

Memórias sobre o Laboratório de Espectroscopia Molecular

Oswaldo Sala

Terminei em 1948 a graduação em Física, no Departamento de Física da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da USP numa turma de dois alunos, o que era comum na época. Logo fui contratado pelo Instituto Astronômico e Geofísico (IAG), 1949, para trabalhar no programa de estudo da ionosfera na transmissão de ondas curtas de radio, o que era muito importante para a Aeronáutica. Contudo, minha intenção era futuramente me dedicar à Astrofísica o que exigiria um bom conhecimento de espectroscopia. Os professores Romulo Ribeiro Pieroni e Paulo Bittencourt, do Dep. de Física, foram comigo ao IAG e conversaram com o Dr. Alípio Leme de Oliveira, diretor desse Instituto. Sugeriram que eu fizesse um estágio com o Professor Hans Stammreich no Dep. de Física, com o que o Dr. Alípio concordou. Assim, comecei a estudar espectros atômicos, como o do sódio e considerando que no futuro teria de trabalhar sozinho, prestava a máxima atenção em tudo que o Professor fazia, o que se tornou habitual e me forneceu sólida base experimental. Após um ano o Prof. Stammreich me convidou para ser seu assistente e fomos conversar com o diretor do IAG para ter seu consentimento.

O Departamento de Física havia adquirido, em 1947, um espectrômetro Raman (Lane-Wells) com arcos de mercúrio como fonte de excitação. Era o mais “moderno” na época, tendo um reservatório de água que inicialmente era aquecida e circulava no invólucro do arco para

vaporizar o mercúrio e permitir estabelecer a descarga elétrica. Em seguida a água era refrigerada por ventoinhas para refrigerar o arco, aquecido pela alta corrente elétrica. Tive a oportunidade de participar na sua instalação, que foi bastante trabalhosa.

Com este equipamento comecei a trabalhar em espectroscopia Raman, que neste tempo estava limitada ao estudo substâncias incolores e não fotossensíveis. Os conhecimentos do Prof. Stammreich em inúmeras técnicas experimentais e sua larga visão científica o motivaram a construir instrumentos, usando como fonte de excitação as radiações na região do amarelo e vermelho de lâmpadas de hélio construídas no Laboratório. A espectroscopia Raman deu assim um grande salto com a possibilidade de estudar compostos fotossensíveis ou coloridos, por exemplo, o vapor de bromo (1950). Surgiram alguns estagiários e eu auxiliava o Professor em suas aulas dando a parte experimental de espectros atômicos. Um dos primeiros estagiários, que posteriormente veio a fazer parte do quadro de professores do Laboratório, foi Yoshio Kawano. Outro estagiário, Roberto Forneris, com bolsa do CNPq, participou na montagem das lâmpadas de hélio e de novos espectrógrafos, sendo posteriormente contratado pelo Departamento. Começamos a montar estas lâmpadas, que tinham forma helicoidal e diâmetro do tubo de vidro da descarga de 10 mm; eram pouco luminosas e refrigeradas com ar. Passamos a construí-las com tubo de menor diâmetro (5 mm) para que tivessem maior densidade de corrente elétrica, que também foi aumentada. Devido ao calor desenvolvido na descarga as espiras eram imersas em **Nujol**, numa caixa na qual circulava água refrigerada. A primeira caixa foi construída com a parte externa de uma velha bateria de carro. Usamos na sua construção somente

um canivete e uma furadeira manual. Tínhamos receio de refrigerar com água devido à alta tensão usada na lâmpada, mas experimentamos e deu certo.

