

Físicos vão fazer experimentos da Condensação de Bose-Einstein

No caso particular das bolsas de Doutorado I (concedidas na primeira etapa do curso), que experimentaram um espetacular crescimento de 186% no período considerado, ele acredita que esse resultado pode ter sido influenciado também pelo mecanismo da reserva técnica para bolsas, "que termina funcionando como um atrativo a mais para a procura". A reserva técnica corresponde a, no máximo, 30% do valor anual de cada bolsa e seus recursos destinam-se a cobrir os custos relativos a atividades complementares para a formação do estudante.

O mecanismo não tem influência, no entanto, sobre o crescimento ainda mais impressionante das bolsas de Pós-Doutorado no País, da ordem de 206%. Não existe reserva técnica para essas bolsas.

Em relação a áreas do conhecimento, Matemática registrou o maior salto no recebimento de bolsas (91%), seguida por Geociências (89%) e por Astronomia e Ciências Espaciais (79%).

Na parte de Auxílios, o maior crescimento percentual ocorreu no apoio a projetos temáticos, que foi da ordem de 194% no período de janeiro a setembro de 1996, comparativamente a igual período do ano passado: em números absolutos, passaram de 18 a 53.

Os auxílios à participação em reunião no exterior foram os segundos que mais cresceram: experimentaram no período um aumento da ordem de 42%, de 568 para 809. Já os auxílios à publicação cresceram em 39%, de 84 para 117 projetos. Auxílios para participação em reunião no Brasil aumentaram em 29% (de 164 para 221); os relativos à vinda de pesquisador visitante do exterior aumentaram em 25% (de 241 para 302) e os destinados à organização de reunião aumentaram em 21% (de 180 para 217). Já os auxílios a projetos individuais experimentaram aumento marginal (de 652 para 660), enquanto os auxílios à vinda de pesquisador visitante ao Brasil não sofreram qualquer variação (27 concessões em cada um dos dois períodos considerados).

Bolsas no País

Acumulado de 01/01 a 30/09 - 1995 e 1996

bolsas	1996	1995	95/96
IC	1003	721	1,39
AP	26	14	1,86
MS I	649	408	1,59
MS II	325	175	1,86
DR I	415	145	2,86
DR II	244	150	1,63
PD-BR	162	53	3,06
TOTAL	2.824	1.666	1,70

Uma equipe de pesquisadores do National Institute for Standard and Technology (NIST), no estado norte-americano do Colorado, tornou-se mundialmente conhecida, no ano passado, depois de conseguir comprovar na prática uma suposição feita 70 anos atrás pelo físico alemão Albert Einstein. Eric Cornell e seu grupo mostraram, em uma conferência na Itália, ser capazes de provocar uma certa alteração no comportamento do átomo - prevista por Einstein, com base na teoria do físico indiano Satyendra Nath Bose -, fundamental para o avanço da física quântica e da compreensão mais aprofundada da matéria.

Enquanto a equipe de Cornell buscava os meios para realizar seu experimento, um grupo de pesquisadores brasileiros do Instituto de Física de São Carlos (Universidade de São Paulo, USP), encabeçado por Vanderlei Salvador Bagnato, trabalhando no mesmo campo, ganhava o respeito da comunidade científica mundial por seu trabalho com desaceleração e aprisionamento atômico. O grupo de São Carlos compõe uma seleta lista de poucos e respeitados institutos em todo o mundo, em condições de fazer experimentos com base na manipulação de átomos.

A equipe de Bagnato está entre as que obtiveram resultados avançadíssimos com a espectroscopia atômica - manipulação atômica com o uso da luz. Os experimentos começaram em 1990, com o auxílio da FAPESP. "Estamos trabalhando no limite do conhecimento", diz Bagnato. De fato, a equipe do jovem físico de 38 anos, foi a primeira a conseguir confinar num mesmo espaço dois átomos de substâncias diferentes (sódio e potássio). De acordo com o físico, sua equipe (na qual estão também Sergio Carlos Zilio e Luis Gustavo Marcassa, além dos pesquisadores convidados e de cerca de 40 alunos de graduação, mestrado e doutorado) recebeu em torno

de US\$ 500 mil, relativos a dois projetos temáticos, para desenvolver o trabalho iniciado há seis anos.

