

GAZETA DE MATEMÁTICA

JORNAL DOS CONCORRENTES AO EXAME DE APTIDÃO E DOS
ESTUDANTES DE MATEMÁTICA DAS ESCOLAS SUPERIORES

ANO XX

N.º 76-77

SET.-DEZ. 1959

S U M Á R I O

Editorial

A investigação científica em Portugal
por J. Gaspar Teixeira

Sur l'enseignement supérieur des mathématiques
en U. R. S. S.
por B. V. Gnedenko

L'insegnamento della matematica nelle università italiane
por Luigi Campedelli

Les Ecoles Normales Supérieures
por A. Revaz

La formation mathématique de l'ingénieur
por J. Bass

Une particularité de l'enseignement français:
les mathématiques spéciales
por Andre Adler

L'insegnamento della matematica nelle scuole
secondarie italiane
por Emma Castelnuovo

Faculdades de Ciências
por A. César de Freitas

Olympiade de Mathématiques
por Instituto de Matemática
Academia de Ciências Checoslovaca

Faculty of sciences
por Kjell Carlson

Condições do progresso científico nos grandes Laboratórios
por Cécil F. Powell

Papel dos Directores de Laboratório
por John Desmond Bernal

Aspectos do problema da organização da pesquisa
científica em Portugal
por Carlos Fernando Torre de Assunção

GAZETA DE MATEMÁTICA

EDITOR — *Gazeta de Matemática, Lda.*

ADMINISTRADOR — *A. Sá da Costa*

Sede e Administração — Rua Diário de Notícias, 134-1.º-Esq.º — Tel. 369449 — Lisboa-2.

REDACÇÃO

Redactores : *J. Gaspar Teixeira, J. Morgado e J. da Silva Paulo*

OUTROS COMPONENTES

EM PORTUGAL:

Coimbra : L. Albuquerque; **Lisboa** : Almeida Costa, A. Sá da Costa, J. J. Dionísio, J. Sebastião e Silva, J. Ribeiro Albuquerque, M. Teodora Alves, Fernando de Jesus; **Porto** : Andrade Guimarães, Lau-reano Barros, L. Neves Real.

NO ESTRANGEIRO :

Argentina — *Buenos Aires* : António Monteiro, L. A. Santaló, Ruy Luís Gomes; **Mendoza** : F. Toranzos; **San Luis** : Manuel Balanzat; **Brasil** — *Belo Horizonte* : Cristovam dos Santos; *Recife* : Luiz Freire, Manuel Zaluar, Newton Maia e A. Pereira Gomes; **Rio de Janeiro** : Achille Bassi, Leopoldo Nachbin, Maria Laura Mou-sinho e Maurício Peixoto; **São Paulo** : Omar Catunda; **Espanha** — *Barcelona* : Francisco Sanvisens; **Madrid** : Sixto Rios Garcia e J. Gallego Diaz; **Itália** — *Roma* : Emma Castelnuovo; **França** — *Paris* : Paul Belgodère; **Suissa** — *Zürich* : H. Wermus; **Uruguai** — *Montevideo* : Rafael La Guardia; **U. S. A.** — *Lincoln* : Maria Pilar Ribeiro.

Toda a colaboração enviada para publicação nesta revista deve ser dactilografada. A G. M. não dá separatas dos artigos publicados, excepto no caso de prévio acordo entre o Autor e a Redacção.

COLEÇÃO «PROBLEMAS DA ACTUALIDADE CIENTÍFICA»

N.º 1 — A Exploração do Espaço Cósmico

por A. N. NESMEIANOV

A SAIR NA MESMA COLEÇÃO:

THE ROYAL SOCIETY OF LONDON

for the Promotion of Natural Knowledge, no seu tri-centenário

RADIAÇÕES, seus problemas

*

AUTOMAÇÃO, seus problemas

Esta colecção dirige-se ao público português com conhecimentos equivalentes aos adquiridos no ensino secundário.

EDIÇÕES DA «GAZETA DE MATEMÁTICA»

Os sócios de S. P. M., assinantes de «Gazeta de Mat.» e de «Portugalese Math.», beneficiam para estas obras do desconto de 20 %.

Composição e impressão — Tipografia Matemática, Lda — Rua Diário de Notícias, 134-1.º-Esq.º — Telefone 369449 — LISBOA-2.

EDITOR: *Gazeta de Matemática, Lda.*ADMINISTRADOR: *A. Sá da Costa*REDACTORES: *J. Gaspar Teixeira, J. Morgado e J. da Silva Paulo*

Composto na Tipografia Matemática, Lda. — Rua Diário de Notícias, 134 — 1.º — Esq. — Telef. 369449 — LISBOA 2

EDITORIAL

Vinte anos passaram desde a fundação da «Gazeta de Matemática».

Vinte anos de actividade dedicada à Juventude escolar portuguesa e orientada no sentido da melhoria contínua do nível do ensino das matemáticas em Portugal.

Vinte anos são, pode dizer-se, mero instante na longa História da Humanidade; são porém significativos para quem os vive e assiste à evolução da Ciência e consequentes realizações.

E assim, numa época caracterizada pelo facto de estarem vivos 90% dos cientistas que têm existido desde o início da História do Homem(*), é evidente que o bem-estar dos seres humanos exige uma estrutura sólidamente assente no progresso científico; e que este só é efectivo por meio de uma actualização constante não só dos quadros científicos como e principalmente da organização do respectivo ensino.

Ora a organização das nossas Faculdades de Ciências data de 1911.

Temos a firme convicção de que brevemente se encarárá a necessidade não só de uma primeira actualização mas ainda de uma permanente adaptação às exigências imperativas de uma evolução desconcertantemente rápida.

É por isso que a «Gazeta de Matemática», recordando saudosamente os antigos colaboradores — os desaparecidos e os ausentes — organiza o presente número especial.

Aqui são apresentados ou problemas ou consequências de

(*) IMPACT, *Science et Société*, Unesco, vol. X (1960) n.º 4, pág. 289.

problemas, existentes em Portugal e outros Países, no domínio do ensino das matemáticas. Neste sentido foram consultados vários professores e cientistas portugueses e estrangeiros.

Agradecemos reconhecidamente aos Colaboradores deste número a pronta resposta com a contribuição da sua experiência; é mais uma forma de concretização do espírito de boa colaboração internacional que anima de modo geral todos os Cientistas.

Estamos certos que o nosso País tirará o máximo proveito desta experiência multi-nacional.

Dez. 1959

J. G. T.

A investigação científica em Portugal

J. Gaspar Teixeira
Lisboa

«Somos testemunhas de uma expansão sem precedentes do desenvolvimento e da intensidade do trabalho científico. A investigação colocou nas mãos do Homem o poder de influenciar a vida de todo o ser vivo em qualquer sítio da Terra» (1).

vanguarda. A consulta da bibliografia (2) apresentada no final permitirá recordar alguns aspectos gerais ou de pormenor do problema que nos interessa estudar.

A Ciência como factor de progresso humano

1) Chamar a atenção das Sociedades Científicas Portuguesas para a responsabilidade que lhes cabe, assim como aos seus associados, e, de modo geral, a todo o trabalhador científico português, no que respeita ao problema fundamental da investigação científica em Portugal;

2) Sugerir-lhes um projecto de base de organização da Investigação Científica Portuguesa, tendo em conta vários aspectos, nomeadamente os de planeamento, colaboração e subvenção.

Admitimos que o Leitor possui o conhecimento de factos que decorrem no campo internacional, transcritos numa imprensa diária normal, e que podem em relevo o papel primordial que a investigação científica tem no desenvolvimento, económico social e cultural, cada vez mais rápido, dos países de

A história contemporânea da Ciência, a sua evolução e consequências, tem radicado na opinião pública mundial a ideia de que o nível material e espiritual atingido por um povo depende directamente da atenção dedicada ao pleno aproveitamento dos recursos da Ciência na valorização do Homem (3).

Aliás, a qualificação do país sub-desenvolvido pode determinar-se, *em parte*, pelo nível científico atingido (4).

Um dos factos mais notáveis do biênio 1959-1960 é o da competição pacífica entre grandes potências na realização de programas de elevação do nível de vida dos respectivos povos baseada no desenvolvimento

(2) Ver lista no fim do artigo.

(3) Aferida, por exemplo, pela percentagem do orçamento nacional destinado à Investigação e pelo rendimento atingido.

(4) Dizemos *em parte*, considerando alguns exemplos de exceção, de países que, tendo algumas realizações científicas, não atingiram ainda nível de suficiente desenvolvimento em determinados aspectos fundamentais da vida social.

(1) Relatório do «Comité Interino» criado no «Congresso da Associação Americana para o Avanço da Ciência», em 1955.

da Ciência e da Técnica. Além disso, desenvolve-se uma campanha de auxílio aos países menos adiantados — não com objectivo de aproveitá-los como fontes de matérias-primas essenciais ou de mão de obra — mas sim com o da criação dos próprios quadros nacionais ao campo da Ciência, da Indústria, das Artes, ...

Quer dizer, em 1960 verifica-se que a Humanidade pode confiar nas possibilidades de utilização da Ciência como base do seu progresso e não da sua destruição, não obstante a existência ainda de certos grupos e forças opostas a este ponto de vista e de todos os esforços desenvolvidos para o combater.

Esta situação e a perspectiva de optimismo e confiança na existência futura da Humanidade, levantam problemas de *responsabilidade específica* que todo o trabalhador científico deve ter em atenção.

O Trabalhador Científico: sua definição; sua integração profissional

O homem comum sabe que a Ciência não sai, hoje em dia, da «Toca do Sábio» — torre de refúgio de asceta de longas barbas brancas —, mas sim, de centros de investigação onde trabalham, por vezes milhares de cientistas e técnicos de ambos os性os, cooperando intimamente nas tarefas mais diversas; acentue-se ainda, que, tal como homens e mulheres vulgares, eles vivem profunda e directamente os problemas da vida de todos os outros homens e mulheres vulgares.

Reconhecendo-se portanto que o desenvolvimento científico resulta dum estreita colaboração entre investigadores ou técnicos, tornou-se necessário definir uma nova classe profissional — a de *trabalhador científico* — bue os englobe indistintamente.

Assim:

- Considera-se trabalhador científico toda a pessoa devidamente qualificada que trabalha no domínio das ciências naturais ou sociais, puras ou aplicadas; ou que se dedica ao seu ensino.*
- Considera-se pessoa devidamente qualificada a que possui diploma ou título universitário, ou outro de índole equivalente* ⁽¹⁾.

Aceitando, provisoriamente, esta definição de trabalhador científico, é a todos os portugueses com diploma universitário ou título equivalente que trabalham no domínio das ciências, naturais e sociais, puras ou aplicadas, que nos dirigimos no presente artigo.

A definição que acabamos de apresentar, se determina o limite mínimo de conhecimentos profissionais necessários dentro de um quadro nacional bem definido, é porém omissa quanto às responsabilidades do trabalhador científico perante certos aspectos decorrentes do progresso científico e das forças determinantes da evolução da sociedade ⁽²⁾.

Neste momento, pretendemos considerar o trabalhador científico apenas em relação a uma característica fundamental da Ciência: *Universalidade e Unidade do Mundo Científico*.

Antes de mais, o trabalhador científico é um ser humano e como tal sujeito a todas as fraquezas humanas; se a isso se sobrepon-

⁽¹⁾ Da «Constituição da Federação Mundial dos Trabalhadores Científicos», art. 5.º.

⁽²⁾ Pensamos poder publicar de futuro na Gaz. Mat. artigos de cientistas de renome, focando alguns destes problemas. Veja, por exemplo, no presente n.º o artigo do prof. P. BIQUARD — Charte des Travailleurs Scientifiques.

ainda a circunstância de pertencer a uma classe de *élite* — como acontece mais frequentemente em países com baixo nível de cultura — podem acumular-se, perigosamente, outros factores que transformem a fraqueza em anormalidade.

Por vezes, certos trabalhadores científicos correm o risco de virarem a considerar-se elementos insubstituíveis, «superiores» até a seus pares na hierarquia académica. Nesse caso perdem imediatamente pelo menos a força moral necessária para preencher «de jus» o seu lugar no campo social.

Com efeito,

«O internacionalismo da Ciência é uma das suas características mais específicas. A Ciência tem sido, desde o seu início, internacional no sentido em que os homens de temperamento científico, mesmo nos tempos mais remotos colaboraram uns com os outros entre as diferentes tribus ou raças. A larga difusão de culturas em todas as épocas mostra quão efectivo foi este mecanismo de contacto da cultura» ⁽¹⁾.

Não basta pois que o trabalhador científico preencha as anteriores condições, a) e b); esse «temperamento científico» a que se refere o prof. BERNAL é, hoje mais do que nunca, objecto de análise e dissecação em todas as fases, aspectos, modalidades e formas. O Código Moral e Social do trabalhador científico desenvolve-se continuamente; cresce com cada nova conquista da ciência, com cada lei científica acabada de formular, definindo novas posições, outros deveres.

O desenvolvimento vertiginoso dum novo ramo da ciência — a Física Nuclear — e as respectivas implicações nos campos social e

humano, tornam bem clara esta verdade já de si evidente.

Assim, se em 1935 FREDERICO JOLIOT-CURIE dizia:

«Se, voltados para o passado, lançamos a vista sobre os progressos alcançados pela Ciência num ritmo sempre crescente, temos o direito de pensar que os investigadores, construindo ou destruindo os elementos à sua vontade, saberão realizar transmutações com carácter explosivo, verdadeiras reacções químicas em cadeia.

Se tais transmutações chegam a propagar-se dentro da matéria, pode pensar-se na enorme libertação de energia utilizável que terá então lugar» ⁽²⁾.

alguns anos bastaram para que se sentisse no dever de afirmar :

«... Para combater eficazmente estes flagelos eventuais, ser-nos-á necessário acumular uma reserva considerável de resultados científicos.

Não só seria estultícia o querer de novo prender Prometeu, mas é-nos necessário, pelo contrário, aplicar o espírito científico para encontrar as soluções dos difíceis problemas da nossa existência.

Os cientistas assim colocados em face das suas responsabilidades não podem ficar passivos. Muitos deles pensam com razão que os desvios da ciência podem ser evitados. Eles não querem ser os cúmplices daqueles que uma má organização social permite explorar os resultados dos seus trabalhos para fins egoístas e maléficos. Uma crise de consciência apoderou-se do mundo científico e cada dia podemos ver

⁽¹⁾ Cf J. D. BERNAL — «The Social Function of Science», pág. 191.

⁽²⁾ Alocução em 12 de Dezembro 1935, em Estocolmo, quando da atribuição do prémio NOBEL da Química ao casal JOLIOT-CURIE.

afirmar-se mais e mais o sentido da responsabilidade social do cientista.

Os cientistas não podem constituir-se numa pequena élite afastada dos homens e das contingências práticas; como membros da grande comunidade de trabalhadores, eles têm que se preocupar com o uso que se faz das suas descobertas.

A libertação da energia atómica, com as terríveis armas que permite criar, fornece aos sábios uma ocasião imperiosa de agir, pois o risco é pesado de consequências para o futuro da Humanidade⁽¹⁾.

Desta situação tiveram consciência alguns cientistas que tomaram a iniciativa da apelar para os seus confrades, fazendo-lhes sentir as referidas responsabilidades: o caminho para a solução da «crise de consciência do mundo científico» foi claramente indicado nalgumas declarações e posições assumidas por grandes representantes da investigação.

Assim, da célebre declaração-apelo de EINSTEIN-RUSSELL resultaram, como se sabe, as Conferências de Pugwash. Se na primeira (Julho de 1957) se se pronunciaram 20 cientistas provenientes de 10 países diferentes, sobre os pontos:

- a) os perigos resultantes da utilização da energia atómica na paz e na guerra;
- b) os problemas de controle das armas nucleares;
- c) a responsabilidade social dos cientistas;

um ano mais tarde (Setembro de 1958), na terceira Conferência, realizada em Kitzbühel, foram publicadas em declaração as decisões tomadas por 67 cientistas de 19 países⁽²⁾, sobre os assuntos seguintes:

⁽¹⁾ Cf: F. JOLIOT-CURIE, algumas reflexões sobre o valor humano da Ciéncia, *La Nef*, N.º 2, Jan. 1957.

⁽²⁾ Ver lista no fim do artigo.

- a) necessidade de pôr termo às guerras;
- b) condições necessárias à cessação da corrida aos armamentos;
- c) o significado da guerra;
- d) o perigo das experiências nucleares;
- e) a ciéncia e a cooperação internacional;
- f) a tecnologia ao serviço da Paz;
- g) a responsabilidade dos cientistas.

Em Dezembro de 1946 foram estabelecidas relações oficiais entre a Organização das Nações Unidas (ONU) e agências internacionais como Organização das Nações Unidas para a Educação Científica e Cultural (UNESCO), Organização para Alimentação e Agricultura (FAO), Organização Internacional do Trabalho (ILO); mais tarde, formaram-se a Organização Mundial de Saúde (OMS) e a Organização Meteorológica Mundial (OMM) (Dezembro de 1951).

A grande actividade produtiva destas instituições, a realização das duas Conferências de Genebra de 1955 e 1958, do Ano Geofísico Internacional, etc., são resultados bem positivos da concretização actual dos princípios morais profissionais e humanos, sintetizados na expressão de BERNAL sob a forma de «temperamento científico».

Analizando agora a questão sob uma perspectiva mais particular, aquela que nos permitirá observar apenas um quadro nacional, verificamos que o factor primordial necessário ao progresso científico continua a ser o da colaboração entre os membros da grande colectividade científica.

De certo que este quadro nacional está dividido necessária e naturalmente em «compartimentos» que vão desde o dos biólogos até ao dos matemáticos ...; desde o dos indivíduos de espírito práctico ao dos abstrac-

tos...; há o individualista assim como o colectivista...; enfim, encontram-se dos «grandes» e também dos «pequenos». Mesmo dentro dum só «compartimento» há sub-divisões: no dos matemáticos, por exemplo, há os que são pela «pura» e os que defendem a «aplicada», os da «clássica» e os da «moderna»... e, caso então característico destes «personagens»... há os «bourbaquistas» e os «anti-bourbaquistas»...

É difícil classificá-los... mas mais ainda, pô-los de acordo...

Ainda aqui pode valer a citação de BERNAL: o «temperamento científico» exige que cada indivíduo tenha a compreensão da necessidade, de não transportar para o campo das relações humanas e de convívio pessoal as limitações resultantes da especialização profissional ou do temperamento individual.

As barreiras provenientes daquela especialização devem ser vencidas a bem de uma contribuição harmoniosa dos diversos ramos da ciência para o progresso do país. Os atritos pessoais entre «oficiais do mesmo ofício» serão ultrapassados até pela singela vantagem de atingir objectivos comuns. Os «bourbaquistas» podem usar da franca jovialidade que caracteriza a sua Escola, tentando reduzir a excessiva sisudez dos «anti-bourbaquistas». Enfim, um mínimo de reflexão conduzirá à evidência de que o «grande» necessita da colaboração do «pequeno» e este espera a humanização daquele.

Cabe às Organizações profissionais dos trabalhadores científicos de cada país o papel de tomar as disposições conducentes a uma boa colaboração entre os seus associados. É um trabalho fundamental de educação profissional e cívica, exigida pela ética correspondente à civilização do nosso tempo.

O Caso Português

A actividade científica portuguesa é bastante modesta; muito insuficiente em relação às exigências do país na época presente.

A análise dessa actividade, das condições necessárias e dos processos próprios ao seu desenvolvimento e da sua actualização é problema de grande complexidade.

Não cremos que seja tarefa de apenas uma pessoa; pensamos mesmo, ao contrário, que por maior que seja a capacidade de um indivíduo, a sua contribuição para a referida análise não será mais que subsidiária.

O problema requere a atenção colectiva dentro de ambiente específico adequado ao espírito de estudo tendente à sua solução.

Por um lado, devido ao que acabamos de expôr, por outro ao facto de ser bastante difícil o acesso aos elementos informativos necessários à apreciação menos superficial e menos leviana e ainda porque pensamos que uma afirmação pessoal acarreta sempre muito de subjectivo, apresentaremos, apenas a título de exemplo, um facto bem preciso relacionado com a investigação e desenvolvimento do estudo da matemática em Portugal no período dos últimos vinte anos.

Em 1942 verificava-se que:

«...durante largos anos quase que não se fez, em Portugal Ensino Superior, fazia-se geralmente, como já por vezes se tem dito, Ensino Secundário sobre matérias de Ensino Superior ...»

Neste momento verificam-se, portanto, as condições mais favoráveis para as Ciências Matemáticas entrarem de novo em Portugal numa era de fecunda e proveitosa actividade»⁽¹⁾.

(1) Cf. Relatório de PEDRO JOSÉ DA CUNHA em «Boletim da Sociedade Portuguesa de Matemática», Vol. 1.

Na realidade, em 1938 criara-se em Lisboa o Seminário de Análise Geral, e iniciara-se a publicação da revista «Gazeta de Matemática»; o primeiro volume da revista «Portugaliae Mathematica» tem a data de 1937-40; em 1941 cria-se a Sociedade Portuguesa de Matemática e, finalmente, os Centros de Estudos de Matemática de Lisboa, Porto e Coimbra.

Toda esta actividade se desenvolve junto das três Faculdades de Ciências portuguesas, interessando alguns professores e assistentes, mas principalmente muitos estudantes universitários, mesmo de faculdades diferentes. Ela tem o efeito de um agente catalizador em outros domínios da Ciência e da Cultura Portuguesa.

Mas é principalmente em 1943-44 que a manifestação de vitalidade científica melhor se vai definir, tomando formas precisas.

Em Dezembro de 1945, a «Portugaliae Mathematica» completava o seu Volume 4.^o com «perto de 1500 páginas de trabalhos de Matemática que, na sua maioria são de portugueses»; ela pretendia «servir o desenvolvimento da colaboração internacional», publicando memórias vindas de Cluj, Roma, Madrid, Paris, Princeton, Rosário, Salamanca, Zurich, permutava com muitas Universidades, Academias e Sociedades Científicas Estrangeiras, «conseguindo rapidamente (e sem ter prosseguido uma difusão normal que os anos de guerra impediram) interessar efectivamente o público matemático»⁽¹⁾.

Mas em 4 de Outubro de 1943 funda-se a Junta de Investigação Matemática (JIM), com os objectivos seguintes :

1) Promover o desenvolvimento de investigação matemática;

2) Realizar trabalhos de investigação necessários à economia da nação e ao desenvolvimento das outras ciências;

3) Sistematizar e coordenar a inquirição científica dos matemáticos portugueses;

4) Vincular o movimento matemático português com o dos outros países, e em especial com o dos países ibero-americanos;

5) Despertar na juventude estudiosa portuguesa o entusiasmo pela investigação matemática e a fé na sua capacidade criadora.

No período de um ano lectivo publicam-se 20 «Cadernos de Análise Geral», tocando capítulos de Álgebra, Topologia, Teorias da Medida e Integração, Geometria das Distâncias, Teoria das Estruturas; o mais importante, porém, é que os seus autores — professores e estudantes — expõem-nos e discutem-nos em *colóquios públicos* na Faculdade de Ciências do Porto, com numerosa assistência de estudantes, professores e «mesmo pessoas estranhas à Universidade (médicos, biólogistas...); o que prova ter despertado grande interesse o programa de trabalho esboçado»⁽²⁾.

Efectivamente, o movimento é geral; por iniciativa particular cria-se a «Dotação da Junta de Investigação Matemática» que, com as quotizações mensais e anuais dos seus Aderentes e Amigos, realiza a quantia de 67.500 escudos.

Ao mesmo tempo, os Centros de Estudo de Matemática do Porto e de Lisboa prosseguem com as suas «Publicações» e realizam Seminários de Física Teórica; iniciam-se cursos livres promovidos pela Sociedade Portuguesa de Matemática, na Faculdade de Ciências de Lisboa com a comparticipação

(1) Cf. «O que é a «Portugaliae Mathematica»?», H. RIBEIRO, Gaz. de Mat. n.º 17.

(2) Cf. «Actividade da JIM», LAUREANO BARROS, Gaz. Mat. n.º 28.

de professores da Faculdade de Ciências do Porto, etc.(1).

Em posto-emissor particular fazem-se palestras radiofónicas, sobre a importância e necessidade de desenvolver a investigação científica em Portugal:

«Estão hoje reunidos nesta Junta de Investigação Matemática a quase totalidade dos investigadores portugueses que tem dado provas de capacidade, grande dedicação e interesse efectivo pelo desenvolvimento da cultura matemática portuguesa. Trata-se portanto duma organização que representa as forças vitais dessa cultura, o que revela a existência duma consciência profunda dos problemas da hora presente.

As ciências matemáticas têm um grande papel a desempenhar na construção dum Portugal feliz e progressivo. A Indústria, a Agricultura, a Meteorologia, a Aviação, a Navegação, a Estatística, os Seguros, a Engenharia, as Finanças, são baseadas no cálculo matemático.

Criar as bases fundamentais para o aperfeiçoamento e utilização da nossa cultura matemática é uma tarefa gigantesca que só pode ser realizada por vontades disciplinadas que saibam subordinar o interesse individual ao interesse colectivo.

Quando os matemáticos portugueses, sem serem solicitados, sem serem forçados, mas animados do grande desejo de servir a Nação, fundaram a Junta de Investigação Matemática, disseram ao País: para cumprir os nossos deveres, estamos presentes»(2).

(1) Não pretendemos historiar pormenorizadamente este período, mas apenas citar os factos de maior importância. O leitor interessado encontrará grande número de elementos na colecção de Gaz. de Mat.

(2) «Os Objectivos da JIM», palestra de ANTÓNIO MONTEIRO lida ao microfone de Rádio-Club Lusitânia em Maio de 1944.

Esta actividade extraordinária deveu-se fundamentalmente à iniciativa e direcção de três portugueses: os professores BENTO J. CARAÇA, falecido em 1947, ANTÓNIO A. MONTEIRO e RUY L. GOMES, actualmente na Universidade de Bahia Blanca, Argentina.