O Laboratório fazia parte do Departamento de Física e ficava num velho sobrado na Av. Brig. Luiz Antônio 784. Com a mudança de grande parte do Departamento para a Cidade Universitária e para a Rua Maria Antônia, passamos a ocupar todo o prédio; nestas mudanças ganhamos várias máquinas da oficina mecânica, como torno, furadeira, plaina, etc. Aprendemos a usar estes equipamentos com o auxílio do mecânico Mario Capelo. Isto foi importante, pois os espectros Raman, usando o espectrógrafo Lane Wells com prismas de vidro, tinham dispersão desfavorável na região das radiações da lâmpada de hélio (região do vermelho). O Prof. Stammreich decidiu construir no Laboratório espectrógrafos com redes de difração e detecção com chapas fotográficas (o que era comum na ocasião). Fomos o primeiro Laboratório a usar rede de difração em espectroscopia Raman. Utilizando a oficina mecânica construímos espectrógrafos com diferentes luminosidades e resolução o que deu grande flexibilidade na obtenção de espectros de amostras mais complicadas. Contamos com a valiosa colaboração do técnico Antônio Geraldo Ayrosa. O Professor deu ao laboratório o nome de Laboratório de Espectroscopia Molecular, que ficou depois conhecido pela sigla LEM.

Com a possibilidade de obter espectros Raman, que não podiam ser obtidos com excitação por arcos de mercúrio, o Laboratório logo ficou conhecido mundialmente. Recebíamos amostras de cientistas de vários países para fazer trabalhos em colaboração. Como participei desde o início na criação do LEM, fiquei com

grande dedicação e amor por ele, como também o Professor deveria ter.

Uma contribuição importante para a qualidade dos trabalhos foi a vinda do Prof. Kiyoyasu Kawai, da Universidade de Toyama, Japão. Convidado para permanecer um ano no Laboratório, introduziu as bases para o cálculo de coordenadas normais.

Dois fatos envolvendo este professor são bastante interessantes. Estávamos obtendo o espectro do íon cloro cromato $(\text{CrO}_3\text{Cl})^{-1}$ e obtivemos facilmente cinco das seis bandas esperadas. Ficava a dúvida se ela não tinha sido observada, por ser muito fraca, ou se coincidia acidentalmente com uma das obtidas. Na dúvida o trabalho ficou engavetado por um ano. Um dia, reexaminando os espectros nas chapas fotográficas achei que seria possível aumentar o tempo de exposição usando filtros mais eficientes. Os espectros anteriores foram obtidos com tempo de exposição de 15 minutos; agora com exposição de 30 minutos observamos a sexta banda, que coincidia com os cálculos que o Prof. Kawai havia feito. Assim, o trabalho foi enviado para publicação.

O outro fato interessante foi na preparação do níquel tetracarbonila, $\text{Ni}(\text{CO})_4$, em 1961. Tínhamos de passar um fluxo de hidrogênio em um tubo aquecido contendo formiato de níquel para que fosse reduzido a níquel metálico. Em seguida se passava um fluxo de CO para formar o $\text{Ni}(\text{CO})_4$. Fizemos inúmeras tentativas sem conseguir a síntese. O hidrogênio e o CO eram obtidos com aparelho de Kipp, que após cada uso tinha de ser lavado, juntamente com toda a vidraria. Eu e o Prof. Kawai fazíamos três tentativas por dia, uma de manhã, uma a tarde e outra a noite, pois estava na hora dele voltar ao Japão e queríamos sua participação o trabalho. Após mais

de uma semana sem resultado, trabalhando até às 5 horas da manhã e voltando às 7 horas, indo para casa somente para tomar café e banho. Uma madrugada, consultando um livro de síntese inorgânica li que usavam como catalisador, H_2S , que deveria ser preparado também com o aparelho de Kipp. Como era extremamente tóxico e não havia capela, experimentei colocar no pó de níquel, como catalisador, uma mistura de enxofre com mercúrio. Para nossa alegria às 5 horas da manhã vimos gotejar o $\text{Ni}(\text{CO})_4$ na saída do tubo. Enchemos o tubo Raman e no dia seguinte, às 7 horas, começamos a obter os espectros. Este trabalho deu origem a uma série de estudos de carbonilas de metais, em colaboração com o Prof. Paulo Krumholz.

