

Rede Portuguesa de Matemática na Indústria

Tendo em conta o bom nível em termos de formação matemática com que a Europa é mundialmente reconhecida e sendo aquela entendida como chave para o desenvolvimento científico e tecnológico (ver documento do Forward Look for Mathematics in Industry em <http://www.mat.uc.pt/~alma/PT-MATHS-IN/>) parece oportuno a efectivação da Rede Portuguesa de Matemática na Indústria e a sua subsequente integração na Rede Europeia de Matemática na Indústria (EU-MATHS-IN). A estes factos acresce também a oportunidade gerada pelo desenvolvimento tecnológico das últimas décadas e a sua ampla utilização por grande parte da indústria (aqui entendida no sentido lato, ou seja, todas as actividades de *comércio e serviços - incluindo financeiros e de saúde - laboratório de I&D, investigação comercial e/ou sem fins lucrativos, e sector produtivo, i.e., todas as actividades fora do sector educativo da investigação académica*). Este desenvolvimento tornou muitas vezes os problemas provenientes da indústria extremamente complexos e, conseqüentemente, só a junção de um grande número de competências diferentes permitirão dar-lhes uma resposta satisfatória a este tipo de desafio. Nesse sentido, os intervenientes necessitam de uma competência matemática que vai para além daquilo que a maioria dos engenheiros e outros cientistas têm como formação base pelo que a existência de uma rede nacional permitirá a junção de pessoas oriundas de diferentes áreas e especializações, trazendo a massa crítica necessária para conseguir dar aquele tipo de resposta. A capacidade de modelação, da utilização da matemática na resolução do modelo e domínio de construção de um enunciado das condições necessárias e/ou suficientes para a aplicabilidade do modelo, são características que tornam os matemáticos como actores únicos neste contexto. Por outro lado, o advento dos computadores com a capacidade de cálculo inerente e facilidade de programação, juntamente com o armazenamento de dados que é efectuado por quase toda a indústria (guardado muitas vezes como lixo electrónico) tornam o timing muito favorável ao aparecimento de uma nova geração de Matemáticos com competências para auxiliar e promover o desenvolvimento da indústria.

A nível nacional, não será de desprezar o facto de que a actual conjuntura política e económica a nível mundial (“globalização”) obriga a que Portugal necessite de criar mais valia tecnológica para que as empresas possam ser competitivas a nível internacional. Também o facto de que a comunidade Matemática nacional é – por oposição ao que acontece com a área da engenharias, gestão ou marketing – relativamente pequena, facilitando a interacção entre os seus membros, cria condições vantajosas para o aparecimento desta rede. No entanto, e apesar dos bons resultados que têm sido obtidos nas colaborações Matemática-Indústria efectuadas nos últimos anos, é certo que os centros de Matemática têm uma pequena visibilidade para a maioria das empresas nacionais. Sendo assim, urge encontrar uma forma de beneficiar as empresas com este know-how e criar uma forma expedita de as contactar no sentido de encetar projectos de colaboração,

consultadoria e estágios. A isto poder-se-á acrescentar uma vantagem evidente para os centros e respectivas instituições de ensino superior, já que dada a constante redução do financiamento das Instituições de Ensino Superior há uma premência em encontrar financiamento próprio alternativo.

Serve o presente documento para dar a conhecer as principais conclusões do trabalho efectuado pelos quatro grupos de trabalho que se constituíram após a reunião de 7 de Maio de 2004 no Departamento de Matemática da Universidade Nova de Lisboa:

- Grupo 1: Levantamento de outras redes nacionais
Coordenadores: Fernando Pestana da Costa e José Matias

- Grupo 2: Ponto da situação nacional
Coordenadores: Paula Cerejeira, Joaquim Correia e Rui Rodrigues

- Grupo 3: Ligação ao ensino
Coordenadores: Isabel Cristina e Ana Moura

- Grupo 4: Oportunidades e desafios
Coordenadores: Manuel Cruz, Cláudia Nunes e Alberto Pinto

Uma versão deste documento (bem como as versões longas dos documentos de cada grupo de trabalho) podem ser obtidas em:
<http://www.mat.uc.pt/~alma/PT-MATHS-IN/>

Lisboa, 15 de Julho de 2014

Adérito Araújo

Grupo 1 – Levantamento de outras redes nacionais

Este grupo de trabalho teve como objectivo analisar a situação várias redes nacionais presentes no EU-MATHS-IN. Nomeadamente: como se constituíram, quem são os seus membros, se pagam quotas, etc. Nesse sentido, o grupo começou por contactar Maria J. Esteban, a representante da EMS (European Mathematica Society) na EU-MATHS-IN, que reforçou a ideia de que as redes nacionais deverão ser o mais inclusivas possível, devendo ser constituídas por pessoas e/ou instituições que estejam genuinamente interessadas em promover a ligação entre a Matemática e a Indústria. Apesar das realidades nacionais serem todas muito distintas, todas as redes assumem como objectivo comum estimular a cooperação entre a indústria e os centros de investigação em matemática.

Outras redes nacionais

Os membros actuais da EU-MATHS-IN são:

1. IMNA Industrial Mathematics Network for Austria (Áustria): <http://imna.ricam.oeaw.ac.at/>
2. AMIES Agence pour les mathématiques en interaction avec l'entreprise et la société (França): <http://www.agence-maths-entreprises.fr/>
3. HU-MATHS-IN Hungarian Service Network for Mathematics in Industry and Innovations (Hungria): <http://www.hu-maths-in.hu/>
4. KoMSO Committee for Mathematical Modelling, Simulation and Optimisation (Alemanha): <http://www.komso.org/>
5. math-in Red Española Matemática-Industria (Espanha): <http://www.math-in.net/>
6. PL-MATHS-IN: Polish Service Network for mathematics in Industry and Innovations (Polónia)
7. PWN Platform Wiskunde Nederland (Holanda): <http://www.platformwiskunde.nl/>
8. SM[i]2 Sportello matematico per l'industria italiana (Itália): <http://sportellomatematico.it/>
9. EU-MATHS-IN.se Swedish Network for Mathematics in Industry (Suécia): <http://eu-maths-in.se/>
10. Smith Institute The Smith Institute for industrial mathematics and system engineering (Reino Unido): <http://www.smithinst.co.uk/>

Algumas das redes nacionais têm um cariz informal, como é o caso da húngara da austríaca e da sueca. Estas redes optaram por se constituir apenas para eleger um representante para o EU-MATHS-IN com base num documento informal. Os seus membros são pessoas e instituições que se dedicam à matemática industrial. Os custos associados são apenas o da manutenção da página Web e o do pagamento das viagens ao representante na rede. A rede austríaca tem como membro uma empresa. Nenhuma destas redes tem, para já, estatutos.

