



CenDoTeC



França Flash 57
10 de novembro de 2007

imprimir este artigo

enviar por e-mail

contato FF

PRÊMIO NOBEL

Nobel para o físico francês Albert Fert

O prêmio Nobel de física 2007 foi atribuído a Albert Fert, professor na [Universidade Paris-Sud 11](#), diretor científico na [Unidade Mista de Física CNRS/Thales](#)¹. O Nobel recompensa-o pela descoberta da magnetorresistência gigante (*Giant Magneto-Resistance*, GMR) e por sua contribuição para o desenvolvimento da eletrônica de spin ou spintrônica. A GMR possibilitou principalmente a elaboração dos cabeçotes de leitura magnética de alto desempenho que hoje são utilizados em todos os discos rígidos dos computadores.

Fert compartilha o Nobel com Peter Grünberg, que com sua equipe do [Centro de Pesquisa Jülich](#), na Alemanha, obteve simultaneamente resultados experimentais similares.

¹ Associada à Universidade Paris-Sud 11

SPINTRÔNICA E GMR

Uma palavra, 'spintrônica', e três letras, 'GMR', ocupam um lugar fundamental na carreira científica do novo prêmio Nobel de física francês. "O spin é, em resumo, uma minúscula agulha de bússola fixada sobre cada elétron, explicava Albert Fert em janeiro de 2004, ao receber a [medalha de ouro do CNRS](#). Usando uma imagem simples, pode-se imaginá-lo como produzido pela rotação do elétron sobre si mesmo. Enquanto a eletrônica convencional movimenta os elétrons – movimento que constitui a corrente elétrica – exercendo uma força sobre sua carga elétrica, a eletrônica de spin age também sobre o spin para controlar o fluxo dos elétrons.

Como encontrar uma força que atue eficazmente sobre o spin dos elétrons? Resposta: fazendo esses elétrons passarem através de camadas ultrafinas de materiais ferromagnéticos, como o ferro ou o cobalto, nas quais se exerce uma forte interação entre o spin do elétron e a magnetização do material ferromagnético. Orientando essa magnetização é possível agir sobre o spin e controlar o movimento dos elétrons."

No início de sua carreira, as pesquisas básicas de Albert Fert sobre os metais ferromagnéticos já haviam evidenciado a influência do spin sobre o movimento dos elétrons. "Entretanto, para a exploração dessas idéias e a eclosão da eletrônica de spin, explica ele, foi preciso esperar os avanços tecnológicos do final da década de 80, que possibilitaram a elaboração de camadas ultrafinas e de estruturas artificiais em escala muito pequena." Isso porque os fenômenos de eletrônica de spin que interessam são obtidos em "nanoestruturas magnéticas": estruturas artificiais que associam vários materiais em uma arquitetura nano-



C. Lebedinsky ©CNRS Photolibrary

métrica, ou seja, de milionésimos de milímetro. As primeiras "nanoestruturas magnéticas" foram multicamadas que sobrepunham alternadamente estratos de um metal ferromagnético e de um metal não-magnético.

OS PRIMEIROS PASSOS DA SPINTRÔNICA

A primeira manifestação de eletrônica de spin foi a magnetorresistência gigante das multicamadas magnéticas. Albert Fert relembra: "Descobrimos a magnetorresistência gigante em 1988, em multicamadas de ferro e cromo. Para certas espessuras das camadas de cromo, as imantações de camadas de ferro sucessivas orientam-se em sentido oposto, em uma configuração chamada de antiparalela. Na experiência de 1988, alinhamos essas imantações aplicando um campo magnético e provocamos assim uma forte queda da resistência elétrica da multicamada. A amplitude do efeito superou todas nossas expectativas!" A variação de resistência de um condutor induzida por um campo magnético denomina-se magnetorresistência; e o efeito observado em 1988, muito mais importante que nos condutores tradicionais, ficou conhecido como magnetorresistência gigante.