A qualidade e a importância dos trabalhos realizados pelo Prof. Stammreich no campo da espectroscopia Raman deram a ele e ao LEM fama internacional. Com seu falecimento em 6/3/1969, sendo eu seu único assistente, fiquei com a responsabilidade de dar continuidade ao Laboratório com sucesso, ou fecha-lo. Embora sem a menor experiência administrativa ou de orientar alunos eu possuía valiosos conhecimentos adquiridos do Professor.

Um acontecimento que me ajudou nesta ocasião foi a Reforma Universitária, havendo a possibilidade de o professor escolher a qual Instituto queria pertencer. Os herdeiros do prédio da Av. Brigadeiro tinham movido uma ação de despejo e o Laboratório teve de mudar. O Instituto de Química já estava instalado na Cidade Universitária e por convite dos Professores Simão Mathias e Paschoal Senise mudamos para uma grande parte do Bloco 4 deste Instituto. Considerando isto e o fato do Prof. Stammreich haver comentado que seríamos mais úteis na Química do que na Física, fiz a opção de me transferir com o Laboratório para este Instituto, o que foi uma boa escolha.

Logo fui procurado pelo diretor, Professor Senise, que me perguntou se eu precisava e estava interessado em contratar algum aluno. Foi sugerido e contratado o nome de Paulo Sergio Santos. Marcia Temperini, aluna do laboratório, também foi contratada após algum tempo. Na ocasião os docentes podiam ser contratados sem fazer concurso, só com a avaliação do professor responsável. Posteriormente estes docentes tiveram de prestar um concurso para efetivação.

Vários alunos se interessaram em estagiar no Laboratório usando os equipamentos disponíveis. Nesta época começaram a ser desenvolvidos espectrofotômetros Raman com fotomultiplicadora, registrador e excitação com lasers. Percebi que nossa instrumentação com lâmpadas de hélio ia ficar obsoleta e procurei adquirir um novo espectrofotômetro com laser, essencial para que pudéssemos atrair Professores Visitantes e manter o nível dos trabalhos de pesquisa. O espectrofotômetro escolhido, em 1970, foi o Jarrell-Ash 25-300, com laser de mistura de argônio e criptônio. O projeto envolvia um valor muito alto para a época, US\$50.000,00 (seriam cerca de US\$300.000 ou \$400.000 atualmente); foi enviado para a FAPESP e CNPq que o aprovaram, com a aquisição em conjunto. Como eu nunca havia redigido qualquer pedido de verba, pois era sempre o Professor quem o fazia, me baseei nos processos que ele enviava para montar um projeto bem convincente. Com esta aquisição pude convidar novamente o Prof. Kawai para vir nos auxiliar neste novo estágio. O instrumento foi colocado em operação no início de 1971.

Com a Reforma Universitária houve a criação dos cursos de Pós-Graduação. Isto criou a oportunidade de alunos já graduados fazerem o mestrado ou doutoramento no regime antigo, sem fazer cursos de pós-graduação,

dentro de um prazo delimitado, despertando o interesse de vários estudantes. Como resultado, tive repentinamente oito estudantes para orientar. Uma facilidade que encontrei foi que estes alunos haviam feito a graduação no sistema antigo, com poucos alunos e muitas aulas experimentais, tendo uma formação praticamente equivalente a ter o mestrado atualmente. Um ponto importante é que todos eram bastante interessados, havendo grande interação entre eles num ambiente de muita amizade. Comparado com a capacidade do Prof. Stammreich eu me sentia incapaz de manter o LEM no nível que ele tinha conquistado. Assim, na primeira reunião disse aos alunos que para compensar o peso científico do Professor seria necessária a reunião de umas dez pessoas, com todo o esforço, dedicação e espírito de colaboração. Isto, e o fato de ter começado com humildade por comparação com a capacidade do Professor, facilitou os diálogos e deu resultado, pois a Laboratório continuou com bom nível, expandindo satisfatoriamente com perfeito entrosamento entre as pessoas num ambiente que ainda perdura.

