



# DAS MINHAS MEMÓRIAS NUCLEAR

Qual foi o percurso de um notável físico nuclear japonês, visto sob o prisma dele próprio? É essa cronologia auto-comentada, referente ao período central da sua vida, que a seguir se reproduz.

Olhando para o meu passado noto uma tendência que está esquematizada na Fig. 1. Na escola primária temos de aprender de tudo. Claro que só um pouco, e coisas básicas. Perto do fim do ensino secundário escolhemos a direcção dos estudos posteriores, nomeadamente ciências ou humanidades. Na universidade a especialização é ainda maior. Por exemplo, escolhemos Física. No fim dos estudos universitários, ficamos ainda mais especializados, por exemplo, em Física Nuclear. Mais tarde passamos a envolver-nos num tópico restrito de Física Nuclear, como espectroscopia nuclear. A meio da nossa carreira académica tornamo-nos peritos em espectroscopia nuclear de núcleos deformados. Organizamos uma conferência internacional sobre espectroscopia nuclear de núcleos deformados na região das terras raras. Agora supervisionamos estudantes. Não podemos dar o mesmo problema a todos os estudantes do nosso pequeno grupo. Assim, um investiga núcleos deformados na região leve, outro na região da nossa própria especialidade, nomeadamente núcleos deformados das terras raras, e o último na região dos actínidos. Alguns anos mais tarde tornamo-nos director do Departamento de Física. Agora pertencemos ao júris nos exames dos estudantes dos colegas. Assim, temos de aprender um pouco de Física do Estado Sólido. O próximo passo é sermos presidente da Faculdade de

H. Morinaga distinguiu-se no panorama científico recente por trabalhos pioneiros de pesquisa experimental das propriedades do núcleo atómico, em particular de estados de spin elevado. A sua brilhante carreira académica culminou com o honroso convite que a Universidade Técnica de Munique lhe dirigiu em 1968 para ocupar uma das prestigiadas cátedras recém-criadas no Departamento de Física por ocasião do regresso de Mössbauer dos Estados Unidos à Alemanha. Apesar de à data ocupar na Universidade de Tóquio uma cátedra muito conceituada onde estava rodeado de jovens colaboradores, aceitou o convite da universidade alemã por três motivos. Em primeiro lugar, porque a nova cátedra que lhe era oferecida estava associado um quadro académico numeroso e de excelente qualidade. Além disso, porque o orçamento de investigação era extremamente atraente. Finalmente, porque ali ficaria mais próximo dos grandes centros de investigação mundiais.

Morinaga é um notável exemplo, não só de dedicação abnegada e profícua à causa da ciência, mas também de talento em reconhecer e aproveitar as circunstâncias propícias a uma actividade fértil.

JOÃO DA PROVIDÊNCIA

Departamento de Física da Universidade de Coimbra

providencia@teor.fis.uc.pt

H.MORINAGA

Universidade Técnica de Munique, Garching, Alemanha

Prinz-Ludwig Str. 28, 85354 Freising, Alemanha

(Tradução do inglês por Constança Providência)

# RIAS EM FÍSICA

Ciências. Temos de nos envolver nas decisões políticas da Faculdade. Então os conhecimentos que obtivemos na escola secundária começam a ser úteis e interessantes. Se, entretanto, nos tornarmos Reitor da Universidade ou Ministro da Educação, teremos de inaugurar uma prova de atletismo e não teremos tempo para comparecer num encontro temático de espectroscopia nuclear organizado pelo nosso estudante. Esta é a vida típica de um cientista com sucesso.

