



Participação Portuguesa

Escola de Verão no CERN

Anabela Fernandes e Filipa Oliveira

Entre os dias 1 e 5 de Setembro de 2008 decorreu no CERN, na Suíça, uma escola de Verão organizada pelo Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP) e pelo CERN, com o apoio da Agência Ciência Viva. Esta Escola contou com a participação de 45 professores da área da Física e da Química, provenientes de todo o país.

Durante este estágio tivemos a oportunidade de assistir e participar em várias palestras, realizadas por investigadores a trabalhar no CERN, sobre Física de Partículas e suas aplicações na medicina, sobre detectores, aceleradores, entre outras. Além da componente teórica, pudemos usufruir de várias visitas interessantes, como por exemplo, descer ao detector CMS do acelerador LHC (a uma profundidade de 100m) ou ao centro de controlo do Grande Colisionador Hadrónico (LHC).

Queremos sublinhar a excelente organização deste estágio, não só relativamente à sequência com que os vários assuntos teóricos foram abordados, mas também à aplicação destes no contexto prático, que se traduziu nas visitas às experiências e aos detectores. O entusiasmo e o ambiente informal que se gerou entre todos os participantes contribuiu para que houvesse discussão, troca de ideias e partilha de conhecimentos, o que tornou este estágio ainda mais enriquecedor.

Cabe-nos a nós, professores, aproveitar agora esta experiência única e sermos embaixadores do CERN nos nossos locais de trabalho, partilhando desta forma todo o conhecimento adquirido. Os conteúdos apresentados nas várias palestras estão disponíveis para todos os colegas que os queiram utilizar, em formato PDF e/ou Microsoft Office Powerpoint, a

partir de http://www.lip.pt/cern_em_portugues/. Da nossa parte, sentimo-nos bastante motivadas em organizar ao longo deste ano lectivo algumas actividades dirigidas a alunos e colegas, tais como:

- palestras com cientistas convidados e sessões de divulgação sobre o CERN, enfatizando a sua missão de dar resposta a questões tão fundamentais da Natureza como “O que é a matéria?”, “De que é feita?”, “Qual a sua origem?”, questões estas que fascinam qualquer aluno;
- levar os alunos a participar nas MasterClasses, “Hands on Particles”, que se realizam em Março em várias instituições de investigação em Física de Partículas;
- envolver os alunos mais velhos na montagem de uma exposição com alguns dos materiais que nos foram fornecidos, explicando os conteúdos dos cartazes aos mais novos;
- visualização de pequenos filmes sobre várias experiências a decorrer no CERN.

Certamente que muitos dos colegas que estiveram conosco neste estágio terão outras sugestões de actividades aliciantes a dinamizar com os seus alunos, despertando nestes o interesse para o estudo da Física.

Embora a Física de Partículas não faça parte dos programas curriculares do ensino secundário, podemos enriquecer alguns dos conteúdos programáticos com a referência a aplicações directas e reais, como por exemplo, do electromagnetismo, na construção do LHC, ou da estrutura da matéria, construindo com os alunos uma câmara de nevoeiro.

Este tipo de iniciativas é fundamental na nossa formação contínua, pois o nosso papel é muitas vezes determinante no encaminhamento dos alunos para o estudo da Física.

Um agradecimento muito especial a todos aqueles que contribuíram para o sucesso deste estágio e que nos fizeram sentir importantes na formação científica dos nossos jovens.



Entrevista com Gérard Mourou

Gonçalo Figueira

Durante os últimos trinta anos, Gérard A. Mourou tem sido um pioneiro no campo dos lasers de grande intensidade e curta duração, sendo a sua principal contribuição científica a descoberta da técnica CPA (ver pág.9). Neste período, foi director de diversos centros de investigação nas universidades de Rochester e Michigan (EUA). Actualmente, é director do Laboratoire d'Optique Appliquée (LOA, Palaiseau, França), docente da École Polytechnique e coordenador do projecto ELI. É autor de mais de 400 artigos científicos, que foram citados mais de dez milhares de vezes - só o artigo original sobre a técnica CPA (1984) ultrapassa as 1100 citações. Recebeu várias distinções, incluindo o Prémio R. W. Wood da Sociedade Americana de Óptica, dedicado a descobertas excepcionais no campo de ciência ultra-rápida. É membro (*fellow*) das principais sociedades científicas de óptica, e recentemente foi eleito membro da secção de Física da prestigiosa Academia de Ciências Russa. Conversámos com ele durante uma sua recente visita a Lisboa, no âmbito da preparação do projecto ELI.