Os temas para as dissertações de mestrado foram em parte obtidos de anotações de trabalhos do Prof. Stammreich e de sugestões dadas pelo Prof. Kawai. O número de bolsistas exigia minha dedicação integral; discutia de manhã com um aluno, à tarde com outro e, frequentemente, à noite com mais um.

É interessante citar os nomes dos alunos nesta fase inicial:

Darwin Bassi (doutoramento), Celso Ulysses Davanzo, Francisco Moral,

Marcia L. Arruda (Temperini), Paulo Sergio Santos, Wanda de Oliveira,

Yoshiyuki Hase, e Yoshio Kawano.

Darwin Bassi já havia feito um estágio no Laboratório, com o Prof. Stammreich, e obteve depois o mestrado com o Dr. Foil Miller, no Mellon Institute, USA. Sua contribuição nesta fase foi valiosa, inclusive na organização do curso de espectroscopia na Pós-Graduação.

Considerando que o Brasil era conhecido pelas suas pedras preciosas, o Prof. Kawai, sugeriu o estudo por espectroscopia Raman de um monocristal, o berilo, que ficou sendo o tema para Francisco Moral. No estudo de monocristais deve-se considerar o grupo de espaço e não o grupo de ponto. Como não estávamos familiarizados com as operações desse grupo discutíamos as dúvidas em seminários. Assim, os alunos do grupo ficaram com uma boa noção sobre o tratamento vibracional de monocristais. Tivemos de aprender como orientar o cristal segundo seus eixos ópticos, usando microscópio com luz polarizada, e como cortar e polir as faces para obter a amostra orientada com boas condições para obtenção dos espectros Raman. Para testar o sistema realizamos primeiro o estudo com um cristal de calcita, cujo espectro Raman era bem conhecido na literatura.

Outro plano sugerido pelo Prof. Kawai foi estudar os espectros do íon tetratiosfosfato e ir substituindo os átomos de enxofre por átomos de oxigênio acompanhando as mudanças espectrais, sendo a Marcia Temperini escolhida para este projeto. Começamos preparando o Cu_3PS_4 , que é um sólido insolúvel. Tirávamos espectros com a radiação do laser que alguém estivera usando e os espectros eram diferentes; atribuíamos a falha na síntese e voltávamos a fazer novas preparações. Um dia colocamos juntos todos os espectros obtidos, com diferentes radiações excitantes e

verificamos que os que tinham sido obtidos com a mesma excitação eram iguais, ou seja, os espectros dependiam do comprimento de onda da radiação usada e atribuímos ao efeito Raman Ressonante, na época pouco conhecido, publicando um trabalho em 1975. Assim, o projeto mudou para o estudo do efeito Raman Ressonante, que passou a ser uma das linhas de pesquisa mais importantes do LEM; é interessante que um dos primeiros espectros com a lâmpada de hélio foi o do vapor de bromo obtido pelo Professor Stammreich em meados de 1950, que mostrou a presença de bandas harmônicas característica deste efeito, pouco conhecido na época, sendo um dos espectros pioneiros com esta técnica.

No Raman Ressonante é importante ter boas medidas de intensidade para estudar a dependência de cada modo vibracional com o comprimento de onda da radiação excitante. Como a amostra era um sólido insolúvel, as intensidades das bandas Raman na região de excitação (situada numa banda de absorção eletrônica intensa) tinham de ser corrigidas para compensar a reabsorção da luz incidente e espalhada. Além disso, deviam ser feitas correções devidas à resposta não linear do espectrômetro. Estas correções eram bastante complicadas, tinham um valor muito alto e exigiram vários meses de trabalho; o esforço foi compensado pelos resultados que obtivemos. Mostramos que as intensidades dependiam da posição das linhas vibracionais dentro da banda da absorção eletrônica e que os fatores de intensificação de bandas harmônicas podiam ser maiores do que para a banda fundamental.