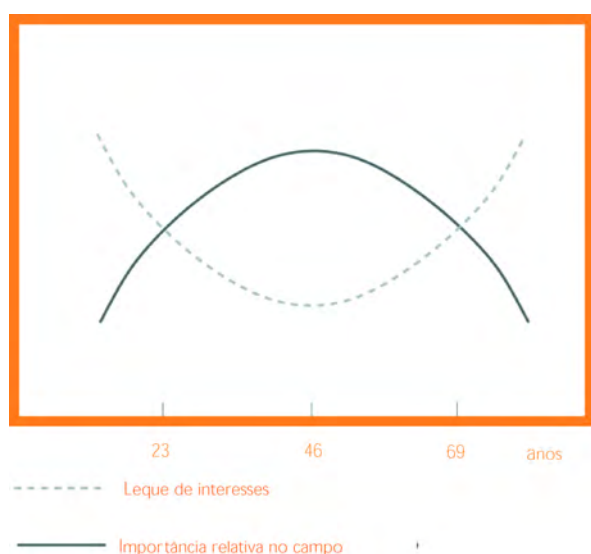


Fig.1 . Simetria em torno do ponto médio da vida, que no meu caso, foi a idade de 46 anos

Se admitirmos este quadro, notamos que apresenta simetria relativamente a um ponto médio que, no meu caso, foi a idade de 46 anos.

Alguns dos meus colegas reconhecem a mesma tendência. Deve, portanto, existir nela uma certa generalidade. Vou apresentar as minhas memórias do segundo período da minha vida, isto é, dos 23 aos 46 anos.

## DESCRIÇÃO CRONOLÓGICA

### 1945

Preparação em Física Nuclear no Japão assolado pela guerra.

**Abril-Agosto** Como trabalhador-estudante no Laboratório Naval de Radar dediquei-me ao problema da operação paralela de magnetrons. Fiz um relatório de um fenómeno interessante que observei durante o meu seminário interno. Perante as minhas dificuldades em responder a questões sobre o fenómeno, o fisico sénior Tomonaya, que era consultor do laboratório, explicou o fenómeno, observando que *lidamos com este tipo de problemas todos os dias em mecânica quântica*. Era o problema da repulsão de níveis de energia (frequência de oscilação). Foi o meu primeiro encontro com a física concreta.



**6 e 9 de Agosto:** Bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki.

**15 de Agosto:** Termina a Segunda Guerra Mundial.

**Outubro:** Recomeça o ensino universitário. Estudei mais um ano e entrei no laboratório do Prof. Sagane, um dos discípulos de E. O. Lawrence de Berkeley, o inventor do ciclotrão.

### 1946

Sagane observou na sua lição de Física Nuclear: *A existência de linhas espectrais no espectro de energia do decaimento a indica-nos que os núcleos têm estruturas*

*semelhantes às atômicas. No entanto, devido aos conhecimentos ainda reduzidos é impossível interpretar o espectro nuclear.*

**Outubro:** Tendo terminado os meus estudos universitários, Sagane ofereceu-me um lugar modesto no seu laboratório. A remuneração mensal correspondia a 23 ovos no mercado negro

### 1947-1948

Sagane ofereceu-me um lugar regular muito precioso como assistente, na condição de eu não trabalhar para escrever artigos, mas basicamente estudar a física dos aceleradores a fim de preparar o futuro estabelecimento da Física Nuclear no Japão, usando, em particular, a técnica da frequência de rádio que tinha dado um grande salto durante a guerra. Um tipo de cavidade ressonante que concebi durante este período, a chamada estrutura IH, foi realizada como tandem pós-acelerador 25 anos depois pelo nosso grupo em Munique e é agora utilizado tanto no GSI em Darmstadt como no CERN para acelerar iões muito pesados.

### 1948

Aparece o modelo em camadas de Meyer-Jensen.

### 1949

Sagane deixa o Japão para os EUA.

### 1951

Obtive uma bolsa do Instituto Internacional de Educação (o presidente era Eisenhower) para estudar no Colégio Estatal de Iowa, em Ames Iowa. Durante o primeiro ano trabalhei para W. F. Fry e olhei para emulsões nucleares irradiadas por mesões  $\mu$  muito lentos do ciclotrão de Chicago. Observei 23 000 trajectórias de mesão  $\mu^-$  e examinei o que acontecia. Foi maravilhoso observar todas aquelas placas nucleares. No microscópio via-se todo o mundo nuclear, com difusão, recuo, explosão, sujidade, etc.

### 1952

É publicado o livro de Blatt e Weisskopf. Foi-me oferecido um lugar de professor assistente para trabalhar em Iowa. Tinha que escolher entre:

1) trabalhar em física dos mesões (física de altas energias), onde, sabíamos que o tema vinha de Fermi;

2) juntar-me ao grupo de sincrotrão no local.

