

UMA ANALOGIA PARA A QUANTIZAÇÃO DOS NÍVEIS DE ENERGIA

— As moléculas como livros



S. S. Washburne

Stephen S. Washburne e David R. Dalton
Temple University
Philadelphia, PA 19122

É corrente uma rápida aceitação, pelos nossos alunos principiantes, da natureza quantizada da radiação electromagnética (como pequenas balas, pacotes de energia, etc.) e da quantização dos níveis de energia atômicos (átomo de Bohr, órbitas dos electrões, etc.).

Contudo, parece existir ainda alguma resistência ao conceito de que os níveis de energia moleculares estão também quantizados, não apenas electronicamente mas também vibracional e rotacionalmente.

Uma vez que se trata de um conceito básico para discutir a determinação da estrutura orgânica, a fotoquímica e a espectroscopia molecular, é essencial que seja dominado bem cedo, logo no início de um curso de Química.

Usamos uma analogia que os alunos consideram simples e intuitivamente aceitável.

Considerem-se as moléculas como livros armazenados numa biblioteca. Esta tem diversos andares e cada um deles é um nível de energia electrónico. Cada andar tem diversas prateleiras, umas sobre as outras; cada prateleira é um nível vibracional. É claro que, em geral, os livros são guardados verticalmente nas prateleiras mas esta biblioteca (Biblioteca da Energia Molecular) é especial: os livros são nela armazenados no sentido horizontal, em pilhas sobre cada prateleira. Então, cada pilha é comparável a um conjunto de níveis rotacionais, podendo cada livro (molécula) encontrar-se no fundo (mais perto da prateleira), no meio ou no topo da pilha. Ora cada livro da biblioteca tem de ocupar um lugar discreto, o que significa que poderá estar no primeiro ou no segundo andar, mas nunca no primeiro andar e meio. Do mesmo modo, cada livro deve estar numa prateleira específica e numa determinada posição (horizontal) nessa prateleira; existem, assim, níveis vibracionais e rotacionais determinados.

É também intuitivo que os níveis electrónicos (andares) estão mais espaçados que os níveis vibracionais (prateleiras) os quais, por seu lado, estão mais espaçados que os níveis rotacionais.

Os conceitos de energia potencial, encarada como a altura medida a partir do andar mais baixo, de espectroscopia electrónica (ultravioleta) associada a transições entre andares diferentes, de espectroscopia de infravermelhos, como transi-

ções entre prateleiras, de espectroscopia de microondas, como transições entre posições relativas numa prateleira, bem como das energias relativas necessárias a tais transições, são assim facilmente introduzidos. Por último podem ainda considerar-se outros Conceitos (ver adenda) como, por exemplo, uma biblioteca do tripleto, com localização adjacente (mais acima), a incerteza na posição (livro requisitado ou não) e no momento (curiosidade intelectual despertada) etc., à medida que o assunto é desenvolvido e que o tempo e uma certa extravagância o permitem.

ADENDA 1

A BIBLIOTECA DO TRIPLETO

Junto à Biblioteca principal construiu-se um anexo (a biblioteca do estado tripleto). Como é vulgar em tais construções, foram edificadas passagens para se atingir os andares de cima. Mas, uma vez que os andares da biblioteca do tripleto não estão separados pela mesma distância que os da biblioteca principal do singlete), apenas alguns andares se ajustam suficientemente bem para justificar a construção de passagens entre eles. E porque a biblioteca do tripleto é um pouco especializada, a entrada só é acessível pelos andares superiores. De facto, uma vez que o piso se inclina para cima quando se vai da biblioteca principal para a biblioteca do tripleto, o primeiro nível desta última está quase à mesma altura que o segundo nível da biblioteca do singlete.

PRINCÍPIO DE INCERTEZA

Como se sabe, os bibliotecários são muito ciosos dos seus livros e gostariam de conhecer a todo o momento a sua localização exacta (andar e prateleira). Para eles, o ideal seria nunca deixar de ver os livros, isto é, que a sua **posição** estivesse **rigorosamente especificada**.

Pelo contrário, o valor de um livro para um estudante está nas ideias e conhecimentos que pode desenvolver no leitor, ou, se quisermos, no seu **momento** intelectual. Este momento depende do número de pessoas que lêem o livro.

O conflito, ao que parece, irreconciliável, entre o bibliotecário que pretende livros nas prateleiras e o estudante que os quer passados de mão em mão, difundindo o seu momento intelectual, é o **princípio de incerteza** das moléculas, quando consideradas como livros.

SPIN

Suponhamos que um homem cego é encarregado da tarefa de arrumar os livros. É claro que ele os coloca verticalmente nas prateleiras, mas pode fazê-lo de duas maneiras: voltados para cima ou

para baixo. É indiferente, para o sistema de catalogação, qual a orientação (**spin**) na prateleira.

ADENDA 2

Um livro tem um e um só número finito de orientações possíveis. Poderia pensar-se num campo magnético orientando as moléculas como sendo o bibliotecário, que quer todos os seus livros voltados para cima. A medida que são consultados pelos estudantes e de novo guardados ao acaso pelo homem cego, retomam lentamente uma orientação aleatória.

AOS PROFESSORES PROFISSIONALIZADOS

ASSUNTO: Assistência na Invalidez e na 3.^a Idade.

1 — Professores profissionalizados — São alguns milhares, de ambos sexos, na actividade, na invalidez e na aposentação, os Professores Profissionalizados espalhados por todo o país. O seu elevado número e qualidade são segura garantia para se poder vir a constituir uma Instituição Assistencial de grande projecção verdadeiramente humanitária, se, na sua formação e estruturação, houver espírito de classe, grande compreensão e fraternidade humana de Um por todos e todos por Um.

