experimental controla a maior parte das fontes de validade interna e externa. Este tipo de desenho possui uma característica comum que nenhum outro tipo de desenho apresenta - a escolha aleatória de elementos para os grupos.

Idealmente, um elemento pode ser aleatoriamente seleccionado e, também, aleatoriamente designado para um grupo. Contudo, para qualificar um desenho como experimental, no mínimo, deve haver uma escolha casual. Nota-se, também, que este tipo de desenho apresenta um grupo de controle. A ambos os grupos, experimental e de controle, é lhes administrado um pré-teste da variável dependente.

Um dos grupo recebe um tratamento novo, ou não usual, e ambos os grupos são pós-testados segundo a figura 2 (Chiappetta & McBride 1980, Gay 1992). Os resultados do pós-teste de ambos os grupos são comparados para se determinar a eficácia do método.

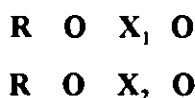


Figura 2: designação aleatória (R) de um elemento a ser pré-testado (O) e exposto a um dado tratamento (X₁ ou X₂) e finalmente pós-testado (O)

Num desenho experimental, a combinação da designação aleatória, a presença do pré-teste e o do grupo de controle serve para controlar todas as fontes de invalidez interna.

O único fracasso com este tipo de desenho é a possível interação entre o pré-teste e o tratamento, o que pode fazer com que os resultados somente sejam generalizáveis para outros grupos pré-testados. Contudo, o fracasso depende de factores como a natureza do pré-teste, a natureza do tratamento e o período de tempo que o estudo leva (Gay 1992).

III.3 Instrumento de medição

Como instrumento de medição para a presente forma de investigação, pode-se recorrer a um teste (pós-teste) que abarque os conceitos a serem ministrados nas aulas teóricas, práticas e laboratoriais durante o período no qual o estudo irá se prolongar. O pós-teste é administrado a ambos os grupos, experimental e de controle, por forma a recolher dados que nos possam permitir testar a(s) hipótese(s) do estudo. Para além desta forma de recolha de dados pode-se, também, recorrer a entrevistas (Cervellati *et al.* 1982, Boud *et al.* 1986, Gay 1992)

III.4 Possível tratamento estatístico

O modo mais usualmente recomendado, consiste em comparar os resultados do pós-teste dos dois grupos. O pré-teste é usado para verificar se os dois grupos são iguais em relação a variável dependente. Se forem, as médias dos resultados do pós-teste podem ser directamente comparadas, usando o *t*-test. Se não forem (a escolha aleatória não garante sempre a formação de grupos iguais) os resultados do pós-teste podem ser avaliados usando a análise de covariância, ANCOVA, (Gay 1992, Janiuk 1993).

Também pode-se usar o poder de discriminação (DP) de uma pergunta que é um indicador de como a pergunta discrimina entre os estudantes com pontuações "alta" e "baixa" de uma forma significativa. Esta grandeza varia no intervalo de [-1, 1]. O valor de -1 é atingido se todos os "maus" estudantes acertarem uma dada pergunta e todos os "melhores" estudantes errarem enquanto que o valor de +1 é o resultado do caso contrário.

Usando o poder de discriminação pode-se classificar as perguntas como se segue: perguntas com um poder discriminante maior que 0,40 - excelentes, perguntas com um poder discriminante entre 0,20 e 0,39 - boas perguntas e perguntas com um poder discriminante menor que 0,19 - perguntas duvidosas (Boud *et al.* 1986).

Um DP de 0,47 para uma pergunta, por exemplo, significa que o número de respostas certas para os "melhores" estudantes em relação ao número de respostas certas para os "maus" estudantes é superior em 47%

III.5 Implicações bibliográficas para o estudo

Depois da revisão bibliográfica, recomenda-se:

- a identificação do tipo de aulas laboratoriais a estudar e, portanto, os seus objectivos;
- a escolha do melhor método de as avaliar sempre em conexão com os objectivos da aula;
- a escolha do tipo de desenho;
- dependendo do tipo de desenho escolhido, decidir-se a forma de selecção da amostra - a selecção aleatória é mais eficaz na formação de grupos equivalentes em todas as variáveis.
- a selecção de uma forma adequada de instrumento de medição e um período para o estudo;

IV. TRABALHO EXPERIMENTAL

IV. 1 Introdução

As aulas laboratoriais de química leccionadas no BUSCEP são do carácter de consolidação de conceitos básicos que permitem uma ligação directa com a teoria.

Porque era possível a escolha aleatória de elementos para o estudo, recorreu-se ao desenho experimental (fig. 2, pág. 15).

A revisão bibliográfica feita para o estudo, não clarifica qual é o impacto da avaliação das aulas laboratoriais do tipo de consolidação de conceitos por mini-testes de tipo escolha múltipla e por relatórios. Assim não se sabe se os métodos em estudo *diferem* ou não em termos de uma avaliação correcta.

No presente trabalho tem-se um estudo experimental que é guiado por uma hipótese que relaciona duas variáveis, nomeadamente o tratamento (relatórios e mini-testes de escolha múltipla) como variável independente e os resultados do pós-teste como variável dependente.

Resumindo, a situação concreta é a seguinte:

As aulas laboratoriais de química no BUSCEP são do tipo de solidificação de conceitos.

A maior parte dos estudantes no nível do BUSCEP não teve anteriormente nenhuma experiência laboratorial. As aulas laboratoriais no BUSCEP não são especificamente para o ganho de habilidades manipulativas. O maior objectivo dessas aulas é fazer com que os estudantes aprendam a relacionar as experiências com a teoria. Como consequência, a avaliação dessas aulas laboratoriais vai, em parte, medir o entendimento de conceitos teóricos.

Normalmente as aulas laboratoriais são avaliadas por relatórios. A pergunta que se coloca é se também é possível avaliar este tipo de aulas laboratoriais por mini-testes de múltipla escolha. Esta última é uma técnica não comum para a avaliação de aulas laboratoriais.

Para o efeito, foram formados de forma aleatória dois grupos. Estes grupos eram constituídos por estudantes de todos os cursos que frequentam o BUSCEP (veja a página 1). Num grupo as aulas laboratoriais eram avaliadas por relatórios e no outro grupo as aulas laboratoriais eram avaliadas por mini-testes do tipo múltipla escolha. Esta diferença era a única variável independente no desenho-experimental.

A finalidade deste tratamento era verificar se há diferença entre os grupos na percepção de alguns conceitos básicos.

Neste trabalho não se estava a investigar a influência das aulas laboratoriais na compreensão de alguns conceitos básicos, nem o ganho de habilidades na manipulação de instrumentos laboratoriais.

Estava-se a investigar até que grau a avaliação de aulas laboratoriais segundo relatórios e mini-testes de múltipla escolha reflecte a adequabilidade do processo de aprendizagem na compreensão de alguns conceitos básicos pelos estudantes.

Por consequência, o instrumento de medição (Anexo A-1) não continha apenas perguntas meramente do laboratório mas também continha perguntas de conceitos teóricos gerais.

Os manuais seguidos para a consecução dos trabalhos laboratoriais, ora em estudo, não eram enormes, em termos volumosos (2 - 4 páginas), pelo facto de as introduções teóricas correspondentes a cada aula laboratorial serem referenciadas ao manual teórico. A página inicial era dedicada à descrição do material e ou instrumentos a serem usados nessa aula, bem como os reagentes, especificando-se as respectivas concentrações (esses reagentes já estavam preparados e a disposição dos estudantes no laboratório).