Desta mesma actividade, resta a partir de 1947, a publicação regular mas por vezes deficiente, das revista «Portugaliae Mathematica» e «Gazeta de Matemática».

Sintetizam vinte anos de trabalho difícil...

Vinte anos, na nossa época voltam a face do mundo...

Novas ciências, se criaram ou pelo menos, os sonhos de certos «utópicos» transformam-se na mais pura realidade.

A organização do ensino nas nossas Faculdades de Ciências assenta numa lei de 1911.

Ora um rápido progresso no domínio da Ciência e sua utilização como forma de valorização nacional, só pode conseguir-se com boa organização de:

ensino — com vista à formação de base dos trabalhadores científicos e garantia de continuidade do mesmo ensino;

investigação — com vista à formação dinâmica do trabalhador científico e garantia do desenvolvimento da Ciência.

«A importância fundamental da Ciência na vida económica de um país reside no facto de que a descoberta das leis da natureza permite transformar esta natureza mais rapidamente e adaptá-la às necessidades do povo com menor dispêndio de energia. Duas direcções são possíveis para orientação dos trabalhos científicos. A primeira estuda a natureza para

descobrir as leis que a governa. A segunda reside na capacidade transformar em prática os conhecimentos adquiridos com vista ao acréscimo e eficácia da indústria, da agricultura, da medicina, etc.... Esta última direcção é conhecida pelo nome de investigação científica aplicada.

Estas duas direcções do trabalho científico não podem ser consideradas independentemente uma da outra. Numa organização correcta do trabalho científico, as duas direcções são determinadas pelas necessidades do país. É importante que as necessidades económicas prendam a atenção dos investigadores puros, para lhes permitir o estudo de domínios científicos específicos⁽¹⁾.

Por outro lado, é ponto assente (se bem que haja ainda quem pretenda o contrário) que a organização do ensino da Ciência está indissoluvelmente ligada à da Investigação Científica; melhor, não constituem dois problemas ligados ou afins, mas sim aspectos diferentes de um só problema, a saber, o do desenvolvimento científico de uma nação.

Além disso, não pode ser plenamente eficiente uma organização à escala nacional com o objectivo de promover o desenvolvimento da investigação científica, sem que da parte do estado se verifique grande participação: controle, direcção e financiamento.

No entanto, até atingirmos este desideratum, antes que se verifique a possibilidade de integração, sem discriminação, de qualquer trabalhador científico português numa organização nacional portuguesa, grandes esforços individuais serão pedidos aos tra-

lhadores científicos portugueses, tendo em atenção os respectivos deveres de homens integrados devidamente na sua época e na sua profissão.

Na realidade, dois problemas se põem com urgência no nosso país:

a) Planeamento científico à escala internacional;

b) Planeamento científico à escala nacional.

As necessidades de desenvolvimento da investigação científica na actualidade são tão prementes que, para lhes fazer face, mesmo os grandes países, levando em conta os respectivos orçamentos e quadros existentes se sentem forçados a colaboração internacional.

Por exemplo, a França que em 1957 tinha 3200 cientistas-investigadores no «Centre National de la Recherche Scientifique», e outros tantos elementos docentes universitários; que mantinha um «Commissariat à l'Energie Atomique» com um quadro cuja evolução é a seguinte:

1951	1782
1952	1845
1953	2758
1954	3312
1955	5180
1956	6501
1957	9106

dos quais $\frac{9}{10}$ são técnicos altamente especializados; que possui uma indústria com muitos milhares de cientistas inteiramente dedicados à investigação, viu-se na necessidade de se associar a mais cinco países limítrofes com vistas a «uma maior expansão agrícola, expansão industrial e expansão atómica às dimensões de um conjunto de cento e cinquenta milhões de produtores e consumi-

⁽¹⁾ Cf. «L'Organisation de la Recherche Scientifique», P. L. KAPITZA, Le Monde Scientifique, n.º 5, 1959.

dores...»⁽¹⁾. Isto é: quer por insuficiência de orçamentos nacionais, quer por deficiência de organização interna, estes seis países procuram assegurar a coordenação da investigação e a troca recíproca de conhecimentos dentro de um programa de trabalho. Para a primeira fase deste programa, correspondente aos primeiros cinco anos, destinam estes países duzentos e quinze milhões de dólares. Como resultado, no Outono de 1961, possivelmente em Florença, abrirá as suas portas a Universidade Europeia, «acolhendo únicamente estudantes já licenciados numa das seis secções, escolhidas numa primeira etapa: ciências jurídicas, ciências económicas ciências sociais e políticas, história e evolução das estruturas políticas, matemática e estatística, física teórica»⁽²⁾. Assim funcionará em breve um centro europeu post-universitário, manifestação tangível e muito concreta de uma solidariedade no campo da investigação científica.

Federação Portuguesa de Investigação Científica

O exemplo, escolhido entre muitos possíveis, obriga-nos a meditar...

Ser-nos-á possível a nós, portugueses, desenvolver convenientemente *todos* os ramos de *todas* as ciências de forma a atingir uma relativa actualização?

O bom-senso obrigar-nos-á a associar os nossos esforços aos dos países a que nos ligam mais afinidades: primeiramente Espanha, Brasil, depois França, etc... Em seguida, teremos que colaborar na arena internacional numa extensão bastante mais vasta.

⁽¹⁾ Cf. «Industries Atomiques» n.º 5 — Abril 1957. Declaração de Guy MOLLET, como Presidente do Conselho.

⁽²⁾ Cf. «Le Monde», Abril de 1960 «La Création d'une Université Européenne».

Cientistas e estudantes franceses, holandeses, etc., têm vindo até nós trabalhar em assuntos de Geologia portuguesa. Têm encontrado facilidades de ordem burocrática dos organismos oficiais portugueses, instalaram-se por alguns meses em aldeias das nossas Beiras (Moimenta, Castro Daire, etc.) e fazem a colheita de exemplares que vão estudar nos respectivos centros de origem, elaborando assim teses universitárias e trabalhos de promoção académica.

Nenhuma contrapartida se tem tentado obter para que cientistas nacionais sejam acolhidos com facilidades idênticas (ou mesmo sem elas) em centros de especialização daqueles países; ou para que os trabalhos sobre assuntos portugueses (Geologia e outros ramos das ciências — por exemplo Biologia Marítima) sejam levados a cabo por grupos mistos de cientistas estrangeiros e portugueses.

Porque não aproveitar, com o mesmo espírito de colaboração internacional, as actividades dos nossos investigadores da Estação Agronómica Nacional?

Que os trabalhadores científicos dos países de língua portuguesa e espanhola, e decerto também francesa, se ponham em contacto e estudem a melhor solução para um dos maiores obstáculos ao desenvolvimento do intercâmbio cultural e científico entre os respectivos países: facilidade de divulgação e trocas das publicações nacionais.

Efectivamente, como diz KAPITZA, «... numa organização correcta do trabalho científico... é importante que as necessidades prendam a atenção dos investigadores puros»; no campo do trabalho científico, nós não podemos dar-nos ao luxo ou ao desleixo de permitir, possivelmente algumas sobreposições, mas certamente muitas e muitas omissões.

Temos que colaborar e temos que planear.

Mas duas perguntas ocorrem imediatamente:

- 1) Como pôr em pé sistema com estrutura tão ambiciosamente gigantesca?
- 2) Como fazer funcionar tal sistema?

A resposta — comum às duas perguntas — parece-nos ingenuamente simples:

— É a Nação... são os trabalhadores científicos portugueses... que o farão.

Devidamente conscientes dos seus deveres de cientistas quanto às necessidades do País não há outra solução... meter mãos à obra, e não perder tempo nem perspectivas.

As Sociedades Científicas existentes devem pôr-se em contacto umas com as outras, cada uma com os respectivos associados, com vistas à constituição de uma Organização Nacional. A essas Sociedades e aos trabalhadores científicos, de uma maneira geral, apresentaremos uma proposta sobre a organização de uma Federação Portuguesa de Investigação Científica⁽¹⁾.

Desde já propomos que, com um representante da «Gazeta de Matemática», representantes de outras instituições ou organizações semelhantes, procedam a uma reunião geral com o objectivo de discutir este problema.

Consideramos que a organização de uma Federação deste género permite a cada trabalhador científico contribuir dentro das respectivas possibilidades, modesta ou valiosamente, através da sua actuação profissional, para uma melhoria da situação geral do nosso

país, resultante de um aumento sensível da investigação científica.

Por outro lado, a consideração e estudo dos problemas nacionais no campo da investigação, apenas pelos respectivos «técnicos», a saber — os trabalhadores científicos — e num ambiente de plena colaboração indescriminada pode dar o seu máximo rendimento.

A Federação Portuguesa de Investigação Científica será, pela sua superior eficiência, pela seriedade do seu esforço, pela idoneidade da sua constituição, a organização nacional mais qualificada para se apresentar junto das instituições subvencionantes da Investigação Científica Portuguesa, por forma a merecer a consideração e respeito devidos.

J. G. T.

*
* *

Agradecemos a colaboração prestada por vários cientistas portugueses, nomeadamente a de J. SANT'ANA DIONÍSIO.

Muito extensa, mas sempre muito incompleta seria uma lista bibliográfica relativa ao tema deste artigo. Citamos apenas os trabalhos e estudos publicados em revistas como:

Scientific World (World Federation of Scientific Workers) — 40, Goodge Street, London W.1.

A Sc W Journal (Organ of the Association of Scientific Workers) — 15, Half Moon Street, London W.1.

The New Scientist — Cromwell House, Fulwood Place High Holborn, London W. C. 1.

L'Impact-Science et Société (Unesco) — Place de Fontenoy, Paris-7^e.

Les Cahiers de la République — 3, rue des Pyramides, Paris-1^{er}.

L'Expansion de la Recherche Scientifique — 14, rue Lord-Byron, Paris-8^e.

(1) Neste momento enviamos às Sociedades Científicas portuguesas um projecto de organização desta Federação.

Lista oficial dos participantes na terceira conferência de Pugwash (Kitzbühel, Áustria, 14-19 Setembro, 1958):

Austrália	Prof. M. L. E. OLIPHANT	Grã-Bretanha	Prof. C. F. POWELL
Áustria	Prof. HANS THIRRING	»	Prof. M. H. L. PRYCE
Canadá	Dr. BROCK CHISHOLM	»	Prof. J. ROTBLAT
»	Sir ROBERT WATSON-WATT	»	Lord BERTRAND RUSSELL
Dinamarca	Prof. MOGENS PIHL	Holanda	Sir GEORGE THOMSON
E. U. A.	Prof. HARRISON BROWN	Hungria	Prof. B. R. A. NIJBOER
»	Decano DAVID CAVERS	Índia	Prof. LAJOS JANOSSY
»	Prof. CHARLES CORYELL	»	Dr. K. S. KRISHNAN
»	Prof. WILLIAM DAVIDON	Itália	Prof. P. C. MAHALANOBIS
»	Prof. BERNARD FELD	Japão	Prof. E. AMALDI
»	Prof. BENTLEY GLASS	Jugoslávia	Prof. E. BOEBI
»	Prof. MORTON GRODZINS	Noruega	Prof. Iwao OGAWA
»	Dr. DAVID HILL	Polónia	Prof. S. TOMONAGA
»	Dr. MARTIN KAPLAN	R. D. A.	Prof. YASUO MIYAKE
»	Prof. H. J. MULLER	R. F. A.	Prof. SCHOICHI SAKATA
»	Prof. JAY OREAR	»	Prof. PAUL SAVIC
»	Dr. HARRY PALEVSKY	»	Dr. GUNNAR RANDERS
»	Prof. LINUS PAULING	»	Prof. LÉOPOLD INFELD
»	Prof. LEO SZILARD	»	Prof. GÜNTHER RIENÄCKER
»	Prof. FREDERICK SEITZ	Tchecoslováquia	Prof. MAX BORN
»	Prof. WALTER SELOVE	»	Prof. G. BURKHARDT
»	Prof. EUGENE RABINOWITCH	U. R. S. S.	Prof. HELMUT HÖNL
»	Dr. ALVIN WEINBERG	»	Prof. Werner KLEFOTH
»	Prof. VICTOR WEISSKOPF	»	Dr. MANFRIED LENZ
»	Prof. EUGENE WIGNER	»	Dr. VIKTOR KNAPP
França	Padre DANIEL DU BARLE	»	Dr. J. KOZESSNIK
»	Dr. BERNARD GREGORY	»	Académico N. N. Bogolubov
»	Dr. J. GUERON	»	Prof. N. A. DOBROTIN
»	Prof. ANTOINE LACASSAGNE	»	Prof. E. K. FEDOROV
Grã-Bretanha	Lord BOYD ORR	»	Prof. E. A. KOROVIN
»	Sra. KATHLEEN LONSDALE	»	Prof. A. M. KUZIN
		»	Sr. V. P. PAVLICHENKO
		»	Académico D. V. Skobeltyzyn
		»	Académico A. V. Topchiev
		»	Dr. V. S. VALIVOV
		»	Académico A. P. Vinogradov

Sur l'enseignement supérieur des mathématiques en U. R. S. S.

B. V. Gnedenko

Membre de l'Académie des Sciences d'Ukraine
Kiev

I.— Introduction.

La question de la culture mathématique se trouve aujourd'hui au centre de l'attention non seulement des spécialistes mais aussi de larges couches de l'opinion publique. Non seulement les pédagogues et les savants, mais aussi des personnalités gouvernementales ont posé le problème de l'amélioration de l'enseignement mathématique.

Les progrès exceptionnels de la biologie, de la physique et de la technique sont arrivés au point que les mathématiques, de procédé de calcul et de recherche qu'elles étaient, sont devenues l'un des instruments essentiels permettant non seulement de décrire le cours des phénomènes naturels et des processus techniques, mais encore de trouver les variantes optimales de leur développement.

Bien plus, les mathématiques se frayent avec autorité leur chemin dans des branches du savoir qui sont encore considérées comme non-mathématiques. Je voudrais en premier lieu citer la linguistique. On connaît les tentatives d'étudier les lois générales d'une langue, d'en formaliser les règles grammaticales et d'ouvrir la voie à la traduction mécanique d'une langue dans une autre. Ainsi, dans de nombreux pays, se développent avec ardeur les recherches en linguistique mathématique.

Les progrès exceptionnels de l'astronautique ont amené à la construction et au

lancement de satellites artificiels de la Terre, de planètes artificielles du système solaire, au lancement de laboratoires scientifiques sur la lune et dans son voisinage. Tout cela montre ce dont est capable la science actuelle quand elle résoud les problèmes qui se posent à elle en liaison étroite et continue avec les mathématiques.

L'échange international d'expériences sur l'enseignement scolaire et universitaire, les discussions dans la presse et dans les congrès constituent l'une des meilleures voies de collaboration culturelle entre les peuples. Cette voie peut contribuer pour beaucoup à réaliser le rêve de l'immense majorité des gens sur la Terre, d'une vie où l'animosité entre les peuples cédera place à une vie où les meilleures forces et la majorité des richesses matérielles n'iront plus à la préparation de la guerre d'extermination mais au florissement de la culture, de la science et des arts et à la lutte contre les maladies et la sénilité prématurée.

Je suis heureux de la proposition d'écrire pour la «Gazeta de Matemática» un article sur l'enseignement des mathématiques en Union Soviétique.

Etant donnée l'ampleur du thème proposé, je serai contraint de me borner aux problèmes de l'organisation de l'enseignement universitaire pour les mathématiciens proprement dits. La formation mathématique des

physiciens, chimistes, biologistes, économistes, ingénieurs, agronomes, etc. — reste hors du cadre du présent article. Cependant, même avec cette restriction de mon propos, j'aimerais croire qu'il éveillera chez mon lecteur un plus grand intérêt pour mon pays et son système d'enseignement public.

Ces dernières années je suis intervenu à plusieurs reprises sur des aspects particuliers de l'enseignement mathématique en Union Soviétique*.

Je me rends parfaitement compte que les articles déjà publiés et celui qu'on me propose n'éclairent pas tous les aspects qui peuvent intéresser le lecteur. C'est d'autant plus vrai que l'enseignement soviétique, tant secondaire que supérieur, subit à l'heure actuelle de sérieuses réformes. Nombre de propositions qui méritent une étude attentive ont été émises ces deux dernières années dans des journaux et revues d'orientation générale ou spécialisée.

Après une longue discussion publique une loi a été promulguée en 1958 «Sur le renforcement des liens entre l'école et la vie et le développement de l'enseignement public».

En conséquence de ces réformes, bien des changements sont accomplis déjà dans l'enseignement mathématique, mais bien des choses sont en évolution et n'ont pas leur forme définitive. Indubitablement, le présent article amènera le lecteur à bien des questions complémentaires. Je serais heureux d'y répondre, si toutefois je sais le faire de façon satisfaisante. Je m'efforcerai dans le cas con-

traire d'obtenir la réponse d'autres spécialistes.

2. — Structure de l'enseignement secondaire soviétique; niveau des connaissances des personnes entrant à l'université.

L'enseignement de sept ans est obligatoire et effectif en U R S S à la ville comme à la campagne. Il y avait de plus, jusqu'ici, un large réseau d'écoles secondaires de dix ans, comprenant pratiquement tous les enfants des villes grandes et moyennes et une partie notable des enfants des bourgs et des villages. Aujourd'hui après la réforme, l'enseignement de huit ans est devenu obligatoire pour tous les enfants d'âge scolaire. La durée de l'enseignement dans les écoles secondaires est portée à onze ans.

A côté des écoles secondaires ordinaires de onze ans, fonctionne un large réseau d'écoles secondaires du soir pour la jeunesse laborieuse. D'autre part, en plus des écoles secondaires d'enseignement général, existent des écoles secondaires spéciales (musicales, artistiques), pour les enfants manifestant les dons correspondants. Dans ces écoles, en sus du plan d'enseignement normal, est prodigué un enseignement de musique, de dessin, de chant. Il existe de même des écoles où l'enseignement d'une série de matières est fait en anglais, allemand, français ou chinois. Actuellement, dans une série de villes on a organisé, à titre expérimental, des écoles ou des classes mathématiques où les programmes de mathématiques sont plus importants que dans les écoles ordinaires.

Nous ne parlerons pas davantage du niveau des connaissances acquises dans ces écoles dont l'objet est de donner une première formation aux écoliers qui se destinent à être plus tard calculateurs ou programmeurs adjoints dans des centres de calcul.

* Über die Ausbildung der Mathematik und Physiklehrer in der Sowjetunion (Mathematik und Physik in der Schule, 2 Jahrgang, N.^o 11, 1955, 489-497, Berlin). «Mathematical education in the URSS» (The American Mathematical Monthly, 1957, 64, N.^o 6, 389-408). Une partie de cet article est traduite et publiée au Pérou (Nueva Educacion, N.^o 108, vol. XXI, 1958, 23-30; «Education científicomatemática en la Union de Repùblicas Socialistas Soviéticas»).

Décrivons maintenant à grands traits le niveau de préparation dans les écoles secondaires de masse et donc le niveau des exigences à l'égard des élèves qui entrent à l'université. On exige de l'élève une connaissance précise des méthodes de l'algèbre élémentaire, de la géométrie, de la trigonométrie, la capacité de résoudre les problèmes correspondants et de se représenter une figure dans l'espace. On exige de plus que l'élève possède la méthode des coordonnées planes, qu'il sache construire par points les graphiques des fonctions élémentaires, résoudre graphiquement des équations, qu'il connaisse les éléments de la théorie des limites et du calcul différentiel, y compris la recherche du minimum et du maximum d'une fonction. La notion de fonction est à la base de toute la préparation scolaire, dès les classes élémentaires.

On organise, à l'école comme à l'université, des cercles à l'intention des enfants manifestant de l'intérêt pour les mathématiques. De plus, des olympiades des mathématiques sont organisées tous les ans. Le lecteur trouvera dans la troisième partie de mon article de 1957 des idées générales sur l'organisation de ces olympiades *.

3.— Quelques droits des étudiants des établissements d'enseignement supérieur.

Tout citoyen possédant le niveau de connaissances requis peut accéder à un établissement d'enseignement supérieur. L'enseignement supérieur (comme d'ailleurs le secondaire) est gratuit. Les étudiants ne payent ni pour l'assistance aux cours, ni pour le travail dans les laboratoires ou observatoires ni droits d'exams ou de bibliothèques.

* Le lecteur pourra lire l'article de ce numéro de G. M. «Olympiade des Mathématiques».

Les étudiants n'ayant aucune source personnelle de revenus ont droit à une bourse d'état. Naturellement, l'attribution de la bourse tient compte des succès scolaires du boursier.

Tout établissement d'enseignement possède son foyer d'étudiants et son restaurant universitaire où l'étudiant est nourri et logé pour un prix minime.

Les étudiants, comme tout citoyen, bénéficient de la médecine gratuite, de la libre disposition des terrains de sport, de la gratuité ou de prix avantageux dans les sanatoria, maisons de repos ou centres touristiques, en particulier à l'époque des vacances.

Dans le but de toucher des cercles aussi larges que possible, l'enseignement supérieur du soir ou par correspondance est organisé dans tout le pays.

A l'heure actuelle 40 % environ des étudiants soviétiques reçoivent une instruction supérieure par de tels procédés. Les étudiants du soir ou par correspondance jouissent d'une série de facilités. En particulier, les entreprises et établissements où ils travaillent sont tenus de leur accorder des congés payés pour le temps des examens et le mois qui les précède afin d'en faciliter la préparation. La dernière année, l'étudiant conserve son salaire mais ne se consacre qu'à ses études.

Les étudiants ont le droit de formuler des propositions en vue d'améliorer l'organisation de l'enseignement. Ils peuvent le faire soit directement à la direction de la faculté, soit par l'intermédiaire des organisations étudiantes (cercles d'étude, syndicats, unions sportives, etc.). Les étudiants peuvent s'exprimer dans la presse en vue de proposer des réformes de l'enseignement. Il est entendu qu'ils peuvent faire des interventions critiques tant à propos de tel professeur qu'à propos de l'organisation générale des cours, des travaux pratiques ou de laboratoire.

Les étudiants jouissent encore d'autres franchises. Ainsi, pendant la durée de leurs études universitaires, ils sont dispensés d'appel sous les drapeaux et du paiement des impôts.

L'écrasante majorité des étudiants des facultés physico-mathématiques ou mécanico-mathématiques*, sont employés à la fin de leurs études dans les instituts de recherche, les laboratoires de recherches attachés aux usines et dans les stations agricoles expérimentales. Le nombre de personnes ayant terminé leurs études universitaires ne suffit pas à satisfaire les besoins des écoles secondaires en enseignants.

Ce défaut est compensé par des instituts pédagogiques spécialisés qui comprennent eux aussi, des facultés physico-mathématiques. Leurs plans d'études diffèrent des plans des facultés correspondantes des universités par l'attention qu'on y porte à la préparation méthodologique et pédagogique des étudiants.

4.— Plans d'étude des universités en mathématique et mécanique.

D'après les nouveaux programmes la durée d'étude en **mathématique et mécanique** est de cinq ans et demi.

Les étudiants se destinant à l'enseignement secondaire reçoivent cinq ans d'instruction.

Indubitablement, l'un des problèmes les plus difficiles, et dont on ne saurait dire qu'il est résolu, est le choix des futurs spécialistes mathématiciens. Nous n'avons pas la garantie de recruter la grande majorité des jeunes gens doués pour les mathématiques, de même que nous ne sommes par certains que ceux que nous avons choisis sont tous réellement

doués. Jusqu'à un certain point ce choix est favorisé par les olympiades dont je parlais plus haut, les cercles mathématiques dans les écoles, de même que les recommandations que font les écoles au sujet de leurs élèves. Le choix est amélioré aussi par les discussions systématiquement organisées entre professeurs de faculté et élèves des classes terminales des écoles secondaires sur le travail du mathématicien, les problèmes qui se posent au chercheur mathématicien, le rôle des mathématiques dans le développement de la science et de la technique modernes. Une brochure du célèbre mathématicien A. N. KOLMOGOROV, «*Sur le métier de mathématicien*» aide beaucoup les écoliers à se familiariser avec la question. Cette brochure s'est abondamment diffusée parmi les écoliers et a été rééditée plusieurs fois.

Je n'ai pas la possibilité de m'étendre sur cet aspect essentiel de l'enseignement mathématique et je passerai à une description très générale du programme d'étude des mathématiciens.

Il convient de noter que les différentes universités s'écartent plus ou moins de ce plan «moyen».

Aux huitième et neuvième semestres, se place un stage pratique. Tous les étudiants mathématiciens font un stage de quatre semaines sur des machines à calculer durant le huitième semestre. Les futurs pédagogues ont un stage pédagogique de 22 semaines; les étudiants en mathématique font un stage de production dans des instituts de recherche, des laboratoires d'usine, des centres statistiques etc. La durée du stage est de 39 semaines.

En plus des cours obligatoires, il existe des cours facultatifs. Les étudiants peuvent suivre ceux qui les intéressent. On trouve parmi ces cours ceux d'*«Histoire des Mathématiques»*, de *«Topologie»* de *«Régulation automatique»* etc. Aux cinquième et huitième semestre, on passe un examen facultatif

* Dans certaines universités soviétiques, il existe des facultés physico-mathématiques et dans d'autres des facultés séparées mécanico-mathématiques et de physique.