Existem outras redes que não são exclusivamente dedicadas à matemática industrial (como é o caso da rede holandesa) e outras ainda muito pouco definidas, como é o caso da rede polaca.

As redes que estão formalizadas são as francesa, alemã, espanhola, holandesa (mas que, como foi dito, não está vocacionada só para a matemática industrial), italiana e a britânica. De entre todas elas, apenas a espanhola vive exclusivamente das quotas cobradas aos seus membros. No entanto, mesmo essa teve a sua génese num projecto financiado pelo estado.

Foi elaborado um pequeno inquérito que foi enviado aos representantes das várias redes nacionais. As perguntas enviadas foram:

1. Do your national network charge fees to their individual members, or to their institutions?
2. Do they have some kind overhead charges based on the joint projects with industry they promote for their members?
3. Did you have some kind of direct state financial support, or benefit from government political/financial indirect support?
4. How is the everyday life of the network deal with, i.e., do you have an administrative staff of your own, or you do not feel the need for it being that job decentralized in some of the members organizations?

As respostas obtidas não foram muitas; apenas responderam as redes francesas, sueca, húngara e austríaca. Nenhuma das quatro redes cobra qualquer quota e apenas a francesa tem uma existência formal. Fazemos seguir as respostas da rede francesa:

1. AMIES is national network (through CNRS in particular) : all math labs in France belong to the network.
2. We do not charge anything. We are a service provider to the Math community. Our main task is to help math labs to create connections with enterprises.
3. We do get a support from ANR (500 k euros in cash every year, until 2019) which we use to fund projects, sponsor events, support a project leader and an engineer in charge of the web/data bases etc. This support explains why we do not need to charge overheads. We also have support from CNRS in particular to cover the salary for our administrative officer.
4. As I said we have our own administrative staff + project leader + engineer. An important part of the work is to make new connections with enterprises and to find appropriate contacts/resources in math labs. This is done mostly by our project leader and a network of faculty (7 people spread in France and representing all math fields) which work part-time for us (and have a reduced teaching load).

Por comparação, a rede espanhola cobra quotas de 500 euros aos seus membros, que tanto podem ser centros de investigação (sócios ordinários) como empresas (sócios patrocinadores). Os sócios patrocinadores não participam da Assembleia

Geral e, como tal, apenas apoiam a rede financeiramente, não tendo direitos ou deveres acrescidos. A rede espanhola é uma associação com corpos gerentes e um secretariado pago pelos sócios. A rede espanhola funciona como um intermediário entre os centros de investigação e a indústria. Para além disso, monitoriza a qualidade dos projectos contratualizados pelos seus membros e as empresas.

Segue um pequeno quadro resumo da situação em quatro redes nacionais.

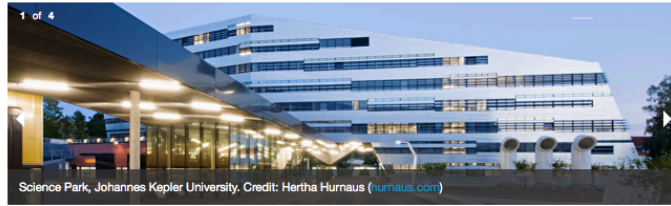
País	Quotas	Administração	Membros	Apoios financeiros
França	Não	Tem um secretariado e um engenheiro	Centros de investigação	Estado (500 k euros até 2019)
Espanha	Sim	Tem um secretariado e corpos gerentes	Centros de investigação, universidades, empresas (como patrocinadores)	Membros patrocinadores
Hungria	Não	Não tem	Individualidades e centros de investigação	Membros (para pagar as despesas do representante)
Áustria	Não	Tem dois secretários (não é claro quem paga o secretariado)	Centros de investigação e uma empresa	Membros (para pagar as despesas do representante e de dois secretários)

Apresenta-se, a título de exemplo, as páginas web das redes espanhola e austríaca.

Áustria: <http://imna.ricam.oeaw.ac.at/>

IMNA Industrial Mathematics Network for Austria

[Home](#)
[Mission](#)
[Members](#)
[Jobs](#)
[Contact](#)



Our mission

- Promote cooperation between industry and mathematical research institutions in Austria and Europe.
- Increase business potential through cutting edge mathematical techniques.
- Stimulate mathematical research by solving real-life problems from the industry.

IMNA is a member of the [European Service Network for Mathematics in Industry and Innovation](#).

The network is open to all research institutions in mathematics and all companies interested in cutting edge mathematical research.

Get in touch: imna@ricam.oeaw.ac.at

Copyright 2014 by IMNA - Industrial Mathematics Network for Austria
Contact: imna@ricam.oeaw.ac.at

Espanha: <http://www.math-in.net/>



[Español](#) [English](#) [Login](#)

[MATH-IN](#) [PORTFOLIO](#) [SECTORS](#) [EXPERIENCE](#) [RESEARCH](#) [UP-TO-DATE](#) [+INFO](#)