A página final era dedicada a um pequeno questionário para a consolidação de alguns aspectos, como interpretações e observações intimamente relacionadas com a aula. Este questionário estava estruturado por forma a obedecer a sequência da respectiva aula laboratorial. As instruções laboratoriais estavam detalhadas em frases curtas e concisas com uma linguagem cuidadosamente seleccionada.

As instruções laboratoriais do referido manual estavam enumeradas sequencialmente de acordo

com as etapas. Os manuais em referência clarificavam o que era preliminar, periférico ou preparatório. As notas das precauções a serem tomadas ao longo da aula eram especificadas onde estas fossem relevantes, e não no início ou no fim das instruções.

As aulas laboratoriais eram executadas após uma breve introdução, nas aulas teóricas e ou práticas, acerca do princípio científico do conceito.

Para dar uma imagem deste tipo de aulas laboratoriais, ilustra-se no anexo A-6 um exemplo de uma aula laboratorial executada durante o estudo.

IV.2 Amostra

A amostra para este estudo foi seleccionada aleatoriamente numa população total de 327 estudantes (que tinha a química como uma das disciplinas). Deste total, 260 eram novos ingressos à UEM e 67 eram repetentes do BUSCEP.

A população era multicultural, reflectindo diversos grupos provenientes dos diferentes pontos do país.

Do total de 327 estudantes, 108 foram seleccionados aleatoriamente (usando tabelas de números aleatórios) e casualmente escolhidos para formarem dois grupos, um experimental e outro de controle, com 54 estudantes cada.

A amostra envolvia estudantes com idades compreendidas entre os 18 e 22 anos. Do total da amostra (108 estudantes), 25 % eram raparigas das quais 14 % no grupo de controle e 11 % no grupo experimental.

IV.3 Instrumento de medição

Um teste abarcando conceitos básicos previamente escolhidos (conceito de mole, estequiometria, solubilidade e soluções) foi usado como instrumento de medição. Algumas questões salientavam conjugações destes conceitos e, nestes casos, homogenizava-se, quer dizer harmonizava-se os

conceitos em causa.

O teste consistia em 30 perguntas do tipo escolha múltipla. Cada pergunta continha quatro respostas das quais somente uma era correcta.

A extensão do teste (30 perguntas) justifica-se porque queria se garantir que a maioria dos conceitos básicos escolhidos fossem avaliados. Por outro lado tentou-se conjugar a extensão com a duração do teste que devia ser de duas horas, por forma a suavizar a carga horária dos estudantes.

As perguntas do teste estavam assim distribuídas: quatro que tratavam de soluções; três que abordavam a concentração de um gás; quatro que versavam sobre a lei de Avogadro (mole); três que se referiam à concentração; seis que se dedicavam às diluições; duas que estavam relacionadas à molaridade; duas sobre o mole e seis que incidiam na estequiometria.

Este tipo de teste pode ser usado como instrumento de medição na compreensão dos conceitos escolhidos para o estudo desde que se tenha um cuidado na sua elaboração (Chiappeta & McBride 1980, Cervellati *et al.* 1982, Lehman 1989, Fraser *et al.* 1993, Krishnan 1994 e Dobbelaere *et al.* 1996).

Para o estudo escolheu-se este tipo de instrumento de medição porque os testes de tipo de escolha múltipla são adequados, em termos práticos, para o BUSCEP.

As questões do teste eram directas, não complicadas e escritas numa linguagem simples.

O instrumento foi elaborado recorrendo as obras Duncan & Johnstone (1973), Novick & Menis (1976), Fleming (1984), Krishnan (1994), Ebenezer & Gaskell (1995), Dobbelaere & Reiding (1997).

O teste mostrou um coeficiente de consistência interna (r) de 0,75, para o pós-teste, que é aceitável para este tipo de estudo. O coeficiente r foi calculado a partir da fórmula de Kuder-Richardson-21 de acordo com a equação iv.1. A aplicação desta fórmula dá uma estimativa modesta do coeficiente de confiabilidade do teste. Considera-se um teste aceitável se o valor de r for igual ou superior a 0,60 (Gay 1992).

$$r = \frac{k(s^2) - \bar{x}(k - \bar{x})}{(s^2)(k-1)} \quad (iv.1)$$

onde:

s - é o desvio padrão (calculado a partir dos resultados do pós-teste do anexo A-2)

k - é o número de perguntas do teste

\bar{x} - é a média aritmética (calculado a partir dos resultados do pós-teste do anexo A-2)

Substituindo os valores correspondentes à equação iv.1, tem-se:

$$r = \frac{30(5,23^2) - 16,57(30 - 16,57)}{(5,23^2)(30-1)} = 0,75$$

O desvio padrão foi calculado pela fórmula

$$s = \sqrt{\frac{\sum_i (X_i^2) - \frac{(\sum_i X_i)^2}{n}}{n-1}} \quad (iv.1a)$$

X_i são os resultados do pós-teste (para os dois grupos) no anexo A-2 e n o tamanho da amostra (96 para o pós-teste).

A qualidade de cada pergunta do teste foi estabelecida pelo poder de discriminação, DP, (equação iv.2) e pelo grau de acessibilidade, GA, (equação iv.3) de acordo com anexo A-3.

As perguntas do teste eram boas para o estudo porque 90% mostram um DP maior que 0,20 e 60% com um DP maior que 0,40.

O DP global (média aritmética dos DP's) era de 0,44 e o GA global (média aritmética dos GA's) era de 56.

O poder de discriminação foi calculado a partir das diferenças entre os GA's das perguntas para os primeiros 20 estudantes com maior número de respostas certas (pontuação "alta") e os primeiros 20 estudantes com menor número de respostas certas (pontuação "baixa") (Duncan & Johnstone 1973).

$$DP = \frac{GA_{\text{pontuação alta (20)}} - GA_{\text{pontuação baixa (20)}}}{100} \quad (iv.2)$$

e

$$GA = \frac{\text{número de estudantes com resposta certa}}{\text{número total de estudantes}} 100 \quad (iv.3)$$

Os valores de GA's para os estudantes com pontuações "alta" e "baixa" que foram usados para o cálculo do DP's para as perguntas do pós-teste estão no anexo A-5.

IV.4 Desenho experimental

O desenho aplicado neste estudo foi do tipo pré-teste e pós-teste para os dois grupos (experimental e de controle) de acordo com a tabela 2. Este desenho foi escolhido porque tanto a escolha aleatória de elementos como a formação de grupos era possível. Também escolheu-se esse desenho devido ao seu maior controle das variáveis estranhas à experiência (figura 1, pág. 13).

Tabela 2. Desenho experimental

Grupo	Escolha	n	Pré-teste	Tratamento	Pós-teste
Controle	Aleatória	54	Teste	Mini-testes	Teste
Experimental	Aleatória	54	Teste	Relatórios	Teste

A combinação da escolha aleatória dos elementos e o grupo de controle serviu para eliminar a maioria das fontes de variáveis estranhas para a experiência.

Por exemplo, algumas das variáveis estranhas para o estudo poderiam ser a proveniência do aluno, a experiência profissional do professor que leccionava as aulas, a inteligência de cada elemento envolvido no estudo. Mas esta última variável garante-se com uma certa margem de confiança uma vez que os alunos (também designados de forma indistinta por elementos) constituintes dos grupos, escolhidos de forma aleatória, beneficiavam-se dos mesmos manuais teóricos, laboratoriais e livros.

IV.5 Procedimento

No início do ano lectivo 97/98, após a formação das turmas, foram escolhidos aleatoriamente 108 estudantes dos 327 estudantes. Estes estudantes (327) são os que tinham aulas de química e estavam distribuídos em 15 turmas. Os estudantes seleccionados para o estudo foram divididos ao acaso em dois grupos de 54 estudantes cada. Em cada uma das 15 turmas, escolhia-se em média 7 estudantes.