Na ocasião estava aqui um Professor Visitante, o Dr. H. J. Bernstein (Canadá), e quando mostramos nossos resultados ele não acreditou, achando que havia algum erro. Um dia mostramos com detalhes tudo que havíamos

feito; ele acreditou e ficou interessado, mudando no mesmo dia de sua sala no segundo andar do Bloco 4 para o Laboratório no térreo, onde estavam os instrumentos. Ao mesmo tempo sugeriu que estudássemos um composto colorido solúvel, o $(\text{NH}_4)_3\text{MoS}_4$, que com arranjo experimental conveniente evitava os fatores de correção devido à reabsorção (célula rotatória – técnica por ele introduzida na espectroscopia Raman que o tornou famoso com enorme número de citações). Pudemos assim enviar alguns trabalhos para publicação (1978).

Devo mencionar que quando a Marcia percebeu que além da radiação excitante havia uma dependência das intensidades Raman com a posição das bandas dentro do perfil de excitação eletrônica eu não acreditei e passamos uns três meses discutindo todas as tardes, até que ela me convenceu que estava certa. Estas discussões foram muito valiosas para nossa formação.

É curioso o que ocorreu com um laser de íons de argônio que ainda na garantia deixou de funcionar. Entrei em contato com o representante (Staub) que logo comunicou ao fabricante Coherent Radiation. Eles imediatamente enviaram um tubo de reposição e sem ter a guia de importação o despachante não podia retirar da alfandega e nem ser atendido. Assim, ele me procurou dizendo que se eu fosse junto ele me apresentaria como professor da Universidade e haveria a possibilidade de atenderem. De fato foi o que ocorreu e após algumas viagens que fizemos entre o aeroporto e a Secretaria da Fazenda, na Rua Florêncio de Abreu, pudemos retirar do aeroporto o novo tubo do laser, às 19 horas. Coloquei no carro e fui direto ao Laboratório; instalei, alinhei e às 21

horas estava pronto para ser usado. Darwin Bassi pôde usar o espectrofotômetro com o laser na mesma noite.

Na mesma ocasião que recebemos o Jarrell-Ash ganhamos um espectrofotômetro infravermelho, o IR-180 da Perkin-Elmer, que ia de 4000 cm^{-1} a 180 cm^{-1} com alta resolução. Este instrumento foi usado por Ricardo Knudsen na obtenção de espectros no infravermelho de moléculas aprisionadas em matrizes de gases inertes em temperatura criogênica. Para ter as moléculas aprisionadas em matriz de argônio, Ricardo projetou e construiu injetores com controle de temperatura, onde era feita a mistura de argônio com quantidade muito pequena do vapor da substância em estudo (acetamidas e derivados deuterados). Esta substância era injetada lentamente numa janela em temperatura criogênica (10 K) formando um filme apropriado para o espectro no infravermelho. Para obter estes espectros era necessário primeiro fazer vácuo, da ordem de 10^{-7} a 10^{-8} Torr, o que demorava várias horas; depois era ligado o equipamento para obtenção da temperatura de 10 K. Assim, começávamos a montar o sistema às 2 horas da tarde e ficávamos trabalhando até o amanhecer do dia seguinte. Fazíamos primeiro um espectro de varredura, mais rápido, e em seguida registrávamos cada banda de interesse em alta resolução, o que era bastante lento.

Ricardo estava trabalhando e só vinha no fim de semana para terminar a Tese. Num sábado quando chegou viu afixado um aviso que a Inscrição para Concurso de Livre Docência no Instituto de Química iria encerrar no sábado seguinte. Falou comigo (eu não tinha visto o aviso) e embora eu não quisesse prestar o concurso acabei achando que no futuro seria difícil dirigir o Laboratório

sem o título e resolvi prestar o concurso, tendo apenas uma semana para me preparar. Todos do LEM me ajudaram juntando os documentos para o Memorial. Escrevi (numa máquina de escrever, não havia computador) uma Introdução e a Tese, juntando dados que eu tinha e fiz a inscrição dentro do prazo. Meu doutoramento foi feito após 10 anos de minha contratação. Obtive a Livre-Docência em 1986, passei a Professor Adjunto em 1987 e fiz o concurso para Professor Titular em 1988, o que foi realmente uma carreira muito rápida para quem não queria fazer concursos. Antigamente era comum não fazer o doutoramento; meu irmão, por exemplo, fez o Concurso para Catedrático sem ser doutor.