Escolhi a segunda hipótese. Nesta altura já tinha recuperado do choque cultural e das dificuldades com a língua. Fiz alguns amigos que me deixaram profunda impressão. Entre eles, não quero deixar de referir Sven Johansson, que inventou o método PIXE e se tornou presidente da Academia de Ciências Sueca, e Lu Teng-Hui, Presidente de Taiwan.

### 1953

Mantive-me em Iowa. Numa atmosfera muito amigável pude pensar e experimentar muitas das minhas ideias no laboratório do sincrotrão. Por exemplo a procura de um isómero esperado no alumínio, a busca do magnésio 28, etc. Nenhuma das minhas ideias funcionou. A razão era muito simples. Eu estava pouco maduro!

## EM DIRECÇÃO ÀS FRONTEIRAS DA FÍSICA NUCLEAR

### 1954

Mudei-me para a Universidade de Purdue (Lafayette, Indiana).



Universidade de Purdue

O Departamento de Física do Prof. Lark-Horovitz era muito internacional. Ele próprio era vienense e 11 dos 23 membros seniores da sua equipa eram estrangeiros. O Prof. Belinfante, de origem portuguesa (ver nota no fim), foi uma das personalidades mais agradáveis. Ele estava a lutar contra o "referee" da Physical Review insistindo no título "O modelo de queijo suíço do Universo". Se hoje aceitamos as modernas evidências de buracos negros no céu, penso que o nome era muito apropriado.

Para mim, pessoalmente, o mais importante foi a presença de dois excelentes físicos nucleares no Departamento. Um foi o Prof. Ernst Bleuler do ETH, Zurique, um físico experimental extraordinário e responsável pelo velho ciclotrão. O outro foi o Prof. D. C. Peasler, um teórico-experimental simpático, cuja tese de doutoramento constitui a maior parte do livro de Blatt e Weisskopf. A sua simpatia pode ser depreendida do comentário que me dirigiu: *Os experimentalistas têm o direito de propor qualquer interpretação dos seus próprios resultados experimentais, assim como os teóricos de escrever teorias. Ambos, no entanto, apenas quando se fundamentam no enquadramento básico.* Assim, com as suas sugestões críticas, escrevi vários artigos importantes tanto experimentais como teóricos. Eles trataram o efeito do isospin nos rendimentos foto-nucleares (o critério dinâmico da conservação de isospin na reacção nuclear  $\{1\}$ ; interpretação de alguns dos estados excitados em núcleos  $4n$  auto-conjugados (possíveis estruturas lineares em cadeia no carbono 12, oxigénio 16, etc. [1]), reacções  $\alpha$ ,  $\gamma$  (resultados experimentais e sua possível interpretação supondo que, entre os estados de baixa energia do núcleo, há um que corresponde à ressonância dipolar gigante). Também identifiquei quatro novos isótopos usando o feixe de ciclotrão: escândio 42 e 50, cloro 40 e gálio 74. Foram fornecidas as partes principais do esquema de decaimento de cada um. Orgulho-me do facto de as meias vidas destes isótopos, que eu determinei pela primeira vez com um equipamento relativamente primitivo, não serem muito diferentes das medições modernas bem posteriores. Tudo porque nesse tempo éramos muito mais cuidadosos a publicar os nossos resultados.

O seminário conjunto com os físicos nucleares da Universidade de Indiana em Bloomington, Indiana, que se realizava alternadamente em Lafayette e em Bloomington, teve uma grande influência em mim. Precisamente quando fui para Purdue, trabalhava lá um grupo de excelentes jovens teóricos nucleares como Konopinski, Brueckner, Watson, Ford, Levinson, Francis e Eden. Isto aconteceu realmente por pouco tempo porque em breve tiveram de partir. Mas, durante este período muito curto, produzi-

ram-se muitos artigos notáveis.