Essa pesquisa de ponta pode levar os brasileiros a novas constatações sobre os chamados "superestados" da matéria. O terceiro projeto temático da equipe de Bagnato, em fase de análise pela FAPESP, prevê a concessão de outros US\$ 500 mil para experiências nessa nova área da realização da Condensação de Bose-Einstein - os brasileiros estão na última etapa do processo, o resfriamento evaporativo dos átomos. Segundo o pesquisador os vários anos de trabalho científico deram à equipe experiência suficiente para vencer todas as etapas anteriores.

A manipulação atômica é um dos campos de estudo mais recentes da física e deve permanecer por um bom tempo como o principal desafio dos cientistas na busca pelo entendimento das leis naturais. Apresenta-se como a grande fronteira. As observações em torno da unidade básica da matéria ainda levam a ponderações conceituais quase sempre controversas. A principal delas, a de que a partir da compreensão da natureza do átomo seria possível constatar a existência de uma única lei universal por trás da vida, tem causado entreveros envolvendo grandes nomes da física mundial. Os pesquisadores, entretanto, são unânimes ao afirmar que o muito que se sabe é muito pouco. Ou seja, a experimentação é ainda o melhor que se pode produzir nesse campo, a despeito dos avanços da engenharia genética e das recentes descobertas de novos materiais.

Um dos principais avanços da física moderna foi a constatação da natureza composta dos átomos, no início do século, a partir da descoberta do raio X. Descobriu-se que os átomos de substâncias radioativas não só emitem radiação como transformam-se em átomos de substâncias diversas. O entendimento de que o átomo não

TEMÁTICO [continuação]

é uma unidade sólida, mas um conjunto de partículas (elétrons, prótons e nêutrons) em constante movimento, revolucionou as teorias da física clássica, e abriu o caminho para uma investigação mais aprofundada sobre a composição da matéria.

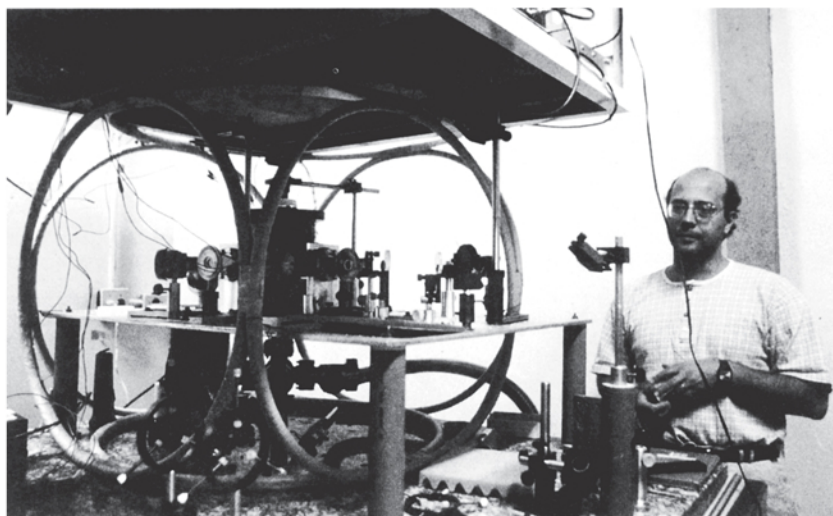
A observação do comportamento das partículas subatômicas e a conseqüente formulação da teoria quântica, na década de 20, obrigou os estudiosos a reverem seus conceitos e a aceitar que a matê-

ria é composta por unidades mais abstratas do que se previa, apresentando-se às vezes em forma de partículas e outras em forma de ondas. A crença na existência de uma unidade padrão básica e indestrutível precisou ser reelaborada.