MATH-IN
Spanish Mathematics Network



SECTORS
Automotive Sector



HAVE TRUSTED US
Procedimientos



Follow us on RSS



Follow us on Twitter



Boletín de Actualidad
Tecnología Matemática para la Innovación



Member of **EU MATHS IN**

TransMath
Innovative Solutions from Mathematical Technology



SOLUCIONES MATEMÁTICAS PARA EMPRESAS INNOVADORAS
CATÁLOGO DE SERVICIOS ORIENTADOS POR INVESTIGADORES ESPAÑOLES

NEWS



- 15/07 Luis VEGA GONZÁLEZ, BCAM Scientific Director, has picked up the "Severo Ochoa" excellence award
- 07/07 The Centre de Recerca Matemàtica offers the industrial doctorate "Modelling and simulation of glass bottle manufacture"
- 06/07 Almeria Studies Institute offers grants to fund research
- 02/07 Call to joint programming actions COFUND 2014
- 01/07 A mathematical model reduces the energy cost of production
- 24/06 Researchers at the Rey Juan Carlos University and the Institute of Engineering of Lisbon apply control of chaos in a mathematical model of cancer preventing the extinction of healthy cells
- 23/06 The CRM has two projects Industrial Doctoral Plan 2014

CALENDAR

- 13 Jul IFORS 2014
- 08 Sep XVI Escuela Jacques-Louis Lions Hispano-Francesa sobre Simulación Numérica en Física e Ingeniería
- 29 Sep Modeling, Simulation and Optimisation Tools
- 25 Oct Second International Conference on Advances in Mechanical and Robotics Engineering - AMRE 2014
- 06 Nov International Conference on Recent Advances in Pure and Applied Mathematics (ICRAPAM 2014)
- 06 Nov First Portuguese-Galician Meeting on Ecological and Environmental Statistics
- 10 Aug 8th ICIAM 2015

Grupo 2 – Ponto da situação nacional

Este grupo tinha como objectivo efectuar um levantamento dos centros/departamentos/instituições que se têm dedicado à matemática industrial e quais as indústrias que têm contratado matemáticos em Portugal. Ficou também de analisar qual o papel que a rede pode ter no aumento da visibilidade da matemática industrial no país e qual o papel dos ESGIs (European Study Groups with Industry) e eventos semelhantes nessa divulgação.

Desde cedo se percebeu que a tarefa deste grupo era das mais complexas e, como tal, a proposta passou a ser a de elaborar um pequeno inquérito que pudesse ser distribuído pelas várias instituições nacionais que com grupos que se têm dedicado à colaboração entre matemática e indústria.

Inquérito

Nome da instituição/grupo/laboratório:

1. Tecido industrial circundante
 - 1.1. Existência de parque industrial na proximidade?
 - 1.2. Tipo de empresas (pequena/média/grande empresa; empresas de serviços, bancos, indústria metalúrgica, etc.)
2. Relação instituição / tecido industrial circundante
 - 2.1. Tópicos matemáticos abordados com possível aplicação industrial;
 - 2.2. Sectores industriais com que colabora: Administração; Aeronáutica; Agricultura; Alimentação; Indústria automóvel; Biomedicina e Farmácia; Construção; Defesa; Economia e Finanças; Energia; Indústria Aeroespacial; Estudos Sociais; Pecuária; Gestão do Património e Conservação; TIC; Logística; Materiais; Meio Ambiente; Engenharia Naval; Recursos Marítimos e Aquacultura; Saúde; Transportes; Turismo e Lazer
 - 2.3. Projectos efectivos e casos de sucesso (passado, presente. Sugestão: seguir o modelo das “Success stories” apresentado no final);
 - 2.4. Consultadorias;
 - 2.5. Eventos organizados pelo centro / instituição com ligação à indústria (workshops para empresas, feiras de emprego, etc.);
 - 2.6. Informação disponível sobre empregabilidade dos alunos na indústria (estágios durante licenciatura / mestrados / doutoramentos, emprego após conclusão de graduação, etc.)

3. Infra-estruturas da instituição

- 3.1. Tamanho da instituição (número de investigadores);
- 3.2. Breve descrição do grupo;
- 3.3. Existem gabinetes de apoio a projectos, de intercâmbio com a indústria, apoio à formação de novas empresas, laboratórios, etc? Que tipo de apoio fornecem essas infra-estruturas?

4. Dificuldades enfrentadas (falta de informação actualizada, desconhecimento de regras de projectos, falta de contactos com indústria, etc.)

5. Contacto

Nome da pessoa de contacto:

Afiliação:

Email:

Para além disso, foi feito um levantamento da situação em três centros de investigação, apresentando-se aqui a situação de dois deles (uma versão mais longa pode ser vista em <http://www.mat.uc.pt/~alma/PT-MATHS-IN/>):

CIMA (Centro de Investigação em Matemática e Aplicações) e DMat (Departamento de Matemática) da Universidade de Évora

A ação do CIMA (Centro de Investigação em Matemática e Aplicações) e DMat (Departamento de Matemática) encontra-se fortemente "informada" pela da UÉvora e em particular da Escola de Ciências e Tecnologia (ECT), mormente ao nível NUT II e III (Nomenclatura das Unidades Territoriais para fins Estatísticos). Numa postura autocrítica reportamos aqui tão só quanto nos chegou ao conhecimento e se nos figura como "objetivo" e "industrial".

- Otimização lucro, Exploração Pecuária, Estudo, Associação de produtores;
- Saúde e Ação Social, Estudo, Parceria com a Câmara Municipal de Évora (CME) e o Agrupamento dos Centros de Saúde do Alentejo Central (ACES);
- Ambiente, Impacto e Instrumentação, Estudo, Plecotus; Consultoria, Área Metropolitana de Transportes de Lisboa (AMTL); Consultoria, Hospital Distrital de Évora;
- Consultoria, Relatórios European Study Groups with Industry, AdP-Águas de Portugal; Globalvia; Iberomoldes Group; Euroresinas-Indústrias Químicas, SONAE INDÚSTRIA; TAP; Active Space Technologies; Atomic Weapons Establishment, UK; EDP;
- Divulgação, "Conversas Sobre Matemática" e as Profissões;
- Otimização do lucro em regime sustentado, Pesca, Tese de doutoramento, relação com o International Council for the Exploration of the Sea -- Working Group on Methods of Fish Stock Assessments;
- Fiabilidade, Modelação de Risco, Tese de doutoramento em contexto industrial, Refinaria de Sines;

- Gestão, Tese de doutoramento em contexto empresarial, Continente;
- Gestão, Tese de doutoramento em contexto empresarial, BES;
- Gestão, Tese de doutoramento em contexto empresarial, BPI;
- Gestão, Tese de doutoramento em contexto empresarial, NAVEGAÇÃO AÉRIA DE PORTUGAL - NAV PORTUGAL EPE;
- Controlo Estatístico de Qualidade, Amostragem, Tese de doutoramento;
- Controlo Estatístico de Qualidade, Gestão de Informação, Tese de doutoramento; Controlo por Atributos, Cartas de Controlo, Tese de doutoramento.