Nesse ano, o físico brasileiro Mário Norberto Baibich trabalhava no laboratório de Albert Fert, na Universidade Paris-Sud, e realizou as primeiras medições do fenômeno explicado por Fert. O professor Baibich, da [Universidade Federal do Rio Grande do Sul](#), também assina o artigo da revista *Physical Review Letters* (*Phys. Rev. Lett.* 61, 2472, 1988) sobre as experiências que revelaram o efeito GMR e sua interpretação, considerado como o artigo fundador

Além do prof. **Mário Norberto Baibich**, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que participou diretamente, em 1988, das experiências que levaram à descoberta da magnetorresistência gigante, vários brasileiros trabalharam com o grupo liderado pelo prof. Albert Fert na Université de Paris XI (Paris-Sud).

Entre eles, o prof. **Paulo Pureur Neto**, também da UFRGS, realizou seu doutorado como bolsista do CNPq sob orientação de Albert Fert, tendo defendido a tese de título *Etude des Propriétés Magnétiques des Alliages Y-terre rare et Sc-terre rare*, em 1984. O prof. **Dante Homero Mosca Júnior**, da Universidade Federal do Paraná, realizou doutorado-sanduíche (1989-1991) e pós-doutorado (1999-2000) na Unidade Mista de Física CNRS-Thales.



da eletrônica de spin. A equipe de Peter Grünberg, em Jülich, publicou pouco depois (*Phys. Rev. Lett.* 61, 2472, 1988) resultados experimentais similares. “Grünberg e eu, conta Albert Fert, *sempre estivemos de acordo em considerar que nossas experiências haviam sido realizadas simultaneamente ou quase, e que compartilhávamos a descoberta da GMR.*”

Imediatamente o fenômeno de GMR pareceu prestar-se a aplicações, sobretudo para detectar um campo magnético muito pequeno por uma variação da corrente elétrica. Assim, em 1993 desenvolveram-se sensores de campo magnético que hoje são utilizados na indústria automotiva, no setor da defesa ou ainda em medicina para acompanhar marcadores magnéticos no interior do corpo humano. Alguns anos depois, em 1997, apareceram no mercado as primeiras cabeças de leitura por GMR, que desde então se generalizaram na maioria dos computadores. “Graças à sensibilidade do efeito GMR, é possível detectar campos magnéticos menores e portanto inscrever bits menores, aumentando assim a densidade de informação armazenada no disco rígido”, resume Albert Fert. Com essas novas cabeças de leitura, a densidade de armazenamento tornou-se cem vezes maior. O fenômeno descoberto por Fert e Grünberg também possibilitou a fabricação de discos minúsculos que viabilizaram os notebooks, tocadores de MP3 e outros eletrônicos portáteis atuais.

OUTRAS POSSIBILIDADES DA ELETRÔNICA DE SPIN

Mas, progressivamente, os cabeçotes GMR “clássicos” atingiram seu limite. Por isso os pesquisadores começaram a explorar outros fenômenos da mesma espécie observados posteriormente, como por exemplo a magnetorresistência túnel (TMR), obtida com a chamada junção túnel – duas camadas ferromagnéticas separadas por uma camada isolante. A TMR é a base de um novo tipo de memória eletrônica muito promissor, a MRAM (*Magnetic Random Access Memory*), que combina armazenamento permanente e acesso rápido. Enquanto as memórias à base de semicondutores dos computadores atuais têm um caráter “volátil” (a informação armazenada desaparece quando se desliga o computador), a memória MRAM é permanente, o que eliminará a lentidão no acionamento e também as perdas acidentais de dados. “Na Unidade Mista CNRS-Thales, Frédéric Petroff desenvolveu a pesquisa sobre essas junções túnel, uma pesquisa associada a uma tecnologia difícil, que poucos laboratórios têm condições de realizar. Na mesma unidade, um tipo específico de junção túnel à base de óxidos magnéticos foi estudado por Agnès Barthélémy e resultou em uma espécie de recorde mundial de TMR”, pormenoriza Albert Fert. Os especialistas estimam que esse novo tipo de memória, cuja produção começou em 2006, poderá impor-se antes do final da década.