Para mim o essencial foram os seminários de Levinson. A história foi publicada na "Physical Review" em três partes. Eles atribuíram os estados conhecidos do cálcio 41 de menor energia aos estados de partícula independente  $1f_{7/2}$ ,  $2p_{3/2}$ ,  $1f_{5/2}$  e  $2p_{1/2}$ . De seguida, obtiveram o potencial de partícula independente e a intensidade da interacção spin-órbita. Aos quatro estados mais baixos do cálcio 42 foram atribuídos os spin  $0^+$  -  $2^+$  -  $4^+$  -  $6^+$  da configuração  $1f^2_{7/2}(n)$  e foram determinadas as forças efectivas entre dois neutrões. Depois, supondo que não existem forças de três corpos, o que provavelmente é bastante realista, calcularam o espectro teórico do cálcio 43. O ajuste aos dados experimentais era bom até cerca de 1 keV. Isto para mim foi terrivelmente excitante. Menos de 10 anos antes tinha ouvido a lição impressionante do Prof. Sagane. Agora era possível interpretar os espectros nucleares experimentais qualitativamente! Esta euforia não podia durar muito. Quase imediatamente depois descobriu-se que o espectro do cálcio 43 estava errado.

## RUMO À EUROPA

### 1956

Através dos contactos com Sven Johansson e os físicos europeus em Purdue, especialmente Ernst Bleuler, quis visitar a Europa antes de voltar para o Japão. No início de 1956, Johansson arranhou-me um lugar de investigador na Universidade de Lund. Havia lá um pequeno sincrotrão e um gerador van de Graaff para as experiências de Física Nuclear. Uma grande vantagem de estar em Lund era que a Meca da Física Nuclear, o Instituto Niels Bohr (naquela altura chamava-se Instituto de Física Teórica) em Copenhaga podia ser alcançada em menos de três horas. O colóquio de sexta-feira ainda era aberto por Niels Bohr e criava-se sempre uma discussão muito viva, com a participação de Aage Bohr e Ben Mottelson.

No meu caminho para a Europa, parei em Nova Iorque e visitei a senhora Wu em Columbia. Nessa altura estava preocupado com o meu esquema de decaimento do escândio 50. Esperava-se da regra de Nordheim que o estado fundamental tivesse um spin elevado, mas a natureza da cascata observada parecia-se com a cascata  $6^+$  -  $4^+$  -  $2^+$  -  $0^+$  da configuração  $1f^2_{7/2}(p)$ . Era bastante diferente da sequência  $1f^2_{7/2}(n)$  do cálcio utilizado por Levinson e Ford. Porque seria a configuração  $1f^2_{7/2}(p)$  tão diferente da configuração  $1f^2_{7/2}(n)$ ? Já tinha feito esta pergunta a uma dúzia de físicos nucleares sem ter obtido nenhuma resposta convincente. A senhora Wu, no entanto, disse-me que o espectro de energia do cálcio 42



A Pequena Sereia de Copenhaga

poderia estar errado e devia ser reexaminado.

A vida em Lund foi um novo choque cultural apesar de não ser tão grande como o primeiro. Do ponto de vista académico, as autoridades em Copenhaga impediam-me de ter um pensamento original e independente. Em resultado disso praticamente não escrevi nenhum artigo. Mas aprendi muito. Em especial, aprendi muito com Sven Goesta Nilsson, com quem apanhava o barco para as sextas-feiras em Copenhaga. O facto de me familiarizar com todos os aspectos do modelo de Nilsson ajudou muito a minha carreira de físico nuclear.

## REGRESSO AO JAPÃO

1957

Obtive um lugar na Universidade de Tóquio em Sendai, a cidade central do Nordeste do Japão, onde um betatrão de 25 MeV estava prestes a funcionar. Também, pouco depois, um excelente ciclotrão começou a funcionar no Instituto de Estudos Nucleares administrado pela Universidade de Tóquio, que ficou acessível a todos os cientistas nucleares. Aproximadamente no mesmo período ficou pronto o primeiro reactor de investigação japonês.

Um dos primeiros trabalhos em Sendai foi reexaminar o esquema de decaimento de potássio 42, que podia ser produzido pelo novo reactor. Essencialmente, mediram-se as correlações angulares dos dois  $\gamma$  emitidos em casca-

ta do segundo estado excitado do cálcio 42 através do primeiro estado excitado.