Apesar do átomo ser visto como uma entidade mecânica - como se fosse um corpúsculo de massa se deslocando -, seu comportamento, na verdade, é quântico. Na natureza quântica, o átomo comporta-se como uma onda, capaz de interagir com outros, evidenciando efeitos que a visão mecânica não poderia prever.

A comprovação matemática da teoria quântica, que suplantou o pensamento mecânico, possibilitou especulações que levaram Bose a desenvolver teorias usadas posteriormente por Einstein. Este, em 1925 ventilou a possibilidade de se observar um comportamento diferente na matéria. Uma manifestação macroscópica da natureza quântica.

A possibilidade levantada por Einstein, denominada Condensação de Bose-Einstein (CBE), previa uma repetição macroscópica do movimento ondulatório subatômico, ou seja, a extrapolação, para vários átomos de uma mesma substância, do movimento uníssono observado em uma unidade atômica, alterando a visão clássica da substância. A equipe de Eric Cornell conseguiu comprovar a teoria no estado norte-americano do Colorado. O experimento, feito com átomos de rubídio, foi mostrado na Itália, em junho do ano passado. Para os cientistas de São Carlos, tão importante quanto repetir a façanha dos norte-americanos é a possibilidade de experimentação, observação detalhada de cada etapa do fenômeno e as conclusões que se pode tirar disso.



O físico Vanderlei Bagnato trabalhando em um dos experimentos de aprisionamento de átomos

FOTO: ILZA FERREIRA

Vanderlei Bagnato recebeu, em 1989, o prêmio Gleb Wataghin, oferecido pela FAPESP para jovens pesquisadores, por seu trabalho com desaceleração atômica. Ele voltou a São Carlos no final da década de 80, depois de obter seu PhD no Massachusetts Institute of Technology (MIT). Iniciou, em 1988, a implantação do laboratório onde a equipe faz seus experimen-

tos e cujas instalações estão avaliadas em cerca de US\$ 1,5 milhão. Sua equipe é ouvida. Com a verba do projeto pretende não só repetir a condensação, objetivo do qual está bem próxima, mas fazê-la com átomos de duas substâncias diferentes.

O grupo trabalha com átomos de potássio, rubídio, césio e sódio. O confinamento, que é a primeira etapa da CEB,

O lado prático: lentes, microscópios e o primeiro relógio atômico nacional

Enquanto observa o comportamento da matéria em estados alterados, a equipe de São Carlos tem uma intensa produção paralela. A Oficina de Óptica de Precisão (OOP), por exemplo, nasceu da necessidade de utilização de lentes especiais para observar e manipular a luz (os resultados dos experimentos podem ser constatados em grande parte por meio das mudanças nas ondas do laser, como intensidade e distribuição espacial). Ao longo de 16 anos - a oficina foi criada em 1980 -, os pesquisadores do instituto desenvolveram tecnologia própria de fabricação de lentes e microscópios ópticos e formaram dezenas de técnicos.

Há três empresas de produtos ópticos instaladas na cidade, que nasceram na OPP. No momento, Bagnato procura um parceiro de grande porte na iniciativa privada que se interesse por comprar a tecnologia. Um contrato avaliado por ele em cerca de US\$ 4 milhões.

Além das pesquisas com colisões atômicas, disciplina na qual o grupo brasileiro é um dos mais respeitados mundialmente, o que resulta no intercâmbio constante com pesquisadores de outros países, principalmente Estados Unidos, a equipe está desenvolvendo o primeiro relógio atômico nacional. O relógio atômico é o aparelho de medição de tempo mais preciso que se conhece. Garante precisão de segundos em trilhões de anos, com base na oscilação do átomo: usa a frequência dessa oscilação para contar tempo. O equipamento é usado em aviação e telecomunicações.

Além de construir o relógio, que está em fase de conclusão (o Brasil possui algo em torno de cem relógios atômicos, todos desenvolvidos pela Hewlett Packard), o grupo pretende formar pesquisadores e técnicos que tenham condições de fazer a manutenção e programação dos mesmos, e ainda implantar um instituto metrológico de tempo e frequência no Brasil. Não há profissionais com conhecimento adequado do assunto no país, no momento.