A selecção aleatória visava evitar as diferenças entre as turmas, os professores e também para garantir uma maior representatividade da amostra.

Um dos grupos foi escolhido como grupo de controle. A este grupo coube a avaliação das aulas laboratoriais segundo o modelo mini-testes do tipo escolha múltipla. Por consequência o outro grupo foi designado de grupo experimental sendo a avaliação de aulas laboratoriais baseada em relatórios.

A base para a escolha prévia de conceitos básicos para o estudo era o programa que vinha sendo cumprido nos anos anteriores. Portanto, escolheram-se os conceitos que caíam dentro das primeiras 8 semanas de aulas sem desfazer a programação.

Decorrida uma semana de aulas, após o início do curso BUSCEP, foi administrado o instrumento de medição, o teste. A primeira etapa, o pré-teste, separava-se da segunda etapa, o pós-teste, por

um período de dois meses.

Na oitava semana de aulas, tornou-se a administrar o mesmo teste, depois de todos os conceitos escolhidos para o estudo e contidos no teste terem sido abordados durante as lições.

Em cada etapa o teste foi realizado em duas sessões (manhã e tarde) com uma duração de duas horas para cada sessão.

Durante estes dois meses de estudo, nas aulas laboratoriais os estudantes do grupo experimental trabalhavam em pares e o relatório era único para cada par. Na formação do par, dependendo do número de estudantes seleccionados para o grupo experimental em cada turma, a escolha era livre.

Por forma a garantir a não existência de diferenças nesses grupos de estudantes quanto ao tratamento, o grupo de química tinha reuniões de implementação do programa.

Os estudantes elaboravam os relatórios orientando-se por um modelo. Os relatórios dos estudantes focalizavam-se basicamente nas observações, interpretações das observações (guiando-se pelo questionário do manual laboratorial) e na formulação das conclusões.

O número de estudantes que participou no pré-teste foi de 108 no total. Alguns estudantes faltaram ao pós-teste tendo feito apenas 96 estudantes.

V. RESULTADOS, CONCLUSÕES E DISCUSSÃO

O propósito deste estudo era determinar o impacto da forma de avaliar as aulas laboratoriais (de química) relacionando-o com a percepção de conceitos químicos básicos previamente escolhidos para o estudo.

A hipótese para este estudo é se os métodos de avaliar as aulas laboratoriais seguindo-se os modelos de mini-testes de escolha múltipla e relatórios causam diferenças significativas na percepção de conceitos químicos básicos escolhidos.

O estudo consistia em administrar o mesmo teste em duas etapas, pré- e pós-teste. Este teste serviu como instrumento de medição, para verificar qual o impacto dos métodos de avaliação das aulas laboratoriais de química do tipo de consolidação de conceitos.

V.1 Resultados

Os resultados do estudo estão nas tabelas do anexo A-2.

Análise dos resultados

Com base nos resultados do pré-teste (tabelas A-2.1 e A-2.2 de acordo com anexo A-2) fez-se uma análise estatística para verificar se os grupos diferiam significativamente ou não um do outro.

Para o efeito usou-se o teste de significância *t*-student para uma análise bilateral com probabilidade de 5%.

A - Comparação dos resultados do pré-teste

A hipótese nula (H_0): *não há diferenças significativas quanto à constituição inicial dos grupos no que concerne aos resultados do teste.*

A tabela 3 apresenta os resultados da análise estatística dos dados do pré-teste.

Tabela 3. Análise dos resultados do pré-teste

Grupo	n	\bar{x}	s	$t = 1,980$
Controle	54	11,56	4,18	$t^* = 0,516$
Experimental	54	12,00	3,87	df = 106

Legenda:

n é o tamanho da amostra;

\bar{x} é a média aritmética do número das respostas certas da amostra;

s é o desvio padrão;

t e t^* são os valores de t-student, respectivamente, crítico e calculado;

df é o número de graus de liberdade.

O valor crítico t foi obtido das tabelas de distribuição de t para 120 graus de liberdade uma vez que estas tabelas não contêm o respectivo valor para 106 graus de liberdade. Por outro lado o número 106 é o próximo de 120 nas referidas tabelas. Para uma análise bilateral, com uma probabilidade de 5% em 120 graus de liberdade, o valor crítico de t é de 1,980.

O valor calculado $t^* = 0,516$ é menor que o valor crítico (1,980) então a hipótese nula é *retida*.

O valor calculado de t^* foi obtido da expressão:

$$t^* = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\left[\left(\frac{SS_1 + SS_2}{n_1 + n_2 - 2} \right) \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) \right]^{\frac{1}{2}}} \quad (v.1)$$

onde

$$ss_1 = \sum_i X_i^2 - \frac{(\sum_i X_i)^2}{n_1} \quad e \quad ss_2 = \sum_i X_i^2 - \frac{(\sum_i X_i)^2}{n_2} \quad (v.2)$$

sendo:

X_i os resultados do pós-teste para o grupo experimental (em ss_1) e para o grupo de controle (em ss_2).

n_1 e n_2 o tamanho do grupo experimental e de controle no pós-teste respectivamente.

\bar{x}_1 e \bar{x}_2 as médias aritméticas respectivamente para o grupo experimental e de controle.

ss_1 e ss_2 grandezas sem sentido físico, introduzidas por forma a reduzir o tamanho da equação v.1

Conclusão: a escolha aleatória de elementos para os grupos garantiu que não existissem diferenças significativas na constituição inicial dos grupos no que respeita ao conteúdo do teste.

B - Comparação dos resultados do pós-teste

A análise estatística dos resultados do pós-teste (tabelas A-2.1 e A-2.2 de acordo com anexo A-2) foi feita usando o teste de significância *t*-student uma vez constatado que os grupos não eram significativamente diferentes no pré-teste. Portanto, não houve necessidade de se usar a ANCOVA para a análise dos resultados do pós-teste.

Para esta comparação tinha-se como hipótese nula (H_0):

As duas formas de avaliar as aulas laboratoriais não introduzem diferenças significativas na percepção de conceitos químicos básicos que constam no curriculum do BUSCEP.

A tabela 4 ilustra os resultados desta análise estatística. Na mesma tabela observa-se que o valor de n diminuiu de pré-teste para o pós-teste devido ao facto de alguns elementos não terem aparecido ao pós-teste.

Para uma análise bilateral, com uma probabilidade de 5% em 120 graus de liberdade, o valor crítico de t é 1,980. Mais uma vez, pelo facto de 94 não constar nas tabelas de t e por estar próximo de 120, optou-se por tabelar o valor correspondente a 120 graus de liberdade.

Tabela 4. Análise dos resultados do pós-teste

Grupo	n	\bar{x}	s	$t = 1,980$ $t^* = 0,364$ $df = 94$
Controle	48	16,38	5,71	
Experimental	48	16,77	4,75	

Legenda:

n é o tamanho da amostra;

\bar{x} é a média aritmética do número das respostas certas da amostra;

s é o desvio padrão;

t e t* são os valores de t-student, respectivamente, crítico e calculado;

df é o número de graus de liberdade.

Os resultados da tabela 4 sugerem que $t^* < t$ crítico, indicando não terem sido detectadas diferenças significativas nos resultados das aulas laboratoriais independentemente da forma de avaliar. Portanto, H_0 não é rejeitada.

Conclusão: os resultados das aulas laboratoriais de química, sugerem que, a percepção de conceitos químicos básicos que constam no curriculum do BUSCEP, é independente da forma de avaliá-las usando relatórios ou mini-testes de tipo escolha múltipla.