Esta investigação permitiu-me determinar inequivocamente o valor do spin do segundo estado excitado, que era zero. Descobrimos ainda que o terceiro estado excitado decaía directamente para o estado fundamental e, por isso, não podia ser  $4^+$ . Agora estava de acordo com o espectro de energia do titânio 50 que determinei em Purdue [2] (Fig. 2). Neste ponto, levantou-se uma dúvida muito natural. Seria correcta a atribuição de spin de Levinson e Ford ao espectro do cálcio 41? Nesta altura, eu não tinha condições para tentar resolver este problema experimentalmente. Então olhei para tudo o que estivesse relacionado com a espectroscopia do cálcio 41.

Encontrei um facto muito interessante no espectro de raios  $\gamma$  da captura de um neutrão. Primeiro, juntamente com muitos outros casos com pequenas secções eficazes de captura, o espectro  $\gamma$  estava longe do que previa o decaimento do núcleo composto. No caso do cálcio 41 os raios  $\gamma$  mais fortes vão para o primeiro estado excitado e para um estado com cerca de 4 MeV. Suspeitei, por isso, que este par de estados fosse obtido dos estados  $2p$  devido ao desdobramento pela interacção spin-órbita e em contraste com as atribuições de Levinson e Ford, e supus um mecanismo de captura directa que não foi considerado para a captura de neutrões [3]. O cálculo foi feito usando o potencial de Woods-Saxon ajustado à minha nova atribuição de spin, num computador analógico novo do Instituto de Energia Atómica do Japão. O "fit" era extremamente bom. Em 1959 Weisskopf visitou o Japão. Yukawa organizou um encontro em Quioto para os físicos nucleares que quisessem apresentar o seu trabalho àquele grande físico. Falei sobre o meu resultado relativo à captura directa de neutrões lentos pelos núcleos.

Weisskopf fez o seguinte comentário: *Depois do neutrão ter sido descoberto, Bethe sugeriu este mecanismo, mas após a série de resultados experimentais impressionantes obtidos por Fermi para a captura de neutrões ter sido muito bem explicada por Bohr, usando o conceito de núcleo composto, esta possibilidade de captura directa de neutrões foi esquecida!* Neste encontro, Yoshizawa apresentou as suas medições da dependência da energia das partículas  $\alpha$  nas razões isoméricas ( $\alpha$ ,  $3n$ ) do alvo de prata — os valores aumentam linearmente de quase zero à energia da barreira até 20 MeV a 40 MeV. Já durante a sessão fiz um pequeno cálculo supondo que o isómero de spin mais baixo era produzido se o momento angular inicial do projectil fosse mais baixo que o momento angular crítico, que é metade da soma dos spins de ambos os isómeros. De outro