Programme d'étude des mathématiciens

S U J E T	N O M B R E D'H E U R E S														
	Total	Cours	Exerci- ces	Labora- toire	Semestres										
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. — Histoire du Parti Communiste de l'Union Soviétique	220	120	100	—	3	4	3	3	—	—	—	—	—	—	—
2. — Economie politique.	150	80	70	—	—	—	—	—	4	3	2	—	—	—	—
3. — Matérialisme dialectique et historique.	140	70	70	—	—	—	—	—	—	4	2	—	—	—	—
4. — Langue vivante.	272	—	272	—	4	4	4	4	—	—	—	—	—	—	—
5. — La pédagogie et son histoire.	70	70	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—	—
6. — Mathématique élémentaire.	70	36	34	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—	—
7. — Méthodologie de l'enseignement des mathématiques.	70	40	30	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—	—
8. — Dessin industriel et éléments de géométrie descriptive.	102	—	—	102	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9. — Astronomie.	54	54	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—
10. — Géométrie analytique.	188	102	86	—	5	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11. — Analyse mathématique.	528	284	244	—	8	9	8	6	—	—	—	—	—	—	—
12. — Algèbre supérieure.	208	142	66	—	6	4	2	—	—	—	—	—	—	—	—
13. — Géométrie différentielle.	108	82	26	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—
14. — Équations différentielles.	136	68	68	—	—	—	4	4	—	—	—	—	—	—	—
15. — Équations de la physique mathématique.	152	112	40	—	—	—	—	—	5	4	—	—	—	—	—
16. — Théorie des fonctions de variable complexe.	102	68	34	—	—	—	—	—	3	3	—	—	—	—	—
17. — Mécanique rationnelle.	236	140	96	—	—	—	—	5	6	3	—	—	—	—	—
18. — Calcul des probabilités.	54	36	18	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—
19. — Calcul des variations.	36	36	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
20. — Physique.	282	112	54	116	—	—	—	6	5	6	—	—	—	—	—
21. — Chapitres particuliers de physique théorique.	100	100	—	—	—	—	—	—	—	2	4	—	—	—	—
22. — Théorie des fonctions de variable réelle et analyse fonctionnelle.	86	86	—	—	—	—	—	2	3	—	—	—	—	—	—
23. — Éléments de géométrie.	72	72	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—
24. — Théorie des nombres.	40	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
25. — Cours spéciaux au choix.	490	290	200 *	—	—	—	—	—	4	2	2	8	8	8	8
26. — Machines à calculer modernes et programmation.	104	72	—	32	—	—	—	—	—	4	2	—	—	—	—
27. — Méthodes de calcul approché.	68	68	—	—	—	—	—	—	—	2	2	—	—	—	—
28. — Travaux pratiques de mathématiques.	208	—	—	208	—	—	—	—	6	4	2	—	—	—	—
29. — Education physique.	136	—	—	136	2	2	2	2	—	—	—	—	—	—	—

* Il s'agit de séminaires spéciaux.

de langue vivante (on peut choisir l'anglais, le français, l'allemand et quelques autres langues).

Après l'accomplissement du plan d'étude, l'étudiant est tenu, au choix, de préparer un

diplôme et de le soutenir devant une commission ou de passer un examen devant une commission d'examen d'état. Dans le programme des examens d'état entrent: a) Le matérialisme dialectique et historique; b) Les

mathématiques (sur un programme spécial);
c) La méthodologie de l'enseignement des
mathématiques.

Au septième semestre, les étudiants sont tenus d'effectuer un travail d'exposition. Ce travail doit contenir un exposé cohérent d'une théorie que l'étudiant aura étudiée par ses propres moyens ou qui résulte d'un travail personnel. En règle générale, ce travail d'exposition constitue le début du diplôme.

Dès la troisième année, l'étudiant peut faire choix d'une spécialité restreinte en mathématique (calcul numérique, équations différentielles, calcul des probabilités, statistique mathématique, théorie des fonctions, histoire des mathématiques, etc.). C'est dans l'orientation ainsi définie que l'étudiant choisit librement le sujet de son travail d'exposition et de son diplôme. En liaison avec la spécialité, il choisit ses cours et séminaires spéciaux.

La plupart des cours de mathématiques s'accompagnent obligatoirement d'exercices au cours desquels on résoud des problèmes types sur le sujet donné.

Les travaux pratiques de mathématiques présentent un intérêt particulier. On pose à chaque étudiant, cinq ou six problèmes particuliers par an, pour la résolution desquels, il doit utiliser les méthodes de toutes les disciplines qu'il a étudiées au moment où est posé le problème. Chacun de ces problèmes, outre la nécessité d'une analyse logique assez sérieuse, comporte un certain travail numérique ayant pour but d'amener la solution jusqu'à un nombre, un tableau, ou un graphique. J'ai cité quelques-uns de ces problèmes dans mon article de 1957 (p. 406-407) Par conséquent, je ne m'arrêterai pas davantage sur cette intéressante innovation pédagogique. D'ailleurs, je me propose un jour prochain, de consacrer un article à cette question.

Dans le plan d'études pour la spécialité **mécanique**, nous omettrons les disciplines auxquelles est consacré le même nombre d'heures et aux mêmes semestres que pour les mathématiciens. Il s'agit des disciplines numérotées dans le plan de travail déjà donné : 1 à 4, 8 à 10, 12 à 14, 16, 18, 19, 29. Donnons des autres disciplines un tableau analogue au premier.

Programme d'étude pour la spécialité «mécanique»

S U J E T	N O M B R E D ' H E U R E S										
	Total	Cours	Exerci- ces	Labora- toire	S e m e s t r e s						
					1	2	3	4	5	6	7
15. — Analyse mathématique.	476	272	204	—	8	8	6	6	—	—	—
16. — Equations de la physique mathématique.	136	100	36	—	—	—	—	—	4	4	—
17. — Mécanique rationnelle.	304	188	116	—	—	—	—	6	6	4	2
18. — Physique.	300	120	60	120	—	—	—	6	6	6	—
19. — Radio et électricité	84	42	—	42	—	—	—	—	—	2	3
20. — Résistance des matériaux.	104	68	36	—	—	—	—	4	2	—	—
21. — Hydrodynamique.	152	152	—	—	—	—	—	—	3	4	2
22. — Elasticité.	84	84	—	—	—	—	—	—	—	2	3
23. — Méthodes de calcul approché.	104	40	—	64	—	—	—	—	2	2	2
24. — Machines à calculer et programmation.	68	36	32	—	—	—	—	—	—	—	2
25. — Cours spéciaux au choix.	490	290	200	—	—	—	—	—	4	10	6

Outre les disciplines obligatoires énumérées, le programme d'étude comporte une série de sujets facultatifs («Histoire de la mécanique», «régulation automatique», «mécanique des milieux continus» etc.).

Les mécaniciens écrivent deux exposés aux sixième et huitième semestre; ils ont un stage de production de 41 semaines aux neuvième et dixième semestre et soutiennent un diplôme à l'issue de leurs études. On peut, comme diplôme, présenter un travail de recherche aussi bien théorique qu'expérimental. Ainsi, le programme d'études assure une préparation mathématique suffisamment large, tout en préparant le spécialiste à trois destinations: chercheur mathématicien, mathématicien-calculateur, professeur de mathématiques.

5.— Préparation du corps professoral; grades scientifiques.

Les étudiants ayant montré des capacités pendant leurs études universitaires sont recommandés pour une «aspiranture» de trois ans. On peut aussi accéder à l'aspiranture après avoir travaillé à l'usine, à l'école, au laboratoire, ayant réussi les examens d'entrée et vu approuver un travail préparatoire (exposé ou recherche personnelle). L'aspiranture a pour but d'approfondir les connaissances des jeunes gens qui veulent se consacrer à l'activité scientifique dans un domaine déterminé, et de les habituer à la recherche personnelle. L'aspiranture s'achève par un travail personnel qui est tenu de présenter un intérêt et une originalité scientifiques. Ce travail, après approbation est soutenu publiquement. Parmi les spécialistes en vue, sont choisis et invités deux «contradicteurs» qui soumettent la thèse présentée à une étude et une critique sérieuse. De plus, la thèse est envoyée aux principaux représentants de la branche scientifique correspondante et aux principaux établissements scientifiques du

pays. En cas de succès, l'auteur de la thèse se voit attribuer, après soutenance, le grade de «Candidat ès Sciences Physico-Mathématiques».

Le second grade scientifique est attribué après soutenance d'une nouvelle thèse soumise à des exigences supérieures: progrès important dans toute une branche de la science, découverte de méthodes nouvelles etc. L'impétrant reçoit alors le titre de «Docteur ès Sciences Physico-Mathématiques». Si la thèse porte un caractère de science appliquée à une discipline technique, le candidat reçoit le titre correspondant mais dans les sciences techniques. Les thèses de doctorat sont soumises à la critique de trois «contradicteurs» choisis parmi les représentants les plus importants de la branche correspondante.

L'obtention d'un grade scientifique conduit à un avancement professionnel. Le corps enseignant de l'université est divisé en trois catégories: les assistants, les chargés de cours et les professeurs. Les professeurs ont le droit de diriger des aspirants, de faire des cours personnels, de diriger des diplômes et, à volonté, de diriger des études pratiques ou de laboratoire. Les chargés de cours ne dirigent des aspirants qu'exceptionnellement. Les assistants ont le droit de diriger des travaux pratiques ou de laboratoire et seulement dans des cas particuliers, se voient confier certains cours. Un chargé de cours doit avoir le titre de Candidat. En règle générale, le professeur doit avoir soutenu une thèse de doctorat.

Les personnes qui travaillent dans une branche scientifique donnée sont réunies autour d'une chaire sous la direction du titulaire de celle-ci. La chaire se voit confier en même temps des tâches pédagogiques bien déterminées: cours obligatoires, spéciaux ou facultatifs, organisation de séminaires spéciaux, direction des travaux d'exposés ou de diplômes. Le nombre et la

dénomination des chaires varie suivant les universités, et peut même, suivant les circonstances, varier dans une même université. Par exemple, ces dernières années, on a créé dans une série d'universités des chaires de calcul numérique. La modification du nombre de chaires se fait sur proposition motivée des conseils de faculté ou du conseil d'université.

Il n'est pas possible de donner des chiffres précis sur le rapport du nombre des étudiants et celui des enseignants dans les universités. Ce nombre varie d'une université à l'autre et avec le temps dans un même lieu. En moyenne, il y a de 9 à 12 étudiants par enseignant.

Pour conclure ce paragraphe, disons que l'aspiranture en mathématique et mécanique n'est pas l'apanage des seules universités, elle existe aussi dans les instituts mathématiques de recherche et certains grands instituts pédagogiques et polytechniques. Des thèses de candidat ou de Docteur peuvent être soutenues par des gens qui ne sont pas passés par l'aspiranture. Mais ils sont tenus alors de passer un examen sur un programme qui tient compte de leur branche d'activité.

6.—La recherche scientifique en mathématique.

Les principaux centres de recherche en mathématiques en l'Union Soviétique sont les instituts de l'Académie des Sciences de l'URSS, des Académies des républiques fédérées, et les universités.

Des instituts mathématiques spécialisés appartiennent à l'Académie des Sciences de l'URSS (Institut STÉKLOV de Moscou, sa filiale à Léningrad, Institut de Novosibirsk et de Sverdlovsk) ainsi qu'aux Académies des Sciences d'Ukraine, Géorgie, Arménie, Azerbaïdjan, Ouzbekistan, Kazakstan, Bié-

lorussie, Estonie, Lituanie. Les universités de Moscou, Léningrad, Kiev, Kazan, Kharakov, Saratov, Tomsk, Tbilissi, Sverdlovsk, Perm, Tachkent, etc. sont aussi de grands centres de recherches en mathématique.

On poursuit des recherches mathématiques spéciales dans les Centres de Calcul du pays. Des recherches importantes en mathématique sont poursuivies aussi dans d'autres établissements scientifiques tels que des instituts techniques, des instituts de physique, de biologie et autres. Il est évident que ces recherches sont en grande partie des recherches appliquées. Un grand nombre de chercheurs mathématiciens enseigne dans les établissements d'enseignement supérieur technique.

En vue d'échange d'idées, on a mis en pratique un large système d'envoi en missions plus ou moins longues des chercheurs d'un institut à un autre ou d'échanges avec d'autres pays. Des congrès nationaux de Mathématique sont organisés. Le dernier en date s'est réuni en 1956 à Moscou. Près de trois mille mathématiciens y ont pris part dont sept cents rapporteurs. Des conférences et des colloques sont systématiquement organisés sur des questions particulières (l'algèbre, le calcul des probabilités, la théorie des fonctions, la topologie, l'analyse fonctionnelle, le calcul numérique, etc.). Certains mathématiciens pensent que la période des congrès d'ensemble est déjà révolue et qu'il est plus rationnel de réunir des conférences relativement restreintes. Mais beaucoup d'autres (dont l'auteur de ces lignes) sont partisans de conserver les deux types de réunions. Le voyage des congressistes est payé par l'organisation à laquelle ils appartiennent. On encourage principalement les missions des jeunes chercheurs.

Le Comité National des Mathématiciens Soviétiques organise les différents congrès et invite les savants étrangers à y participer, de même qu'il envoie des savants soviétiques dans différents pays. Des échanges avec

l'étranger sont également organisés par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et l'Académie des Sciences de l'URSS.

L'activité scientifique des mathématiciens soviétiques est grande. Il s'ensuit des difficultés pour la publication rapide des travaux, bien qu'il existe une quantité importante de revues et de publications des universités et autres établissements d'enseignement supérieur. Ces derniers temps, une tendance se manifeste en faveur de revues mathématiques spécialisées. Une revue sur «Le Calcul des Probabilités et ses Applications» paraît systématiquement et on organise une revue d'«Analyse fonctionnelle». De brèves communications sur des résultats nouveaux sont imprimées aux Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de l'URSS ou aux Comptes Rendus des Académies des républiques fédérées. Ces revues sont analogues aux Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris.

Plusieurs centres d'éditions éditent des monographies et de la littérature pédagogique: Les Éditions de Littérature Physico-Mathématique (Physmatguiz)* les éditions «Science Soviétique», celles de l'Académie des Sciences de l'URSS, etc. En raison du large développement de l'enseignement, les livres de mathématique paraissent en URSS à des tirages énormes, de 3.000 à 100.000 exemplaires. Un tirage de 3.000 exemplaires est considéré comme faible et n'est pratiqué que pour des monographies étroitement spécialisées. Les cours de Facultés sont publiés à 10.000 exemplaires au minimum.

7.—Les relations avec l'industrie.

L'énorme édification qui a suivi la révolution de 1917 a imposé de sérieuses exigences aux mathématiques. Ces circonstances ont conduit, dès les premières années qui ont

suivi la révolution, à élargir notablement la préparation des mathématiciens non seulement en vue des tâches enseignantes mais encore en vue du travail industriel et de la production de travaux appliqués. Par exemple, dans certaines facultés de mathématiques, s'est dessinée la spécialité d'aéromécanique. La majorité des spécialistes de cette branche a lié sa vie au développement de l'aviation soviétique et a fortement contribué aux succès de cette branche technique. On peut en dire autant des spécialistes en élasticité dont beaucoup ont trouvé leur vocation dans les problèmes de l'industrie minière, de la construction de machines ou du bâtiment. En même temps, l'industrie et le développement de la technique ont contribué à intéresser les mathématiciens purs aux problèmes appliqués. Le résultat est que de nombreux spécialistes de Calcul des Probabilités, de Géométrie, de Théorie des fonctions, des Equations différentielles, d'Analyse approchée, ont non seulement résolu un grand nombre de problèmes particuliers, mais ont fondé sur eux des théories profondes d'intérêt général. Il suffit, pour s'en convaincre, de citer la théorie des transformations quasi-conformes, ou celle des processus stochastiques stationnaires.

Pendant la Guerre de 1941-1945, de nombreux mathématiciens ont pris part directement à l'élaboration de théories générales ou à la résolution de problèmes particuliers se rapportant à la Défense Nationale. Le pays a hautement apprécié leurs efforts et leurs résultats.

La reconstruction d'après-guerre a donné vie à de nombreux nouveaux problèmes de mathématique. Le lien entre les mathématiciens et la vie pratique s'est encore resserré. L'extraordinaire précision qu'on exige aujourd'hui des produits industriels, l'automation de l'industrie, le large développement de l'électronique et de la radiotechnique, les grandioses constructions hydrauliques, ont

* Abréviation russe de «Éditions d'état de Physique et Mathématique» N. D. T.

exigé des mathématiciens la résolution de bien des problèmes difficiles et l'élaboration de bien des méthodes nouvelles. On comprend que le développement de l'exploration du Cosmos a posé aux mathématiciens soviétiques des problèmes d'une importance exceptionnelle.

L'organisation des recherches mathématiques pour l'industrie prend des formes très diverses. D'une part, des groupes de mathématiciens se sont formés dans les instituts techniques. Des mathématiciens sont employés aussi dans des usines ou des laboratoires industriels. De plus, il n'est pas rare que l'industrie s'adresse aux universités ou aux instituts de mathématiques des Académies des Sciences pour résoudre des problèmes qui se posent à elle. Si le problème est simple, on indique la méthode correspondante en détail et tout se borne à une simple consultation. Si le problème est compliqué et exige des recherches spéciales, un accord bilatéral est conclu et les entreprises mettent à la disposition de l'université ou de l'institut les moyens matériels nécessaires. Enfin, il arrive souvent que les mathématiciens incluent d'eux-mêmes dans leur plan de travail l'élaboration de la théorie mathématique de tel ou tel phénomène intéressant l'industrie, l'économie, ou la technique. On peut ajouter à ce qui vient d'être dit que les mathématiciens soviétiques qui se sont chargés de mettre en forme tel problème technique s'y sont tellement engagés qu'ils y ont acquis une seconde spécialité et soutenu des thèses non seulement de mathématiques mais aussi de sciences techniques.

Absolument toutes les revues techniques soviétiques ouvrent leurs pages aux mathématiciens sur les problèmes les concernant.

8.—Liens entre l'université et l'école secondaire.

Ces liens sont nombreux. Il ne saurait en être autrement, l'université recrutant préci-

sément à la sortie de l'école secondaire. Le niveau de l'université et donc le niveau scientifique du pays dépend évidemment en grande partie de la qualité de l'enseignement secondaire et de la place qu'on y accorde aux sciences.

C'est pourquoi nombre de mathématiciens importants ont contribué à la création des manuels des écoles secondaires. Indiquons simplement quelques noms. Les professeurs P. S. ALEXANDROV et A. N. KOLMOGOROV de l'Université de Moscou, ont écrit un manuel d'algèbre, peu avant la guerre. Les professeurs L. A. LUSTERNIK et A. F. BERMANT ont écrit un livre de trigonométrie. Le professeur V. L. GONTCHAROV a travaillé au perfectionnement des manuels de mathématiques de 5^e et 7^e* et à la méthodologie de l'enseignement de la notion de fonction dans les classes élémentaires. Le professeur A. J. KHINTCHIN a beaucoup fait pour rationaliser, moderniser et rendre plus naturel l'exposé des questions classiques du programme de l'école secondaire. On pourrait citer encore bien des professeurs de faculté qui ont pris une part importante à la création et à la rédaction des manuels scolaires.

Les professeurs d'université consacrent un grand effort à l'élaboration de livres et d'articles destinés aux enseignants et aux écoliers, dans lesquels sont exposées les idées des mathématiques contemporaines, les liens de leurs branches nouvelles avec la pratique et les branches classiques des mathématiques. On trouve déjà dans ce genre de brochures plusieurs dizaines de titres. Les universitaires ont écrit neuf gros volumes d'un indéniable intérêt scientifique et de vulgarisation sous le titre de la «Bibliothèque du cercle scolaire de Mathématiques». Des savants de renom se trouvent parmi les auteurs.

* Les classes de l'école secondaire sont numérotées en URSS dans l'ordre croissant. N. D. T.

Les universitaires organisent systématiquement des conférences chez les enseignants du secondaire sur les mathématiques modernes, et prennent part à la discussion des questions brûlantes de la vie scolaire.

Les sociétés mathématiques qui existent dans une série de villes ont des sections scolaires. Ces dernières travaillent sous la direction de professeurs d'université.

J'ai parlé plus haut des cercles mathématiques scolaires organisés dans toutes les universités, où les écoliers, sous la direction des enseignants, des aspirants et des étudiants, font connaissance avec les mathématiques. Ils aiguisent leur sagacité à la résolution de problèmes de types non classiques. J'ai indiqué aussi que dans toutes les universités, se déroulent des olympiades mathématiques où les écoliers rivalisent dans la résolution de problèmes difficiles.

Les mathématiques sont de ces disciplines qui vont se développer éternellement. En liaison avec la pratique, elles vont s'approfondir et s'élargir, exigeant un perfectionnement continu de l'enseignement secondaire et supérieur. Les pédagogues et les savants soviétiques pensent qu'il est essentiel à

l'accomplissement de cette tâche de relier toujours plus étroitement l'abstraction des théories mathématiques aux problèmes pratiques de notre temps. Nous sommes en cela pleinement d'accord avec l'illustre mathématicien russe du siècle dernier P. L. TCHÉBYCHEV qui écrivait : « Le rapprochement de la théorie et de la pratique donne les résultats les plus féconds, et la pratique n'est pas seule à y gagner ; les sciences elles-mêmes se développent sous son influence : elle leur découvre des objets nouveaux à la recherche ou des faces nouvelles d'objets déjà connus. Malgré le haut degré de développement auquel les travaux mathématiques des grands géomètres des siècles passés portèrent la science, la pratique découvre avec évidence leur imperfection à bien des égards ; elle pose des questions essentiellement nouvelles à la science et inspire la recherche de méthodes nouvelles. Si la théorie gagne beaucoup aux applications nouvelles des méthodes anciennes ou aux développements nouveaux de celles-ci, elle trouve bien plus de profit à la découverte de méthodes nouvelles : c'est alors la pratique qui est son guide le plus sûr. »

B. Gnedenko

L'insegnamento della matematica nelle università italiane

Luigi Campedelli

Professore dell' Università di Firenze

La laurea in «Scienze matematiche»

In Italia ogni ciclo di studi universitari si conclude con un esame di tipo particolare, detto «laurea», che dà, a chi l'ha conseguito, il titolo di «dottore», senza però abilitarlo all'esercizio effettivo della corrispondente professione, per il quale occorre altro apposito esame, chiamato appunto «di abilitazione», e che si svolge di fronte a Commissioni costituite fuori dell'ambito universitario.

La «Facoltà di Scienze matematiche, fisiche e naturali» conferisce, fra l'altro, la laurea in «Scienze matematiche».

Si giunge ad essa dopo quattro anni, divisi in due bienni.

Nel primo biennio vengono impartiti insegnamenti, di tono molto sostenuto, che comprendono le materie propedeutiche consuete, nei loro sviluppi fondamentali, strumento per ogni futura preparazione e ricerca.

Esse sono:

«Analisi matematica, algebrica ed infinitesimale» (biennale);

«Geometria analitica, con elementi di geometria proiettiva, e geometria descrittiva con disegno» (biennale);

«Meccanica razionale» (annuale);

«Fisica sperimentale» (biennale);

«Chimica» (annuale).

Ogni corso è accompagnato da «esercitazioni», e si conclude annualmente con un

esame che comprende, di solito (fatta eccezione per la Chimica), una prova scritta ed una orale.

L'autonomia e l'indipendenza delle varie Università non consentono di parlare di un programma comune, ma, data l'unicità degli scopi e l'influsso delle tradizioni, non esistono notevoli differenze fra le varie sedi, salvo le diverse impostazioni dovute alla personalità dell'insegnante ed alla sua formazione scientifica e culturale.

Quasi ogni professore raccoglie (personalmente, o per il tramite di assistenti e studenti) le proprie lezioni in volumi stampati con procedimenti rapidi (litografia, e mezzi analoghi), di veste dimessa, detti «dispense», che raramente escono dalla cerchia delle singole Università. Non mancano però autorevoli trattati, a vasto respiro e di solido impegno, largamente diffusi.

Le caratteristiche generali di questi primi corsi si possono riconoscere nel rigore scientifico, nel senso critico, e in una felice fusione delle astrazioni della logica pura con i ricorsi all'intuizione e alla concretezza delle applicazioni.

Giova a dare questo carattere la tradizione ancora viva di quegli studi di critica dei principi tanto fecondi in Italia nella seconda metà del secolo passato e all'inizio di quello attuale. Basti ricordare, per esempio, i nomi di ULISSE DINI per l'analisi matematica, di GIUSEPPE PEANO per i problemi generali della logica, di FEDERIGO

ENRIQUES per la geometria proiettiva e per la sua opera di divulgatore.

Si aggiunga il bisogno, particolarmente sentito in Italia, di fare di ogni costruzione del pensiero un'opera di bellezza, per cui si parla di un'estetica della geometria; si riconosce un'armonia nel processo della trattazione matematica; e nel suo stesso algoritmo, fin'anche in questa o quella formula, si ricerca il fascino di una veste elegante.

Nel secondo biennio lo studente deve seguire tre corsi obbligatori, detti «fondamentali», e sceglierne altri tre in un gruppo più ampio di insegnamenti «complementari», in parte diversi da sede a sede.

I primi hanno denominazioni («Analisi superiore», «Fisica matematica», «Geometria superiore») che consentono grande varietà di contenuto. I secondi invece presentano, di solito, un titolo che ne prescrive, nelle grandi linee, l'argomento: «Astronomia», «Calcolo delle probabilità», «Fisica superiore», «Fisica teorica», «Geometria algebrica», «Geometria differenziale», «Logica matematica», «Matematiche complementari», «Matematiche elementari da un punto di vista superiore», «Teoria dei numeri», «Teoria delle funzioni», «Topologia», ecc. Non mancano l'«Algebra moderna» e gli indirizzi che vi si ricollegano.

Si tratta di corsi, talvolta monografici, di elevato sviluppo e che conducono ai bordi del campo della ricerca viva.

Superati gli esami prescritti, il giovane è ammesso all'esame di «laurea», che comprende una dissertazione scritta («tesi»), da discutere davanti ad un'apposita Commissione di undici membri, e lo svolgimento orale di due temi («tesine») preventivamente assegnatigli.

La «tesi» può consistere in una ricerca originale, o, come più spesso accade, nella compilazione di una monografia su questo o quell'argomento, oppure nel rielaborare e ripensare uno studio di altri.