V. 2 Discussão

V.2.1 Discussão ao nível de algumas perguntas do instrumento de medição

Para o presente trabalho desenvolveu-se um instrumento de medição que é aceitável para o propósito preconizado para este estudo. O teste usado tinha um coeficiente de consistência interna (r) de 0,75, um grau de acessibilidade global de 56 e um poder de discriminação global de 0,44.

Ao nível das perguntas surgem alguns pontos de interesse para a sua análise.

Pergunta 2:

Tem-se 100 ml duma solução aquosa de HCl a 1,0 M (solução P) e 100 ml duma solução aquosa de HCl a 0,1 M (solução Q).

Afirmações acerca destas soluções:

I Solução P contém menos água do que solução Q;

II A maior parte de ambas as soluções P e Q é água.

A afirmação certa é:

- A I e II;
- B só I;
- C só II;
- D nem I, nem II.

De acordo com anexos A-3 e A-5 (GA = 15 e DP = 0,12 para o pós-teste) mostra-se que os estudantes escolheram, a maioria, a alternativa B. Isto pode-se dever ao facto de estes não imaginarem o HCl como soluto e, portanto, a maior parte dessas soluções ser água. Para já o enunciado referenciava que tratava-se de soluções aquosas.

Colocada a pergunta numa outra forma (pergunta 14):

Qual é a solução de HCl mais concentrada?

- A 500 ml 2M HCl
- B 100 ml 3M HCl
- C 300 ml 4M HCl
- D 200 ml 5M HCl

passa a ter os valores de GA = 61 e DP = 0,48. Estes resultados mostram que realmente a maioria dos estudantes pegou nos valores da concentração como dados necessários para responder a pergunta. Seria interessante se se perguntasse, na 14, qual a solução que contém menos água.

Pode-se verificar que as perguntas que exigem a aplicação directa das fórmulas como é o caso,

por exemplo, das perguntas 13, 22 e 23 tiveram valores elevados de GA e baixos valores de DP indicando uma pobre discriminação das perguntas.

A pergunta 15:

Qual é a solução que contém a maior quantidade de NaCl:

- A 500 ml 2 M NaCl
- B 100 ml 3 M NaCl
- C 300 ml 4 M NaCl
- D 200 ml 5 M NaCl

esta pergunta exige o cálculo de número de moles em cada caso e depois comparar os resultados. A maior parte dos estudantes acertou porque a pergunta tem valores de $GA = 77$ e $DP = 0,37$. A pergunta tentava explorar a lacuna existente nos estudantes de que quanto maior for o volume da solução, maior é o número de moles dissolvidos por unidade desse volume independente da massa inicial.

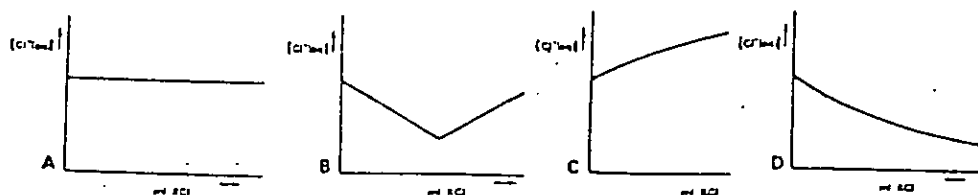
Mas colocada sob forma esquemática, embora um pouco diferente em 6, verifica-se uma queda do valor de GA para 50 um aumento de DP para 0,47. Isto pode-se dever ao facto de o conceito de concentração não estar claro para os estudantes como sendo o número relativo de partículas duma substância num determinado volume.

Estas últimas duas análises sugerem que os estudantes, raras vezes, criam um algoritmo para a resolução de um dado problema que não exija a aplicação directa da fórmula. Assim, exercícios que necessitam de uma análise profunda para a sua resolução registam baixos valores de GA e valores elevados de DP de uma forma geral, excepto alguns casos como é o da pergunta 2.

Um exemplo concreto é a pergunta 21:

Num tubo de ensaio com a solução de NaCl a 1,0 M, são adicionados gota a gota alguns mililitros de uma solução de KCl a 0,010 M. Faz-se um diagrama da $[Cl_{(aq)}]$ em relação ao volume da solução de KCl adicionado.

Qual é o diagrama correcto?



O comportamento de estudantes ao responder esta pergunta não era esperado tal como aconteceu. A falta de uma análise profunda levou a maioria dos estudantes a apostarem pela resposta "C" (veja anexo A-4). Assim pode-se dizer que não está claro para os estudantes que a aditividade de quantidades químicas (mole) não quer dizer a aditividade de quantidades químicas por unidade de volume (concentração molar).

Este tipo de comportamento fez com que do total dos estudantes, 16,6% tivesse um decréscimo ou invariância da pontuação de pré-teste para pós-teste. Deste grupo, a maioria (12,5%) teve uma pontuação menor ou igual a 50%.

Assim levanta-se a hipótese de isso dever-se a uma pobre selecção de candidatos à UEM.

Como forma de superar esta situação que ocorre no BUSCEP onde um dos objectivos é a remediação, seria a aplicação de testes com um elevado grau de dificuldade durante a admissão de candidatos à UEM.

V.2.2 Discussão ao nível dos resultados do estudo

Os resultados do estudo sugerem não haver diferenças significativas nos resultados das aulas laboratoriais de química independentemente da forma de avaliá-las recorrendo a relatórios ou mini-teste do tipo escolha múltipla. Este facto pode-se dever às diferenças entre o tratamento que eram relativamente mínimas.

A partir desses resultados verifica-se que se manteve sob controlo a maioria das variáveis que aparentemente eram fontes de variáveis estranhas para a validade da experiência. Isto porque o grau do desenvolvimento dos dois grupos foi praticamente o mesmo. Portanto, a proveniência do

elemento, a inteligência do elemento assim como a influência do docente foram variáveis que não afectaram os resultados do estudo.

A avaliação individual dos estudantes nas aulas laboratoriais por relatórios no BUSCEP era difícil. Isto porque o número de estudantes a realizar a mesma experiência laboratorial era elevado resultando em alguns estudantes copiarem os resultados dos outros.

Os relatórios desses estudantes eram difíceis de avaliar em termos de nota. Para se melhorar esta avaliação deveria-se recorrer à defesa oral do trabalho o que implicava uma carga horária elevada para os docentes.

Tomando em conta toda a massa estudantil do BUSCEP, este processo exigiria a correcção e defesas semanais de relatórios dos cerca de 300 estudantes. Isto implicaria que cada docente em média, tivesse que corrigir 50 relatórios e as respectivas defesas orais semanalmente o que não é prático, na minha opinião.

Esta forma de avaliar oferecia aos estudantes a possibilidade de aprofundarem os seus conhecimentos recorrendo-se muitas vezes a obras bibliográficas relacionadas com a aula, para além dos aspectos educacionais mencionados na página 10.

Por seu turno, os mini-testes mostraram-se adequados em termos práticos tendo em conta a elevada população estudantil do BUSCEP, embora pequem nos aspectos educacionais em relação aos relatórios. Porém, esta técnica exigia a preparação por estudantes da matéria relacionada com os mini-testes e daí a possibilidade dos estudantes recorrerem à obras bibliográficas. Este efeito trazia vantagens para a aprendizagem.

V.3 Conclusões

O propósito deste trabalho era determinar o impacto da forma de avaliar as aulas laboratoriais (de química) relacionando-o com a percepção de conceitos químicos básicos previamente escolhidos para o estudo.

A comparação dos resultados do pré-teste e pós-teste mostrou uma melhoria em quase todas as perguntas do teste (anexo A-3).