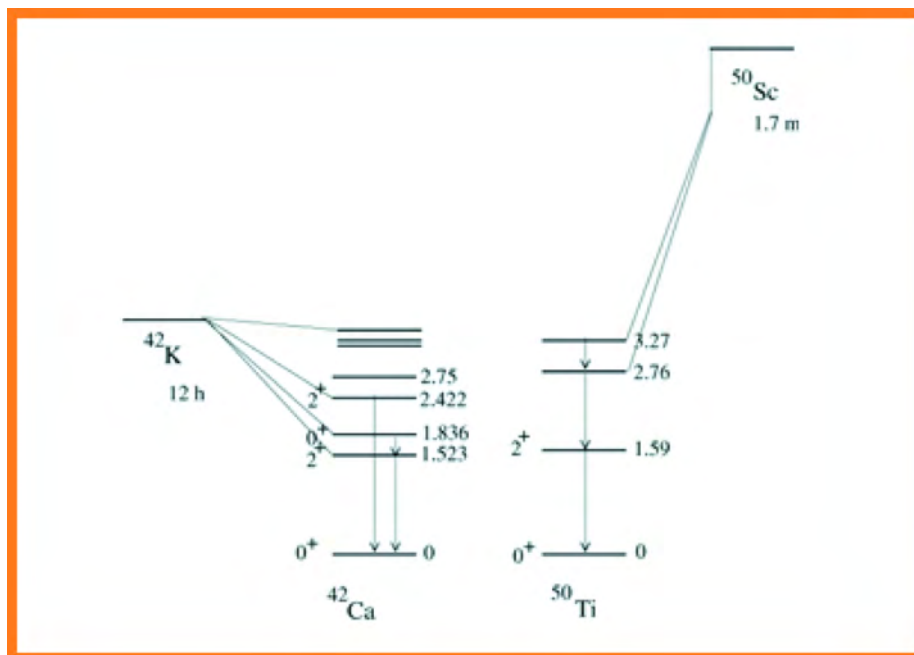


Fig. 2. Comparação do esquema de níveis do  $^{42}\text{Ca}$  e do  $^{50}\text{Ti}$

modo, é produzido o isómero de spin mais alto. A descrição era fantástica e, ao mesmo tempo sugeria uma consequência muito importante. A cascata rotacional, ou generalizando a cascata "yrast", pode ser vista através da observação em feixe dos raios  $\gamma$  que se seguem à irradiação do alvo feito de um único isótopo, com um feixe de partículas  $\alpha$  (ou, generalizando, um feixe de íões pesados) em torno do pico das reacções ( $\alpha, xn$ ) ou, em geral, ( $\text{HI}, xn$ ) [3].

## REGRESSO À "ALMA MATER"

### 1960

Obtive um pequeno grupo (meia cadeira) no Departamento de Física da Universidade de Tóquio, a minha universidade, onde um acelerador tandem devia começar a funcionar brevemente. No ano seguinte, obtive uma oferta para cientista convidado no Instituto de Investigação em Física Nuclear em Amsterdão, onde estava a funcionar o sincrotrão mais antigo da Europa. Aí tive uma oportunidade maravilhosa de testar a minha ideia de olhar para a cascata rotacional de alguns núcleos deformados com o feixe de partículas  $\alpha$  a 50 MeV do ciclotrão. Já antes da Conferência do Jubileu de Rutherford em Manchester, vimos um sinal claro da cascata rotacional no disprósio 160 a partir do alvo gadolínio 160 enrique-

cido no feixe, graças à grande ajuda de P. C. Gugeot, director do Instituto e um velho amigo de Ernst Bleuler da mesma Universidade Técnica Federal, Zurique. Tendo sido desencorajado pelas autoridades de Copenhaga, no meu caminho para Amsterdão, nomeadamente ao dizerem-me que essas experiências não tinham sido bem sucedidas em Dubna e Berkeley, teria sido impossível realizar a experiência se não tivesse recebido os encorajamentos e conselhos deste bom físico. Ao fim da minha permanência de dez meses em Amsterdão observámos cascatas  $8^+$  ou  $10^+$  em 35 núcleos diferentes [4]. A experiência utilizava contadores de cintilação de iodeto de sódio. Hoje, com o desenvolvimento de detectores de germânio de alta resolução, de técnicas de coincidências múltiplas assim como de feixes de íões pesados a altas energias, é possível observar estados nucleares até ao spin 60.

## JUNTAMENTE COM COLEGAS

### 1960-1968

Em Tóquio tive excelentes ocasiões de interaccionar com cientistas activos no meu campo. Também desfrutei duas vezes de dispensa de serviço, uma vez em Amsterdão e outra no Instituto Max Planck, em Heidelberg. Além disso, havia muitos visitantes no Japão de todas as partes do mundo. A nova tendência em Física Nuclear

era a organização de numerosos pequenos encontros temáticos onde os experimentalistas se encontravam com os teóricos. A escola japonesa esmerou-se nalguns tópicos:

### 1. MODOS COLECTIVOS E EXPANSÃO BOSÓNICA .

A ideia básica parte do trabalho de Tomonaga após a guerra. Depois de alguns passos importantes, o quadro geral foi estabelecido por Marumori e seus colegas [5] e as aplicações foram desenvolvidas por Arima e seus colegas. Este último modelo teórico é conhecido por "Interacting Boson Model" (Modelo dos Bosões em Interação), que é hoje um dos modelos nucleares mais importantes juntamente com o modelo em camadas de Meyer-Jensen e o modelo colectivo de Bohr-Mottelson, que todos os espectroscopistas nucleares têm de aprender. Tendo em conta que os fenomenologistas tinham de contactar com os dados produzidos por espectroscopia dos raios  $\gamma$  em feixe, tive muitas oportunidades de me relacionar com eles.