Le «tesine» sono esposizioni di qualche nota recentemente apparsa e contenente un risultato significativo; sono di solito collegate ad un corso seguito dal candidato e del quale prospettano questo o quello sviluppo o mostrano un'applicazione.

Presso alcune Università l'esame di laurea è preceduto da una prova scritta e da un colloquio: l'una e l'altro intesi a dare una conferma della preparazione culturale del giovane e dell'acquistato possesso dei metodi e dello spirito delle matematiche.

La laurea in «Matematica e fisica»

Nel 1924, ad opera di GIOVANNI GENTILE, l'insigne filosofo italiano allora Ministro della Pubblica Istruzione, la scuola italiana subì una radicale riforma. In seguito ad essa, nelle scuole superiori preuniversitarie (Licei), gli insegnamenti della matematica e della fisica furono affidati ad un unico professore.

Ciò creò la necessità di dare un'adeguata preparazione universitaria ai giovani insegnanti, e venne così istituito un nuovo tipo di laurea detta in «Matematica e fisica».

La sua struttura non differisce essenzialmente da quella della laurea in «Scienze matematiche»: si tratta soltanto di spostare qualche corso da «fondamentale» a «complementare», e viceversa; di aggiungere un insegnamento di fisica, e dare, in genere, un maggiore risalto a questa materia.

Ma l'esperimento non è stato felice. La matematica e la fisica sono due discipline ben diverse per impostazione strutturale e che richiedono differenti mentalità, anche se si valgono degli stessi procedimenti di calcolo. Per accostarsi contemporaneamente ad entrambe occorre una vasta capacità di comprendere, e la possibilità di ampie visioni. Ciò non può essere dato dalla media dei giovani iscritti nelle Università.

Così l'interesse per questo secondo tipo di laurea è apparso molto scarso e modesti i

risultati che ne sono venuti, tanto che oggi se ne chiede l'abolizione.

Gli scopi della laurea in matematica e la necessità di riforme

Fino a ieri la laurea in matematica preparava all'insegnamento nelle scuole medie, inferiori e superiori, e, per una piccola minoranza di casi, avviava alla ricerca scientifica pura, con la possibilità di giungere alla cattedra universitaria. Oggi al laureato in matematica si aprono altri orizzonti, che rispondono a nuove necessità sociali: non soltanto la scuola e la scienza hanno bisogno di lui, ma numerose attività tecniche ed industriali si valgono dell'opera sua.

Ciò esige alcuni cambiamenti nella fisionomia della sua preparazione: del resto, anche limitandosi a vedere in lui un insegnante, non può essere ignorato che la moderna evoluzione della scuola impone ai suoi uomini una nuova figura umanamente completa.

Per questi motivi l'attuale organizzazione degli studi universitari di matematica non appare più adeguata, cosicchè da più parti (Università, Unione matematica italiana, enti ed associazioni, singoli studiosi) si è prospettata la necessità di riforme e si sono fatti vari progetti.

In linea di massima questi convergono nel riconoscere la necessità di istituire tre tipi di laurea :

- per la preparazione alla ricerca scientifica;
- per la preparazione alle diverse attività tecniche ed industriali;
- per la preparazione all'insegnamento (medio o liceale).

Taluno invece vorrebbe conservare l'unica laurea oggi esistente (salvo qualche ritocco), e dare i differenti orientamenti in successive

«Scuole di perfezionamento», per uno o due anni.

Il problema è ancora allo studio e largamente discusso, ma, forse, non ancora del tutto maturo.

A distinguere l'uno dall'altro indirizzo sembra si ritenga sufficiente l'aggiungere o il sopprimere un qualche particolare insegnamento, oppure il consentire una scelta fra alcune discipline. Non ci si rende conto che si tratta invece di creare, almeno parzialmente, diverse mentalità e differenti posizioni di pensiero, anche, si capisce, se il substrato culturale è il medesimo. Quindi persino i corsi fondamentali, comuni ai tre tipi di laurea, dovrebbero — a parer nostro — essere informati a diverso spirito.

La preparazione degli insegnanti

Di particolare importanza e gravità è il problema della preparazione degli insegnanti di matematica i quali dai loro studi universitari debbono riportare la piena comprensione dell'essenza, dei metodi e del processo costruttivo proprio della loro disciplina. E di essa, attraverso un personale ripensamento, debbono rivivere i valori «di pensiero», storici, filosofici, umani e sociali.

Implicitamente, di qui deve scaturire anche la maturazione soggettiva del problema pedagogico e didattico, per il quale occorre oggi una sensibilità tanto maggiore quanto più vasti si sono fatti i compiti dell'insegnamento della matematica.

Siamo di fronte — non soltanto in Italia — ad una diminuita influenza degli insegnamenti letterari che, non per propria colpa, agli occhi dei giovani sembrano avere perduto importanza, perchè appaiono loro un poco fuori del tempo e delle esigenze vive. Taluni motivi di commozione e richiami al sentimento suscitano echi sempre più flebili.

Ne nasce il grave pericolo di una carenza di umanità, ad accentuare la quale contri-

buisce il progrediente trionfo della tecnica, di per sé avulsa da ogni immediato contatto con le fonti di umano pensiero da cui pure è stata generata.

Si presenta così l'arduo compito di dare un arricchimento umano attraverso gli insegnamenti scientifici, ed in particolare per mezzo della matematica, che a ciò appare più idonea, per la sua struttura, la sua essenza, il suo carattere di creazione della nostra mente.

Tutto ciò richiede, nell'insegnante di matematica, tono elevato e ricchezza di conoscenze; e crea la necessità che egli abbia fatto della «sua» scienza abito di vita, ed abbia in essa trasfuso e da essa sappia trarre tutti i valori morali, spirituali e sociali di cui è contesto l'uomo.

Ne conseguono, per l'Università, doveri e responsabilità non lievi, a cui non si può pensare di adempiere con l'istituzione di questo o quel corso. E' tutto un problema di impostazione e di orientamenti che scende in profondità, e che esige nell'insegnamento della matematica un più largo respiro, il quale miri soprattutto a mettere in luce gli sviluppi del pensiero, evitando ogni eccessivo peso degli algoritmi formali.

Gioverebbe indubbiamente a ciò l'istituzione di corsi destinati alla filosofia ed alla storia delle matematiche, che non esistono in Italia, dove si ritiene che ogni docente, qualunque sia la sua materia d'insegnamento, debba dare il dovuto risalto agli aspetti storici e filosofici dei problemi. Ciò però non sempre si fa, e, talvolta, la storia viene confusa con la cronaca.

Mancano anche corsi, o soltanto cicli di conferenze o conversazioni, dedicati esplicitamente ai problemi della scuola, alla pedagogia (generale e speciale), ed alla didattica della matematica.

Aumenta invece la tendenza ad accentuare l'impostazione puramente scientifica dei corsi e ad aggiungerne dei nuovi dominati dai

procedimenti astratti, come l'«Algebra moderna», che si vorrebbe introdurre fino dal primo anno d'Università. Taluno ha proposto, opportunamente, che con parsimonia e prudenza, si portino anche nei Licei le prime nozioni e le notizie fondamentali sul processo del pensiero che sta alla base delle moderne matematiche: ma altrettanta prudenza deve essere usata in sede universitaria, dove un intempestivo intervento, una seminazione in un campo non ancora preparato, può determinare gravi incomprensioni e contribuire all'equívoco che fa della matematica un vuoto gioco di logica, lontano da ogni sapore e calore di vita. Proprio quello che deve essere evitato, come il maggiore pericolo nella formazione di un giovane destinato a divenire, a sua volta, un uomo di scuola.

I corsi di aggiornamento e gli «assistanti didattici»

Quando il «laureato» abbandona l'Università perde ogni contatto con essa, e ciò, in un gran numero di casi, significa perdere anche, a poco a poco, consuetudine di studio.

Di qui la scissura, in Italia molto profonda, fra Università e Istituti di istruzione pre-universitaria, con danno di questi ultimi per l'abbassamento di tono che loro ne viene; ma anche della prima, il cui lavoro è destinato ad una fioritura caduca, e la cui azione va poco oltre l'ambito delle sue mura.

D'altra parte la scuola, anche se non di grado massimo, non può restare estranea al progresso della scienza, e le diverse generazioni di insegnanti che in essa si incontrano non possono presentare gravi dislivelli di preparazione.

Per questo si sta esperimentando l'istituzione di «corsi di aggiornamento» destinati agli insegnanti già in cattedra nelle scuole secondarie di primo e secondo grado.

Si tratta di corsi, della durata media non superiore a due settimane, costituiti da cicli di conferenze che trattano dei recenti sviluppi di questo o quel ramo delle matematiche; presentano sintesi di teorie, visioni unitarie atte a fondere capitoli diversi; illustrano sotto nuova luce e con impostazione critica argomenti pur facenti parte dei consueti programmi scolastici; inquadrano il pensiero matematico in linee più generali; informano sulla bibliografia, segnalano recenti pubblicazioni di libri e riviste, esortano alla lettura; trattano dei problemi della scuola e degli studi sulla didattica della matematica. Un'opera insieme di «aggiornamento» e, forse più proficuamente, di «ripensamento».

Un vasto programma e non piccoli compiti, con l'ostacolo delle gravi difficoltà pratiche costituite dalla necessità di aprire quei corsi al maggior numero possibile di studiosi.

La loro organizzazione è affidata, dal Ministero della Pubblica Istruzione, ai «Centri didattici nazionali», che sono organi preposti ai problemi dell'insegnamento e che si valgono della collaborazione di professori universitari. Anche alcune Università hanno preso analoghe iniziative, e le prime realizzazioni sono apparse felici. Se sarà possibile estenderle su vasta scala, ne verranno notevoli vantaggi alla Scuola italiana.

Sempre allo scopo di stabilire dei legami vivi con le Università, è stata da taluno proposta l'istituzione, presso le Cattedre universitarie di discipline matematiche, di un nuovo tipo di assistente, che potrebbe essere chiamato «assistente didattico», e dovrebbe essere scelto tra i professori di ruolo nelle scuole secondarie. Durerebbe in carica un anno (o due, se addetto a corsi biennali), e coadiuverebbe il titolare nello svolgimento delle «esercitazioni» e in ogni altra attività didattica; guiderebbe i giovani nelle ricerche bibliografiche, li intratterebbe con discussioni di critica comparata dei testi scolastici; ecc. Naturalmente, qualora ne abbia le necessarie attitudini e capacità, potrà anche dedicarsi alla ricerca scientifica, e in tal caso gli si apriranno nuovi orizzonti e nasceranno per l'iniziativa ulteriori sviluppi.

Compiuto il proprio turno di lavoro egli tornerà alla sua Scuola d'origine, dove porterà i frutti di un interiore arricchimento.

Sono, come abbiamo visto, esperienze e proposte: ma stanno a dimostrare l'interesse vivo che in Italia è suscitato dai problemi dell'insegnamento della matematica nelle Università, e, di riflesso, in ogni altra Scuola.

Luigi Campedelli

NOTA — L'articolo era già stampato quando si sono avute, in Italia, le prime realizzazioni della riforma già allo studio da tempo. Così è stato provveduto all'auspicata soppressione della «laurea in matematica e fisica», della quale si è riconosciuta l'inefficienza. Sono poi state istituite, per la «laurea in matematica», le tre specializzazioni «scientifica», «applicativa» e «didattica». Dall'esperienza si attende la conferma della loro validità.

L. C.

Les Ecoles Normales Supérieures

A. Revuz

Professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers

L'adjectif «normale» qualifie en France une école dont les élèves se destinent à la carrière d'enseignant. Chaque département possède une Ecole normale primaire, qui forme les instituteurs des Ecoles primaires du département.

Les Ecoles normales supérieures préparent pour l'ensemble du pays et pour toutes les disciplines des professeurs pour l'Enseignement du Second degré et pour l'Enseignement Supérieur. Elles sont au nombre de cinq : Ecoles normales supérieures de la rue d'Ulm (garçons), de Sèvres (jeunes filles), de Saint-Cloud (garçons), de Fontenay (jeunes filles), de l'Enseignement technique (E. N. S. E. T., garçons et filles).

A l'origine, la rue d'Ulm et Sèvres fournissaient essentiellement des professeurs à l'Enseignement Secondaire (Lycées), Saint-Cloud et Fontenay à l'Enseignement primaire Supérieur, et quelques éléments de chaque promotion de la rue d'Ulm se dirigeaient vers l'Enseignement Supérieur. Les anciens élèves de ces Ecoles formaient un noyau numériquement important dans les corps enseignants des divers types.

Ce tableau s'est profondément modifié depuis une vingtaine d'années et continue à se modifier :

a) L'institution d'un Enseignement du Second degré, unique, a rendu caduque la distinction entre «secondaire» et « primaire supérieur ». A l'heure actuelle, les cinq Ecoles

normales supérieures préparent leurs élèves à la licence, puis à l'Agrégation, qui était, à l'origine, le concours de recrutement des professeurs de l'Enseignement Secondaire, mais qui prend de plus en plus figure de sélection parmi les licenciés, et est complété, comme concours de recrutement par les certificats d'aptitude respectifs à l'Enseignement du Second degré et à l'Enseignement technique qui fournissent actuellement le gros contingent du personnel de ces enseignements.

b) Les besoins de l'Enseignement Supérieur se sont accrus de telle sorte qu'il absorbe maintenant la quasi-totalité des promotions de la rue d'Ulm et une grande partie de celles de Sèvres, et quelques éléments de celles de Saint-Cloud et de l'E. N. S. E. T.

c) Les besoins de l'Enseignement du Second degré qui se chiffrent par plusieurs centaines de nouveaux professeurs par an pour les seules mathématiques ne peuvent être satisfaits par les quelques dizaines d'élèves de toutes disciplines des promotions des Ecoles Normales. Ces dernières demeurent des pépinières d'éléments de grande qualité, mais leur appoint numérique devient relativement très minime. Une institution créée il y a quelques années semble devoir les relayer : il s'agit des Instituts de préparation à l'Enseignement du Second degré

(I. P. E. S.) qui ont été créés dans toutes les Facultés et dont les premières promotions fourniront des enseignants à partir d'Octobre 1960.

Les traits communs aux diverses Ecoles normales sont :

a) La sévérité des concours d'Entrée, où l'on cherche plus à détecter les qualités intellectuelles des candidats que l'étendue de leurs connaissances : il est remarquable à ce propos que la majorité des élèves qui entrent rue d'Ulm y sont reçus deux ans après le baccalauréat, alors que cette catégorie de candidats ne fournit qu'une très faible minorité des reçus aux grandes Ecoles d'Ingénieurs.

b) L'ambiance créée par la concentration dans un même établissement de jeunes gens sélectionnés, travaillant dans des disciplines diverses, sous la direction d'une administration libérale qui exige le succès aux examens, mais laisse à l'étudiant toute liberté pour organiser son travail. Cette atmosphère d'étude dans la liberté est un des traits les plus originaux des Ecoles normales (il est particulièrement net rue d'Ulm) et est certainement une des raisons de la valeur du travail qui y est fourni.

Les élèves des Ecoles Normales Supérieurs suivent les cours des Facultés des

Sciences et des Lettres (suivant leur discipline) de Paris, mais reçoivent un complément de formation dans des séances organisées dans les Ecoles mêmes et trouvent dans les Bibliothèques des écoles toute la documentation désirable.

Les différences entre les écoles tiennent surtout à leur recrutement et à leurs débouchés, qui sont en grande partie conditionnés l'un par l'autre, et qui sont plus le fruit d'une tradition que d'un règlement rigide.

Les concours d'entrée à la rue d'Ulm et à Sèvres se préparent dans les classes de Spéciales des lycées, Saint-Cloud, Fontenay et l'E. N. S. E. T. se préparent de préférence dans des classes analogues aux classes de Spéciales mais qui recrutent beaucoup de leurs élèves parmi les meilleurs sujets des Ecoles normales primaires : par là, elles amènent à l'Enseignement Secondaire ou Supérieur des éléments de valeur dont le milieu social originel était incapable de leur donner cette ambition.

Si comme on l'a signalé plus haut, l'institution des Ecoles normales semble définitivement dépassée sur le plan de la quantité des professeurs à former, il semble bien que s'en tenant à leur tradition de s'attacher essentiellement à la qualité du personnel à former, elles aient encore un rôle capital à jouer.

La formation mathématique de l'ingénieur

J. Bass

Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure de l'Aéronautique
et à l'Ecole National Supérieure des Mines de Paris

Le domaine de validité du mot ingénieur n'est pas très bien défini. Certains ingénieurs sont surtout des administrateurs, et ne s'occupent guère de science ni de technique. D'autres, au contraire, sont des techniciens spécialisés, et meritent à peine le titre d'ingénieur. Il est donc difficile de qualifier d'une façon uniforme les *mathématiques de l'ingénieur*. Elles dépendent de la fonction réellement remplie par l'ingénieur et de sa spécialité. Mais tout ingénieur doit avoir des connaissances suffisantes en mécanique, en physique générale, en électricité, et pour cela, il doit d'abord savoir des mathématiques. Un double problème se pose donc : de quoi l'ingénieur a-t-il besoin pour exercer son métier ; de quoi a-t-il besoin pour apprendre son métier ?

J'examinerai assez rapidement la première question, car elle n'est susceptible d'aucune réponse précise. Certains ingénieurs, travaillant par exemple dans le domaine chimique ou métallurgique, peuvent ne jamais faire de mathématiques. D'autres, au contraire, qui utilisent les techniques de l'électricité, de la mécanique des milieux continus (aérodynamique, hydrodynamique, élasticité, plasticité), de la physique moderne, s'en servent constamment. Les problèmes qu'ils rencontrent sont très divers. Les énoncés de certains sont classiques. Il s'agit par exemple de résoudre des équations différentielles, ou des équations aux dérivées partielles élémentaires

avec conditions aux limites. D'autres sont plus originaux et devancent parfois les possibilités actuelles des mathématiques pures. Certains de ces problèmes sont assez simples pour être résolus avec un bagage mathématique scolaire. D'autres exigent des connaissances plus spécialisées. Celui qui en rencontre fréquemment devra essayer d'y intéresser un spécialiste, ou compléter sa culture mathématique. Il existe, à cet effet, des cours de troisième cycle et des séminaires universitaires, ainsi qu'une foule de livres en français et en diverses langues étrangères. Il faut bien reconnaître que beaucoup de ces livres ne sont pas accessibles au non spécialiste. On en trouve cependant, même en français, dont le but est justement d'aider l'utilisateur à résoudre les problèmes qu'on ne lui a pas expliqués au temps de ses études. Malgré tout, il reste des problèmes non résolus, et les théorèmes d'existence, lorsqu'ils sont connus, ne fournissent pas toujours une méthode de resolution. Les difficultés rencontrées dans certains problèmes usuels ont finalement pour effet de donner une grande importance aux méthodes numériques, et plus particulièrement à celles qui utilisent les machines à calculer arithmétiques, dont les constructeurs, l'industrie et les universités possèdent divers exemplaires. Mais un problème mathématiquement résoluble n'est pas toujours susceptible d'une mise en programme acceptable. Il existe des problèmes bien

adaptés aux méthodes numériques et aux machines, par exemple la résolution de certaines équations différentielles et de certaines équations intégrales. D'autres, fort importants, sont encore trop difficiles, par exemple ceux qui concernent les systèmes d'équations aux dérivées partielles. En conclusion, il est bien difficile de prévoir de quelles mathématiques un ingénieur peut avoir besoin pour exercer son métier. Il est probable qu'il n'utilise pas lui-même beaucoup de mathématiques abstraites. Mais peut-être les mathématiciens professionnels ont-ils besoin de mathématiques très abstraites pour résoudre, par des détours parfois considérables, les problèmes concrets posés par les applications. En ce sens, on peut dire que toutes les mathématiques servent, directement ou indirectement, à l'ingénieur. Et l'utilisation récente des méthodes d'algèbre moderne (algèbre des ensembles, algèbre de Boole) en électrotechnique et en calcul numérique est un bon exemple d'application pratique de notions abstraites.

Il n'est donc pas question de préparer dès l'école l'ingénieur à résoudre lui-même tous les problèmes qu'il rencontrera peut-être. Tout au plus peut-on l'exercer à les mettre lui-même en équations, lui donner une culture suffisante pour distinguer lui-même ce qui est classique de ce qui ne l'est pas, et l'aider à résoudre ce qui est à sa portée. C'est à cela que doit aboutir l'enseignement mathématique qu'il reçoit. Or il se trouve que cet enseignement constitue approximativement l'introduction inévitable à l'étude de la mécanique, de la physique générale, de l'électricité, sciences de base du métier d'ingénieur. Quel est le programme minimum que cela exige ? Un ingénieur doit naturellement avoir une bonne expérience de l'algèbre élémentaire, de la trigonométrie, de la géométrie élémentaire à deux ou trois dimensions, des éléments de la géométrie analytique et du calcul différentiel. Mais ces éléments sont loin de lui suffire.

En mécanique (petits mouvements, vibrations), en électricité et dans la théorie des asservissements, on a besoin d'*algèbre linéaire* : opérations sur les matrices, problèmes de valeurs propres.

Les *bases de l'analyse*, — notions sur les ensembles de points, suites et séries numériques, fonctions de variables réelles —, servent partout. Des connaissances précises sur les espaces fonctionnels (espace de Hilbert) sont indispensables en physique moderne. Le *calcul intégral* a des applications universelles. Il n'est pas nécessaire d'en connaître très à fond les bases théoriques. Mais il faut être bien exercé au calcul des intégrales simples, y compris les procédés de réduction de certaines intégrales non élémentaires (intégrales elliptiques). Il faut avoir une bonne habitude du maniement des intégrales multiples (à n dimensions), des intégrales curvilignes et de surfaces, des formules de changement de variables et de transformations (utilisation courante en aérodynamique, en électromagnétisme, en statistique), des différentielles totales (en thermodynamique), des champs de vecteurs (champs de gradients et de rotationnels). Les intégrales simples et multiples généralisées se rencontrent à tous propos, et en particulier dans la théorie du potentiel newtonien (utilisée en électricité et en aérodynamique) et en calcul des probabilités (loi de Laplace-Gauss).

Les *séries de Fourier* et les intégrales de Fourier sont à la base des problèmes d'analyse harmonique. La *transformation de Laplace* et le *calcul symbolique* sont constamment employés en mécanique linéaire. La théorie des *fonctions orthogonales*, enseignée d'un point de vue géométrique, est une introduction aux problèmes avec conditions aux limites. Et tout cela exige quelques préliminaires sur la convergence uniforme des suites ou des intégrales, et la convergence en norme dans les espaces fonctionnels.

L' usage des *nombres complexes* est bana-

dans les problèmes de courant alternatif et dans les problèmes, formellement équivalents, de mécanique vibratoire et d'asservissements. La théorie des fonctions analytiques — représentation conforme, intégration dans le plan complexe —, sert à résoudre les problèmes d'aérodynamique à deux dimensions (tracé des lignes de courant, calcul de traînées et de poussées) et de nombreux problèmes d'électricité.

Il n'est pas nécessaire de rappeler l'intérêt pratique des *systèmes différentiels*. On insiste surtout sur les systèmes linéaires, et en particulier sur les systèmes à coefficients constants, et sur les équations linéaires du second ordre, dont l'étude prépare à celle des problèmes avec conditions aux limites de la physique et de la mécanique. On arrive ainsi aux fonctions spéciales (polynômes de Legendre, fonctions de Bessel...), dont il existe des tables, et qui sont un outil de travail permanent.

La théorie des *équations aux dérivées partielles*, surtout celles du second ordre linéaires, est à la base de la physique mathématique, et par suite de la culture mathématique de l'ingénieur. Il suffit de rappeler les équations de la mécanique des fluides (qui, selon les circonstances, peuvent conduire à l'équation de Laplace $\Delta U = 0$, à l'équation des ondes, $\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = \Delta U$ ou à l'équation de la chaleur $\frac{\partial U}{\partial t} = \Delta U$), les équations de l'équilibre élastique, les équations de Maxwell, l'équation de Schrödinger. Les principes du *calcul des variations* servent en mécanique (équations de Lagrange) et sont parfois un guide utile à propos de questions plus techniques (performances des avions).

Enfin, tout ingénieur doit connaître les éléments du *calcul des probabilités*, — variables aléatoires, loi normale — loi de Poisson, problème de Bernoulli, corrélation — qui pour-

ront lui servir soit à propos de problèmes théoriques (asservissements à entrée aléatoire, problèmes de rayonnement en physique corpusculaire), soit pour des applications plus concrètes (problèmes de stocks, statistiques de fabrications).

De ce programme fondamental, il n'y a pas beaucoup à retrancher, quelle que soit la spécialité. Inversement, on hésite à y introduire certaines questions, dont l'utilité pratique est encore discutable. Si l'*algèbre linéaire* est devenue d'un usage courant, la théorie des *groupes* semble être pour le moment réservée aux physiciens. Par contre, les éléments d'*algèbre des ensembles*, et en particulier l'*algèbre de Boole*, commencent à être enseignés. En ce qui concerne le *calcul tensoriel*, la situation n'est pas très claire. Son emploi est commode, sans être indispensable, en mécanique des fluides et en électricité. L'*analyse tensorielle* (en coordonnées curvilignes euclidiennes) est en général considérée comme en dehors des programmes d'élèves ingénieurs. Elle peut servir en mécanique des fluides (couche limite) et en électricité, mais son champ habituel d'application est la théorie de la relativité, qui n'intéresse guère les ingénieurs.

La théorie de la mesure et de l'intégration n'a pas encore d'applications concrètes. On fait d'habitude une simple allusion à l'existence de l'intégrale de Lebesgue pour justifier, sans les démontrer, certains résultats utiles sur les espaces fonctionnels (théorème de Fischer-Riesz).