Esta melhoria representa a habilidade que foi ganha e retida pelos estudantes num período de 8 semanas entre o pré- e pós-teste.

Os resultados do teste sob a forma de avaliar as aulas laboratoriais de química no BUSCEP mostram que durante 2 meses os estudantes melhoraram o entendimento de conceitos abordados no teste.

O maior objectivo das aulas laboratoriais de química no BUSCEP é a consolidação de conceitos químicos básicos por forma a complementar as componentes teórico-práticas. Os resultados do estudo sugerem que a percepção deste conceitos nessas aulas laboratoriais é independente da forma de avaliá-las usando relatórios ou mini-testes de tipo escolha múltipla.

A técnica de avaliar as aulas laboratoriais por mini-testes de tipo múltipla escolha é adequada para o BUSCEP em termos práticos em relação ao modelo clássico na avaliação de aulas laboratoriais. Somente esta forma de avaliar não é muito comum.

Assim o presente trabalho provou que a múltipla escolha mostra-se prático em situações como as do BUSCEP - elevada população estudantil para poucos docentes - como não houve diferenças com o modelo clássico mais comumente usado.

VI BIBLIOGRAFIA

Boud, D., J. Dunn e E. Hegarty-Hazel (1986). Teaching in Laboratories. 182 pp. Great Britain, A. Wheaton & Co., Ltd.

Cassels, J. R. T. and A. H. Johnstone (1984). The Effect of Language on Student Performance on Multiple Choice Tests in Chemistry. Journal of Chemical Education, **61**: 613-614.

Cervellati, R., A. Montuschi and D. Perugini (1982). Investigation of Secondary School Students' Understanding of the Mole Concept in Italy. Journal of Chemical Education, **59**: 852-856.

Chiappetta, E. L. and J. W. McBride (1980). Exploring the Effects of General Remediation on Ninth-Graders' Achievement of the Mole Concept. Science Education, **64**: 609-614. John Wiley & Sons, Inc.

Dobbelaere, J. de, J. Reiding, C. Dimande and F. Haanstra (1996) (relatório não publicado). Chemistry Laboratory Classes: Student Assessment Through Multiple Choice Tests. Relatório apresentado na conferência anual da 'The Southern African Association for Research in Mathematics and Science Education'. pp 5. Pietersburg, University of the North, South Africa.

Dobbelaere, J. de, e J. Reiding (1997). Aulas Laboratoriais de Química. pp 1-21. Departamento de Ciências Básicas - BUSCEP, Universidade Eduardo Mondlane.

Duncan, I. M. and A. H. Johnstone (1973). The Mole Concept. Education in chemistry, **10**: 213-214.

Ebenezer, J. V. and P. J. Gaskell (1995). Relational Conceptual Change in Solution Chemistry. Science Education, **79**: 1-16. John Wiley & Sons, Inc.

Fleming, D. K. (1984). Chemistry in a Hut. Science Education Notes, 148-165. Wester Hailes Education Centre.

Fraser, J. B., J. C. McRobbie and J. G. Giddings (1993). Development and Cross-National Validation of a Laboratory Classroom Environment Instrument for Senior High School Science. Science Education Assessment Instrument. pp 1-17.
John Wiley & Sons, Inc.

Gay, R. L. (1992). Educational Research: Competencies for Analysis and Applications. 550 pp. 4th edition, Singapore, Maxwell MacMillan International.

Gendell, J. (1987). The Solution Is Not the Problem. Journal of Chemical Education, 64: 523.

Janiuk, M. R. (1993). The process of Learning Chemistry. Journal of Chemical Education, 70: 828 - 829.

Johnstone, A. H. (1997). Chemistry Teaching - Science or Alchemy? Journal of Chemical Education, 74: 262 - 268

Krishnan, R. S. (1994). Developing an Instrument To Assess Conceptual Understanding. Journal of Chemical Education, 71: 653-655.

Lazonby, N. J., E. J. Morris and J. D. Waddington (1995). The Mole: Questioning Format Can Make a Difference. Journal of Chemical Education, 62: 60

Lehman, J. R. (1989). Chemistry Teachers' and Chemistry Students' Perceived Advantages and Disadvantages of High School Chemistry Laboratory. School Science and Mathematics, 89: 510-513.

Meichtry, J. Y. (1992). Using Laboratory Experiences to Develop the Scientific Literacy of Middle School Students. School Science and Mathematics, 92: 437-441.

Miller, J. C. and J. N. Miller (1989). Statistics for Analytical Chemistry. 197pp. 2nd edition, New York, John Wiley & Sons.

Novick, S. and J. Menis (1976). A Study of Student Perceptions of The Mole Concept. Journal of Chemical Education, 53: 720-722.

Ophardt, E. C. (1978). Development of Intellectual Skills in the Laboratory. Journal of Chemical Education, 55: 485-488.

Pickering, M. (1987). What Goes on in Students' Head in Lab? Journal of Chemical Education, 64: 521-523.

Tinnesand, M. and A. Chan (1987). Throw Out the Instructions. The Science Teacher, 43-45.

Sleet, R. J. (1993). Attitudes and images in Chemistry. In: Fogliani, C. L., Australian Chemistry Resource Book, 12: 53-61. Sydney, University of Technology.

ANEXOS

ANEXO A - 1

INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO

Anexo A-1

1. Tem-se 100 ml duma solução aquosa de HCl a 1,0 M (solução P) e 100 ml duma solução aquosa de HCl a 0,1 M (solução Q).

Afirmações acerca destas soluções:

- I Solução P contém partículas diferentes do que solução Q
II Ambas as soluções P e Q são substâncias puras

Qual é verdadeira:

- A I e II
B só I
C só II
D nem I, nem II

2. Tem-se 100 ml duma solução aquosa de HCl a 1,0 M (solução P) e 100 ml duma solução aquosa de HCl a 0,1 M (solução Q).

Afirmações acerca destas soluções:

- I Solução P contém menos água do que solução Q
II A maior parte de ambas as soluções P e Q é água

A afirmação certa é:

- A I e II
B só I
C só II
D nem I, nem II

3. Durante a dissolução do açúcar em água:

- A os grânulos do açúcar diminuem de tamanho até grânulos não visíveis a olho nú
B as moléculas do açúcar interagem com as de água até ficarem hidratadas
C o açúcar sólido é convertido em açúcar líquido
D forma-se uma mistura heterogénea de açúcar e água que se chama solução

4. Quando se arrefece uma solução saturada de NaCl aparecem cristais do NaCl (s), porque:

- A a temperatura mais baixa o líquido NaCl se congela até sólido
B a temperatura mais baixa a solubilidade do NaCl é menor
C a temperatura mais baixa o volume da solução diminui e a solução resulta sobressaturada
D a temperatura mais baixa evapora-se um pouco do solvente e a solução resulta sobressaturada

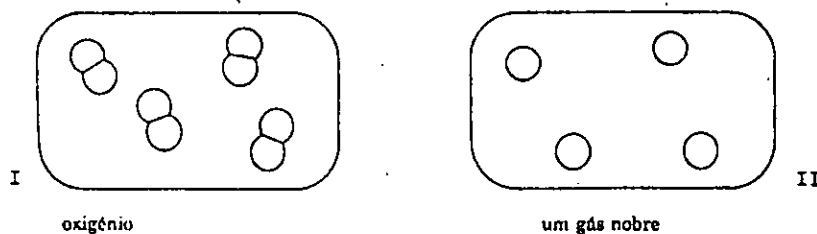
Anexo A-1 (continuação)

5. Num recipiente a pistão encontra-se um gás nobre. Aquece-se o recipiente mantendo a pressão constante (o volume aumenta). A concentração do gás muda durante este processo?