Departamento de Matemática da FCT/UNL

As actividades relatadas dizem respeito à actividade dos grupos de Actuariado e Matemática Financeira, Estatística e Investigação operacional. Entre as actividades já realizadas, e que poderão ser consideradas de colaboração com a indústria/empresas, destacam-se:

- Planning and scheduling para a empresa SISCOG
- Optimal diversity management problem (production of wire harness for the automotive industry)
- modelos de optimização para o problema de horários do pessoal de manutenção da TAP
- Localização de equipamentos (POPs) com a Telepac
- Geração de horários, dados reais FCT
- Optimização/localização de instalações com a Autosil e com a Jerónimos Martins;
- Modelos de Previsão com a CGD
- Simulated Annealing, Geração de Giros Policiais para a PSP
- Software platform for portfolio computations para o Banco Atlantico Europa.
- Software add-ons for pricing interest rate products para o Banco de Investimento global.
- Realização de estágios e dissertações de mestrado no Banco Atlantico Europa, Companhia de Seguros FIDELIDADE e Consultora MERCER
- Previsão de consumos electricos para a empresa TULAES, no quadro do ESGI 2013
- Reconhecimento de padrões para a EDP, no quadro do ESGI 101
- Planeamento de rotas para a Câmara Municipal de Almada
- Problema de afectação para o Instituto Nacional de Emergência Médica
- Modelação da dinâmica populacional do peixe espada preto e agora de raias para o Instituto Português do Mar e da Atmosfera
- Colaboração com médicos (Hospital Espírito Santo em Évora e Hospital Garcia da Orta em Almada).
- Participação no Curso de pós-graduação em Estatística Aplicada à Saúde organizado pelo Instituto de Higiene e Medicina Tropical

Success story title

EXECUTIVE SUMMARY

Briefly summarise the success story in one paragraph.

[Todo o texto apresentado encontra-se escrito com o tipo de letra "Calibri", tamanho "9pt". Os títulos devem estar sublinhados, a negrito e em Caixa-Alta/Maiúsculas. Todo o texto apresentado encontra-se justificado e sem hifenização.]

CHALLENGE OVERVIEW

How the contact was taken ?

What were the main objectives and strategies of the initiative, how were they established and by whom (name of company involved)? What was the motivation behind the initiative?

If necessary, briefly describe the situation before the initiative including major issues, trends and conditions in the area.

[Para sinalizar entradas dentro do próprio texto, estas deverão ser feitas apenas a negrito de acordo com o exemplificado:

Etiam ornare lectus: et nisi suscipit ultrices. Aliquam erat volutpat. Integer imperdiet dolor nisl, non auctor nibh. Nunc a metus ac est mattis mattis vitae ut lectus. Curabitur quis sapien metus. Fusce vitae orci mi, in pharetra ipsum. Praesent ut vehicula felis. Vivamus facilisis enim eu nibh molestie vitae luctus neque hendrerit. Morbi vel nisl risus.]

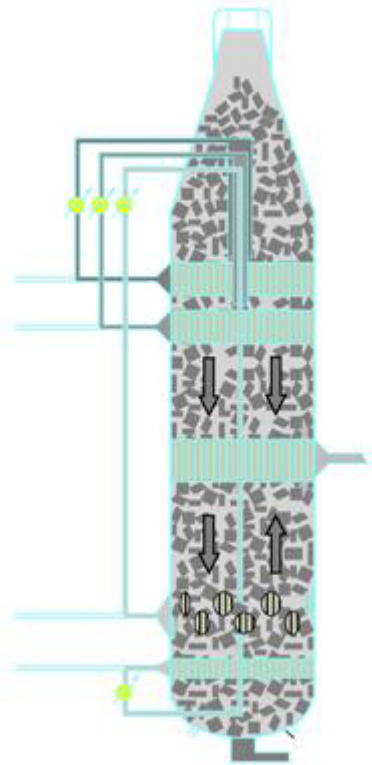
IMPLEMENTATION OF THE INITIATIVE

How was the initiative carried out? Duration of the contract. How were financial, technical and human resources mobilised and where did they come from (permanent staff of the group ; ad-hoc hired personnel)?

What role did the partners play in the implementation process? What problems or constraints were experienced in the implementation? How were they overcome?

THE PROBLEM

Brief description of the mathematical model and of the mathematics used in the research . What were the major challenges of the research (modelization, new mathematical methods, experimental determination of parameters...)?



Legenda de Imagem - "Calibri", 9, Negrito

RESULTS AND ACHIEVEMENTS

What were the results and achievements of the initiative for the company and Academia? Were the objectives realised as per the criteria? What criteria/indicators were used to measure the success of the initiative and how were these measured, qualitatively and quantitatively? What was the impact of the initiative ? Did this contract have a follow-up ?

LESSONS LEARNED AND REPLICABILITY

OPTIONAL What are the most important lessons learned from this initiative? Has the initiative been replicated/adapted elsewhere? What is the potential of replicating all or parts of the initiative? Which parameters determine replicability (technological, socio-cultural, economic, political, etc)?

RESEARCH TEAM

OPTIONAL Logo of the company involved in the story (Contact point in the company)

Name/logo of the Laboratory/Group (including address, webpage, e-mail of the contact person)

Grupo 3 – Ligação ao ensino

Nas últimas duas décadas, a academia tem vindo, progressivamente, a despertar para as aplicações da matemática, o chamado “thinking out of the box”. O mercado de trabalho para os matemáticos aumentou consideravelmente, com a escassez dos empregos na academia e com a degradação da qualidade da profissão de professor de ensino básico e secundário. Muitos matemáticos optaram por, e outros foram forçados a encontrarem, empregos na indústria. Consequentemente, a indústria começou a encontrar espaço para matemáticos, a acreditar nas suas mais-valias e a preferirem-nos ao invés de outros currículos.