En ce qui concerne la *géométrie infinitésimale*, il y a un minimum à connaître sur les courbes (courbure et torsion). Quant à la théorie des surfaces (théorèmes de Meusnier, lignes de courbure,...), l'expérience montre que bien des élèves ingénieurs se passent d'en avoir entendu parler. On a là un exemple d'une théorie qui fut classique, dont les applications sont rares, et dont l'enseignement se perd.

Le calcul numérique mérite une mention particulière. Il est bon que l'élève ingénieur soit averti de l'existence de machines arithmétiques et analogiques. Mais il n'est pas possible de lui donner à l'école les moyens de se servir réellement de machines modernes. Il se spécialisera plus tard, s'il le juge utile. Il est bon, d'autre part, qu'il soit suffisamment au courant des méthodes numériques qui, avec très peu de matériel, permettent de résoudre les problèmes usuels. Voici les plus fondamentaux de ces problèmes :

- Résolution de systèmes linéaires (inversion de matrices) et d'équations algébriques.
- Recherche des valeurs propres et des vecteurs propres des matrices.
- Calcul numérique des intégrales définies simples.
- Sommation des séries numériques.
- Calcul des coefficients des séries de Fourier.
- Représentation conforme.
- Résolution numérique d'équations différentielles.
- Problème de Dirichlet dans le plan.

Il est assez difficile de se faire une doctrine précise sur la manière d'enseigner toutes ces questions. Un cours complet de méthodes numériques dépasse le plus souvent les possibilités de l'enseignement donné aux élèves ingénieurs. On se contente, sous diverses formes, d'exemples et d'exercices isolés.

Examinons maintenant par quelles étapes le futur ingénieur peut acquérir sa formation mathématique. Ce problème a été résolu de bien des façons, en France et à l'étranger. En France, on franchit généralement trois étapes, fort inégales en durée et en valeur. Elles correspondent à l'enseignement secondaire, aux années propédeutiques et à l'enseignement supérieur. D'une étape à la suivante, les programmes évoluent d'une façon continue, et ce sont les méthodes et conditions d'enseignement qui ont leur personnalité.

L'étape secondaire correspond aux lycées ou aux collèges techniques.

L'étape propédeutique correspond aux classes de mathématiques supérieures et spéciales, ou à l'année propédeutique des facultés, ou dans certaines écoles à une année préparatoire.

L'étape supérieure est celle des facultés et des écoles supérieures d'ingénieurs. Il faut mettre à part l'Institut des Sciences appliquées de Lyon, dont l'organisation est particulière et n'a pas encore atteint son régime stabilisé. Du point de vue de l'enseignement des mathématiques, il fonctionne d'ailleurs comme les écoles qui recrutent au niveau du baccalauréat. Il faut aussi mettre à part l'École Polytechnique, qui n'est pas une école d'ingénieurs, bien qu'elle délivre un diplôme d'ingénieur. Son programme de mathématiques est plus étendu que celui des écoles d'ingénieurs proprement dites. Son diplôme ne constitue pas un aboutissement, puisqu'en général, les élèves qui en sortent passent ensuite deux ans dans une école d'ingénieurs qui, pour eux, joue le rôle d'une école d'application. A certains points de vue, la formation qu'elle procure peut se comparer à celle qu'on acquiert à l'université, lorsqu'on prépare un ensemble suffisamment varié de certificats de licence. Il faut aussi mettre à part les Écoles d'Arts et Métiers, où l'enseignement mathématique est moins étendu et joue un rôle moins fondamental, et le Conservatoire des Arts et Métiers, dont l'organisation est toute différente.

Dans ce qui suit, je ne m'occuperai que de la filière la plus traditionnelle en France : lycée jusqu'au baccalauréat de mathématiques élémentaires, mathématiques supérieures et spéciales ou propédeutique universitaire, grande école ou faculté.

A vrai dire, les facultés françaises ne se proposent pas systématiquement de former des ingénieurs. Certaines ont bien des cours de caractère technique, liés souvent à des

circonstances régionales (hydraulique, électrotechnique). Ce sont des cours spécialisés, et il serait exagéré de dire des étudiants qui les ont suivis qu'ils sortent de la faculté avec la qualification d'un ingénieur. On peut d'ailleurs se demander si les élèves diplômés d'une grande école méritent tout de suite le titre d'ingénieur. Ce qui est sûr, c'est que le régime de l'école est organisé de façon à leur donner des connaissances plus variées, plus étendues et plus coordonnées. En sortant d'école, ils ne sont pas encore des ingénieurs, mais ils sont en principe mieux préparés à le devenir. Il faut se rappeler d'autre part que certaines grandes écoles, dites E.N.S.I., sont rattachées à une université, et qu'elles utilisent comme cours scientifiques les cours de l'université. Il est donc logique de considérer l'enseignement des facultés comme une préparation possible au métier d'ingénieur, soit par voie directe, soit par l'intermédiaire d'une école d'ingénieurs.

Dans l'ensemble, les grandes écoles non universitaires (par exemple l'École Nationale des Ponts et Chaussées, les Écoles Nationales Supérieures des Mines de Paris et de Saint-Étienne, de l'Aéronautique, des Télécommunications) et quelques autres écoles qui ne sont pas rattachées à une université (École Centrale, École de Physique et Chimie) suivent d'assez près le programme indiqué plus haut. L'esprit est toujours à peu près le même: objectif pratique, cours relativement concrets, peu de théorie et de démonstrations délicates. Dans les E.N.S.I. (Poitiers, Toulouse, Grenoble, Nancy, Nantes), le cours de mathématiques est autant que possible confondu avec le cours universitaire de *techniques mathématiques de la physique* (T.M.P.). Cela crée d'ailleurs quelques difficultés, car le certificat de T.M.P. est destiné aux physiciens. Son programme n'est pas exactement adapté à l'École d'ingénieurs. Il n'est pas tout à fait assez complet et demanderait à être prolongé par certaines

parties du programme de *méthodes mathématiques de la Physique* (M.M.P.). En outre, la structure d'un certificat de licence n'est pas exactement celle d'un cours pour ingénieurs. Elle risque d'être plus orientée vers l'abstraction (même élémentaire) que vers la pratique du calcul.

En ce qui concerne les méthodes pédagogiques, elles sont assez variées dans le détail. La solution moyenne adoptée par les grandes écoles est à peu près la suivante:

— Cours faits par le professeur devant tous les élèves, suivant une technique intermédiaire entre le cours de lycée et le cours *ex-cathedra*.

— Séances d'exercices faites devant des petits groupes d'élèves par des assistants.

— Interrogations et devoirs à la maison assez fréquents. Quelques examens oraux et écrits (composition).

— Cours rédigé par le professeur, édité avec soin et distribué aux élèves dès le début de l'année.

L'horaire dépend des écoles. A l'École Nationale Supérieure de l'Aéronautique, il y a deux leçons de 1 h 30 (75 élèves) et une séance d'exercices de 1 h 30 (3 groupes de 25 élèves), chaque semaine, pendant la première année. Il y a en outre un petit nombre de leçons supplémentaires en troisième année, aux options qui auront besoin d'aérodynamique.

Le rendement de cet enseignement n'est pas mauvais, mais il n'est pas non plus excellent, pour diverses raisons. Les élèves, fatigués par les années de spéciales, et pratiquement libérés de tout souci, puisque l'école n'admet pas plus d'élèves qu'elle ne souhaite en voir sortir, ont tendance à se relâcher. D'autre part, leur charge de travail est considérable, et le temps qu'ils peuvent consacrer aux mathématiques en particulier est trop court. Il est donc rare qu'ils connaissent vraiment le programme à fond.

A l'université, les méthodes sont assez analogues. Mais l'habitude du cours rédigé n'est pas encore prise partout, et les «amphis» ont souvent un effectif trop nombreux pour pouvoir être traités en «classe». Les étudiants doivent passer un examen de licence, ce qui est beaucoup plus aléatoire que d'atteindre la moyenne globale minima exigée dans les écoles. Le travail universitaire est moins dispersé et plus spécialisé, mais aussi moins contrôlé et moins guidé que celui des élèves des grandes écoles.

Avant la grande école ou l'année de licence, l'étudiant est en propédeutique : mathématiques supérieures et mathématiques spéciales. M.G.P. (Mathématiques générales et Physique, anciennes Mathématiques générales) ou M.P.C. (Mathématiques, Physique et Chimie). En principe, M.G.P. est un certificat de mathématiques pures, qui ne conduit pas aux écoles d'ingénieurs ni à T.M.P., mais à la préparation des certificats de mathématiques M_1 et M_2 (ancien certificat de calcul différentiel et intégral). M.P.C. a pour suite logique T.M.P. Les classes propédeutiques des lycées ont pour issue logique les concours d'entrée aux grandes écoles. Les programmes de ces diverses sortes d'enseignement ont aujourd'hui tendance à s'unifier. Le programme de mathématiques spéciales s'oriente vers une abstraction plus poussée, un peu inférieure à celle de M.G.P., mais pénétrant plus au fond des principes que M.P.C. Il diffère surtout de M.G.P. par l'importance qu'y conserve la géométrie analytique. On peut se demander s'il est bien utile pour l'ingénieur d'avoir passé tellement de temps à étudier la géométrie analytique des courbes et des surfaces (je ne parle pas de la géométrie descriptive, qui est à l'agonie).

Même s'il arrive par exemple qu'un ingénieur ait une fois besoin des propriétés des courbes unicursales, il est probable que bien des questions d'algèbre et d'analyse lui

serviront d'une façon plus courant. Il y a tout intérêt, dans l'enseignement de base, à leur donner la préférence.

Dans son état actuel, le programme de spéciales est un peu lourd, car les modifications récentes ont consisté en plus d'additions que de remplacements ou de suppressions. Il contient trop de géométrie, et est trop timide en algèbre et en analyse. C'est ainsi que les formules de Stokes et d'Ostrogradsky, introduites en vue de la physique, ne doivent donner lieu à aucune question d'écrit ni d'oral en mathématiques. Il serait souhaitable que ces questions fussent effectivement intégrées au programme. Il en est de même de la définition de l'intégrale de Riemann, limitée sans raison au cas des fonctions continues (les plus simples des fonctions intégrales ne sont pas continues ; ce sont les fonctions en escalier), et des bases de l'algèbre linéaire. On s'étonne que le programme ait oublié l'addition des matrices et leur multiplication par un scalaire. On s'étonne aussi que le programme ait prévu indépendamment et successivement la théorie des vecteurs, puis la notion d'espace vectoriel*. Il est probablement prudent d'enseigner d'abord une théorie élémentaire et géométrique des vecteurs. C'est le rôle de l'enseignement secondaire. Mais en propédeutique, une axiomatique raisonnable semble plus indiquée. Si la vitesse d'un avion se compose avec celle du vent suivant *la règle du parallélogramme*, ce n'est pas parce que la vitesse est un segment dans lequel une extrémité porte une flèche. C'est parce que la vitesse, grandeur physique, obéit à une loi de composition d'origine physique. Cette loi est la même que celle de la composition des vecteurs de la géométrie élémentaire, et une habitude, d'ailleurs commode, conduit à représenter la vitesse par un vecteur géométrique. Peut-être n'est-il pas inutile de bien faire comprendre à un élève de 18 ans cette distinction, qui met bien en évidence

l'intérêt de l'axiomatique, et l'étendue de son champ d'application.

Quelques corrections rendront le programme de spéciales plus cohérent. Mais il n'en reste pas moins une simples introduction au programme qui doit connaître l'ingénieur. Or le programme de spéciales est étudié à loisir et en vue d'un concours, alors que le programme «supérieur», peut-être plus étendu, est proposé à des étudiants qui, reçus à une école, n'ont plus guère d'inquiétudes sur leur avenir et n'ont plus de sanctions à craindre. On voit ainsi les avantages et les inconvénients de la formation des ingénieurs par la voie des concours et des grandes écoles. Ils savent bien, trop bien même, les bases. Ce qu'ils ont appris en spéciales reste présent à leur mémoire pendant bien des années après leur sortie d'école. Mais ils sont beaucoup plus hésitants lorsqu'il s'agit d'appliquer les connaissances acquises dans l'enseignement supérieur, et qui devraient constituer l'essentiel de leur culture mathématique. Il est bien difficile de prononcer un jugement définitif pour ou contre les spéciales. Supprimer la garantie qu'elles offrent n'aurait peut-être pas uniquement des conséquences heureuses. On peut cependant se demander s'il ne serait pas possible de trouver un meilleur équilibre.

Examinons maintenant la participation de l'enseignement secondaire à cette formation mathématique des ingénieurs. On est un peu effrayé du peu de connaissances acquises pendant les sept années qui conduisent au baccalauréat et de l'effort énorme que cela implique pour les deux années de propédeutique au lycée et l'année de formation scientifique supérieure. Il est bien évident que les conditions de l'enseignement secondaire sont très différentes de celles de l'enseignement supérieur et que l'objectif n'est pas le même. Les mathématiques y sont une matière parmi bien d'autres. Il faut beaucoup de temps pour initier à l'algèbre et à la géométrie des

enfants dont la future orientation ne peut pas encore être décelée, et à qui on a tout à apprendre, y compris l'orthographe, la rédaction, et l'art de travailler avec ordre. Les résultats français ne sont d'ailleurs pas inférieurs à ceux de certains pays étrangers. C'est ainsi qu'aux États-Unis on s'inquiète beaucoup de la médiocrité du niveau des étudiants qui entrent au collège (c'est-à-dire en propédeutique). Certains ne savent pas résoudre une équation du second degré. Ils l'apprennent d'ailleurs très vite, et leur retard initial ne se manifeste pas longtemps. A l'École Polytechnique Fédérale de Zurich, la situation est encore plus franche. On admet en première année, sans examen, aussi bien les bacheliers de philosophie que ceux de mathématiques. La situation en France est plus favorable, au moins en apparence. Cependant, le programme du baccalauréat de mathématiques élémentaires, pratiquement immuable depuis 57 ans, n'est guère satisfaisant.

Dans la mesure où l'enseignement secondaire contribue à préparer l'entrée dans les grandes écoles scientifiques ou dans les universités, il n'est pas très bien adapté à jouer ce rôle. L'importance traditionnelle donnée à la géométrie est exagérée, et l'initiation à l'algèbre se fait trop lentement. La géométrie élémentaire est une science difficile, et elle n'est pas plus formatrice que l'algèbre. Pourquoi son enseignement commence-t-il si tôt, et fait-il l'objet de tant de redites? Il y aurait intérêt à séparer nettement la géométrie pratique, science physique qu'on apprend dès l'école primaire, et la géométrie logique, qui exige une certaine maturité d'esprit. Considérons par exemple l'énoncé suivant: «la somme des angles d'un triangle est égale à deux droits». Cet énoncé est facile à vérifier expérimentalement, avec une précision honorable. Mais, en tant que théorème, il est inexact. Il lui manque la proposition, toujours sous-entendue: «si l'en-

ensemble» de tels et tels axiomes est vérifié, alors...». Ces axiomes traduisent des propriétés physiques de l'univers, valables localement avec une certaine précision. Mais ce n'est pas en 5^e ou 4^e que de telles subtilités peuvent être expliquées aux élèves. Alors, pourquoi leur faire croire qu'on a, enfin, démontré une propriété des triangles qui jusque là n'était qu'un vulgaire fait expérimental? Peut-être serait-il plus honnête de rester quelques années de plus au stade de la géométrie pratique et de ne commencer à faire des démonstrations que lorsque les élèves peuvent vraiment comprendre ce qu'elles signifient. L'enseignement de la géométrie élémentaire est d'ailleurs encombré traditionnellement par une foule de théorèmes peu indispensables. Est-il vraiment nécessaire de laisser au programme l'étude métrique des sections planes d'un cône de révolution alors que, avec un minimum de géométrie analytique, l'étude des sections planes d'un cône du second degré quelconque est si facile, et conduit à la propriété projective générale des coniques?

Contrairement à celles de la géométrie, les bases logiques de l'algèbre sont simples. Il n'est pas question de les exposer axiomatiquement dans les classes de début. Mais il est facile d'énoncer avec précision les règles du calcul algébrique, et d'exercer très tôt les élèves à les employer, à résoudre des équations du premier et du second degré, et à utiliser les représentations graphiques. On pourrait introduire plus vite et avec moins de timidité la notion de limite, l'usage des dérivées et les éléments de trigonométrie.

Si toutes ces notions étaient définitivement acquises pour la première partie du baccalauréat, on éviterait des redites en mathématiques élémentaires, et on pourrait introduire dans cette classe quelques questions qui figurent au programme de la classe de mathématiques supérieurs et qui n'exigent pas de bases théoriques étendues: notion

d'intégration (comme opération inverse de la dérivation), usage du signe somme, de l'intégration par parties et des changements de variables, nombres complexes (opérations et applications géométriques), éléments de calcul vectoriel (y compris les notions de produit scalaire et de produit vectoriel) notions de géométrie analytique (droite, plan, cercle sphère, coniques). De telles modifications de programme ne semblent pas utopiques. Il ne serait probablement pas très difficile d'éviter beaucoup de perte de temps et de désordre dans les six premières années d'enseignement secondaire. Les avantages en seraient nombreux: d'abord le programme de mathématiques serait mieux adapté à celui de physique. Ensuite les classes de spéciales seraient allégées d'une partie élémentaire, mais non négligeable, de leur programme. Cela permettrait, sans surcharge, d'aller un peu plus loin, et de débarrasser les programmes de l'enseignement supérieur de notions qui, à ce niveau, sont élémentaires et prennent du temps. Il serait alors possible d'insister un peu plus longuement sur des questions importantes, qui arrivent toujours en fin d'année et risquent d'être un peu sacrifiées (problèmes aux limites, équations aux dérivées partielles). La réforme de la classe de Spéciales ne peut être vraiment efficace que si elle s'accompagne d'une réforme des programmes secondaires.

Je poserai pour terminer une question, valable à tous les niveaux: l'enseignement des mathématiques doit-il être abstrait? Quelle part le concret doit-il y jouer? Il est difficile de répondre à cette question pour la partie élémentaire de l'enseignement, pendant laquelle les élèves ne savent pas encore vers quelle profession ils s'orienteront. J'ai déjà signalé les deux aspects de la géométrie: géométrie logique, et géométrie pratique, qui ont tous les deux leur utilité pour la formation générale des enfants, mais qu'il est préférable de ne pas trop mêler sans

précautions. Il y a, à tous les niveaux, des questions qui seront mieux comprises sous forme abstraite, axiomatique, et d'autres pour lesquelles une exposition concrète est plus indiquée. Cela ne veut pas dire que la rigueur, c'est-à-dire l'exactitude, en soit exclue. Cela veut seulement dire qu'on part de cas particuliers et d'exemples pour s'acheminer progressivement vers les résultats généraux, quitte à s'arrêter en route si cela prend trop de temps ou devient trop difficile. On est assez souvent conduit, dans les grandes écoles, à énoncer sans les démontrer des théorèmes dont les élèves auront à se servir. C'est souvent le cas pour des théorèmes d'existence.

En ce qui concerne les exercices, un juste milieu est à trouver. A quelque niveau que ce soit, il semble peu praticable pour le professeur de mathématiques de donner des exercices dont l'énoncé soit concret et proche des applications. Ce qui est vrai au niveau supérieur l'est aussi au lycée. Si le programme est bien équilibré, le professeur de physique appliquera les mathématiques à des problèmes de physique. Il ne considérera pas les mathématiques comme le but du problème, mais il n'aura pas non plus à leur égard de suspicion, et il se rappellera que les mathématiques qu'il emploie, même si, comme cela est souhaitable, elles ont déjà été enseignées aux élèves, ne leur sont pas encore très familières. D'où la nécessité de liaisons fréquentes entre les deux professeurs. Elles éviteront peut-être que les élèves soient si souvent déconcertés en physique par l'emploi sans précautions du calcul algébrique, ou au contraire par une prudence tout à fait exagérée dans la mise en oeuvre d'un appareil mathématique approprié. Les mathématiques sont faites pour servir. Cela ne masque pas la «réalité physique» de parler de dérivées, de fonctions linéaires ou d'homographie. Au contraire, cela permet de mieux la dégager.

Finalement, les exercices de mathématiques atteignent le concret par le dessin et le calcul numérique.

Le *dessin géométrique* a depuis longtemps droit de cité dans l'enseignement secondaire. Mais peut-être sa mise en œuvre pourrait-elle être améliorée et rendue plus systématique. On n'apprend pas assez aux élèves à dessiner avec précision, en utilisant des instruments de bonne qualité. Il faudrait illustrer toutes les constructions géométriques, toutes les recherches de lieux, par un dessin géométrique *précis*. On devrait d'abord construire le lieu par points, en utilisant directement les hypothèses, puis passer à la démonstration, et enfin, ayant reconnu la nature du lieu (droite ou cercle), le construire à la règle ou au compas d'après ses propriétés démontrées. Il ne faut pas réduire ces petits problèmes à la démonstration d'un théorème d'existence. Et le dessin peut avoir bien d'autres applications dès qu'on commence à savoir représenter graphiquement des fonctions.

En ce qui concerne le *calcul numérique*, le problème est plus complexe, car faute de programmes bien faits et de matériel, il est à peine entré dans les traditions de l'enseignement secondaire. Le programme de spéciales, qui est en période d'évolution, se dégage à peine des conventions du *calcul logarithmique*. Il faut donc tout reprendre au niveau de l'enseignement supérieur. On est effrayé des erreurs grossières que des étudiants de 20 ans font, sans s'en apercevoir, dans leurs calculs. On est effrayé de leur ignorance des moyens de calcul les plus usuels, des méthodes d'évaluation des limites d'erreur, et des procédés de vérification. Tout cela pourrait être déblayé dès l'enseignement secondaire. Lorsqu'un élève connaît la signification des symboles π ou $\sqrt{2}$, qu'on lui apprenne à les utiliser dans les calculs, et à apprécier l'erreur commise! C'est le rôle du professeur de mathématiques d'exer-

cer les élèves à calculer. Le professeur de physique ne doit être là qu'un utilisateur. Et cela est vrai aussi pour l'emploi des instruments. L'usage de la règle à calcul devrait être obligatoire dès la classe de 2^e (il n'est pas nécessaire de connaître la théorie). Comment se fait-il que les élèves sachent mesurer des longueurs (ils l'apprennent en mathématiques et en physique) et se servir de balances, mais qu'ils ignorent l'existence des planimètres pour mesurer les aires planes ?

Il est temps de résumer et de conclure. Quelles que soient les réformes qu'il peut être souhaitable d'apporter à l'organisation des grandes écoles, leur programme restera toujours chargé. Le programme maximum des classes de préparation ne risque donc pas d'être réduit. Tout allègement de ce programme doit avoir sa répercussion dans la classe de mathématiques élémentaires, classe

déjà spécialisée. Une modification du programme de la seconde partie du baccalauréat n'est acceptable que si l'efficacité de l'enseignement des mathématiques dans les classes secondaires est améliorée. Il faut bien pour cela procéder à quelques réformes, qui ne sont pas des révolutions : séparation plus franche entre le concret et l'abstrait; entraînement plus précoce et plus systématique au calcul arithmétique et algébrique, remise en ordre et simplification du programme de géométrie logique. Rien de tout cela ne semble incompatible avec l'esprit ni avec les horaires de l'enseignement secondaire *.

J. Bass

* L'article de M. Bass constitue la mise au point, par l'auteur lui-même, de la conférence faite, sous le même titre, lors des journées d'études organisées à Paris (7-8-9 mai 1959) par l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public.

Une particularité de l'enseignement français: les mathématiques spéciales

Andre Adler

Professeur de Mathématiques Spéciales
Paris

Il faut faire un peu d'histoire pour bien comprendre cette particularité de l'Enseignement dans notre pays. La Convention, en créant l'Ecole Polytechnique en 1794, école qui a formé pendant 150 ans une grande partie des cadres administratifs et techniques, a influé sur tout l'enseignement, tant secondaire que supérieur. Cette école, qui a fourni également au XIX^e siècle la plupart des grands savants, dont HENRI POINCARÉ, a eu immédiatement un grand prestige aux yeux des jeunes gens et des familles. L'entrée y est subordonnée à un concours difficile que l'on prépara dans les lycées napoléoniens, au cours d'une ou deux années dans une classe de mathématiques spéciales qui se place après le baccalauréat.

L'Ecole Polytechnique est la plus connue des «Grandes Ecoles» françaises, mais ce n'est pas la seule; il faut y ajouter d'autres écoles techniques: celles des Mines et des Ponts et Chaussées, l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures créée en 1828, et une école d'un type différent: l'Ecole Normale Supérieur, destinée, à l'origine, à former des professeurs de l'Enseignement secondaire.

Toutes ces écoles se préparant dans les classes de mathématiques spéciales qui sélectionnent les plus doués en sciences des lycéens et qui, au cours d'une scolarité de deux ou trois années donnent le bagage

scientifique (mathématiques, physique, chimie) suffisant pour affronter des concours difficiles où les candidats sont nombreux.

* * *

Ce court historique permettra sans doute de comprendre l'une des voies qui s'offrent actuellement, dans notre pays, pour aborder les mathématiques, l'autre étant naturellement l'Université où jeunes gens et jeunes filles entrent avec leur diplôme du baccalauréat.

Examinons les programmes et les méthodes de ces classes de mathématiques spéciales. Nous ne considérerons ici que ce qui a trait aux mathématiques.

Au cours de deux années (souvent de trois années), car, étant donnée la difficulté, beaucoup d'élèves s'y prennent à plusieurs fois pour forcer la porte des écoles, les étudiants ont à étudier :

l'algèbre classique, y compris l'algèbre linéaire moderne,

le calcul différentiel et le calcul intégral (sans la théorie des équations aux dérivées partielles),

la géométrie analytique classique, y

compris les notions relatives aux coniques et aux quadriques,
la mécanique rationnelle (cinématique du point et du solide, dynamique du point),
la géométrie descriptive (cônes, cylindres, surfaces de révolution, paraboloidé, hyperbolique),
et des notions élémentaires de calcul numérique.