Projetos já estão sendo avaliados e devem ter bons resultados

se dá com a utilização de feixes de laser (luz amplificada por emissão estimulada de radiação, na sigla em inglês). A luz é utilizada como um "pinça" energética que permite a manipulação do átomo a partir do controle da interação de ambos: o fato do átomo não ser uma unidade sólida, como se pensava antes da teoria quântica, dificulta sua manipulação uma vez que ele muda suas características em contato com outros átomos. A utilização controlada de feixes de luz (o laser é a luz mais estável que o homem conhece, ou seja, mantém ao longo do tempo e do espaço as mesmas características, o que a torna uma luz direcionada) permite que se conduza o átomo para espaços determinados.

Após a manipulação com os feixes de luz, um campo magnético mantém os átomos confinados num espaço pré-determinado. O próximo passo é o resfriamento, evaporação das partículas de maior energia, que impulsionam o movimento. O resfriamento desacelera ainda mais os átomos confinados e os põe em um movimento uníssono, etapa que os cientistas chamam de "ponto crítico". Ou seja, os átomos passam do movimento clássico, aleatório, característico das partículas num gás, e integram ondas de movimento harmônico, nas quais perdem a identidade individual, passando a ter um comportamento coletivo. Essa mudança pode ser considerada um quinto estado da matéria, ou "superestado", no qual ficam alteradas as características tradicionais observadas nos átomos em temperatura ambiente.

Esse estado dá à matéria, por exemplo, a condição de superfluididez (conseguida com o resfriamento de átomos de hélio) e de supercondutividade (com metais como o nióbio, o estanho ou ligas com alumínio). O grande ganho da constatação da CBE é poder-se observar mais detalhadamente esse comportamento, o que é impossível de ser feito com o hélio, que em estado de superfluididez transforma-se num líquido com forte interação entre as partículas. Os experimentos baseados na CBE utilizam as substâncias em forma gasosa.

Os resultados práticos desse entendimento ainda são suposições e Bagnato prefere não se arriscar. "A sociedade paga aos pesquisadores e quer logo um resultado prático, mas se não houvesse a experimentação, nunca descobriríamos nada", afirma. "Entender como a natureza se comporta permite a criação de leis, que fatalmente serão úteis à melhoria da vida no planeta."

Três dos dez projetos já aprovados e contratados no âmbito do Programa de Apoio à Capacitação Tecnológica de Universidades, Institutos de Pesquisa e Desenvolvimento e Empresas, iniciado no final de 1994, estão em fase de avaliação e poderão, em breve, revelar alguns resultados concretos das propostas de inovação tecnológica desenvolvidas em parceria por empresas e instituições de pesquisa do Estado de São Paulo, com apoio da FAPESP.

Tais resultados, além do significado

econômico ou social que devem ter, certamente vão possibilitar à FAPESP reavaliar o alcance desse programa inovador e de concepção singular. "No mundo inteiro, até onde sabemos, só a Austrália tem um programa parecido, inclusive nos percentuais da contrapartida que deve ser oferecida pela empresa para cada projeto", diz o professor Francisco Coutinho, coordenador adjunto da área de Ciências Exatas na Diretoria Científica da Fundação. "Mas só descobrimos o programa do governo australiano, que aliás vem dando certo - acres-

Programa de Inovação Tecnológica setembro/96

Total de pedidos recebidos: 23



Projetos e valores aprovados e já contratados

	N.o Projetos	Valores (R\$)	Percentual
USP	3	301.003,00	30,3%
UNICAMP	3	351.258,00	35,3%
UNESP	1	41.800,00	4,2%
SEC. ESTADO	3	299.070,29	30,2%
INST. FEDERAIS*	-	0,00	-
INST. PARTICULARES**	-	0,00	-
TOTAL	10	993.131,29	100,0%