- A Sim, aumenta porque o volume aumenta
- B Sim, diminui porque o volume aumenta
- C Não, porque a pressão é constante
- D Não, porque o número de moles não muda

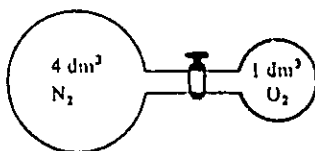


6. O desenho mostra o número relativo de partículas em cada volume.
Volume I = Volume II.



A concentração (mol/l) do gás em I é:

- A diferente que a concentração do gás em II, mas não se pode dizer se é maior ou menor, porque não se conhecem os pesos atómicos
 - B igual à concentração em II
 - C maior que em II
 - D menor que em II
7. A temperatura e a pressão constantes misturam-se 4 dm^3 de $\text{N}_2(\text{g})$ e 1 dm^3 de $\text{O}_2(\text{g})$.



A concentração do O_2 :

- A aumenta até um valor 5 vezes maior
- B aumenta até um valor 4 vezes maior
- C diminui até um valor 4 vezes menor
- D diminui até um valor 5 vezes menor

Anexo A-1 (continuação)

8. Compara-se o volume V_{CO} de 1 g de CO(g) e volume V_{CO_2} de 1 g de CO₂ a temperatura de 298 K e a pressão de 1 atm. Qual afirmação é correcta?

- A $V_{CO} = V_{CO_2}$
- B $V_{CO} > V_{CO_2}$
- C $V_{CO} < V_{CO_2}$
- D $V_{CO} < V_{CO_2}$ ou $V_{CO} = V_{CO_2}$, depende da temperatura.

9. Considere 1 dm³ (para cada gás) de dois gases diferentes a mesma temperatura e pressão.

- I O número de moles de ambos os gases é igual
- II A massa de ambos os gases é igual

Das duas afirmações, qual é certa?

- A I e II
- B só I
- C só II
- D nem I, nem II

10. Considere as seguintes afirmações dos gases SO₂ e O₂ a temperatura e pressão iguais para ambos.

- I O número de moléculas em 1 dm³ do SO₂ é igual ao número de moléculas em 1 dm³ do O₂
- II O número de moléculas em 1 g do SO₂ é igual ao número de moléculas em 1 g do O₂

Qual das afirmações está certa?

- A I e II
- B só I
- C só II
- D nem I, nem II

11. Considere a reacção da decomposição do ozono em oxigénio: $2 O_3(g) \rightarrow 3 O_2(g)$. Afirmações acerca desta decomposição:

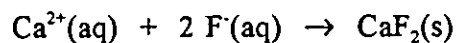
- I A partir de 20 cm³ do ozono formar-se-á 30 cm³ de oxigénio (P e T constantes)
- II A partir de 20 g do ozono formar-se-á 30 g do oxigénio

Afirmação certa:

- A I e II
- B só I
- C só II
- D nem I, nem II

Anexo A-1 (continuação)

12. Junta-se uma solução que contém 0,20 moles de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ dissolvidos a uma solução que contém 0,30 moles de NaF dissolvidos. Decorre a reacção:



Qual ião está em excesso?

- A Ca^{2+}
B NO_3^{-}
C Na^{+}
D F^{-}
13. Qual é a solução mais concentrada?
A 200 ml duma solução que contém 2 moles de HCl
B 500 ml duma solução que contém 4 moles de HCl
C 1500 ml duma solução que contém 8 moles de HCl
D 1000 ml duma solução que contém 6 moles de HCl
14. Qual é a solução de HCl mais concentrada?
A 500 ml 2M HCl
B 100 ml 3M HCl
C 300 ml 4M HCl
D 200 ml 5M HCl
15. Qual é a solução que contém a maior quantidade de NaCl :
A 500 ml 2 M NaCl
B 100 ml 3 M NaCl
C 300 ml 4 M NaCl
D 200 ml 5 M NaCl
16. Misturam-se volumes iguais duma solução de Na_2CO_3 a 0,10 M e duma solução de NaCl a 0,20 M. Qual é $[\text{Na}^{+}]$ na mistura:
A 0,10 M
B 0,15 M
C 0,20 M
D 0,40 M
17. Dissolvem-se 0,30 moles de BaCl_2 em água e acrescenta-se água até um volume da solução igual a 250 ml. A $[\text{Cl}^{-}]$ nesta solução será:
A 0,15 M
B 0,60 M
C 1,2 M
D 2,4 M



Anexo A-1 (continuação)

18. Adiciona-se 50 ml duma solução de NaOH a 0,12 M a 100 ml de água. A molaridade da solução resultante é:

A 0,040 M
B 0,060 M
C 0,24 M
D 0,36 M

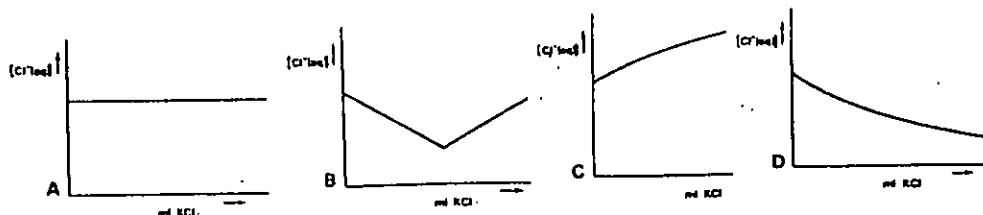
19. Pretende-se preparar uma solução de ácido clorídrico a 0,50 M pela diluição de ácido clorídrico a 5,0 M. Qual das seguintes misturas tem a molaridade desejada?

A 10 ml 5,0 M HCl + 90 ml de água
B 10 ml 5,0 M HCl + 100 ml de água
C 20 ml 5,0 M HCl + 80 ml de água
D 50 ml 5,0 M HCl + 50 ml de água

20. Tem-se uma solução de 12 g de NaCl por litro. A partir desta solução prepara-se 60 ml duma solução com teor de 4 g do sal referido por litro. Deve-se juntar:

A 10 ml da solução original e 50 ml de água
B 15 ml da solução original e 45 ml de água
C 20 ml da solução original e 40 ml de água
D 25 ml da solução original e 35 ml de água

21. Num tubo de ensaio com a solução de NaCl a 1,0 M, são adicionados gota a gota alguns mililitros de uma solução de KCl a 0,010 M. Faz-se um diagrama da $[Cl_{(aq)}]$ em relação ao volume da solução de KCl adicionado. Qual é o diagrama correcto?



22. Quantas moles de soluto são necessários para preparar 2 dm³ de solução de nitrato de chumbo Pb(NO₃)₂ a 2 M?

A 4 moles
B 4 · 10⁻³ moles
C 0,4 moles
D 1 mole

Anexo A-1 (continuação)

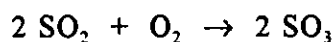
23. Em relação a pergunta anterior, diga qual é a concentração molar dos iões Pb^{2+} e NO_3^- respectivamente:
- A 2 M e 4 M
 - B 2 M e 2 M
 - C 4 M e 2 M
 - D 4 M e 4 M

24. Uma molécula de enxofre contém 8 átomos de S, então uma mole de moléculas de enxofre conterá:
- A 8 g de enxofre
 - B 8 moles de átomos de S
 - C 1 mole de átomos de S
 - D 8 moléculas de enxofre

25. Na reacção de 1 mol Al_2S_3 com excesso de ácido clorídrico pode-se formar maximamente:

- A $\frac{1}{3}$ mol H_2S
- B $\frac{2}{3}$ mol H_2S
- C 1 mol H_2S
- D 3 mol H_2S

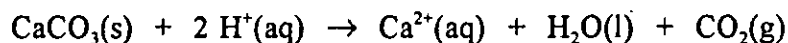
26. Misturam-se 1,0 mol $\text{SO}_2(\text{g})$ e excesso de $\text{O}_2(\text{g})$ em presença dum catalisador. Decorre a reacção:



A certa altura ainda sobram 0,40 moles de SO_2 .
Quantas moles do O_2 reagiram até essa altura?