### 2. MOMENTOS NUCLEARES.

Houve dois importantes pontos de partida nesta direcção no Japão. Um foi o grupo de Sugimote em Osaka que desenvolveu muito trabalho original nos domínios do momento nuclear estático e da interacção hiperfina. Outro foi o trabalho do jovem Miyazawa [6], que tentou

explicar o desvio dos momentos nucleares estáticos medidos em relação os valores de Schmidt. Pouco tempo depois, Arima e Houie [6] escreveram um artigo que explicava o efeito atribuindo-o à mistura de configurações. Yamazaki e os seus colegas introduziram as medições de momento angular e medidas retardadas na espectroscopia de raios  $\gamma$  em feixe e mediram muitos momentos estáticos de estados excitados [7].

### 1963

Durante este período de grande expansão aconteceu algo muito importante na Física Nuclear, nomeadamente a introdução da ideia de quarks por Gell-Mann e Zweig.

### 1967

Foi organizada no Japão por Sakai a primeira grande conferência de Física Nuclear. Muitas das pessoas da primeira geração em Física Nuclear participaram na conferência e foi como que uma celebração da pequena ascensão desse ramo da Física no Japão. Pouco tempo antes da conferência foi-me oferecida uma cátedra no novo Departamento de Física da Universidade Técnica de Munique, o qual foi desenvolvido em ligação com a cátedra de Moessbauer segundo o modelo americano.

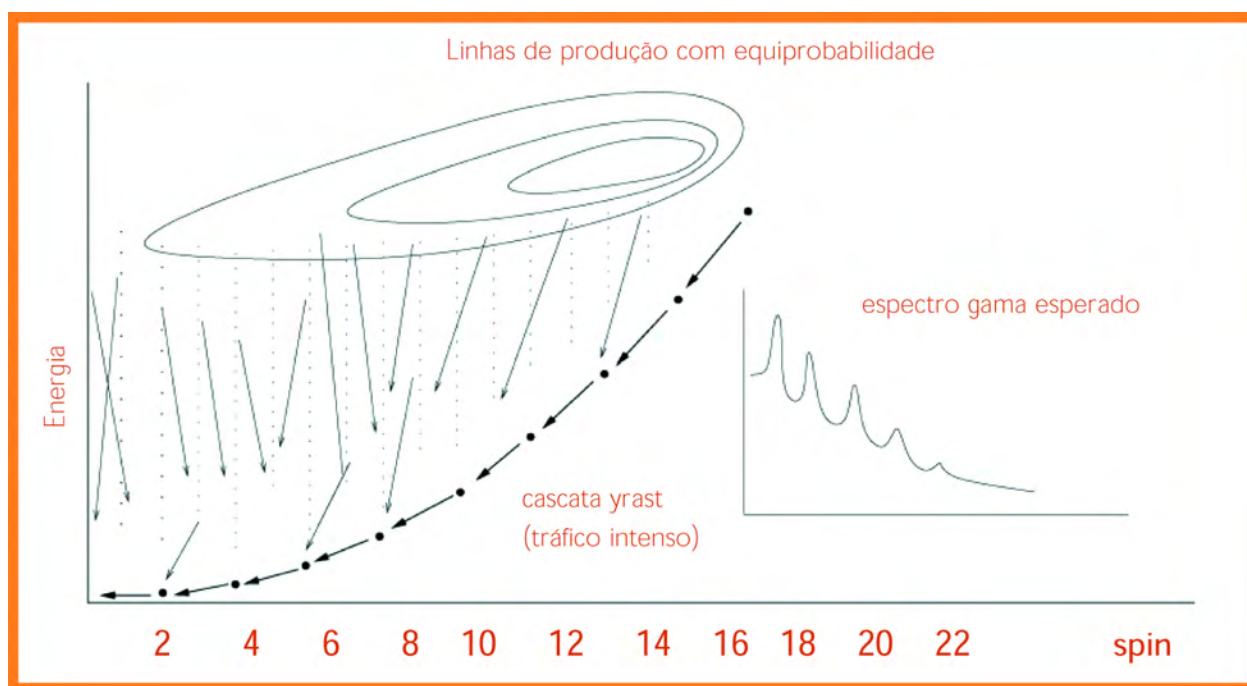


Fig. 3 . Diagramas de excitação  $\gamma$  de um núcleo composto produzido por uma reacção  $(\gamma, xn)$