As linhas orientadoras do programa Horizonte 2020 [4,5] preconizam um crescimento sustentável dos países europeus, idealizando uma economia competitiva, eficiente, baseada no conhecimento e inovação. A Matemática tem o potencial de aumentar a competitividade de um país no mercado global. É um fator essencial na criação de valor numa empresa e dá uma vantagem competitiva à indústria, por sugerir abordagens interdisciplinares inovadoras.

Uma nova profissão: o matemático industrial / engenheiro matemático

A *European Science Foundation* [6] recomendou, em 2010, que as instituições académicas criassem programas educacionais em Matemática, com um currículo comum ao nível europeu, tendo em consideração as valências e especificidades locais, de modo a formar um novo tipo de profissão designada por *Engenheiro Matemático* ou *Matemático Industrial*. As organizações científicas de cada país devem criar postos de trabalho para este novo tipo de profissional, com o principal financiamento proveniente da indústria. Recomendou ainda que a academia definisse critérios para avaliar e reconhecer as carreiras em Matemática Industrial.

A Matemática Industrial é uma área com dupla invisibilidade. No mundo académico, pois são poucos os matemáticos que participam ativamente nos trabalhos sobre problemas industriais. Há uma tendência a subestimar a qualidade da ciência feita na indústria. Na indústria também se resolvem problemas desafiantes. A investigação em Matemática Industrial não se mede pelas publicações em revistas científicas, ou porque o valor dos trabalhos envidados não é medido pelos resultados originais atingidos, ou até porque, muitas vezes, as empresas onde é realizado o trabalho não incentivam ou não querem a publicação deles. Além disso, a orientação de estudantes que vão para a indústria é mais difícil de acompanhar de perto do que a dos estudantes que ficam na academia. No mundo dos negócios, a Matemática Industrial é invisível, pois existe na forma de outras designações, nomeadamente, estatística, análise, modelação, informática, ou simplesmente, investigação.

É, portanto, importante que se informe, inspire, estimule e convença a comunidade académica e os seus formandos. Paralelamente, é também necessário que a indústria acredite que o conhecimento matemático pode conduzir ao desenvolvimento e melhoramento dos processos industriais. É bom que se perceba, definitivamente, que as contribuições de ideias matemáticas são bidirecionais: tanto o desenvolvimento da ciência académica permite o melhoramento de processos industriais, como várias aplicações industriais podem enriquecer a ciência. Convencendo e motivando estas duas comunidades, a implementação de programas de ensino vocacionados para a matemática industrial será uma tarefa natural e simples.

Um dos pontos fulcrais para o desenvolvimento e sucesso da Matemática Industrial é a existência de programas de ensino que lhe são vocacionados. O papel da Rede PT-MATH-IN no sucesso do ensino da Matemática Industrial parece-nos crucial. Primeiramente, preencherá a lacuna que existe entre a *Matemática Académica* e a *Matemática Industrial*. Uma tarefa inicial consistirá em apresentar mutuamente as duas comunidades, motivando-as e convencendo-as para que vivam em simbiose. Depois disso, e usando os conhecimentos e as experiências que esta Rede possui, orientar as instituições na criação dos programas de ensino, ajudar a indústria na construção de ofertas de estágios, mostrando a existência da Matemática nos seus problemas, e direcionando as diferentes ofertas de estágio. Finalmente, trabalhando para que estas ligações entre a academia e a indústria não esmoreçam e, pelo contrário, sejam cada vez mais fortes até que se tornem obrigatórias.

O texto que se segue é uma versão mais curta de um outro que se encontra disponível em <http://www.mat.uc.pt/~alma/PT-MATHS-IN/> e distribui-se da forma seguinte. Começamos por dar exemplos de algumas atividades que podem ser promovidas de modo a motivar a Matemática Industrial a cada um dos intervenientes deste processo (instituições, estudantes e indústria). Referimos, sucintamente, quais os benefícios desses intervenientes na existência de tais programas de ensino. De seguida, faremos uma breve discussão sobre em que poderá consistir um programa de ensino em Matemática Industrial, fazendo referência ao que já foi decidido em outras redes europeias e aos cursos que existem a nível nacional com ligações à Matemática Industrial.

Informar, Inspirar, Estimular e Convencer a Academia

Questões como “Para que serve a Matemática? Quais as suas aplicações?” deveriam tender a desaparecer. Motivar a academia acerca do que ela poderá fazer pela indústria pode ser feito através de várias atividades:

- Divulgando Estudos de Casos, que vão desde a análise de negócios e de risco financeiro, à otimização e planeamento de processos, entre outros.
- Realizando os, já existentes, Grupos de Estudo com a Indústria. Mais do que expor à comunidade académica os problemas industriais, é preciso propor. É com este tipo de encontros que colocamos matemáticos a pensar, que os envolvemos nos trabalhos, que os motivamos para projetos futuros.

- Realizando conferências e workshops sobre o tema Matemática Industrial.
- Promovendo cursos para apoio à criação de *start ups* e registo de patentes.

É na captação de estudantes que as instituições, atualmente, envidam mais esforços. Assim, a Rede deve ainda fomentar atividades dirigidas a alunos que ingressam ou pertencem a um dos três ciclos de estudos:

- Seminários proferidos por recentes graduados em Matemática que escolheram seguir a carreira industrial, de modo a ouvir acerca da sua experiência na indústria, os conhecimentos matemáticos usados, as competências industriais adquiridas.
- Realizando uma espécie de “Grupos de Estudos de Casos”, quer inseridos como unidades curriculares dos ciclos de estudos, quer como uma atividade extracurricular.
- *Modeling weeks*, em moldes similares aos Grupos de Estudo com a Indústria, mas dirigidos a estudantes oriundos das diversas escolas nacionais e internacionais.
- Numa *faixa etária* mais inicial e tendo em vista a motivação de alunos para um 1º ciclo de estudos, através de projetos de divulgação científica/industrial, que possam ser inseridos em programas como o Ciência Viva, Universidade Júnior, ou outros equivalentes, que existam a nível nacional ou regional (autarquias ou instituições de ensino).