- A 0,20 mol
- B 0,30 mol
- C 0,60 mol
- D 1,20 mol

27. Para preparar o gás CO_2 adiciona-se ácido clorídrico a excesso de carbonato de cálcio:

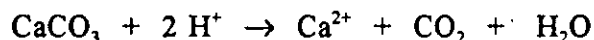


Com que quantidade de ácido clorídrico pode-se preparar a maior quantidade de CO_2 ?

- A 10 ml 1,0 M HCl
- B 20 ml 0,5 M HCl
- C 30 ml 0,4 M HCl
- D 40 ml 0,2 M HCl

Anexo A-1 (continuação)

28. Executa-se a reacção



de duas maneiras e mede-se a quantidade do gás CO_2 que se liberta.

Método 1: adiciona-se 1 mmol de carbonato de cálcio a uma solução que têm excesso do ião hidrónio. Formam-se 24 ml de dióxido de carbono gasoso.

Método 2: adiciona-se excesso de carbonato de cálcio a uma solução que contém 1 mmol do ião hidrónio. Formam-se V ml de dióxido de carbono. Para ambos os métodos P e T foram mantidas constantes e iguais.

Qual será o valor de V?

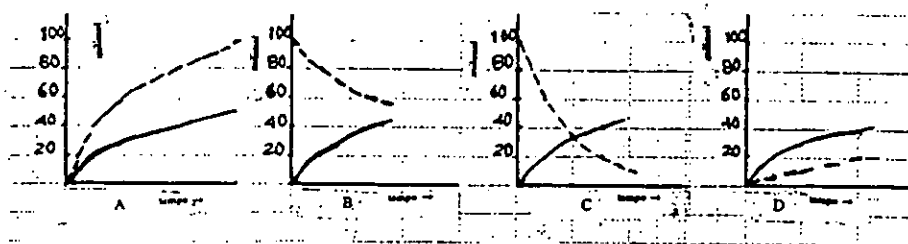
- A V = 12 ml
- B V = 24 ml
- C V = 48 ml
- D V = 96 ml

29. Numa reacção entre excesso de calcário (CaCO_3) e 250 ml de ácido clorídrico a 0,40 M, liberta-se continuamente o gás CO_2 desde o início da reacção. Nos seguintes gráficos o número de milimoles de CO_2 libertado é dado em função do tempo (linha contínua).



Nos mesmos gráficos o número de milimoles restantes de H^+ presentes é apresentado através duma linha tracejada.

Qual o gráfico com linha tracejada correcta?

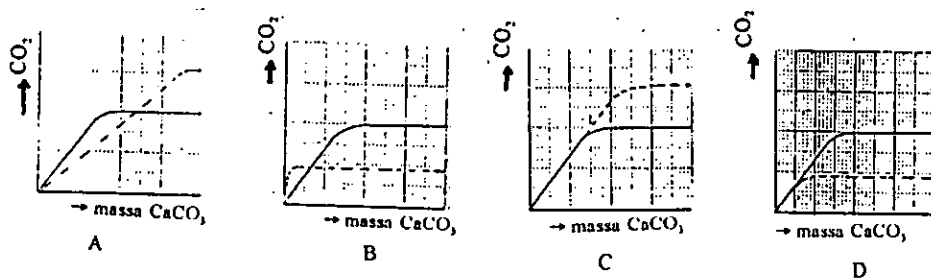


Anexo A-1 (continuação)

30. Numa série de experiências foram medidos os volumes de $\text{CO}_2(g)$ produzidos em reacções entre quantidades fixas de HCl e quantidades variáveis de CaCO_3 . Uma turma do BUSCEP aplicou em cada experiência 2,5 mmol HCl. Resultou a curva nos gráficos apresentados. Uma outra turma utilizou em cada experiência 4,0 mmol HCl (curva em linhas tracejadas nos gráficos).



Escolha a curva com a linha tracejada correcta.



ANEXO A - 2

RESULTADOS DO PRÉ - É PÓS-TESTE

Anexo A-2

Nas tabelas acima apresentam-se os resultados dos estudantes que participaram no estudo. A parte superior destas tabelas são os resultados do pré-teste e a parte inferior são do pós-teste. Por exemplo o número 12 em **negrito** na parte superior da tabela A-2.1, corresponde ao número de respostas certas dum estudante no pré-teste num total de 30 perguntas. O mesmo estudante, teve no pós-teste 15 resposta certas (parte inferior da tabela A-2.1). O mesmo é válido para outros números das tabelas A-2.1 e A-2.2

Tabela A-2.1 Resultados do pré- e pós-teste para o grupo experimental

Resultados pré-teste →	12	12	13	16	10	8	8	15	15
	11	10	14	14	9	6	9	15	11
	17	22	17	13	9	12	8	10	11
	8	9	7	14	9	6	12	16	12
	10	23	11	13	10	8	12	19	16
	15	13	17	16	4	10	8	11	13
Resultados pós-teste →	15	-	17	27	-	19	13	17	20
	11	15	19	28	13	11	-	12	-
	10	16	20	17	-	20	16	15	8
	16	26	19	15	12	13	16	14	11
	15	26	22	12	15	14	19	24	24
	12	-	24	18	16	14	14	20	15

Tabela A-2.2. Resultados do pré e pós-teste para o grupo de controle

Resultados pré-teste →	7	9	10	11	24	8	14	11	12
	12	13	16	19	11	8	14	14	7
	11	11	8	4	10	12	10	13	11
	8	14	18	11	12	11	11	8	11
	13	9	14	12	5	8	10	9	8
	9	25	19	8	21	10	10	10	10
Resultados pós-teste →	17	10	-	21	28	15	18	21	-
	19	26	27	22	12	8	17	19	10
	13	9	23	14	13	26	-	16	6
	21	15	27	17	14	20	18	13	10
	12	10	20	13	10	11	10	-	-
	14	26	24	12	17	15	-	13	14

ANEXO A - 3

QUALIDADE DO INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO

Anexo A-3

Tabela A-3. 1 Valores de DP e GA das perguntas

Pergunta	GA pré-teste	GA pós-teste
1	36	35
2	6	15
3	36	58
4	60	60
5	62	65
6	33	50
7	27	42
8	27	58
9	46	70
10	46	68
11	28	42
12	23	61
13	83	90
14	37	61
15	48	77
16	23	27
17	31	64
18	28	63
19	25	50
20	37	40
21	31	17
22	80	93
23	42	80
24	28	41
25	62	72
26	31	52
27	31	53
28	30	43
29	56	61
30	35	63

ANEXO A - 4

COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DO PRÉ - E PÓS - TESTE

Neste anexo, apresenta-se o número de estudantes que escolheu cada alínea de cada pergunta. Estes resultados correspondem ao pré-teste e pós-teste.