Ce programme a été modernisé en 1957 par l'adjonction de l'algèbre linéaire (en particulier, la théorie des matrices), mais a été simplifié en géométrie descriptive.

Cet enseignement correspond donc à peu près à la première année de l'Université (propédeutique) pour l'algèbre et l'analyse. Il est beaucoup plus complet pour les autres matières (géométrie analytique et descriptive, mécanique).

Les méthodes sont par contre tout à fait différentes de celles de l'Université et rappellent beaucoup plus celles du Lycée : par la discipline, par la vérification constante des connaissances des élèves. En particulier, un système d'interrogations (chaque étudiant est interrogé pendant vingt minutes chaque semaine par un examinateur différent de son maître) tient les élèves en haleine et permet en outre une sélection permanente.

Ces méthodes sont sous l'influence constante des concours. Les élèves se préparent à des épreuves très précises qui ont leurs règles. Beaucoup d'étudiants, poussés par la nécessité d'affronter ces concours où la concurrence est grande (1.800 candidats à l'Ecole Polytechnique pour 300 places) perdent de vue les grandes théories mathématiques pour ne plus étudier que des « questions d'examen ».

Une des particularités de ces concours est qu'à côté des mathématiques qui jouent un rôle prépondérant, à côté de la physique et de la

chimie, on trouve des épreuves de français (une ou plusieurs dissertations), de langues étrangères, de dessin technique.

Une autre particularité des sujets de mathématiques, qui vaut, je crois, la peine d'être notée, c'est leur unité. Alors que dans beaucoup d'universités étrangères un sujet de licence comprend de nombreuses questions absolument distinctes, le sujet d'analyse ou de géométrie analytique qui doit être traité au cours d'une épreuve écrite dont la durée est en général de quatre heures comprend une seule question, aux difficultés graduées, se développant autour d'une idée directrice.

Avantages et inconvénients de ce système

Les étudiants soumis à ce système connaissent à fond les matières étudiées. Subissant un rythme hebdomadaire d'interrogations, ils ne peuvent pas négliger leur travail. Aussi leur rendement est-il très élevé. Les faux étudiants sont rapidement éliminés dans une préparation où ils n'ont pas leur place. La concurrence et la préparation de concours difficiles permettent d'obtenir d'eux un travail intensif qu'il faut savoir freiner pour éviter le surmenage et la maladie. Les professeurs sont en contact permanent avec leurs élèves ; ils connaissent parfaitement leurs lacunes et peuvent les aider à les combler.

Mais, on comprend aussi les inconvénients de la méthode. Les cours des professeurs peuvent se scléroser dans la préparation de concours bien particuliers ; ils n'évoluent pas assez vite et un décalage risque de se produire entre les mathématiques enseignées à l'Université et celles des classes de mathématiques spéciales. Enfin, les étudiants sont hypnotisés par la perspective du concours et n'ont pas le temps de s'intéresser aux questions particulières qui pourraient les attirer.

Les perspectives d'avenir

Les professeurs de mathématiques dans les Universités ont attiré depuis plusieurs années l'attention sur ces dangers. Certains sont effrayés par le décalage entre la science moderne qui s'élabore chaque jour et les mathématiques qui s'enseignent dans ces classes. Déjà, comme il a été dit, les programmes de mathématiques spéciales ont été remaniés et, sans doute, le seront-ils de nouveau, dans un avenir proche ; mais, il ne faut pas oublier que le rôle de nos classes de mathématiques spéciales est non pas de former des spécialistes, mais de futurs ingénieurs, de futurs techniciens, pour qui les mathématiques sont un outil dont ils doivent se servir parfaitement.

La crise de l'enseignement des mathématiques en France est donc liée aux progrès très rapides de cette science et à l'abstraction des notions qu'elle élabore. Beaucoup

d'ingénieurs qui utiliseront l'outil ne semblent pas capables de comprendre toute l'importance de ces idées qui ont révolutionné l'algèbre et l'analyse modernes. Il faudra donc concevoir deux enseignements très différenciés pour deux types d'étudiants. Les classes de mathématiques spéciales devront donc, si elles veulent se survivre, se scinder en deux options, l'une destinée aux futurs techniciens et ingénieurs d'application, l'autre aux ingénieurs mathématiciens, spécialistes de statistique, de recherche opérationnelle, de mécanique nucléaire et quantique. Quant au rôle de l'Université, il serait de former les chercheurs et les professeurs.

Les difficultés actuelles auxquelles se heurte tout l'enseignement en France : manque de moyens matériels et surtout manque d'enseignants, ne permettent pas de dire si un pareil projet pourra se réaliser à brève échéance.

Andre Adler

L'insegnamento della matematica nelle scuole secondarie italiane ()*

Emma Castelnuovo
Scuola Media Tasso — Roma

I programmi attuali di matematica sono evidentemente il frutto di cambiamenti e di rimaneggiamenti che si sono succeduti ormai da un secolo: orari e direttive hanno avuto delle oscillazioni larghe e frequenti in principio, piccole e lente da quasi quaranta anni. Ma le acque non sono tranquille: commissioni ministeriali, inchieste fra il corpo insegnante e le associazioni matematiche, congressi, articoli in riviste specifiche e anche in giornali quotidiani rivelano inquietudini e scontento nella scuola e nella società.

Perchè, come avremo ancora occasione di dire in queste pagine, mai come oggi la società scolastica è cambiata così rapidamente, e la società lavorativa ci richiede ogni giorno di più degli elementi scientificamente preparati per occupare anche i più modesti posti d'impiego. E la scuola deve fare qualche cosa. Ma — ripeto —, fino ad oggi non vi sono sulla carta radicali cambiamenti. I risultati delle inchieste che si conducono sono ancora assai mediocri, e, a distanza di sessanta anni, sono proprio attuali per noi le parole pronunciate da JULES TANNERY a proposito dell'insegnamento francese: «De temps en temps des hommes

graves et compétents, très soucieux des intérêts sur lesquels ils sont consultés, se réunissent pour reviser et discuter les programmes, toujours avec l'intention de les alléger; ils arrivent à déplacer un alinéa, quelque fois à en supprimer ou en ajouter un autre»⁽¹⁾.

Ai nostri programmi sono premesse delle brevi direttive, delle indicazioni sul metodo da seguire, ma i metodi didattici potrebbero essere i più vari, liberi come siamo nella scuola italiana nella funzione del nostro esercizio, liberi nella scelta dei testi scolastici (che possono essere redatti da qualunque professore), liberi di farci un'idea del tutto personale della nostra missione fin dall'inizio dell'insegnamento, dato che la maggioranza delle Università non dà alcuna orientazione didattica ai giovani che si preparano a diventare professori di scuole secondarie.

D'altra parte, chiunque analizzi programmi, direttive e testi scolastici è colpito da alcuni orientamenti, tipici della scuola italiana; è proprio di questi che ci proponiamo di discutere. Divideremo questa relazione in tre parti:

- 1) l'insegnamento della geometria;
- 2) l'insegnamento dell'aritmetica e dell'algebra;
- 3) conclusioni.

(1) «Les mathématiques dans l'enseignement», Revue de Paris, 1900.

(*) Questo articolo riproduce una comunicazione tenuta da EMMA CASTELNUOVO alle «Journées internationales pour l'enseignement des mathématiques» che hanno avuto luogo a Sèvres (Parigi) nel febbraio del 1955, comunicazione che fu pubblicata nella rivista «Il Centro», Firenze, aprile-maggio 1955.

L'insegnamento della geometria

Un rapporto sull'insegnamento della geometria nelle nostre scuole non può fare a meno di portare l'attenzione sulla storia di questo insegnamento nel nostro paese e sull'influenza esercitata su tale insegnamento da parte di alcuni matematici. È di questo che mi propongo di parlare.

Geometria razionale

È ormai quasi un secolo che per l'insegnamento della geometria si segue in Italia la tradizione euclidea. Nel 1867, infatti, sotto l'influenza di matematici come CREMONA, BETTI e BRIOSCHI, si stabilì di abbandonare il corso geometrico-algebrico di LEGENDRE per seguire un insegnamento puramente sintetico sul modello degli «Elementi» di EUCLIDE. «I nostri ginnasi e licei — sono le parole di BRIOSCHI e CREMONA pronunciate nel 1869 — sono destinati a dare una cultura elevata, eccezionale. Importa che in essi i giovani apprendano a ragionare, a dimostrare, a dedurre: non giovano dunque i mezzi celeri né i libri nei quali la geometria è mescolata con l'aritmetica e con l'algebra; l'EUCLIDE è veramente il testo che meglio serve a questi fini»¹⁾.

È proprio per l'influenza di questi matematici che negli ultimi trenta anni dell'800 si ebbe una fioritura di testi di geometria con questo indirizzo.

Le prime opere, per esempio quelle di SANNIA e D'OVIDIO (1869) e di FAIFOFER (1878), cominciavano con le nozioni generali di linea e superficie e fra queste fissavano con dei postulati la retta e il piano. Ma i risultati della critica dei principi fecero riconoscere che non era rigoroso partire da nozioni così generali, come la linea e la

superficie, che non si poteva definire. È appunto la critica dei principi che fece nascere dei testi scolastici, come quelli di VERONESE (1897) e di ENRIQUES-AMALDI (1903), in cui si parte dagli enti geometrici più semplici (il punto, la retta, il piano), assunti come enti primitivi, e, dopo averne fissato il significato con degli opportuni postulati, si procede alla costruzione e allo studio di enti meno semplici.

Le differenze che si notano fra un testo e l'altro, tutti dei veri modelli di rigore, si devono alla diversa trattazione di alcuni capitoli. Per esempio, per quanto riguarda l'uguaglianza, vi sono degli autori (ENRIQUES-AMALDI) che, sempre seguendo il trattato euclideo, ne precisano l'esposizione «illuminandolo con delle osservazioni intuitive in cui viene fatto largo uso del movimento»⁽²⁾; altri invece (SEVERI, 1926) preferiscono introdurre il movimento in tutta la sua generalità come corrispondenza fra i piani o gli spazi.

Abbiamo voluto dare sia pur brevemente un'idea delle preoccupazioni che da parecchie decine di anni hanno gli autori dei testi di geometria razionale. Il problema non sembra ancora oggi quello di cambiare di metodo ma quello di trattare questo o quel capitolo seguendo l'uno o l'altro indirizzo, cercando sempre di conciliare un'esposizione rigorosamente deduttiva con l'intuizione psicologica dell'ente o della proprietà introdotta.

Si deve insomma riconoscere che non molto è stato cambiato dalla fine del secolo scorso; fra i testi di geometria razionale recentemente pubblicati molti si sono ispirati ai due classici: quello di ENRIQUES-AMALDI e quello di SEVERI.

(1) Giornale di Matematiche, 1869.

(2) F. ENRIQUES: «Les modifications essentielles de l'enseignement mathématique dans les principaux pays depuis 1910». L'enseignement mathématique, Genève, 1929, pag. 16.

La geometria intuitiva

Tuttavia, in questo regime di rigore a cui si è inspirato da tempo l'insegnamento della geometria in Italia, vi è qualcosa che colpisce l'attenzione di chi esamina i programmi, anche quelli della fine del secolo scorso. Infatti, nel 1881, in un'epoca cioè in cui si guardava più dalla parte della cattedra che da quella dei banchi, più al maestro che all'allievo, in un'epoca in cui si considerava più la materia in sè che il modo di rendere accessibile questa materia ai ragazzi, si comprese che un insegnamento euclideo non era indicato per la prima adolescenza. Una legge del 1881 prescrive di dividere l'insegnamento della geometria in due cicli: un primo ciclo di tre anni (cioè per i bambini dagli 11 ai 14 anni) dedicato alla geometria sperimentale o costruttiva o intuitiva (quest'ultima denominazione è quella del 1881 ed è l'attuale) e un secondo ciclo in cui si seguia l'indirizzo euclideo.

L'insegnamento della geometria intuitiva risale dunque in Italia a circa 80 anni fa.

Ma l'influenza delle disposizioni primitive di Cremona era così grande che anche i testi di geometria intuitiva seguirono e seguono generalmente anche ora la linea euclidea, senza fermarsi sulle dimostrazioni, senza spiegare agli allievi il collegamento dei teoremi e il perchè della linea seguita, e dando invece una grande importanza alla parte sperimentale.

Vi sono oggi due tendenze opposte nei riguardi di questo insegnamento: l'una vorrebbe smorzare il più possibile il salto fra l'intuitivo e il razionale sostituendo i due cicli con un unico corso in cui venga ad attuarsi a poco a poco la progressività del rigore matematico; l'altra tendenza invece vorrebbe staccarsi decisamente dalla linea tradizionale sottolineando sempre di più la differenza fra i due cicli.

Vi sono evidentemente più modi per

sviluppare un primo insegnamento della geometria senza attenersi alla linea euclidea: quello che seguiamo personalmente fa ripercorrere al bambino, a grandi linee, lo sviluppo delle idee matematiche nel corso della storia, una storia della matematica non nel senso di cronaca ma un succedersi dei principali argomenti di geometria secondo un certo ordine reso necessario da una logica degli avvenimenti; potremo in breve chiamarla una storia sociale della geometria. Questo metodo, che viene sperimentato da una decina di anni da alcuni insegnanti, rende la classe di geometria una vera fucina d'attività e dà al bambino, con l'inquietudine della ricerca e la gioia della scoperta, il vero senso del coraggio intellettuale.

Qualche considerazione sull'insegnamento della geometria razionale

Abbiamo esposto finora, per l'insegnamento della geometria razionale, il metodo freddo che viene dalla lettura dei programmi, delle direttive, dei testi scolastici. Ma anche i libri nascondono sempre qualche cosa di vivo e di umano.

Chercherò di rompere questa barriera facendovi entrare in una classe: vi farete allora l'idea di un altro metodo che è dovuto all'influenza esercitata nell'ambiente scolastico da FEDERIGO ENRIQUES. L'influenza che questo matematico ha avuto ed ha ancora nelle nostre scuole non è dovuta solamente ai suoi testi scolastici, fra i quali gli «Elementi di geometria», di cui abbiamo ora parlato. Abbiamo detto che ha voluto dare con questa opera un modello di perfezione logica; questo trattato ha un carattere deduttivo, dunque statico. Si sono prese alla lettera le parole di BRIOSCHI e CREMONA «ciò che importa di più è che i giovani apprendano a ragionare, a dimostrare, a dedurre».

Ora, questo indirizzo statico non era certo nelle idee di ENRIQUES; ENRIQUES che nei suoi lavori riguardanti sia la storia della matematica che la critica dei principi, o nelle sue opere di pura matematica, come la «Teoria geometrica delle equazioni», scriveva: «Alla base delle aspirazioni puriste resta l'antico modello classico del trattato che si riattacca alla venerabile tradizione dell'EUCLIDE: l'idea di una scienza razionale logicamente ordinata come teoria deduttiva, che debba apparire in ogni sua parte chiusa e perfetta, che discendendo dai concetti più generali alle applicazioni particolari, respinga da sè le incerte e mutevoli suggestioni del concreto, tutto quanto ricordi il passato oscuro della ricerca o scopra nuove difficoltà, rompendo l'armonia del sistema.

Ma questo ideale del sistema contrasta d'altra parte colla generale filosofia della scienza, frutto della critica moderna. Infatti la critica logica e gnoseologica..., approfondendo la veduta della scienza nel suo divenire, oltrepassa l'opposizione fra metodo deduttivo e metodo induttivo, giungendo a considerare la deduzione stessa come fase di un processo unico che sale dal particolare al generale per ridiscendere al particolare...

La comprensione storica della scienza mira a scoprire nel possesso l'acquisto, e si vale di quello per chiarire il cammino dell'idea, e concepisce questo come prolungantesi oltre ogni limite provvisoriamente raggiunto⁽¹⁾.

Per ENRIQUES questo metodo era non solo ricco di conseguenze nella ricerca pura ma anche suscitatore di entusiasmi in un insegnamento di qualunque grado. Questo metodo conduceva a darsi una ragione dello sviluppo storico della matematica, a comprendere gli errori classici, a mettere in luce i problemi non risolti e quelli non risolubili con gli

elementi e le premesse che erano invece sufficienti alla chiarificazione e alla risoluzione di problemi più semplici. Il numero degli elementi e delle premesse doveva allargarsi, eravamo obbligati ad allargare questo numero se volevamo risolvere quei tali problemi. Questo continuo ampliarsi del mondo matematico, questa considerazione della scienza nella sua evoluzione e non nella sua verità statica, questo desiderio vivo e continuo verso la ricerca, ENRIQUES l'ha trasmesso con le sue opere di storia e di critica non solo ai suoi allievi diretti ma anche a dei maestri che non l'hanno mai conosciuto, alla Scuola italiana tutta.

Sotto l'influenza di FEDERIGO ENRIQUES qualche professore, invece di seguire il testo di geometria mettendo in evidenza la perfezione logica e l'armonia delle connessioni, interpreta i diversi argomenti come una fase della scienza in divenire e quei postulati come delle premesse di quella particolare costruzione.

La libertà d'insegnamento di cui si gode in Italia fa sì che si possono avere nella stessa scuola due corsi paralleli di geometria, affidati ciascuno ad un professore, che risultano molto diversi l'uno dall'altro: due concezioni opposte che, tenendo conto dello sviluppo psicologico del bambino, danno luogo a due corsi di geometria intuitiva; e due concezioni opposte che, riattaccandosi alla filosofia della scienza, danno luogo a due corsi di geometria razionale.

L'insegnamento dell'aritmetica e dell'algebra

Chi legge i nostri programmi di matematica è colpito dal fatto che l'insegnamento dell'aritmetica viene svolto solo nei primi due anni della «Scuola media», e non vi si ritorna, da un punto di vista razionale, nella maggior parte degli istituti.

⁽¹⁾ «Teoria geometrica delle equazioni», vol. I, Prefazione. Bologna, Edizione Zanichelli, 1915.

L'insegnamento dell'aritmetica ha dunque un carattere del tutto pratico data l'età degli allievi; questo insegnamento dovrebbe dare una visione generale delle applicazioni della matematica nei campi più vari, portando il bambino a riflettere sulla vita di ogni giorno a casa, negli uffici, nelle fabbriche, e dandogli un'idea, sia pur modesta e vaga, della vita dei laboratori scientifici dove la prima osservazione qualitativa si traduce poi in dati quantitativi, si traduce «nel numero». Un corso d'aritmetica, dovrebbe dare poi, sia pur da un punto di vista molto elementare, un'idea dell'estensione del concetto di numero, e far rivivere le crisi attraversate dall'umanità nel passaggio da numero intero a numero frazionario, a numero irrazionale.

Ma, come abbiamo detto prima, non esiste un secondo corso di aritmetica, un corso cioè in cui la materia venga riordinata da un punto di vista razionale, mettendo in luce il valore costruttivo delle proprietà formali. È solo nell'Istituto Magistrale (l'istituto per formare i maestri elementari) che lo studio dell'aritmetica viene ripreso sotto il nome di aritmetica razionale; ma, allora, numeri interi, frazioni e loro operazioni sono analizzati soprattutto da un punto di vista didattico, facendo considerare ai giovani le varie metodologie che potranno applicare un giorno quando diverranno insegnanti di scuola elementare.

Algebra

Da una ventina di anni l'insegnamento dell'algebra si svolge in due cicli, come quello della geometria. Il primo ciclo ha la durata di un anno (la terza classe della Scuola media) ed è dedicato a dei ragazzi di 13 anni.

Nell'idea dei legislatori questo primo ciclo aveva un significato ben preciso: si voleva dare agli allievi che terminano i loro studi

dopo le tre classi della scuola media uno strumento per la risoluzione di problemi pratici di 1.^o grado; si voleva anche che qualche elemento di calcolo letterale portasse i ragazzi a comprendere l'importanza della costruzione di formole generali.

Bisogna però confessare che questo indirizzo non è generalmente seguito nell'insegnamento; ciò è dovuto al fatto che gli autori dei libri di testo di questo primo corso di algebra si sono attenuti strettamente allo spirito che informa i libri di algebra dei corsi superiori, e hanno quindi riprodotto in forma abbreviata e semplificata i testi dei licei.

Nelle classi superiori il fine dell'insegnamento dell'algebra è la «messa in equazione», cioè la traduzione in termini algebrici dei problemi più vari di 1.^o e 2.^o grado. Questo studio ha dunque un carattere statico. Prima di arrivare alla messa in equazione viene svolto un insegnamento molto particolareggiato di calcolo letterale, dando forse qualche volta all'allievo l'impressione che tutta l'algebra consista nello sviluppo algoritmico. Per conseguenza, tale insegnamento è spesso assai freddo, il «meccanismo» non potendo portare né calore né vita.

Analisi

Un'altra cosa che colpisce l'attenzione del lettore dei nostri programmi è che i concetti fondamentali dell'analisi (limite, derivata, integrale) sono trattati oggi solamente in due ordini di scuole: il Liceo Scientifico e l'Istituto Tecnico Industriale.

L'insegnamento dell'analisi in queste scuole risale a una cinquantina di anni fa; si era introdotto questo insegnamento sia al fine di dare rilievo alle relazioni fra i diversi rami della matematica, sia allo scopo di far cadere le barriere fra matematiche elementari e matematiche superiori. Ma bisogna riconoscere che questo corso di analisi si stacca in

modo assai netto dal precedente corso di algebra, il fine dell'insegnamento dell'algebra essendo solamente — come abbiamo detto — la «messa in equazione». Per realizzare una continuità fra i due corsi bisognerebbe mettere a base del corso di algebra il concetto di funzione, idea che dei matematici, fra i quali ENRIQUES, avevano suggerito da molto tempo, e che avrebbe reso questo studio più vivo e reale.

Ora, è proprio qui un punto delicato che divide i matematici: ve ne è ancora un certo numero — a dir vero sempre più esiguo — che sostiene che un insegnamento della matematica è tanto più formativo quanto più è sintetico, e che non è quindi opportuno mettere nelle mani degli allievi uno «strumento» che permetta di risolvere i problemi con i metodi generali dell'analisi.

Ma bisogna confessare che queste idee che potevano essere discutibili e forse apprezzabili fino a qualche decina di anni fa non si possono più ammettere ai giorni nostri quando le grandiose scoperte nel campo della fisica e della tecnica trascinano anche le persone meno colte a interessarsi dei lavori scientifici e quindi di matematica. E il giovane, tenuto lontano dalle matematiche del Rinascimento, dà l'impressione dell'artigiano che si applica da solo a un'opera di cesello quando, vicino, il rumore delle fabbriche attesta il lavoro e il progresso della comunità.

Si deve però anche riconoscere che non potremo attuare un ampliamento di programmi fino a che l'orario per il corso di matematica nelle scuole secondarie sarà così limitato.

Conclusione

Cercherò di riassumere quanto ho espresso nei riguardi dell'insegnamento dell'algebra e della geometria con delle considerazioni di

carattere generale sull'insegnamento della matematica nelle scuole secondarie italiane.

Vorrei far cogliere il senso della classe di matematica nel liceo classico e in quello scientifico dando una veduta d'insieme che ha per centro non il maestro ma l'allievo.

In generale la matematica appare all'allievo del liceo classico alla fine dei suoi studi secondari come una disciplina con la quale ha appreso, secondo le parole di Brioschi e Cremona, a «ragionare, a dimostrare, a dedurre» sulle delle questioni così strettamente legate fra loro in modo deductivo che la sua curiosità è del tutto soddisfatta. Il giovane non ha dei problemi nei riguardi del suo corso di matematica.

Per avere una veduta d'insieme della situazione voglio darvi un esempio di tutt'altro genere: il giovane, alla fine del liceo classico, prova la stessa impressione che si ha guardando la facciata del Palazzo Farnese a Roma (quel palazzo del Rinascimento dell'inizio del sedicesimo secolo dove ha sede l'Ambasciata di Francia). Questo palazzo, con le sue linee severe e misurate, dà una profonda sensazione di calma e disserenità; e gli importanti rapporti matematici ai quali si deve appunto questa armonia, il lavoro d'idee e di studi che vi si nascondono, sfuggono a coloro che guardano la facciata, proprio per il fatto che è troppo equilibrata. Sembra che non sia possibile costruire nulla di più perfetto.

Invece, il mondo matematico dell'allievo alla fine del liceo scientifico è molto più esteso, e ricche sono le connessioni ch'egli intravede, ma alla sua mente troppo forzata a cogliere i dettagli sfugge forse la vera essenza della materia studiata.

Per FARVI entrare nello spirito di questo giovane alla fine del suo corso di studi secondari continuerò con la mia analogia di prima facendovi pensare ad un altro palazzo di Roma: la Villa Medici (quel palazzo dell'inizio del diciassettesimo secolo dove ha

sede l'Accademia di Francia). Qui, in questo palazzo, l'austera solennità delle linee è mitigata, non accresciuta, dalla costruzione di due torri che dominano la facciata; perchè queste torri non sono armoniosamente inserite al resto della costruzione. Inoltre l'attenzione di chi guarda è attirata più dalle sculture e dai bassorilievi, che in gran numero ornano la facciata, che dall'insieme: l'occhio si sperde nei dettagli e non riesce a sintetizzare.

Tornando all'insegnamento della matematica dei licei scientifici si comprende come sarebbe essenziale, almeno nell'ultimo anno del corso, un lavoro di sistemazione della materia, lavoro che dovrebbe essere dato con la visione unificatrice offerta dalle matematiche moderne.

Comunque, fino ad oggi, per le tendenze letterarie e storiche che formano per tradizione la caratteristica della cultura italiana, il liceo che sembra avere più qualità formative appare ancora il liceo classico.

