

Jornal da USP



CIÊNCIAS

CULTURA

ATUALIDADES

UNIVERSIDADE

INSTITUCIONAL

Procurar conteúdo...

Busca

» Home > Artigos > Os bastidores de publicar em uma revista de alto impacto

Artigos - 29/09/2017

Os bastidores de publicar em uma revista de alto impacto

Luis Gregório Dias é professor do Departamento de Física dos Materiais e Mecânica do Instituto de Física da USP

Por Redação - Editorias: Artigos



Luis Gregório Dias –
Foto: Arquivo pessoal

Recentemente tive um [trabalho publicado](#) na prestigiosa revista [Physical Review Letters](#) (PRL), escrito em parceria com os amigos/colaboradores [Edson Vernek](#), [Gerson Ferreira](#) (Universidade Federal de Uberlândia), [Caio Lewenkopf](#) (Universidade Federal Fluminense) e [Sergio Ulloa](#) (Ohio University).

Meu objetivo é compartilhar com os leitores do **Jornal da USP** um pouco dos bastidores de produção deste artigo, feito ao longo de mais de três anos de pesquisa e bastante trabalho, para ilustrar o tortuoso o caminho entre uma ideia inicial e uma publicação em uma revista de alto impacto.

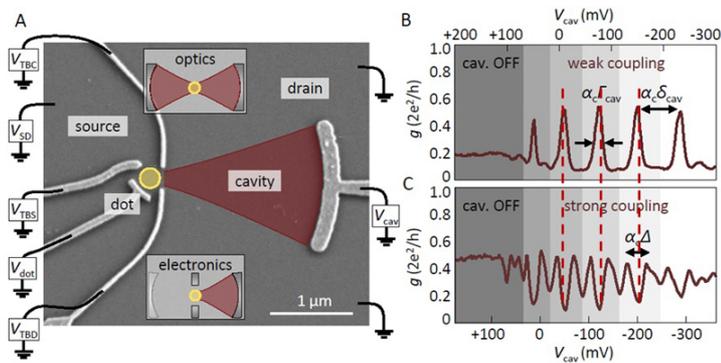
Esse processo sempre ocorre em maior e menor grau e é pouco mencionado nos *press releases* ou nos artigos de divulgação. Eles nos mostram o “palco” e não os bastidores. A visão apenas do “palco” pode causar a (falsa) impressão de que o processo é “natural”: de repente, alguém teve uma ideia e isso virou um artigo em uma revista importante, como que por um passe de mágica.

Acho importante mostrar, especialmente para os estudantes e pesquisadores mais jovens, que um processo “rápido e bem-sucedido” raramente acontece. No geral, a geração de conhecimento é um processo árduo e, por vezes, frustrante. A chave é manter a resiliência diante dos inevitáveis obstáculos e aceitá-los como parte do processo.

O início: os resultados experimentais do ETH

Tudo começou com uma visita do Caio ao Instituto Federal de Tecnologia da Suíça ([ETH-Zurich](#)) em abril de 2014. O [grupo do Klaus Ensslin](#) tinha alguns resultados experimentais interessantes “saindo do forno” e queria discutir alguns pontos que não estavam entendendo.

O experimento do grupo do ETH envolvia medidas de alta precisão da corrente elétrica em um “circuito” nanoscópico formado por um ponto quântico acoplado a uma “cavidade” e ambos conectados a contatos metálicos pelos quais passa uma corrente elétrica.



Experimento do grupo do ETH. À esq., esquema do “circuito” nanoscópico. À dir., medidas da condutância para os casos de acoplamento fraco (acima) e forte (abaixo) entre ponto quântico e cavidade. Adaptado de PRL 115 166603 (2015)

A tecnologia empregada para fazer o dispositivo (figura acima) é impressionante. O grupo do ETH domina técnicas de litografia capazes de “desenhar” tais estruturas com alguns nanômetros de precisão. Para se ter uma ideia, o maior elemento no circuito é a cavidade, que tem um comprimento de cerca de 1 micron, cerca de cem vezes menor que a espessura de um [fio de cabelo humano](#).

O experimento consiste, basicamente, em passar uma corrente elétrica que sai da fonte (*source*) e é coletada em um dreno (*drain*). Mede-se então a condutância (o inverso da resistência) através do dispositivo, formado por um ponto quântico (*dot*) e uma cavidade (*cavity*), que são regiões onde os elétrons ficam temporariamente confinados. Um aspecto importante é que o sistema é pequeno e limpo o suficiente e mantido a baixas temperaturas (menos de 1 grau Kelvin) para que efeitos da natureza ondulatória do elétron previstos pela mecânica quântica se manifestem.

Se o acoplamento entre o ponto quântico e a cavidade é baixo, o que temos é o tunelamento de elétrons através do ponto quântico, o que resulta em uma sequência de picos na condutância separados por vales de condutância baixa. Isto é verificado no experimento como a sequência de picos (Figura à esquerda) que advém de uma mistura de um efeito exótico, [o efeito Kondo](#), com o tunelamento quântico de elétrons pela cavidade. No entanto, algo diferente aparece para o caso de acoplamento forte: os picos são suprimidos e viram “vales”. Este último era o resultado que o pessoal do ETH não entendia.