Benefícios de uma relação Indústria / Rede PT-Math-IN / Academia

São vários os benefícios de uma interação entre estes três atores, quer na criação de programas curriculares ligados à indústria, quer na coesão da Matemática Industrial, acompanhando o progresso industrial, os desenvolvimentos tecnológicos, e o enriquecimento da ciência. Destacam-se, entre outras, as que mais diretamente se relacionam com as questões do ensino:

- Para a academia: Criar estágios para os alunos na indústria; Aumentar o leque de saídas profissionais para alunos.
- Para a indústria: Trabalhadores com excelente qualificação.
- Para os alunos: Estudar problemas reais, casos de estudo práticos; Formação direcionada; Potenciar a empregabilidade.
- Para os programas de ensino em Matemática Industrial: Fazer parcerias entre universidades, aproveitando as melhores competências de cada escola; Diversificar alunos; Alargar o mapa de estágios.

A *Society for Industrial and Applied Mathematics* (SIAM) recolheu um conjunto de testemunhos [8] de matemáticos a trabalhar na indústria que exemplificam áreas de intervenção concretas e ilustram as mais-valias que este tipo de formação pode trazer para o sector em que trabalham.

Programas de ensino

Nesta secção, debruçamo-nos sobre o que a Rede pode fazer em termos de ensino, qual o seu papel na relação com as instituições, qual o papel das instituições de ensino na Rede. É importante que todo o programa que nasça não seja estanque, que não se feche num ensino predominantemente teórico/académico, que esteja constantemente em contacto com a indústria, que seja dinâmico, acompanhando os progressos industriais. É necessário analisar e discutir que programas podem ser criados em cada um dos ciclos de estudos. Estes programas devem ser delineados através de um intenso diálogo com a indústria, ouvindo as necessidades atuais destes. Através da sua participação na Rede PT-MATH-IN, as instituições de ensino poderão ver facilitada esta interação.

Redução da fragmentação geográfica existente no ensino da Matemática

O ensino da Matemática na Europa, e em particular em Portugal, possui alguma fragmentação quer geográfica, quer de diversidade de planos curriculares e de designações. Como se pode observar no documento disponível em <http://www.mat.uc.pt/~alma/PT-MATHS-IN/> e na lista anexa, onde se procurou inventariar os cursos superiores de Matemática não vocacionados para o ensino mas sim com alguma ligação à indústria, a diversidade de designações é abundante (cerca de 30 designações diferentes). Esta diversidade de currículos e de designações dificulta a tão desejada mobilidade de estudantes e contribui para algum descrédito das aplicações da Matemática na Indústria junto da população em geral.

A Rede Portuguesa de Matemática na Indústria deve contribuir para a harmonização dos programas educacionais em Matemática Industrial, criando uma coesão nestas designações, e ainda para o alargamento geográfico destes cursos no país.

Em Portugal, devem ser criados cursos superiores de Matemática Industrial, ao nível de licenciatura, mestrado e doutoramento, com programas comuns a várias universidades e que interliguem alunos e docentes de várias instituições de ensino, de forma a criar uma comunidade científica neste processo. Estes programas de mestrado/doutorais entre diversas instituições trazem mais-valias, tais como poder aproveitar as melhores subáreas científicas de cada escola envolvida, bem como criar uma rede de estágios nacional que permita distribuir da melhor forma os alunos com diferentes competências.

O *European Consortium for Mathematics in Industry* (ECMI) desenvolveu um modelo de curso superior pós-graduado de dois anos [1] cujo principal objetivo é a resolução de problemas industriais com utilização da Matemática. Este plano de estudos pode ser implementado localmente em qualquer país europeu, sendo a qualidade do programa assegurada por uma revisão do comité educacional do ECMI e por inspeção no local de avaliadores designados pelo conselho do ECMI.

Os estudantes graduados recebem um diploma ECMI. As instituições portuguesas que ministrem cursos com esta acreditação podem assim beneficiar de uma maior visibilidade internacional, quer ao nível académico, quer empresarial, e potenciar a empregabilidade dos seus graduados. A Universidade de Coimbra e a Universidade Técnica de Lisboa encontram-se em processo de acreditação deste programa. Mais informações em <http://www.mat.uc.pt/~alma/PT-MATHS-IN/>

Plano de estudos

São três os domínios fundamentais que um programa de ensino em matemática industrial deve cobrir: a Matemática, a Computação, e as aplicações específicas:

- Matemática: disciplinas nucleares, Estatística, Modelação, Simulação Numérica;
- Computação: experiência em programação em uma ou mais linguagens; mediante o percurso industrial a seguir, é suficiente conhecer linguagens como o MATLAB, R, SAS, SPSS, ou será exigido um conhecimento de linguagens de programação como C++ ou Java e uma linguagem de script de alto nível como Python; experiência em computação de alto-desempenho (computação paralela, análise e visualização de dados);
- Dependendo dos objetivos de carreira a seguir, deverá ser escolhido o domínio de aplicação, mas sempre fazendo a ponte entre a teoria e a as aplicações práticas.

As competências a desenvolver num programa de ensino em Matemática Industrial/ Engenharia Matemática são as seguintes:

- Gerir e desenvolver projetos industriais;
- Traduzir, em termos matemáticos, problemas reais e por vezes não estruturados, criando modelos que tenham em conta as principais características da situação estudada, e a eficiência desses modelos quando usados no ambiente real;
- Descrever objetos reais e processos através de modelos matemáticos, e assim estabelecer relações quantitativas para descrever sistemas complexos, analisar o seu comportamento, e controlar e otimizar o seu resultado;
- Armazenar e recolher informação a partir de bases de dados;
- Construir algoritmos e desenvolver pequenas aplicações informáticas;
- Comunicar com colaboradores não matemáticos e de diversas áreas ou não especialistas;
- Apresentar resultados na forma de um algoritmo, de software, de um relatório, ou de um guia do utilizador.