Outro episódio interessante foi quando o laser de íons de argônio parou de funcionar na ocasião que estávamos trabalhando com o efeito Raman Ressonante, onde era importante utilizar um grande número de radiações excitantes deste laser. Para adquirir um tubo de reposição levaria vários meses entre conseguir verba e fazer a importação e ficaríamos todo este tempo sem poder trabalhar neste campo. Possuíamos um laser de íons de criptônio, com radiação no vermelho, 647,1 nm, e sabíamos da existência de outro efeito Raman, ainda em estágio inicial, o da intensificação de espectros de moléculas adsorvidas em superfície de prata convenientemente tratada (efeito SERS). Um colega da área de Eletroquímica, Prof. Hélio Chagas, se mostrou interessado e tentamos obter os espectros em superfície de eletrodo de cobre, com a excitação no vermelho. Ele nos emprestou e ensinou a usar um potenciostato para fazer as varreduras de potencial necessárias para ativação da superfície do eletrodo e logo obtivemos espectros da piridina adsorvida neste eletrodo. Foi o primeiro espectro

SERS na região do vermelho e com eletrodo de cobre (o usual era utilizar eletrodo de prata e excitação no azul). Sendo um campo ainda novo pudemos observar várias propriedades importantes para o conhecimento do efeito. Em três meses enviamos um trabalho para publicação, que foi a publicação mais rápida que fizemos e num campo ainda novo para nós. Marcia se dedicou a trabalhar com este efeito até o presente, obtendo valiosas informações e expandindo o uso desta espectroscopia na Química, como os espectros Raman de uma única molécula.

A maneira pela qual introduzimos os efeitos Raman ressonante e SERS pode parecer que foi “por acaso”, mas na realidade foi o espírito de pesquisa e a observação muito atenta, herdadas do Prof. Stammreich, que permitiram estas inovações.

Um pesquisador brasileiro que estava trabalhando com um grupo teórico na Suíça, R. Marquardt passou uma temporada no LEM e estava interessado em obter as frequências harmônicas de CH no CHI_3 para calcular com o grupo na Suíça a superfície potencial, cálculo bastante complicado para o qual eles já possuíam os programas necessários. Para obter estas frequências harmônicas utilizamos o espectrofotômetro interferométrico Bomem DA3, cuja compra havia sido feita por sugestão do Prof. Paulo Sérgio, juntamente com uma célula de gás para infravermelho com caminho óptico que chegava a 5 metros, através de múltiplas reflexões. Para ter a intensidade desejada das harmônicas era necessário fazer vácuo na célula e depois ajustar a quantidade de vapor de CHI_3 aumentando a pressão de vapor através de aquecimento da célula, que podia chegar a mais de 100^0 C. Acontecia que com a dilatação da barra de alumínio que suportava os espelhos o suporte das janelas da célula era

empurrado para fora, rompendo o vácuo. Levou algum tempo para descobrirmos o que estava acontecendo e, graças à experiência que eu havia adquirido na construção dos espectrógrafos, pude projetar e montar uma nova barra de suporte dos espelhos de forma e eliminar o problema. Assim conseguimos os espectros e pudemos publicar o trabalho com a determinação da superfície potencial, em 1995.

O aluno de mestrado, Joel C. Rubim havia iniciado um programa de estudo de catálise, mas após um ano percebemos que seria muito difícil chegar a uma conclusão para terminar a dissertação dentro do prazo. Assim, com consentimento da Fapesp que concedia a bolsa de pós-graduação, mudamos o tema para um assunto que estava dando bons resultados no Laboratório, o efeito SERS, e a dissertação foi completada dentro do prazo concedido de um ano. O mestrado versou sobre a formação de um filme inibidor de corrosão adsorvido na superfície de um eletrodo de cobre. Joel estudou mais profundamente a teoria sobre o SERS e escreveu posteriormente vários trabalhos importantes neste tema.