Formulando o modelo

Caio mostrou estes resultados para mim e para o Sergio Ulloa, que já tínhamos [um trabalho anterior](#) sobre um sistema parecido. Durante o ano de 2014, eu trabalhei em uma modificação de um código de simulação computacional para descrever o sistema do ETH. Os primeiros resultados saíram no final de 2014 e início de 2015 e eram promissores.

Em maio de 2015, o Klaus Ensslin do ETH veio ao Brasil [participar do 17o Brazilian Workshop on Semiconductor Physics](#) em Uberlândia, MG, organizado pelo Edson e pelo Gerson. Conversamos sobre o tema e mostrei alguns dos resultados preliminares. O Klaus achou os resultados interessantes e perguntou se eu havia calculado a condutância, o que ainda não tinha sido feito. Nesta mesma conferência, conversei com o Edson e com o Gerson e soube que estavam interessados no mesmo problema. Decidimos unir forças.

Os primeiros problemas

Logo percebemos que o cálculo da condutância seria um problema difícil. O procedimento padrão para este cálculo é usar uma equação proposta por Yigal Meir e Ned Wingreen [em um famoso paper de 1992](#). O problema é que a equação de Meir e Wingreen se aplica a sistemas em que a geometria das conexões entre o sistema seja simétrica: caminhos equivalentes levam da fonte para o sistema e do sistema para o dreno. Isto definitivamente não era o caso do sistema do ETH. Como mostra a figura, a cavidade estava acoplada somente ao dreno e não à fonte.

Estávamos em um impasse: ou desistíamos do cálculo da condutância ou tentávamos fazer uma generalização da fórmula de Meir e Wingreen para esta situação, algo que nunca havia sido feito. Decidimos pela segunda (e audaciosa) opção.

Em meados de 2015, o Caio veio à USP passar um tempo em visita ao grupo do professor Adalberto Fazzio e aproveitamos para trabalhar nesse problema. Ele teve uma ideia para escrever

uma expressão parecida com a de Meir-Wingreen no nosso caso, mas não seria simples. As manipulações algébricas eram longas e tediosas. De qualquer modo, tínhamos encontrado o fio da meada.

Erros e mais erros...

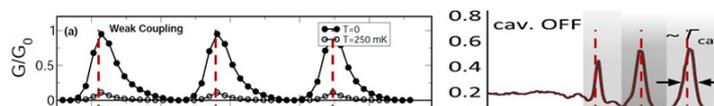
Fizemos as manipulações algébricas e trabalhei no código computacional para fazer os cálculos. Porém, apareceu um problema grave: para alguns valores de parâmetros, o cálculo da condutância resultava em valores sem sentido físico. Ou seja, havia algum erro no código ou nas contas analíticas.

O código foi exaustivamente recheado ao longo de 2016. O Gerson escreveu um outro código para testar uma versão mais simples do modelo e o resultado batia com o meu. Chegamos à conclusão de que o problema era nas contas.

Em outubro de 2016, o Edson veio a São Paulo e decidimos refazer todas as contas até achar o problema. Colocamos tudo em um grande quadro-negro da sala de seminários do DFMT no Instituto de Física da USP e procuramos por algo errado. Depois de algumas horas olhando as contas, finalmente encontramos o erro (foto abaixo).

Com o cálculo da condutância resolvido, a coisa andou rapidamente. Encontramos um regime de parâmetros compatíveis com os utilizados no experimento e as nossas curvas de condutância concordavam bastante bem com os dados experimentais (figura abaixo)

O artigo



Resultados do nosso modelo (esquerda) reproduzem qualitativamente os resultados experimentais (direita)

Submetemos o artigo ao PRL em fevereiro de 2017 e a primeira leva de *reviews* veio em maio. Um dos *referees* recomendou o *paper* para publicação e o outro concordava que o *paper* era bom, mas recomendou publicação em outra revista, mais especializada. Recorremos e oferecemos novos argumentos, mostrando que a extensão da fórmula de Meir-Wingreen que derivamos não era trivial. Afinal, era um problema em aberto há mais de 20 anos. Também refizemos algumas contas e obtivemos resultados ainda mais condizentes com os do experimento.

Na resubmissão, o *paper* foi para um terceiro *referee* que concordou com nossos argumentos. O *paper* estava aceito.

Epílogo

Esse processo, longe de ser exceção, ilustra algo muito comum em ciência: o caminho até um resultado importante pode ser longo e, por vezes, frustrante. No nosso caso, foram três anos de trabalho, intercalado com trabalho em outros projetos e atividades, como ensino e serviços (o Caio, por exemplo, é diretor do Instituto de Física da UFF). No final, o esforço acabou recompensado, mas as coisas poderiam ter tomado outro rumo em várias partes do processo. Se assim fosse, paciência. Também faz parte do jogo.

Contato: luisdias@if.usp.br