GF - Qualquer físico que se inicie em lasers associa automaticamente o seu nome à técnica de CPA. Trata-se evidentemente um contributo notável para a ciência, pelo qual recebeu vários prémios importantes. Mas a verdade é que esteve também envolvido em muitas outras descobertas e resultados em ciência ultra-rápida, desde a electrónica de terahertz e a cirurgia de precisão na escala do femtossegundo até à micromaquinação e filimentação de femtossegundos. Pessoalmente, qual destas conquistas o entusiasmou mais?

GM - A que mais me entusiasmou foi sem dúvida a CPA, porque foi esta que tornou tudo o resto possível. Hoje em dia, todas as aplicações que precisam de algum tipo de amplificação de impulsos de curta duração usam a técnica CPA. É precisamente o caso da filimentação, da micromaquinação e das aplicações em oftalmologia... De facto, todas estas aplicações foram demonstradas depois da CPA. Quando desenvolvi o CPA, estava no Laboratory for Laser Electronics em Rochester, NY, onde todo o edifício era ocupado um laser de terawatt. Assim, ficámos muito entusiasmados ao ver que tínhamos conseguido criar um laser de terawatt que cabia no tampo de uma mesa! Conseguimos ir do gigawatt até ao terawatt com um laser do mesmo tamanho. Foi extraordinário. Resultados como estes não acontecem muitas vezes na vida de um cientista. Repare-se que a CPA não só aumentou a potência de pico de cada impulso laser de um enorme factor - mais de 10^3 - mas também a potência média do trem de impulsos aumentou de um factor de 10^3 , da ordem do mW para a ordem do watt. Gostaria ainda de dizer que também fiquei muito entusiasmado quando pela primeira vez pudemos ver ondas com resoluções da ordem do femtossegundo, através da técnica de amostragem electro-óptica ou de

transformação de fase com difracção de electrões ao nível do picossegundo. Quero ainda referir em particular a oftalmologia ao nível do femtossegundo, que também iniciámos na Universidade de Michigan, provavelmente a aplicação do laser de femtossegundo com maior importância social, pois até hoje já permitiu realizar milhões de operações.

GF - Outra coisa notável na sua carreira é o número de empresas (*spinoffs*) que apoiou, directa ou indirectamente. Mencionou que a sua opção pessoal é fazer investigação em ambiente universitário, e depois levar as inovações tecnológicas até ao mercado. Porque escolheu esta abordagem? Sente que tem mais liberdade científica numa universidade do que numa empresa de investigação?

GM - Se formos capazes de a gerir com a componente de ensino, a investigação numa universidade dá-nos o máximo de liberdade. Na investigação nunca se sabe o que se vai encontrar. As melhores descobertas, é claro, são as que não foram planeadas. É preciso estar preparado para as surpresas, que podem perfeitamente acontecer numa área de conhecimento que não é a nossa especialidade. É preciso ser capaz de mudar a direcção. Para começar uma *spinoff* são precisas três coisas. A primeira é ser capaz de reconhecer uma ideia que pode dar origem a um produto. Esta é óbvia, e é a mais fácil das três. A segunda, e a mais importante, é ter no laboratório em que se trabalha um investigador, um pós-doutorando ou um estudante com mentalidade empresarial, capaz de dedicar a sua vida à empresa.

Isto não é um exagero, porque criar uma empresa dá muito trabalho. A terceira é ter um director de investigação que ajude os empreendedores a navegar entre a burocracia, e que mantenha os laboratórios de investigação acessíveis. Não nos podemos esquecer de que uma *start-up* é muito frágil e precisa de ser tratada com muito cuidado e atenção.

GF - Neste momento surge a liderar o laser ELI, um projecto internacional que agrega pessoas de vários países europeus, com o objectivo de construir o laser mais intenso de sempre. Ou seja, consegue estar simultaneamente nos primórdios e na vanguarda da tecnologia de lasers de alta potência. Na sua opinião, o que mudou nestes vinte anos?

GM - É uma situação muito empolgante e recompensadora. Nunca poderia ter imaginado que algum dia pudéssemos vir a atingir as potências em que estamos a pensar hoje. Se antes da CPA estávamos ao nível do gigawatt, com a CPA demos um salto para o nível do terawatt, abrindo as portas para o petawatt. Com o projeto ELI, rumamos em direcção ao exawatt (10 kJ em 10 fs).