Ma, troppo spesso, legati come siamo alla tradizione, se si deve parlare di metodi d'insegnamento, si considerano più i licei delle scuole tecniche. Si deve riconoscere che da noi l'insegnamento della matematica in questo tipo di scuole è svolto da un punto di vista troppo astratto, mettendo in primo piano la struttura deduttiva della geometria e poco fermandosi sulle applicazioni concrete, tanto che la differenza di metodologia con i corsi liceali non è grande. L'esigenza che si nota oggi in questo genere di scuole era stata sottolineata vigorosamente dal matematico GUIDO CASTELNUOVO, già nel 1912: «Se le attitudini del giovane lo portano verso le questioni concrete, egli si ribellerà contro l'eccessivo spirito astratto dei nostri corsi, e non comprenderà l'interesse di una teoria finchè non ne avrà vista qualche pratica conseguenza. Ora è questo il torto precipuo dello spirito dottrinario che invade la nostra scuola. Noi vi insegniamo a diffidare dell'ap-

proximazione, che è realtà, per adorare l'idolo di una perfezione che è illusoria»⁽¹⁾.

Queste parole, pronunciate una cinquantina di anni fa, hanno trovato un ambiente che era allora poco maturo per comprenderle. Oggi queste parole sono ascoltate, ripetute, commentate; non si vuole — si sostiene dovunque nell'ambiente tecnico — che la scienza divenga sempre più aristocratica e che essa faccia astrazione dal lavoro dell'uomo: perchè è lì, nel lavoro umano, che essa trova la sua concretizzazione e, divenendo accessibile a tutti, può accrescere la sua forza e la sua vitalità.

Abbiamo detto all'inizio della relazione che la quasi immobilità dei nostri programmi non significa certo la soddisfazione della Scuola e della Società Italiana.

Infatti, oggi come mai, l'insegnamento matematico e in generale tutto l'insegnamento scientifico nelle scuole secondarie è in crisi in Italia: il contrasto fra il progresso scientifico e le nuove condizioni della società da una parte e, dall'altra, la tradizione culturale che è da noi prevalentemente letteraria, vuole essere attenuato. La società chiede oggi un giusto equilibrio fra gli insegnamenti letterari, filosofici, scientifici; ma la società chiede anche che, proprio col mezzo dell'insegnamento della matematica, la scuola s'inserisca nella vita del paese e che la vita entri nella scuola. E noi siamo convinti personalmente che questo equilibrio e queste aspirazioni sono troppo sentite perchè siano lontane da essere realizzate.

Emma Castelnuovo

⁽¹⁾ «La scuola nei suoi rapporti colla vita e colla scienza moderna»; Atti del III Congresso della Mathesis, 1912.

Faculdades de Ciências

A. César de Freitas

Lisboa

No que vai seguir-se faremos algumas considerações de ordem geral sobre a forma como, em nosso entender, deveriam ser organizadas as Faculdades de Ciências em Portugal para que possam cumprir a missão que lhes é inerente. Procuraremos ser objectivos e apoiar-nos-emos, na medida do possível, na orgânica actual dessas Faculdades sem nos esquecermos porém, que para que as Faculdades de Ciências possam desempenhar a sua missão, indiscutivelmente cada vez mais vital ao País, há que fazer alterações profundas a essa orgânica.

§ 1 — Missão das Faculdades de Ciências.

Tal como qualquer das escolas superiores (Faculdades, Institutos, etc.) actualmente existentes no País os fins duma Faculdade de Ciências são a *Investigação* e o *Ensino*.

Quando dizemos *Investigação* referimo-nos, não só à investigação pura, fundamental, mas ainda a toda e qualquer forma de investigação dirigida tendo em vista as aplicações.

No que respeita ao *Ensino*, o papel duma Faculdade de Ciências é impar. Por um lado compete-lhe preparar Matemáticos, Físicos, Químicos, Biólogos, Geólogos, Geodestas, Astrónomos, exigidos cada vez em maior número por toda a parte. Por outro lado, é nas Faculdades de Ciências que os futuros professores de Ciências (de todos os graus

de ensino) vão adquirir a bagagem científica indispensável à sua actividade. É ainda nessas Faculdades que fazem estudos preparatórios muitos alunos que depois ingressam noutras escolas de carácter aceniuadamente técnico.

§ 2 — Alguns pontos fundamentais a considerar.

Sendo as Faculdades de Ciências estabelecimentos de ensino superior cuja acção é vital para o País e que além disso devem tornar-se elementos preponderantes no progresso não só nacional como da Humanidade em geral, na sua estruturação há que ter em conta os factos seguintes:

1) A Faculdade deve por todas as formas dar aos que nela trabalham — professores-investigadores, alunos e auxiliares — não só todos os meios para que possam tirar o maior rendimento possível do seu trabalho, mas também todos os incentivos julgados apropriados.

2) Deve exigir a todos os que nela trabalham — professores-investigadores, alunos e auxiliares — uma dedicação constante e total, nunca hesitando em pôr de parte aqueles que por qualquer forma tenham rendimento deficiente.

3) A sua orgânica de ensino deve ser tal que lhe permita a actualização imediata dos

conhecimentos a ministrar e uma fácil adaptação a novas exigências do País.

4) Ela não deve exigir a todos os seus graduados o mesmo grau de conhecimentos.

§ 3 – Secções. Graus académicos.

As secções duma Faculdade de Ciências deveriam ser pelo menos as seguintes: *Secção de Matemática, Secção de Física, Secção de Química, Secção de Biologia, Secção de Mineralogia e Geologia, Secção de Astronomia e Geodesia*. Além destas secções a Faculdade deveria possuir institutos de investigação para sectores que não se enquadrem propriamente dentro das secções referidas e que exijam o concurso simultâneo de várias secções e de outras escolas superiores; assim, por exemplo, poderia existir um «Instituto de Estudos Oceanográficos», um «Instituto de Estudos de Astronáutica», um «Instituto de Cibernética», etc.

A cada uma das secções corresponderia uma licenciatura com a duração de quatro anos (para os alunos que a seguissem normalmente) e mais um «semestre»⁽¹⁾ de estágio. Após a aprovação no estágio o aluno adquiriria o grau de *Licenciado* (em Matemática, em Física, etc.).

Os alunos que, terminados os quatro anos da licenciatura, tivessem obtido uma média não inferior a catorze valores poderiam especializar-se durante mais um ano⁽¹⁾ e fariam então o semestre de estágio. Terminado este estágio ser-lhes-ia atribuído, segundo a respectiva secção, algum dos graus de *Matemático, Físico, Químico, Biólogo, Geólogo, Astrônomo*, com a especialização correspondente. Assim, por exemplo, poderia haver um *Matemático especializado em Probabilidades e Estatística*, um *Físico especializado em Geofísica*, um *Químico especializado em Bioquímica*, etc.

física, um Químico especializado em Bioquímica, etc.

Os alunos deveriam ser encorajados por todas as formas a procurar obter este grau mais avançado e ele deveria proporcionar-lhes regalias bastante superiores às dos licenciados.

Além destes dois graus a Faculdade concederia ainda o grau de *Doutor* (em Matemática, em Física, etc.). Este grau seria obtido por todo aquele que tendo algum dos outros graus com média não inferior a catorze valores, trabalhasse na Faculdade sob a direcção dum dos seus professores durante um período não inferior a três anos nem superior a seis e apresentasse durante esse período uma dissertação com ideias e resultados originais no sector da respectiva secção. O trabalho do candidato a Doutor incluiria algum serviço docente (remunerado), frequência de cursos especiais e frequência de seminários. A Faculdade deveria encorajar as candidaturas ao doutoramento, mas deveria ser cuidadosa na concessão do grau respectivo.

§ 4 – Organização dos cursos⁽¹⁾

Os três primeiros anos dos cursos seriam destinados a dar ao aluno o panorama geral do sector onde estivesse a estudar e a pô-lo em contacto com os métodos característicos desse sector. O ensino seria feito principalmente tendo em vista criar um ambiente próprio a uma futura especialização (ensinar-se-ia mais em extensão do que em profundidade). Nesta primeira fase as disciplinas a estudar seriam determinadas e cada uma delas teria um programa mínimo pré-fixado de modo que o conjunto dos programas das

(1) Ver § 4.

(1) Faremos apenas referência aos cursos tirados inteiramente na Faculdade de Ciências.

diferentes disciplinas formasse um todo harmônico e completo no sentido acima indicado. Estes programas deveriam ser revistos periodicamente.

Por outro lado, os alunos deveriam ainda ficar com tempo disponível para, por sua própria iniciativa, aumentarem a sua cultura frequentando outras disciplinas na própria Faculdade ou noutras Faculdades.

Ao fim do terceiro ano o aluno estaria apto a escolher uma especialização. Cada ramo de especialização teria algumas disciplinas-fulcro obrigatórias, características dessa especialização. Além dessas disciplinas o aluno deveria obter aprovação noutras, em número determinado, as quais escolheria dentre grupos apresentados todos os anos pela Faculdade. A organização destes grupos de disciplinas seria função das possibilidades docentes da Faculdade, das necessidades do País e das novas conquistas da Ciência.

De acordo com o que dissemos no § 3 um licenciado teria um ano e meio de especialização, e um graduado com o grau mais avançado teria dois anos e meio.

Os estágios destinar-se-iam principalmente a pôr à prova a capacidade do aluno no ataque de problemas sobre matéria não directamente tratada durante o curso (se bem que relacionada com ele).

O ano lectivo constaria de duas partes iguais — dois «semestres» — em cada um dos quais haveria um período para exames, do modo seguinte:

1.º semestre: Aulas de 1 de Outubro a 31 de Janeiro.
Exames de 1 a 10 de Fevereiro.

2.º semestre: Aulas de 15 de Fevereiro a 15 de Junho.
Exames de 15 a 25 de Junho.

No 1.º semestre haveria doze dias de férias

pelo Natal e no 2.º semestre doze dias pela Páscoa.

O mês de Setembro seria destinado a cursos de férias e na segunda quinzena a exames de admissão à Faculdade⁽¹⁾.

Todas as disciplinas seriam semestrais e para cada uma delas haveria aulas teóricas e aulas práticas tanto umas como outras de frequência obrigatória pelo menos nos três primeiros anos. As aulas teóricas com a duração de uma hora (por aula) destinar-se-iam à exposição da matéria pelo professor em turmas com um máximo de oitenta alunos. As aulas práticas em geral com a duração de duas horas (por aula) destinar-se-iam a esclarecimentos sobre a matéria da aula teórica, à resolução de exercícios de aplicação ou à execução de trabalhos de laboratório e à avaliação dos conhecimentos dos alunos.

Cada turma de aula prática deveria ter no máximo trinta alunos a não ser que se tratasse de aulas de carácter laboratorial em que esse máximo seria de quinze alunos.

A fim de concretizar um pouco o que acabámos de dizer neste parágrafo, vamos indicar, muito rapidamente, uma possível estruturação da licenciatura em Matemática:

1.º Ano

1.º semestre

Disciplinas	N.º de horas semanais de aula teórica	N.º de horas semanais de aula prática
Análise Matemática I	3	4
Álgebra e Geometria Analítica I	3	4
Geometria projectiva	2	4
<i>Totalis</i>	8	12

(1) Ver § 5.

2.º semestre

Disciplinas	N.º de horas semanais de aula teórica	N.º de horas semanais de aula prática
Análise Matemática II	3	4
Álgebra e Geometria Analítica II	3	4
Desenho de Projeções	2	4
<i>Totais</i>	8	12

2.º semestre

Disciplinas	N.º de horas semanais de aula teórica	N.º de horas semanais de aula prática
Análise Geral II	3	4
Análise Numérica	3	4
Métodos da Matemática	3	2
<i>Totais</i>	9	10

2.º Ano

1.º semestre

Disciplinas	N.º de horas semanais de aula teórica	N.º de horas semanais de aula prática
Análise Matemática III	3	4
Mecânica I	3	4
Álgebra Abstracta	2	4
<i>Totais</i>	8	12

2.º semestre

Disciplinas	N.º de horas semanais de aula teórica	N.º de horas semanais de aula prática
Análise Matemática IV	3	4
Mecânica II	3	4
Cálculo das Probabilidades	2	4
<i>Totais</i>	8	12

3.º Ano

1.º semestre

Disciplinas	N.º de horas semanais de aula teórica	N.º de horas semanais de aula prática
Análise Geral I	3	4
Estatística	2	4
Física Geral	3	4
<i>Totais</i>	8	12

Nos quadros anteriores introduzimos algumas designações de disciplinas que não são as usuais mas, do nosso ponto de vista, a questão da designação é secundária pois, como dissemos anteriormente, todas as disciplinas deveriam ter um programa mínimo pré-fixado. Esclareçamos apenas que nas disciplinas que chamámos de Análise Matemática e de Álgebra e Geometria Analítica a matéria a tratar deveria englobar a que é dada actualmente nas cadeiras de Matemáticas Gerais, todo o cálculo diferencial e integral (de funções reais), geometria diferencial, equações diferenciais (ordinárias e com derivadas parciais), análise harmónica, cálculo simbólico, cálculo tensorial, cálculo das variações, funções de variável complexa, funções especiais mais usuais em Física Matemática. Todos estes assuntos deveriam ser tratados, evidentemente, no seu aspecto introdutório.

No quarto ano o aluno poderia escolher uma das seguintes especializações:

- A) Matemática Pura;
- B) Probabilidades e Estatística;
- C) Física Matemática;
- D) Cálculo Numérico e Máquinas Matemáticas.

A cada uma destas especializações corresponderia quatro disciplinas-fulcro (duas em cada semestre).

§ 5 — Professores e alunos

Mais do que dar uma base sólida de conhecimentos actualizados, o fim do ensino numa Faculdade de Ciências (e na Universidade em geral) é desenvolver o poder de observação, de crítica, de adaptação e de improvisação absolutamente necessários à resolução de qualquer problema.

São então condições necessárias a um professor

a) *Ser um investigador no sector em que ensina*, pois só um investigador pode sentir verdadeiramente em que medida deve dosear e orientar o ensino para que este seja eficiente no sentido indicado.

b) *Ter aquele mínimo de qualidades pedagógicas sem o qual todo o ensino é impossível*.

As Faculdades deveriam pois escolher os seus professores entre os doutorados que tivessem demonstrado possuir qualidades de investigadores (no sector onde vão ensinar) e de pedagogos⁽¹⁾. Naturalmente que em casos excepcionais a exigência do grau de doutor deveria ser dispensada. Os professores além do seu trabalho docente e de investigação deveriam ainda dirigir centros de estudo nos sectores da sua especialidade, ou fazer periódicamente cursos avançados

para dar a conhecer as últimas conquistas científicas nesses sectores.

Quanto aos alunos, deveriam ser admitidos nas Faculdades de Ciências aqueles que, tendo um curso secundário, fossem aprovados no exame de admissão. Este exame constaria duma prova de português destinada a apreciar a ortografia e a redacção dos candidatos e duma prova de matemática para averiguar se os seus conhecimentos (de matemática) constituíam base suficiente para iniciar os seus estudos superiores.

A todo o aluno deveria ser exigido um trabalho sério e constante e deveriam existir sanções severas para aqueles que não tivessem aproveitamento. Por exemplo, todo o aluno que reprovasse duas vezes numa disciplina teria que abandonar a Faculdade. Por outro lado deveriam ser instituídos prémios para os melhores alunos.

§ 6 — Nota final

Julgamos ter focado, embora a traços largos, alguns aspectos essenciais a ter em conta na organização duma Faculdade de Ciências. Muito mais haveria a dizer sobre o assunto mas não é possível fazê-lo nalgumas páginas. Não queremos porém deixar de acentuar que é impossível existir uma Faculdade de Ciências sem instalações capazes e sem laboratórios completamente apetrechados, quer para a *Investigação*, quer para o *Ensino*.

A. César de Freitas

⁽¹⁾ A Faculdade deveria também possuir elementos que trabalhassem apenas como investigadores.

Olympiade de Mathématiques

Institut de Mathématiques
de l'Académie Tchécoslovaque de Sciences

Chaque année scolaire, il est organisé en Tchécoslovaquie un concours de mathématiques, appelé «l'Olympiade de Mathématiques», destiné aux élèves des écoles secondaires et des écoles professionnelles de sélection. Ce concours eut lieu pour la première fois en 1951/52; il est organisé par le ministère de l'Instruction Publique et de la Culture, l'Institut de Mathématiques, l'Académie Tchécoslovaque des Sciences, l'Association des Mathématiciens et Physiciens Tchécoslovaques et l'Union Tchécoslovaque de la Jeunesse, et est dirigé par le Comité Central de l'Olympiade de Mathématiques, dont les membres sont nommés par le ministère de l'Instruction Publique et de la Culture. Outre les représentants des institutions organisatrices font partie du Comité les professeurs de mathématiques de l'enseignement secondaire et supérieur; dans les différentes régions (actuellement il y en a 20) ce sont les Comités régionaux et les Comités de district (les régions se divisent en 10 à 20 districts) de l'Olympiade de Mathématiques qui veillent au concours. Les autorités du ministère de l'Instruction Publique et de la Culture demandent aux directeurs des écoles et aux professeurs de mathématiques d'encourager la participation à ce concours. L'admission d'un élève est une distinction non seulement pour lui mais aussi pour son école.

Les problèmes de concours sont choisis en fonction des programmes d'enseignement de mathématiques; on ne suppose donc que la connaissance de la matière d'enseignement

courante, à laquelle l'élève s'initia déjà à l'école. Le concours comporte quatre catégories. Les élèves de onzième de l'école secondaire (âge de 16 ans) et de troisième et quatrième des écoles professionnelles (âge de 16 à 17 ans) s'affrontent dans la catégorie A. Les élèves de dixième des écoles secondaires et de deuxième des écoles professionnelles concourent dans la catégorie B. Les élèves de neuvième des écoles secondaires et de première des écoles professionnelles concourent dans la catégorie C et ceux de huitième des écoles secondaires (c'est la classe supérieur de l'école généralement obligatoire) dans la catégorie D. Les Comités régionaux de l'Olympiade se chargent des élèves des catégories A, B et C tandis que les Comités de district s'occupent des élèves de la catégorie D.

Le concours est divisé en deux manches, sauf dans la catégorie supérieure où il y a trois manches. Dans la première les élèves font chez eux les problèmes qu'adresse aux écoles le Comité Central l'Olympiade. Les textes de ces problèmes sont imprimés sur une feuille volante spéciale; en outre, ils paraissent dans le journal de mathématiques «Rozhledy matematicko-fysikální» (Revue de mathématique et physique), publié à l'adresse des élèves par le ministère de l'Instruction Publique et de la Culture et par l'Association des Mathématiciens et Physiciens Tchécoslovaques, ainsi que dans le journal «Matematika ve scole» (Mathématiques à l'école — journal des professeurs de mathématiques

des écoles secondaires et des écoles professionnelles). L'élève doit donner par écrit au moins la solution de quatre problèmes parmi les six proposés dans la première manche. Puis il remettra ces solutions à son professeur de mathématiques qui les corrigera. Selon le résultat, il proposera au directeur de l'école de les envoyer au Comité régional de l'Olympiade (en ce qui concerne les catégories A à C) ou au Comité de district de l'Olympiade (en ce qui concerne la catégorie D). D'après le niveau de la solution, le Comité décidera si l'élève sera ou non invité au concours de la deuxième manche, lequel a lieu au mois d'avril, dans les villes de région pour les catégories A à C et dans les villes de district pour la catégorie D. Au cours de la deuxième manche, l'élève doit résoudre correctement, dans les quatre heures qui lui sont imparties, au moins trois problèmes parmi les quatre présentés. Ceux qui réussissent, recevront des récompenses matérielles : il y aura au moins dix élèves de chaque catégorie dans les différentes régions et dix élèves de la catégorie D dans chaque district qui se verront accorder des récompenses, dont le financement est assuré par le ministère de l'Instruction Publique et de la Culture. En outre, les vainqueurs obtiendront une attestation de leur succès dans le concours.

Les 80 meilleurs élèves de la deuxième manche de la catégorie A participeront au concours de la troisième manche, qui a lieu tous les ans au mois de mai dans la capitale. Les élèves devront alors résoudre correctement au moins deux problèmes parmi les quatre que leur seront soumis. Les vingt candidats qui ont présenté les meilleures solutions sont proclamés vainqueurs de l'Olympiade de Mathématiques et obtiennent des prix intéressants (par exemple un bon appareil photographique, un poste de T. S. F. etc., et, en plus, des livres de mathématiques) et des diplômes d'honneur signés par

le ministre de l'Instruction Publique et de la Culture et par le président du Comité central de l'Olympiade de Mathématiques.

Le nombre de participants au concours est naturellement variable bien qu'il se soit stabilisé dernièrement. Dans la première manche du concours, catégories A à C, il y en a environ 6000 dont environ 10 à 15 pour cent arrivent à la deuxième manche. Le nombre de jeunes filles est de 25 à 30 pour cent du nombre total de participants. Dans la catégorie D, le nombre de 20.000 participants fut déjà atteint dans la première manche dont à peu près 8000 sont arrivés à la deuxième manche (parmi lesquels 50 pour cent de jeunes filles).

Le concours a pour but découvrir les élèves les plus doués et développer leur talent mathématique. En plus ces élèves aideront par leurs efforts à hausser le niveau mathématique de leur classe et stimuleront les professeurs à améliorer leur enseignement. Dans plusieurs écoles se forment des cercles de l'Olympiade de Mathématiques dans lesquels les élèves étudient des problèmes difficiles qui se rapprochent des problèmes du concours.

Une enquête parmi les participants des années 1951-1953 a montré que ceux-ci avaient bien réussi leurs études soit aux écoles supérieurs techniques soit à la Faculté de Mathématique et de Physique. La plupart reste dans les écoles supérieures en tant qu'assistants ou travailleurs scientifiques. L'influence du concours se manifeste aussi chez les professeurs de mathématiques des écoles secondaires, étant donné que les questions posées aux élèves les obligent à suivre l'Olympiade et à leur répondre. Le Comité central de l'Olympiade de Mathématiques signale aux Facultés le nom des vainqueurs demandant qu'il en soit pris en considération aux examens d'admission.

En été 1959, la première Olympiade internationale de Mathématiques fut organisée en

Roumanie pour les élèves de l'enseignement secondaire et professionnel. A cette Olympiade ont pris part les élèves des pays suivants : Bulgarie, Hongrie, Pologne, République Démocratique Allemande, Roumanie, Tchécoslovaquie et Union Soviétique. Chacun de ces pays y fut représenté par huit élèves. Les élèves tchécoslovaques ont gagné 5 prix sur 21 et l'un d'entre eux a été proclamé vainqueur absolu. L'importance de ce concours international est très grande. Les élèves de nationalités différentes y font connaissance, se communiquent mutuellement leurs expériences d'étude et peuvent comparer la situation d'élèves de leur camarades étrangers avec la leur; ils établissent ainsi des fécondes relations d'amitié. En outre, la

possibilité de prendre part à un concours à l'étranger encourage considérablement les élèves à participer à une Olympiade nationale.

Sur le plan des relations internationales il est vraiment intéressant que plusieurs pays prennent part au concours international de mathématiques. Ainsi on pourrait contribuer à promouvoir des meilleurs rapports entre les nations.

Il serait bon d'élargir ce concours aux écoles supérieures afin d'éveiller parmi nos jeunes ingénieurs l'intérêt pour les études mathématiques.

Il est incontestable que l'Olympiade de Mathématiques accomplit remarquablement sa mission.

Faculty of sciences

Kjell Carlsen

Secretary at the F. C. — University of Oslo

1. Entrance qualifications

The teaching at the Faculty of Sciences is based on the stage of learning represented by the *examen artium*, the final examination at the gymnasium (secondary school).

In general the student must have passed the examination on the science line. Students from other lines are admitted after having passed a special entrance examination in Mathematics.

Students with degrees from other universities or colleges can be admitted and credited for their previous studies in accordance with general rules or subject to individual evolution. Foreign students who have passed the matriculation examination at a university in their own country will generally be admitted to courses at the Faculty of Sciences.

2. Duration of courses

The courses of the faculty are divided into two separate parts.

Graduates from the lower course, generally requiring $3\frac{1}{2}$ years of study, receive the degree *candidatus magisterii* (*cand. mag.*).

After an additional 2 years of training a graduate from the higher course is given the title *candidatus realium* (*cand. real.*).

Furthermore, the faculty confers special *candidatus* degrees upon professional graduates who have received part of their tra-

ning at independent institutions, like the *candidatus pharmaciae* (*cand. pharm.*) requiring $4\frac{1}{2}$ years of study and the *aktuarkandidat*, the scientific actuary degree, $5\frac{1}{2}$ years.

Students who wish to specialise in a specific field are offered the *magister scientis* degree (*mag. scient.*) after 6-8 years of training and based on a final thesis.

Each branch of the faculty is divided into smaller units or subjects. The subjects are estimated as to the amount of work they represent and each is given a number signifying its work load. A course is accomplished through a series of subsequent examinations, one in each subject. For the lower course the students can choose among a great variety of subjects. The majority of the subjects require two terms of study, but some can be accomplished in one term.

The whole instruction program for the lower course is repeated every year.

3. Basic subjects

The faculty at present comprises the following 13 branches of science:

Actuary, astronomy, botany, chemistry, geography, geology, geophysics, mathematics, mechanics, pharmacy, physics, statistics and zoology.

Each branch is based on a certain set of fundamental subjects of teaching, which gives

an introduction of vital importance to all students who plan to specialise in a chosen field.

These basic subjects are generally adapted in such a way that they can serve as a supplement for students in other fields.

After having passed examinations in the basic subjects and having at the same time acquired a general view of that specific branch of science, the students in co-operation with their teachers put up a plan for their future study, leaving a broad margin to the individual demands of each student, in accordance with his interests and disposition.

Those who aim at a career as an expert in a particular field will have the possibility to work on their main topic throughout the whole study, parallel to training on special subjects in other branches.

On the other hand, those who prefer a broader education have the opportunity to study a number of basic subjects from different fields.

4. Optional subjects

As already mentioned, the student has a wide variety of subjects from among which he can choose, and it is even possible to pick up subjects from other faculties, e. g. language or philosophy, belonging to the Faculty of Liberal Arts.

What subjects, and to what extent they will give credits at the final examinations is regulated for each course.