2 — Assistência na Invalidez — Em qualquer idade, no exercício das profissões ou no decorrer das suas Vidas, os Professores, como qualquer outro ser humano, estão sujeitos a invalidar-se por acidente ou por doença, com necessidade de assistência temporária ou permanente, com ou sem necessidade de internamente hospitalar ou casa de saúde.

3 — Assistência na 3.^a Idade — Os Professores, como quaisquer outros seus semelhantes depois de muitos anos de esforços de profissionalização e de trabalhos da profissão, quando atingem a chamada 3.^a Idade apresentam desgastes físicos e deficiências mentais que determinam o seu afastamento das actividades profissionais por imposição da Vida e da Lei, promovendo-se a sua aposentação ou Reforma, com carência da assistência nesta idade.

4 — Lares para a 3.^a Idade — Embora àquelas aposentações correspondam as Pensões de Reforma respectivas dos Professores, ou sejam os meios materiais, elas não são tudo para conceder e proporcionar, aos idosos, além do alojamento e manutenção, a assistência, os cuidados e carinhos de toda a ordem, de que carecem na sua 3.^a Idade, com todas as suas deficiências, insuficiências e inibições.

5 — Ainda os Professores Profissionalizados — Um pequeno grupo destes professores deliberou alertar e aliciar o grande número dos seus milhares de colegas para o Humanitário Movimento Pró-lares da 3.^a idade dos da sua classe, lançando a ideia na esperança de que as suas gotas de água se transformem num rio fluente de realidade, com novas ideias e novos esforços de colaboração e continuação, para o muito que será necessário fazer para se alcançarem os objectivos agora enunciados, na certeza de que se está começando pelo princípio entre nós, os Professores Profissionalizados.

6 — Ideia-Sugestão — Numa primeira ideia-sugestão, seria constituída uma Associação a que pertenceriam os Professores Profissionalizados que se inscrevessem, passando a subscrever-se com uma quota mensal para os FUNDOS da ASSOCIAÇÃO, a partir da data da inscrição.

Creemos que a classe venha a sentir, num futuro muito próximo, a necessidade da inscrição obrigatória na data da sua profissionalização.

7 — Contacto — Todas as adesões, sugestões e propostas de colaboração, serão dirigidas aos colegas:

a — Maria Helena Romão Figueiredo, professora efectiva do 4.^o A na Escola Secundária D. Dinis, R. Dr. Manuel T. Gomes, 1900 Lisboa.

R. Cidade da Beira 51 Olivais sul, 1800 Lisboa. Tel. 312953.

b — Maria Manuela Machado da Costa Rosa, professora efectiva do 4.^o A na Escola Secundária Sebastião e Silva, 2780 Oeiras.

R. Belmonte LOTE 8-1.^o E 2780 Santo Amaro de Oeiras. Tel. 24 34 243.

c — Maria Orquidea Almeida e Costa, professora efectiva do 1.^o grupo na Escola Secundária dos Olivais, 1800 Lisboa.

R. Cidade da Beira, Lote 19-4.^o C Olivais Sul, 1800 Lisboa. Tel. 312679.

d — Maria Alice Duarte da Silveira

Mascarenhas, professora efectiva do 11.^o B na Escola Secundária Maria Amália Vaz de Carvalho, R. Rodrigo da Fonseca, Lisboa. Av. Grão Vasco n.^o 49-5.^o E, 1500 Lisboa. Tel. 705205.

e — Afice Maia Magalhães, professora efectiva do 4.^o A na Escola Secundária Maria Amália Vaz de Carvalho, R. Rodrigo da Fonseca, Lisboa.

Largo do Monte n.^o 1, 1100 Lisboa. Tel. 863088.

f — Maria da Conceição Almeida, professora efectiva do 4.^o A na Escola Secundária Rainha Santa Isabel, Porto. R. D. Pedro V, 348 4400 Vila Nova de Gaia. Tel. 02393 300.

g — Maria Lígia Silva Pereira, professora efectiva 11.^o A na Escola Secundária D. Dinis, R. Dr. Manuel T. Gomes, 1900 Lisboa.

R. Vila de Catió lote 399-6.^o E Olivais Sul, 1800 Lisboa. Tel. 316471.

h — Maria Henriqueta Duarte Oliveira, professora efectiva 4.^o A na Escola Secundária D. Dinis, R. Dr. Manuel T. Gomes, 1900 Lisboa.

R. Cidade da Beira Lote 8-7.^o D, 1800 Lisboa. Tel. 314443.

i — Óscar Lopes Carvalho, professor efectivo de 11.^o B na Escola Secundária D. Dinis, R. Dr. Manuel Teixeira Gomes, 1900 Lisboa.

Praceta Alto do Varejão, 1-1.^o E., 1900 Lisboa. Tel. 820441.

j — Avelino Pedrosa Afonso, professor efectivo do 1.^o grupo na Escola Secundária D. Pedro V, Estrada das Laranjeiras, 122, 1600 Lisboa.

Vale Grande, Lote 25-1.^o D, Caneças.

l — José António de Abreu Araújo, professor efectivo do 10.^o A na Escola Secundária de Sta. Maria, 2710 Sintra.

Praça 25 de Abril n.^o 1-5.^o E, 2710 Sintra. Tel. 2931685.

8 — Todos os professores interessados poderão ser dinamizadores desta ideia junto dos colegas;

- (a) de Escola;
- (b) Amigos;
- (c) Aposentados;
- (d) Inválidos.