## MUDANÇA PARA MUNIQUE

1968

Comecei uma vida nova em Munique. A situação da física à minha volta era a seguinte: Greiner, Faessler e Sheline explicaram o desvio das energias da banda de rotação de  $I(I+1)$  atribuindo-a ao acoplamento rotação-vibração. No entanto, as elongações esperadas dos núcleos não foram observadas por Kienle, que mediu o valor  $10^{-6}$  para elongação dos estados  $2^+$  usando o desvio isomérico observado nas medições de Moessbauer. Finalmente, Mang explicou o efeito atribuindo-o ao acoplamento rotação-partícula (efeito da força de Coriolis).

## RETROSPECTIVA

Houve alguns períodos muito activos mas curtos (como o Laboratório Naval de Radar, Purdue, Sendai e Amsterdão). Foram os períodos de libertação de energias. No meio, houve sempre períodos bastante longos sem actividade, mas aparentemente propícios ao armazenamento da energia. Eles foram: Tóquio como estudante, Tóquio como assistente, Iowa, Lund e Tóquio como professor. O meu comentário sobre as condições para períodos férteis é o seguinte:

1. Os períodos férteis vieram depois de alguma preparação.
2. Em períodos férteis houve sempre produção de vários trabalhos em tópicos diferentes.
3. Em períodos férteis houve sempre um ou mais parceiros para discussão como Tomonaga em Shimada, Bleuler e Peaslee, em Purdue, e Gugelot, em Amsterdão.

Histórias posteriores a 1969 (o terceiro período, entre as idades de 46 a 69) aparecerão com o título: "O meu esforço para promover Física Nuclear Aplicada". Mais experiências posteriores a 1991 (depois dos 69 anos) estão a ser escritas com o título "Do nuclear ao solar".

## REFERÊNCIAS

- [1] Morinaga, H., Physical Review **97** (1955), 444; 101 (1956) 254; 101 (1956) 100.
- [2] Morinaga, H., Mutsuro, N. e Sugawara, M., Physical Review **114** (1959), 1146.
- [3] Morinaga, H. e Ishii, Chi, Progress in Theoretical Physics **23** (1960), 161.
- [4] Morinaga, H. e Gugelot, P. C., Nuclear Physics **46** (1963), 210.
- [5] Tomonaga, S., Progress in Theoretical Physics **5** (1950), 544; 13 (1956) 461, 482. Marumori, T., Progress in Theoretical Physics **13** (1955), 442; **24** (1960) 331. Arima, A. e Iacchelo, Annals of Physics **99** (1976), 253.
- [6] Miyazawa, H., Progress in Theoretical Physics **6** (1951), 801, Physical Review **101** (1956), 1564. Arima, A. e Horie, H., Progress in Theoretical Physics **12** (1954) 567.
- [7] Ver Morinaga, H., e Yamazaki, T., "In-Beam Gamma-Ray Spectroscopy", North-Holland, 1976.

## NOTA DA REDACÇÃO:

### UM JUDEU PORTUGUÊS

Uma pesquisa na Internet (<http://members.home.net/hzrabie/>) permitiu remontar ao século XVI as origens portuguesas deste físico holandês que emigrou para os EUA antes da Segunda Guerra Mundial.

O seu antepassado Joseph Cohen (Belinfante), nascido em Lisboa fugiu para a Turquia em 1526 em virtude da expulsão dos judeus de Espanha e Portugal. Um seu sucessor, Zaddik Cohen (Belinfante), emigrou depois para Amsterdão, onde foi rabi chefe.