Anexo A-4

pergunta Nº	Resposta certa	Respostas de alunos que escolheram as 4 diferentes alternativas							
		A		B		C		D	
		pré -	pós -	pré -	pós -	pré -	pós -	pré -	pós -
1	D	9	5	15	13	45	44	39	34
2	A	7	14	42	44	30	21	29	17
3	B	36	25	39	56	14	5	19	10
4	B	27	20	65	58	5	9	11	9
5	B	8	6	67	62	9	3	24	25
6	B	38	34	33	48	33	9	4	5
7	D	13	9	38	24	27	23	29	40
8	B	33	28	29	56	27	10	19	2
9	B	4	1	50	67	8	3	46	25
10	B	8	7	50	65	12	5	38	19
11	B	22	17	30	40	10	12	46	27
12	A	35	59	22	8	11	0	40	29
13	A	90	86	4	8	11	1	3	1
14	D	14	1	37	9	17	74	40	12
15	C	9	1	25	9	52	74	22	12
16	C	21	12	36	11	25	26	25	47
17	D	15	3	6	4	52	28	33	61
18	A	30	60	32	19	32	11	11	6
19	A	27	48	48	33	12	4	19	11
20	C	34	13	16	27	40	38	11	11
21	D	14	8	8	31	51	41	33	16
22	A	86	89	3	2	7	1	12	4
23	A	45	77	37	10	11	7	12	2
24	B	6	3	30	39	46	35	21	17
25	D	8	8	10	4	18	15	67	69
26	B	34	21	34	50	29	20	7	5
27	C	35	18	12	10	33	61	18	5
28	A	32	41	55	37	15	15	1	3
29	C	16	6	15	25	60	59	12	6
30	C	31	13	9	1	38	60	23	22

ANEXO A - 5

VALORES DO PODER DE DISCRIMINAÇÃO DAS PERGUNTAS

Tabela A-5.1. Valores de GA pontuação "alta" e "baixa" e DP das perguntas

Pergunta	GA pontuação "alta"	GA pontuação "baixa"	DP pós-teste
1	0,65	0,10	0,55
2	0,25	0,13	0,12
3	0,65	0,53	0,12
4	0,90	0,30	0,60
5	0,90	0,30	0,60
6	0,80	0,33	0,47
7	0,80	0,13	0,47
8	0,90	0,40	0,50
9	1,00	0,47	0,53
10	0,90	0,50	0,40
11	0,80	0,23	0,57
12	0,85	0,27	0,58
13	0,95	0,77	0,18
14	0,95	0,47	0,48
15	0,90	0,53	0,37
16	0,45	0,30	0,15
17	0,80	0,47	0,33
18	0,95	0,47	0,48
19	0,95	0,13	0,82
20	0,65	0,43	0,25
21	0,30	0,13	0,17
22	0,95	0,87	0,08
23	1,00	0,63	0,37
24	0,85	0,17	0,68
25	0,95	0,60	0,35
26	0,95	0,20	0,75
27	0,85	0,40	0,45
28	0,85	0,17	0,68
29	0,95	0,40	0,55
30	0,85	0,40	0,45

EXEMPLO DE UMA AULA LABORATORIAL

**Determinação da proporção molar na reacção
do magnésio com o ácido sulfúrico**

OBJECTIVOS

- Determinação da proporção molar referida pela recolha do gás que se forma na reacção, depois da mistura duma quantidade do ácido sulfúrico constante e uma quantidade do magnésio variável
- Utilizar um método gráfico para a determinação referida
- Determinar o volume molar dum gás
- Entender o conceito de *excesso*

REFERÊNCIA À TEORIA

Manual teórico, capítulo 5, parágrafos 5.5 e 5.6

Gil e Cardoso, Química, 2º volume, capítulo 1, parágrafo 1.2

MATERIAL

Balança analítica

Proveta de 100 ml

Pipeta graduada de 10 ml

Copo de 500 ml

Dispositivo para a recolha do gás formado na reacção (veja a figura)

Fita de magnésio

Ácido sulfúrico a 0,40 M

INTRODUÇÃO

Nestas experiências investiga-se a reacção entre o magnésio e uma solução do ácido sulfúrico. Cada vez a quantidade do ácido mantém-se constante, enquanto a quantidade do magnésio é variável. Recolhe-se o gás de hidrogénio que se liberta na reacção.

Para-se o ensaio quando a quantidade do hidrogénio mantém-se constante.

Nos casos de haver quantidades relativamente pequenas do magnésio, o ácido estará em excesso. Nos casos de quantidades maiores do magnésio, o mesmo poderia estar em excesso. Entre estes extremos existe o caso em que nenhum dos reagentes fica em excesso. É o caso em que o magnésio e o ácido sulfúrico reagem nas quantidades estequiométricas. Deriva-se este ponto num modo gráfico.

A partir deste ponto calcula-se a proporção molar dos reagentes nesta reacção.

O professor indica um número de grupo (1 até 12) a cada par de estudantes.

Cada grupo executará duas experiências diferentes, com quantidades de magnésio diferentes.

Os dados experimentais dos grupos recolhe-se e preenche-se numa transparência para serem copiados por todos os estudantes.

A partir destes dados compõe-se o gráfico para a determinação da proporção molar.

PARTE EXPERIMENTAL

1. Cada grupo corta um pedaço de fita de magnésio de certo comprimento, segundo o esquema (veja RESULTADOS).
2. Determine a massa do magnésio e anota-a na tabela.
3. Prepare o dispositivo para a recolha do gás no modo seguinte.
Encha completamente a proveta de 100 ml e o beaker até três quartos do volume, com água. Coloque a proveta no beaker, intervendo-a de modo que a sua abertura fique voltada para baixo e imersa na água.
Esta operação pode ser facilmente executada, por exemplo, num balde.
4. Dirige o tubo de saída do gás para o interior da proveta preenchida de água.
5. Pipete para o tubo de ensaio do dispositivo 7,0 ml do ácido sulfúrico (0,40 M).
Cuidado com pipetar; o ponto da pipeta deve ficar em baixo do nível do ácido!

A marca de 3 ml indique a presença de 7 ml na pipeta!

6. Enrole o pedaço de magnésio e coloque-o no tubo no ácido sulfúrico e feche imediatamente com a rolha, ligada ao tubo de saída do gás. Agite com cuidado e assim recolhe-se o gás na proveta.
7. Anote o efeito térmico da reacção.
8. Durante a reacção agite o tubo de vez em quando.
9. Finda a reacção, depois de se esgotar um dos reagentes (depois de cessar a libertação de bolinhas de gás), meça o volume de gás libertado (em ml) e anote na tabela.
10. Repita os passos 2 a 9 com o pedaço de magnésio do outro comprimento (segundo o esquema).

RESULTADOS

Grupo n°	Fita Mg		H ₂
	cm	mg	ml
1	1		
	12		
2	2		
	11		
3	3		
	10		
4	4		
	9		

Grupo n°	Fita Mg		H ₂
	cm	mg	ml
5	5		
	8		
6	6		
	7		
7	7		
	6		
8	8		
	5		

Grupo n°	Fita Mg		H ₂
	cm	mg	ml
9	9		
	4		
10	10		
	3		
11	11		
	2		
12	12		
	1		

Massa média e volume médio:

COMPR. (cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MASSA (mg)												
VOL. H ₂ (ml)												

TAREFAS E PERGUNTAS

1. Qual é a propriedade do gás hidrogénio que permite a sua recolha na proveta?
Veja também página 41 do livro de tabelas.
2. Será que o gás que entra na proveta é só hidrogénio? Explique.
3. Calcule a massa do H₂SO₄ no 7,0 ml da solução H₂SO₄ a 0,40 M.
4. Provavelmente a intensidade da libertação do gás durante a reacção vai diminuindo.
Explique porquê.
5. Faça o gráfico do volume H₂ versus a massa do magnésio (veja a tabela).