A física dos lasers e as suas aplicações foram completamente revolucionadas. Estamos agora sem sombra de dúvida num regime em que o movimento dos electrões é dominado pela dinâmica relativista. Conseguimos acelerá-los ao longo de curtas distâncias dando origem a feixes de electrões de alta energia, que por sua vez podem gerar feixes de radiação de alta energia. Na óptica relativista, abandonamos o regime de electrões presos ao núcleo em favor de outro dominado pelo movimento relativista dos electrões. E então com o ELI, iremos entrar no que chamamos o regime ultra-relativista, em que tanto os electrões como os iões se movem em uníssono a velocidades relativistas. A sua interacção dará origem a feixes de partículas altamente energéticos (GeV) de excelente qualidade (baixa emitância), que encontram aplicação na forma de aceleradores compactos hospitalares para produção de radioisótopos, obtenção de imagens de raios-x, ou terapia de hadrões para tratamento do cancro.

GF - Trabalhou em França e nos Estados Unidos, e possui dupla cidadania. Como compara a experiência de levar a cabo investigação de alto nível nos dois continentes (Europa vs. EUA)?

GM - Nos EUA, após a cisão da AT&T, a maior parte da investigação fundamental é feita nas universidades, individualmente pelos professores, em conjunto com os seus cinco e tal doutorandos e pós-doutorandos. O sistema de recompensas incentiva o corpo docente a ser independente; não favorece a colaboração. Além disso, não há pessoal investigador permanente nas universidades, como existe no CNRS. Toda a investigação é realizada recorrendo a doutorandos e pós-doutorandos: o aluno graduado é o pilar do sistema de investigação americano. Um Doutoramento leva cerca de cinco anos, e os estudantes também são treinados para se tornarem independentes. Os únicos

“empregados” em permanência são os professores. Em Rochester eu dispunha apenas de estudantes. No Michigan, e após uma renhida concorrência, consegui obter um dos Centros de Excelência criados pela National Science Foundation – o CUOS (Center for Ultrafast Optical Science) – que foi o único centro da NSF na área de óptica. Então, conseguimos contratar alguns cientistas. Mas era pessoal pago através de uma bolsa da NSF, continuava a não ser permanente. Aqui na Europa, pelo menos em França, há sempre à disposição uma certa quantidade de pessoal investigador permanente. As teses de Doutoramento duram apenas três anos, o que é bastante curto, especialmente em áreas experimentais. Não há tempo para uma pessoa se interessar por tópicos diferentes.

GF - E quanto ao contraste entre ser um investigador e dirigir um laboratório (LOA)? Consegue envolver-se directamente na investigação, apesar da sua posição actual?

GM - Com certeza, ainda estou muito envolvido na investigação. Exemplos disso são a concepção do laser ELI ou o desenvolvimento de técnicas para atingir altas potências médias, algo de que precisamos para quaisquer aplicações de ultra-alta intensidade. No âmbito do ELI, também estou intimamente envolvido em experiências sobre a estrutura do vácuo. Vejo neste tema um paradigma totalmente diferente onde realizar investigação fundamental. Noutros assuntos mais mundanos, estou envolvido naquilo que chamo “óptica relativista no regime lambda-ao-cubo”. Estou também a impulsionar um novo campo a que chamo “arqueologia de femtossegundos”, no qual impulsos de femtossegundo são usados para revelar pinturas ocultas, um acontecimento comum em arqueologia, ou na técnica de dendrocronologia baseada em femtossegundos. Mas sobretudo estou muito interessado em oftalmologia de femtossegundos, uma actividade que iniciei no Michigan, e se mudou comigo para França faz agora três anos.

GF - Agora temos pela primeira vez a comunidade laser a ter que se unir em torno de um projecto internacional de grande escala, relegando as suas agendas nacionais. Isto é algo que as comunidades de fusão nuclear ou física de partículas já fazem há décadas. Neste sentido, que tem achado desta experiência?

GM - É algo fascinante, e que no caso do ELI está a decorrer muito bem. No início do projecto tínhamos treze países. Agora, até países de fora da UE estão a aderir; falo da Rússia, Japão, China, Taiwan, Coreia do Sul, Israel, bem como os EUA e a África do Sul. Estou também muito feliz por ver a Rede Africana de Lasers (Laser African Network) ansiosa por se unir a nós.

GF - Tendo passado os últimos 30 anos a trabalhar em óptica ultra-rápida, qual a sua visão para os próximos 30 anos?

GM - Na minha opinião, a área mais excitante é a física fundamental com lasers ou o estudo da estrutura do vácuo com lasers. É um paradigma absolutamente diferente do que conhecemos, baseado na aceleração de partículas. E será esta busca pela física fundamental que inspirará o desenvolvimento da tecnologia laser, especialmente no que toca à potência média, que é ainda muito reduzida; tecnologia que, por sua vez, encontrará aplicações de impacto na sociedade, tais como a medicina, o ambiente e os materiais.