Outros desenvolvimentos da spintrônica estão em andamento na Unidade Mista de Física CNRS-Thales. Um exemplo de fenômeno considerado promissor é a comutação de um pequeno elemento magnético na



O que pensa o expert

O Prêmio Nobel de Física de 2007 atribuído a Albert Fert e Peter Grünberg expõe alguns aspectos marcantes da atividade científica mundial. Um deles é o entrelaçamento entre pesquisa básica e aplicações tecnológicas. Num sentido, a pesquisa básica realizada por Albert Fert desde sua tese de doutorado sobre as propriedades de transporte elétrico no níquel e no ferro, defendida em 1970 na Université Paris-Sud, reverteu-se em tecnologia de gravação magnética que passou a servir-nos no dia-a-dia. Inversamente, foi o uso de tecnologias de ponta para o crescimento e a caracterização de camadas ultrafinas e nanoestruturas artificiais contendo materiais ferromagnéticos como o ferro e o cobalto que permitiu concretizar essa mesma pesquisa básica que resultou na descoberta do efeito magnetoresistivo gigante.

Outro aspecto importante é a cooperação científica em âmbito internacional, a começar pela interação científica entre as equipes dos dois atuais ganhadores do Nobel desde a época da descoberta desse efeito. Essencial para a manutenção dessas atividades de pesquisa, cujo desfecho quase sempre é desconhecido no momento inicial, é o apoio de agências científicas com autonomia para o gerenciamento e financiamento de projetos através de comitês científicos subsidiados por consultoria *ad hoc*. Agências científicas como o CNRS na França e o CNPq no Brasil são instrumentos ímpares para o progresso científico e também tecnológico, uma vez que a indústria tende a guiar-se por interesses imediatos e específicos, não compatíveis com o desenvolvimento da pesquisa que desenvolveu Fert durante a sua tese e que resultaria, mais tarde, na aplicação acima descrita.

A interação universidade-empresa está igualmente presente nesta premiação. A Unité Mixte de Recherche CNRS-Thales, que abriga a equipe de Fert, é um exemplo de sucesso dessa idéia. Ações induzidas por agências como a FINEP no Brasil para promover a aproximação entre as universidades e a indústria vão nessa direção.

No contexto brasileiro, cabe ainda mencionar a forte influência de Fert na criação de uma importante escola de magnetismo na área de spintrônica pela formação de diversos pesquisadores na sua equipe, hoje vinculados a várias instituições brasileiras. Albert Fert continua mantendo diversas colaborações na América Latina, incluindo pesquisadores brasileiros que dispõem de programas bilaterais como CAPES-COFECUB e CNPq-CNRS.

Prof. Dr. Dante Homero Mosca, professor associado, Laboratório de Nanoestruturas para Sensores, Departamento de Física, Universidade Federal do Paraná

ausência de campo magnético, apenas por injeção de uma corrente filtrada em spin no elemento.

“Isso pode ser usado tanto para inverter a magnetização como para gerar oscilações na frequência de microondas. Na próxima geração de MRAM, o acesso às memórias será feito por transferência de spin”, declarou Albert Fert em entrevista por telefone à Fundação Nobel, após o anúncio do prêmio 2007. Outra aplicação concentra-se na emissão de microondas e na obtenção de osciladores muito pequenos. “Recorrendo à oscilação da magnetização por transferência de spin, esse movimento oscilatório, induz-se também uma voltagem de CI na frequência de gigahertz e esse é um modo de produzir oscilações, emitir microondas. Assim, podem-se esperar muitas aplicações em telecomunicações”, ponderou o novo prêmio Nobel francês.

Albert Fert ressaltou a importância da nanotecnologia como ferramenta: usada para a descoberta da GMR, ela abriu campo para uma nova ciência e para a investigação de “muitos outros efeitos relacionados com a influência do spin na condutividade”; um dos eixos dessa investigação é o computador quântico.

Fontes

http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2007/fert-interview.html

www.bulletins-electroniques.com/actualites/51426.htm

www.trt.thalesgroup.com/ump-cnrs-thales/discours_albert.htm

www.jornaldaciencia.org.br/Detalhe.jsp?id=51298