Os currículos destes cursos deverão ser estabelecidos ouvindo as necessidades da indústria. Só através de uma cooperação forte entre a academia e a indústria poder-se-á conferir aos programas de ensino o ambiente de trabalho industrial e uma perspetiva realista de uma carreira na indústria, preservando também a opção de uma carreira académica. Por conhecer bem ambos os meios, a Rede PT-

MATH-IN poderá ajudar a definir as competências gerais e específicas para o ciclo de estudos, bem como ajudar a encontrar os especialistas em determinadas matérias para a realização de seminários, ou os mentores da indústria para a realização de estágios.

Formação continuada

No compromisso *Europe 2020* [3] recomendam-se metas concretas a ser atingidas nos países europeus em 2020. Neste documento, refere-se que nos países do Oeste da Europa se verifica uma correlação forte do nível educacional de uma população com a empregabilidade, bem como da capacidade de I&D, combinada com inovação e eficiência de recursos, com o PIB.

A educação continuada ao longo da vida pode ser a chave para a Europa se aproximar do pleno emprego. As instituições de ensino superior devem, por isso, aumentar o seu papel no ensino continuado, não se restringindo apenas a pós-graduações, permitindo aumentar a atratividade dos seus graduados no mercado de trabalho.

Referências

- [1] ECMI, *Educational Programme in Mathematics for Industry*. Available online on 25th June 2014 at: http://www.ecmi-indmath.org/?page_id=149
- [2] ECMI, *Model Master in Mathematics for Industry*. Available online on 25th June 2014 at: http://www.ecmi-indmath.org/?page_id=147
- [3] European Commission, *EUROPE 2020 - A strategy for smart, sustainable and inclusive growth*. Available online on 1st July at: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:EN:PDF>
- [4] European Commission, *Horizon 2020 - The EU Framework Programme for Research and Innovation*, 2011. Available online on 1st July at: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0808&from=EN>
- [5] European Commission, *Horizon 2020 - Key enabling technologies*. Available online on 1st July at: <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/area/key-enabling-technologies>
- [6] European Science Foundation, *Forward Looks Mathematics and Industry*, 2010. Available online on 29th June 2014 at: http://www.esf.org/fileadmin/Public_documents/Publications/mathematics&industry.pdf
- [7] SIAM, *Report on Mathematics in Industry*, 2012 Available online on 25th June 2014 at: <http://www.siam.org/reports/mii/2012/index.php>
- [8] SIAM, *Careers in Mathematics Brochure*. Available online on 29th June 2014 at: <http://www.siam.org/careers/thinking/pdf/brochure.pdf>

Grupo 4 – Oportunidades e desafios

No contexto do *kick-off* da rede Portuguesa de Matemática na Indústria (POR-MATHS-IN) ficou encarregue o grupo 4 de apresentar algumas considerações sobre as oportunidades e desafios inerentes à criação daquela rede. Este documento reúne algumas das conclusões mais importantes do estudo efectuado. Na secção Factos e Oportunidades referem-se algumas das vantagens de que a POR-MATHS-IN poderá usufruir ao ser criada nesta altura. Por fim, na última secção deste documento são apresentados alguns desafios que, no entender dos autores e caso não sejam acautelados, poderão trazer algumas dificuldades à futura rede Portuguesa de Matemática na Indústria.

Factos e Oportunidades

A nível da Indústria:

1) Grandes Empresas

- a. Nas empresas Portuguesas de maior dimensão, que incorporam matemáticos nas suas estruturas, será essencial fazer um levantamento exaustivo dos contactos por forma a dar a conhecer a nova rede no sentido de potenciar eventuais parcerias.
- b. Nas restantes seria importante um trabalho *in loco*, visitando-as e apresentando a POR-MATHS-IN, tendo em vista a mais valia que pode surgir de colaborações transversais às diversas áreas da Matemática. A referencia à EU-MATHS-IN poderá ser também uma mais valia para atingir tais objectivos.

2) PME's:

- a. As PME's constituem grande parte do tecido empresarial Português. Muitas vezes não têm formação, tempo ou quadros suficientemente conhecedores para poderem avaliar a vantagem que podem ter associando a Matemática Industrial à resolução dos seus problemas. Um dos principais problemas nesta interacção prende-se com a ausência de recursos humanos por parte das PME's. É essencial que a abordagem a efectuar tenha o cuidado de, no início, exigir o menor tempo possível por parte da empresa até se obterem os primeiros resultados. Geralmente, os intervenientes têm maior abertura para dedicar algum tempo depois de conseguirem medir as vantagens decorrentes do modelo. A interacção destas empresas com a matemática pode ser potenciada, por exemplo, através de orientações conjuntas de teses (de mestrado e doutoramento), actividades de modelação (quer a nível dos usualmente designados Study Groups quer a nível de Modelling Weeks).

3) Grupos e Associações Sectoriais:

- a. Uma porta de entrada no sector poderá prender-se com a associação a grupos empresariais. No contexto das empresas exportadoras estas associações costumam estar bem organizadas e ter contactos privilegiados com as melhores empresas, pois as participações em feiras e certames internacionais costuma ser feito de forma agrupada.

A nível político:

4) Governos, entidades políticas e de gestão:

- a. Os governos poderão ter uma parte importante neste assunto caso seja possível mostrar a utilidade da MI para a economia nacional. A criação de um *lobby* de pessoas que fossem sensíveis ao potencial da matemática industrial seria de uma enorme importância. Estudos noutros países com sucesso comprovado (como é o caso dos países Escandinavos) podem ajudar a convencer tanto decisores (políticos e económicos) quer a própria opinião pública.

A nível académico:

5) Academia

- a. A academia terá muito a ganhar com esta rede, dada a existência de transferência de financiamento para os Grupos de I&D.
- b. O desenvolvimento de aplicações práticas fazem muitas vezes de motor para o desenvolvimento de novas técnicas e métodos, fomentando assim a investigação científica.
- c. Demonstrando o potencial da Matemática Industrial, as próprias empresas terão interesse em que os seus quadros possam fazer formação na área.
- d. A divulgação de casos de sucesso de MI poderá ajudar a captar novos membros (estudantes e investigadores) para a área, garantindo uma massa crítica suficiente para a expansão do projecto.