Através de um convênio da USP com a China recebemos um aluno, Liang Yu, que fez o mestrado comigo em 1990. Liang estava estudando na China quando houve a revolução que rompeu os laços com o ocidente, queimando todos os livros. Foi um milagre ele ter conseguido a graduação, embora com muitas falhas, pois não havia livros para estudar. Posteriormente e com bastante esforço conseguiu o mestrado no Brasil e o doutoramento nos Estados Unidos.

A aluna de mestrado Lucia K. Noda realizava o estudo SERS do ácido isonicotínico em solução aquosa. Este ácido apresenta três espécies em equilíbrio; em meio alcalino

ocorre a desprotonação do grupo carboxílico e do nitrogênio (protonado) do anel. Os espectros SERS em eletrodo de cobre em $-0,6\text{V}$ e em meio bem ácido, com HCl (havendo formação de par iônico) eram idênticos aos obtidos em meio bem alcalino. Levou bastante tempo e muitas discussões em grupo para entender o que ocorria: o nitrogênio não protonado era adsorvido preferencialmente no eletrodo e em potencial mais negativo a espécie protonada é desorvida e a alcalina adsorvida; isto deslocava o equilíbrio químico, permitindo ter recobrimento adequado do eletrodo. Lucia trabalhou no doutoramento (1998) na caracterização do catalisador TiO_2 e estudo espectroscópico da interação com estireno, usando Raman e infravermelho. O Bomem DA3, que começava a apresentar problemas na parte eletrônica, contou com a colaboração de Norberto Gonçalves que era o único que dominava perfeitamente o uso deste instrumento.

No início, quando foi criado o Instituto, não havia congregação nem reunião dos Departamentos, e eram feitas reuniões informais em cada área. Em uma reunião dos Professores da Físico-Química eu falei que seria importante conseguir trazer um químico teórico, não para somente fazer cálculos, mas que criasse modelos com interação com os experimentais. Um dos professores falou que isto não existia. Assim foi para mim uma enorme satisfação quando em 1996 o Instituto contratou o Prof. Mauro C. Costa Ribeiro, que ficou no LEM e tinha exatamente o perfil que eu havia proposto na reunião acima citada.

Para a aluna de iniciação científica, Ana Maria Pereira Neto, sugeri a obtenção de espectros com o intuito de aprender a usar os programas de deconvolução de bandas, Raman da água na região dos estiramentos simétrico e antissimétrico, onde ocorre grande recobrimento destes

modos. Percebemos que o espectro era bastante complexo, havendo um grande número de publicações a respeito e que o assunto ainda era investigado. Assim, procuramos pesquisar a estrutura da água líquida obtendo espectros de água tri-destilada e deionizada, com a maior pureza, no intervalo de temperatura de 90° a -15° C, sendo difícil chegar a -15° C sem que a água congelasse. Os resultados foram publicados em 2004.

O ensino tinha um papel muito importante no LEM, sendo ministradas aulas experimentais no curso de pós-graduação. Com o assunto destas aulas publicamos alguns artigos de Educação Química para os átomos de hidrogênio, sódio e iodo, com enfoque de tornar mais claros certos termos da Química Quântica.

Uma característica do LEM é o ambiente de amizade entre seus membros que compartilham com perfeita harmonia os mesmos instrumentos, formando um grupo com características difícil de encontrar em outros Laboratórios. Parte deste ambiente talvez seja devido ao fato que quando algum aluno tinha problemas, mesmo íntimos, se sentia a vontade de me procurar em minha sala, para obter apoio e ajuda para resolvê-los. Assim, sentiam-se mais tranquilos, formando o ambiente que perdurou mesmo após minha aposentadoria e que certamente teve origem com o Professor Stammreich. Minha esperança é que este ambiente perdure para sempre, contando com a boa vontade, paciência e dedicação dos professores e alunos.