A nível de financiamento:

6) Financiamento

- a. O financiamento das actividades pode ser obtido com intervenção da parte industrial, através de:
 - i. Trabalho conjunto com alunos de mestrado dos diversos cursos existentes no país. A utilização desses alunos com trabalho efectivo e produtivo para a empresa, pode

- garantir em projectos de curto prazo uma “success fee” acordada com a empresa.
 - ii. Apoio científico e de consultadoria, com base em avenças dependentes de “bolsas de horas” ou objectivos a atingir.
 - b. Fundos Europeus:
 - i. Criação de consórcios com as competências de cada um dos centros que permitam a candidatura a projectos de maior dimensão.

Desafios

1) A nível da POR-MATHS-IN

- a. Como tornar os centros de investigação em matemática em universidades portuguesas mais visíveis para o exterior (nomeadamente para empresas e outras instituições, potenciais utilizadoras das competências desenvolvidas nestes centros).
- b. Será que uma rede nacional tem mais visibilidade que os centros de per se?
- c. Como gerir potenciais conflitos de interesse entre centros?
- d. Será necessário estabelecer algum tipo de estatutos, regras??? E qual o seu valor legal?
- e. Conseguir mostrar as mais valias da MI. O livro “European Success Stories in Industrial Mathematics”, editado em 2011 pela Springer-Verlag , e que contou com a colaboração de diversas prestigiadas entidades ligadas à Matemática a nível Europeu é um exemplo de um poderoso meio de divulgação com potencial impacto na opinião pública e nos decisores. Uma edição portuguesa, patrocinada por exemplo pelo CIM e/ou SPM e/ou SPE, poderia ter utilidade para a divulgação a vários níveis.
- f. Criar um selo de qualidade nas parcerias Matemática/Indústria.
- g. Garantir que, ao abrigo daquele selo, todos os membros cumprem os seguintes parâmetros:
 - i. Acordo e cumprimento escrupuloso dos prazos acordados entre as partes.
 - ii. Constituição de equipas com um nível equilibrado entre os intervenientes e tentando que as competências sejam equilibradas entre a parte matemática e a parte industrial.
 - iii. Elaboração de um estudo prévio do problema, que deverá ser sempre feito e discutido com a parte industrial para que as expectativas das duas partes sejam o mais equilibradas possível.
 - iv. Criar um protocolo tipo sobre direitos e deveres (Sigilo, Propriedade Intelectual,...)
- h. Como será feito o financiamento das actividades da rede? Numa primeira fase seria necessário publicitar e divulgar a rede. Haverá fundos para isso? E nesse sentido, em que enquadramento legal se deveria constituir a rede? Talvez fosse importante ponderar sobre esta questão.

- i. Em termos de potencial financiamento (público, através de eventuais apoios europeus), será que haverá maior sucesso se concorrendo como rede que como centros individualmente?

2) A nível industrial:

- a. O grau de envolvimento de matemáticos na indústria com respeito à dimensão das empresas é muito assimétrico. Grande parte dos matemáticos (enquanto tais) no mercado de trabalho ocupam lugares em empresas de grande dimensão, havendo muito poucos que o façam em PME's . Considerando que as últimas constituem uma grande parte do tecido empresarial, a matemática tem aqui uma oportunidade única de mostrar a sua mais valia.

3) A nível académico:

- a. É necessária uma valorização da actividade da matemática industrial por parte dos pares académicos. Em muitas instituições a maioria dos investigadores / docentes sabem que a sua valorização profissional passa pela publicação de artigos científicos e actividades de gestão. Mesmo os artigos científicos só são valorizados dentro da área específica da matemática. Colaborações com outras áreas, em que os matemáticos têm papel fundamental, deverão ser mais valorizadas pelos seus pares. Este processo deve ser invertido até porque diversos problemas industriais obrigam ao avanço de novas teorias e ferramentas matemáticas.
- b. Grande parte da academia não tem neste momento capacidade para financiar actividades de investigação. A solução poderá passar por cativar as pessoas para este tipo de actividades dando-lhes as hipóteses e condições para que o possam fazer de forma autónoma e valorizada.
- c. É necessário convencer a comunidade da sua mais valia em termos empresariais. O know-how abrangente e a saída da zona de conforto de cada um deve ser fomentada e premiada.
- d. A existência de programas de nível de mestrado e/ou doutoramento em Matemático Industrial (ou algo do género) poderá facilitar a entrada de Matemáticos na Indústria, a reconhecer o papel destes nas organizações (a maioria deles não se intitula como matemático nas organizações onde se inserem; ver documento do Forward Look for Mathematics in Industry em <http://www.mat.uc.pt/~alma/PT-MATHS-IN/>) e ao mesmo tempo ajudar a captar mais alunos para os cursos de Matemática.
- e. Com a falta de apoio financeiro, reconhecimento social e empresarial e uma estratégia política poderá não ser possível continuar a captar pessoas de grande capacidade intelectual para a matemática. Assim sendo, Portugal pode perder a capacidade de se manter na linha da frente na comunidade matemática internacional.

- f. Desenvolver os currículos dos cursos para a colaboração MI. Cadeiras de estudos de casos, estágios, etc...
- g. Envolver professores do secundário ou fazer divulgação nas escolas. Envolver os alunos desde cedo em actividades de modelação. Este tipo de actividades tem sido aproveitada em diversas áreas do conhecimento (em particular das Engenharias), e tem tido algumas fontes de financiamento (por exemplo, através dos programas do Ciência Viva). Tem havido algumas actividades deste tipo também na área da Matemática, e com resultados certamente positivos a curto, médio e longo prazo. Mas muito mais poderemos fazer! Um exemplo de sucesso, em grande escala, é o programa de colaboração da Universidade de Kaiserslautern com Escolas Secundárias, que existe há já mais de 20 anos.