This system offers possibilities for a science degree with a considerable amount of knowledge in the humanistic domain.

5. Numbers of hours practical

The student generally attends class and laboratory instruction totalling 20 hours a week during his first year, 15 hours in the

second and third year and approximately 10 hours a week during the last two years of study.

Variations are frequent, mainly due to the fact that subjects based on laboratory work will require more extensive instruction than the theoretical subjects.

Generally speaking 1/3 of the instruction hours consists of lectures. The remaining 2/3 are divided between laboratory training, seminary, colloquium and other kinds of team work.

The second part or higher course in the fields of chemistry, zoology, botany etc., involves a comprehensive program of laboratory work to be performed by the student.

6. Curricula (priority subjects, etc.)

As mentioned above, it is emphasized that the individual student himself build up his education based on the subjects which he has chosen. This, however, supposes the possession of a certain amount of basic knowledge in the capital subjects of his study.

In branches like chemistry, physics, astronomy, geophysics, the requirements in this respect are most extensive.

Actuary science and pharmacy offer no possibilities regarding choice of subjects.

With the exception of these two courses the student will always have the opportunity of free choice of at least one third of the number of subjects constituting the lower course.

7. Alternative studies (specialisation) within the faculty

The higher course represents a continuation and specialisation of the knowledge acquired by the first degree. As a conclusion

of the second part the student shall prepare a thesis, the topic of which may be chosen from among all fields under the faculty, actuary science and pharmacy excepted.

The student may also undertake scientific work which implies the crossing of border-lines between branches, e. g. chemistry including research work within the field of biochemistry. A further specialisation can lead to the mag. scient. degree, as mentioned above. This is practical, e. g. when a student wishes to combine science and medicine in his thesis for a final degree at the faculty. Research work of this kind is rather frequent within the fields of bacteriology and nutrition physiology.

8. Final degree and intermediate diplomas

The ordinary degree conferred by the faculty are mentioned above under paragraph 2.

The highest degree to be conferred upon any scholar by the Faculty of Sciences is the dr. philos. This title generally implies a continuous period of 5-10 years specialised scientific work in addition to and based on the cand. real. or mag. scient. degree.

The final thesis must represent an independent contribution to and extension of the total knowledge in that particular field.

The degree dr. philos. entitles the bearer to give lectures at the University.

The cand. real. and cand. mag. degrees qualify for positions as teacher in secondary schools. The cand. real. degree is required also for a number of positions in the technical offices of the civil service, such as the Meteorological-Biological, and Geophysical Institutes.

The final degree of pharmacy qualifies for pharmaceutical dispensing positions and, after some year of practice, the right to obtain a

public license for running an apothecary in one's own name.

9. Principal especialised colleges for post-graduate work

Several institutes and departements under the faculty, especially within the border domains of biochemistry, physical chemistry and marine biology have been frequented by foreign post graduate students in large numbers. As the number of ordinary students has increased considerably during the recent years, the room-and working facilities required for post-graduate students has been far too limited to meet the demand.

The faculty has now worked out a 5 years plan which in the first line aims at solving this problem by offering adequate research facilities for post-graduate students in most fields.

10. Openings for employment

It is almost impossible to give a reliable prognosis of the demand for science graduates, as this will always depend on two main factors which are of a variable nature namely the general economic situation and the development within science itself.

There is, however, a marked trend towards a steadily increasing demand for scientists in modern society.

Norway has a comparatively great deficit of science graduates in most fields.

In our secondary schools and other educational institutions on this level we need more than 500 teachers in Mathematics and Natural Science, in addition to those teaching at present.

Industry and research are also complaining about the lack of qualified personnel in various fields of science.

Condições do progresso científico nos grandes Laboratórios (*)

Cécil F. Powell

Prémio Nobel, F. R. S. — Professor da Universidade de Bristol

A história do homem data de há 500.000 anos; a civilização conta 5.000 anos; a Renascença aparece apenas há 500 anos e sómente decorreram 50 anos depois que os homens tomaram consciência da importância do desenvolvimento da ciência e do facto de que ela constitue o factor essencial do ritmo de transformação da sociedade humana. Este ritmo torna-se cada vez mais rápido e nós chegamos hoje a uma etapa em que uma só geração participa numa transformação radical.

Ante os graves problemas que originam transformações da sociedade, algumas pessoas pretendiam fazer parar o progresso da ciência; mas isto é puramente ilusório. O desenvolvimento da ciência pode ser suscitado ou favorecido em determinado Estado, mas, à escala mundial, não pode senão prosseguir porque a própria existência dos diferentes Estados depende deste desenvolvimento.

* * *

A ciência pode trazer uma contribuição decisiva à solução dos nossos problemas fundamentais, incitando os homens a fazer uma ideia objectiva do mundo, extirpada de

preconceitos grosseiros ou de interesses egoistas assim como de velhos dogmas. É verdade que no quadro geral duma doutrina, um cientista reflecte as ideias da sociedade na qual se criou e portanto também reflecte os seus preconceitos. Mas a Ciência possue a virtude de não considerar nenhuma ideia como intangível e de a abandonar, se a experiência prova que ela não é válida. Também se pode considerar a Ciência como uma batalha contínua para estender o campo da experiência humana e para criar ideias novas mais completas que as antigas. Os grandes sábios são aqueles que trazem as mais revolucionárias modificações às concepções fundamentais da ciência; a mais alta virtude é o poder de criar.

No domínio dos assuntos públicos, em que o jogo apaixonado de uma multidão de interesses é fundamental, a determinação do que é mais importante e mais decisivo no conjunto desses temas, é extremamente difícil. Uma atitude sagaz, a que consiste em adoptar um ponto de vista objectivo permitindo compreender as dificuldades e as complicações que se apresentam aos adversários, pode decidir de futuro do mundo inteiro.

Se devemos entrar numa época em que o método científico se aplique cada vez mais ao trabalho humano, e se desejamos evitar a catástrofe e assegurar o pleno desenvolvimento do progresso, o problema fundamental consiste em assegurar, numa escala tão vasta

(*) Resumo da conferência realizada pelo Autor sob o tema «O investigador e as condições modernas da investigação científica» no Laboratório de Física Nuclear de Orsay em 21 de Maio de 1960 promovida pela «Association Frédéric et Irene Joliot».

quanto possível, a liberdade da inteligência criadora do homem. Todos os Estados têm necessidade cada vez maior de gente com um grande valor técnico e que se interesse apaixonadamente pelo progresso da ciência e pelos serviços que ela pode prestar para o desenvolvimento do seu próprio país, assim como do progresso da humanidade.

A aplicação dos acontecimentos actuais às situações particulares a este ou àquele país exige a solução de novos problemas de uma grande complexidade e a existência de um grupo de pessoal científico de alta qualidade. Para isto encontraremos jovens em número suficiente, mas não nos podemos contentar em lhes assegurar uma formação no quadro restrito dos domínios particulares dos seus estudos. Numa época de scepticismo em que os jovens estão constantemente sujeitos a influências de um comercialismo sem pudor, um dos nossos fins é fazer destacar as perspectivas mais nobres.

O conhecimento das leis da Natureza, dizia EPICURO, produz homens de espírito independente que se vangloriam dos benefícios que trazem ao homem e não da sua situação privilegiada.

É fundamental que entre os sábios se encontrem sempre homens como JOLIOT e LANGEVIN, que insistem constantemente no papel progressista da ciência, homens que não permitem que se esqueçam as grandes aspirações dos fundadores da nossa tradição científica tais como LEONARDO DE VINCI, FRANCIS BACON e DESCARTES.

* * *

Eu creio que é no domínio da física nuclear, mais do que em qualquer outro, que apareceram as modificações mais importantes nas formas da actividade científica.

O trabalho experimental exigia, há quarenta anos, qualidades próprias do artezão. Trabalhávamos sós ou com duas ou três pessoas,

concebíamos a ideia de uma experiência, depois construímos os nossos aparelhos, por vezes com a ajuda do mecânico da oficina; fazímos as nossas observações e escrevímos a nossa comunicação. Foi o que sucedeu, por exemplo, para os trabalhos de BLACKETT no domínio do desenvolvimento da câmara de WILSON, automática, que permitia seguir centenas de milhar de partículas α no Hélio ou no Azoto e fotografá-las afim de descobrir a meia dúzia de fotografias que revelariam as colisões nucleares.

Actualmente, em lugar desta sedutora simplicidade que se revelou tão fecunda na sua época, temos grandes instalações que têm numerosos traços comuns com as empresas industriais. O antigo investigador individual foi substituído por grandes equipas com uma divisão de trabalho e uma hierarquia administrativa.

Dantes, no seu trabalho experimental o cientista encontrava-se em face da Natureza; as suas necessidades eram relativamente reduzidas e, se ele procurava satisfazê-las, o sucesso ou derrota da sua experiência dependia numa larga medida da sua habilidade e da sua inteligência. As coisas mudaram muito. O Professor JOLIOT-CURIE observava, com razão, que as novas organizações de pesquisa conduzem, com uma lógica inexorável, ao progresso da ciência e que são necessárias e inevitáveis pois resultam dos progressos da Ciência. Contudo, instituições que, sob o aspecto formal, são muito semelhantes, podem diferir entre si no seu ambiente e na sua eficácia. Há, portanto, qualidades que nós devemos preocuparmos nos por criar nestes institutos e perigos a evitar.

Em certos centros, sente-se uma atmosfera geral de trabalho criador; noutros, pelo contrário, reina uma certa tensão, um ambiente de frustração.

Estas diferenças provêm, muitas vezes, das relações existentes no interior destes institutos, consoante elas revestem ou não

um carácter funcionalmente democrático. Na sua obra «A Tecnologia e as Academias», Sir ERIC ASHBY faz notar que as Universidades britânicas funcionam melhor logo que surgem ideias novas nos diferentes departamentos e, por vezes, entre os investigadores mais jovens. Estas ideias novas são então apresentadas ao Senado da Universidade que as estuda consoante as necessidades dos diferentes departamentos e das Faculdades. Se, pelo contrário, a política geral tende a ser imposta «de cima», as dificuldades, as decepções e as frustrações tendem a aparecer.

Num instituto dinâmico, a maior parte das melhores ideias surgem entre os mais jovens investigadores que se consagram quase inteiramente à teoria ou à experimentação e que são raramente distraídos dos seus trabalhos pelas dificuldades administrativas. Se se pretende suscitar e encorajar o seu entusiasmo criador, as suas sugestões válidas devem ser tomadas em consideração, rápida e seriamente, o que exige uma atitude de grande responsabilidade da parte da autoridade administrativa.

Como assinalava o Professor KAPITZA num artigo recente, não é justo pensar que os administradores dos nossos grandes Institutos são simples burocratas. O director de um grande projecto de satélites artificiais, por exemplo, deve possuir mais qualidades pessoais do que o conhecimento perfeito da técnica indispensável à sua realização. É um tal director que, em definitivo, é responsável pela escolha justa dos programas de pesquisa a longo prazo; é também do seu tacto e da sua discreção que dependem, em grande parte, as relações no interior de Institutos e as suas relações com o Estado e os organismos exteriores.

O Professor BERNAL, fez notar que, no mundo moderno, o professor de ciência tem por função fornecer aos jovens não só os meios de pesquisa como também uma cortina protectora atrás da qual eles possam tra-

balhar eficazmente. Mas nem todos os cientistas têm a capacidade requerida para ser bons administradores e nem todos estão dispostos a renunciar às alegrias extraordinárias da pesquisa e do contacto prático com a frente avançada de conhecimentos.

De qualquer maneira é preciso evitar que os professores das nossas universidades e dos nossos institutos de pesquisa sejam absorvidos por um volume tão grande de trabalho administrativo que não possam manter-se informados sobre o desenvolvimento da sua própria matéria.

A experiência que temos de uma colaboração europeia na pesquisa sobre os raios cósmicos pode-nos ajudar a apreciar melhor as vantagens do trabalho de equipa, e ao mesmo tempo, os contrangimentos que ele impõe. A colaboração de um certo número de laboratórios europeus para o envio de balões sondas destinados a expor montões de emulsões fotográficas aos raios cósmicos a grande altitude, contribuiu muito para a descoberta dos mesões pesados e dos hiperões, assim como para o estudo das desintegrações nucleares a grandes energias. Uma colaboração eficaz foi também organizada à escala internacional, a respeito dos feixes de partículas com alta energia que podem ser produzidos em grandes aceleradores. Nestes dois casos, o êxito foi obtido porque nos encontrámos ante problemas científicos importantes e claramente definidos que não podiam ser resolvidos senão por um trabalho colectivo, e porque nós conseguimos criar um certo número de regras que deviam ser observadas por todos. Houve, no decorrer destes trabalhos, dificuldades a vencer, compromissos a realizar afim de conseguir um equilíbrio feliz entre os diferentes laboratórios. Assim, logo que uma dada equipa encontrava qualquer coisa de novo, ela trabalhava sobre este novo fenômeno e informava os outros laboratórios da sua intenção de publicar uma

comunicação a esse respeito, estando combinado que, se as outras equipas tinham observações similares a oferecer, a primeira estava disposta a aceitar a sua colaboração. Estas publicações secundárias deram assim aos membros mais novos das equipas a possibilidade de dar provas da sua iniciativa pessoal e originalidade. Sem generalizar, pode-se estabelecer que as condições fundamentais de êxito, são as seguintes:

As principais linhas da investigação devem ser perfeitamente determinadas e a sua formulação deve contar com a contribuição de todas as inteligências criadoras de uma instituição.

O critério fundamental em toda a discussão de política geral, incluída na solução de questões opostas, contraditórias, entre departamentos diferentes, deve ser o do progresso da ciência.

É preciso esforçar-se sempre por assegurar um reconhecimento perfeito, equilibrado, das diferentes contribuições que conduziram ao êxito de uma pesquisa particular.

É necessário encorajar a iniciativa individual dos membros mais jovens das equipes de pesquisadores e, se o trabalho o permitir, é necessário tentar dividí-lo em pequenos projectos que podem ser confiados a uma ou várias pessoas. No seu «Leviathan», HOBBS declarava que, se se podem observar as dificuldades que nascem da concorrência entre os homens, convém igualmente sublinhar que existe uma forma mais nobre de concorrência: a de rivalizar em generosidade. É assim nos Institutos. Logo que existe um desejo generalizado de satisfazer um compromisso para bem da obra empreendida e logo que os colaboradores estão dispostos a fazer certos sacrifícios no interesse da obra, há uma sã emulação. Este ambiente de boa vontade desaparece rapidamente se não é seguido de resultados ou se contribue para o benefício exclusivo de um grupo. Estas considerações gerais aplicam-se nas circunstâncias mais diversas e devemos sempre julgar com tacto e discrição.

Cecil F. Powell

Papel dos Directores de Laboratório(*)

John Desmond Bernal

F. S. S. — Professor da Universidade de Londres

O ambiente de um laboratório depende muito — mas não inteiramente — do chefe. Lembro-me perfeitamente do laboratório de CAVENDISH, onde se encontra a atmosfera difundida em todos os laboratórios pelos estudantes presentemente dispersos no mundo inteiro.

Sucede o mesmo no laboratório de HOPKINS, que tem formado a bioquímica em todo o mundo e, certamente, também sucede o mesmo no laboratório de JOLIOT.

Distinguem-se os bons laboratórios dos maus laboratórios pelo que se passa com os jovens quando começam a ser menos jovens. Sucede muitas vezes, nos laboratórios da indústria, do governo e mesmo em certos laboratórios universitários, que nesse momento cessam de ter novas ideias. Não há razão para pensar que possa existir uma espécie de estagnação de espírito científico uma vez que o trabalhador de sessenta ou mesmo de oitenta anos, é tão bom como quando era jovem. São os maus laboratórios que destroem a originalidade do jovem cientista. Um bom laboratório deve prever-se contra esta estagnação do espírito dos jovens. É preciso saber aprender junto deles: um bom trabalhador tem ideias com trinta anos de avanço sobre o seu tempo e o director pode ter ideias de há trinta anos atrás...

(*) Resumo da intervenção do Prof. BERNAL na discussão que se seguiu à leitura da conferência do Prof. POWELL resumida na página 71.

É necessário fazer como na China, onde um director duma casa editora, interrogado sobre a evolução do analfabetismo, respondeu: até aos cinquenta anos toda a gente sabe ler, mas nós não queremos obrigar os mais velhos a saber ler, nós pretendemos é que as crianças ensinem os pais a ler!

Uma questão que se põe para os jovens é o da utilidade do seu trabalho.

Em vista do estado absurdo, ridículo e mesmo nefasto da publicação científica, pois que o actual mecanismo não funciona, torna-se necessário encontrar-lhe outro. Se uma pessoa tem o seu nome em numerosas publicações, pode ser que este facto a valorize — mas não no campo da ciência verdadeira.

Não é necessário que o seu nome apareça no que quer que seja. Se dele se disser «éis um homem capaz», isso é suficiente.

Isto pode permitir abusos, mas ver-se-á rapidamente se se trata de um caso de favoritismo ou de má informação: o trabalho permitirá uma confirmação.

A propósito de meios de trabalho é preciso adoptar o grande princípio de BLACKETT: se um jovem tem uma ideia bastante nítida do que quere fazer, da ajuda e dos aparelhos de que necessita, deve ser atendido sem discussão. Os economistas sabem muito bem que isto não constituirá um encargo importante para o Estado. O que arruina a economia das nossas Universidades é que os senadores têm ideias não de há trinta anos, mas de há cem anos! Um pede um milhão e obtem-no,

outro pede um pouco de greda, e protestam! O Estado dispende facilmente dinheiro para as necessidades militares. O mundo científico não tem suficiente coragem e organização para o pedir; há boas razões que contribuem para que a ciência não avance senão lentamente; mas aquela razão não é válida.

É evidente que, durante os últimos vinte anos, o trabalho da investigação científica é pouco eficaz, o que querer dizer que há uma desproporção entre o pessoal disponível para efectuar o trabalho e os próprios meios de trabalho.

É aqui que intervêm os directores e administradores de laboratórios.

Há muito tempo, tive que fazer grandes cálculos — foi há trinta anos — e pedi ao velho B: «Posso alugar uma máquina de calcular por 20 libras?»

«Não, as finanças do *Labo*...».

Então fiz todos os cálculos (cerca de 30.000) com tábuas de logaritmos; levei dois meses, mas não fui só eu...

Se se trata dos negócios como se trata a investigação científica, não se ganhará muito dinheiro. Pode-se ser muito mais eficaz no campo científico e se nos dedicarmos dez vezes mais à investigação, os cientistas trabalharão cem vezes melhor. Tais discussões são da maior utilidade e podemos esperar que com a Associação FREDERICO e IRENE JULIOT-CURIE, elas continuarão, porque foi o último desejo que JOLIOT manifestou:

«Como resolver este problema do rendimento de grandes equipes e destas grandes organizações sobre a originalidade da ciência e desta sobre o plano mundial» e, o que nós escutámos aqui, mostra-nos o que é possível fazer mas também os muitos obstáculos.

O que fizemos neste colóquio, é uma espécie de trabalho de amadores.

É preciso fazê-lo com carácter científico.

É preciso extrair da nossa experiência uma ciência da Ciência.

John Desmond Bernal

Aspectos do problema da organização da pesquisa científica em Portugal

Carlos Fernando Torre de Assunção
Professor da Faculdade de Ciências de Lisboa

A importância da pesquisa científica na vida e no progresso da humanidade é coisa que não precisa de ser demonstrada, sórtemente quando se tratar de um país como Portugal, pobre de quadros científicos e oferecendo ainda marcas indiscutíveis de país sub-desenvolvido.

Por sua vez, e como já tivemos ocasião de referir publicamente (*), são necessariamente muito íntimas as relações entre a pesquisa científica e o ensino superior.

Propomo-nos tratar aqui, embora com todas as restrições decorrentes dos limites de um simples artigo e de outras circunstâncias conhecidas, alguns aspectos dos complexos problemas do ensino superior e da investigação científica em Portugal.

Retomaremos afinal opiniões já do conhecimento geral, mas que convirá, em todas as oportunidades, repetir, ainda que correndo o risco de certas afirmações poderem parecer por demais evidentes para que mereçam ser novamente referidas.

O nó da questão está no facto incontroverso de que por mais justificadas que sejam essas afirmações, nem por isso, na sua quase totalidade, elas se traduziram ainda por realidades no quadro nacional.

A pesquisa científica não pode obviamente considerar-se como desempenhando o papel

que lhe compete se não dispuser de quadros capazes, apetrechamento suficiente e uma orgânica apropriada.

Não bastam portanto algumas competências e devoções e alguns centros científicos isolados, e mais ou menos apetrechados, para que se possa concluir que exista uma investigação organizada, trabalhando com o devido rendimento.

* * *

Vejamos em primeiro lugar o que surge quando se aborda o problema da formação dos quadros científicos.

A base do recrutamento de tais quadros não pode deixar de estar ligada à Universidade. O papel da Universidade é fundamental dado que ela tem de fornecer a preparação científica indispensável aos seus diplomados, e de os selecionar, com vista a constituir quadros de pesquisa devidamente qualificados.

A preparação desses investigadores terá, em muitos casos, que ser completada por uma especialização post-universitária. Mas os «curricula» dos cursos superiores deveriam compreender um ciclo final que permita já uma especialização definida. Para isso teríamos que refundir e ampliar a orgânica actual, criando um largo elenco de cadeiras especializadas, em parte em regime de opção.

(*) «Vertice», Vol. V, n.º 55, 1948.

O assunto foi, até certo ponto, debatido quando há cerca de dois anos se anunciou a preparação de uma reforma das Faculdades de Ciências.

Agremiações científicas, como a Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais e a Sociedade Portuguesa de Física e Química, dirigiram aos poderes constituídos exposições onde se apresentavam as bases aprovadas em assembleias daquelas sociedades. A ampliação das licenciaturas para cinco anos, a existência de três fases ou ciclos, o carácter nitidamente especializado do último ciclo (preenchido exclusivamente com cadeiras de opção e estágios), o semestre como unidade lectiva, um ensino prático e eficiente (com redução substancial do número de alunos de cada turma de trabalhos práticos), a criação de uma tese final de licenciatura (normalmente baseada nos estágios do licenciado), eis os tópicos mais importantes no que tocava ao planeamento das licenciaturas.

Previa-se, por sua vez, o estabelecimento de uma remuneração (pré-salário) para os alunos estagiários. Mas aquele planeamento estaria dependente de uma remodelação profunda dos corpos docentes, quer quanto ao alargamento dos quadros actuais, quer no tocante ao seu recrutamento. Na base deste estaria um corpo de doutorados, suficientemente amplo e convenientemente especializado.

Para tal haveria que considerar o doutoramento como uma prova demonstradora da capacidade investigadora do candidato. A tese seria então a peça fundamental do doutoramento, enquanto que as qualidades didáticas seriam principalmente apreciadas, mais tarde, nas provas do concurso para professor agregado.

A elaboração das teses teria lugar, normalmente, em centros científicos onde o trabalho do doutorando seria devidamente acompanhado por entidades competentes. Assim se evitaria que muitas dessas teses

viessem a ser apreciadas mediante uma simples leitura, por pessoas que não acompanharam a sua realização e que, por vezes, nem o candidato conhecem. A discussão pública da tese não seria um acto essencial, como ainda hoje se considera e poderia nem sequer se fazer, tudo se limitando a um relatório, sobre o trabalho realizado, subscreto por especialistas na matéria versada, entre os quais estariam obrigatoriamente os que o seguiram e orientaram.

É certo que doutoramentos deste tipo já hoje, em parte, se podem realizar, dada a relativa flexibilidade das disposições legais, mas ainda se considera possível que o candidato prepare uma tese fechado na sua meditação, sem estar, portanto, integrado num centro científico.

A segunda prova da carreira universitária seria a de agregação que teria caráter dominante didático.

O recrutamento dos professores extraordinários e catedráticos seria feito, normalmente, entre os agregados, mediante concurso documental, baseado, em larga medida no «curriculum» científico.

A criação de um amplo elenco de disciplinas, incluindo o maior número possível de cadeiras de opção, só teria sentido se se dispusesse de entidades competentes em cada caso.

Por isso se defendia a ampliação dos actuais quadros, a melhoria das condições de trabalho científico dos docentes, o regime de tempo integral para os professores universitários e o recurso a personalidades especializadas extra-universitárias para a reunião de determinadas disciplinas.

Haveria também que renunciar à ideia de que as cadeiras que existam numa Faculdade tenham necessariamente de existir nas restantes Faculdades congêneres. Certas disciplinas especializadas deveriam apenas ser professadas numa Faculdade, desde que não houvesse no país, mais do que um especia-

lista para as ensinar. O semestre, como unidade lectiva, permitiria aliás, que essas regências podessem ter lugar em duas Universidades, uma vez que ambas dispusessem das instalações de ensino necessárias.

*
* *

Um planeamento realizado à escala nacional é naturalmente condição indispensável para a organização da pesquisa científica entre nós. Tal planeamento, baseado no resultado de inquéritos já realizados, ou a realizar, respeitantes aos grandes problemas nacionais, incluiria a escolha de um corpo de diplomados a enviar para bons centros científicos estrangeiros, ou para os nacionais que porventura já tenham dado provas cabais de um bom rendimento científico. Deste modo se evitaria a dispersão e descoordenação que se tem verificado na distribuição das bolsas para trabalho científico.

Por outro lado haveria que proceder a um inquérito minucioso quanto às existências de apetrechamento científico no país.

É bem sabido que variados serviços do Estado, e com frequência para-estatais, têm adquirido, em muitos casos sem objectivos bem definidos, material de interesse para trabalhos de pesquisa ou de simples rotina.

Tais aquisições, favorecidas pelas possibilidades financeiras dos organismos em questão, nem sempre recebem a correspondente utilização, por falta de um plano de trabalho devidamente elaborado e de pessoal especializado. Acontece, então, que aparelhos, por vezes de elevado custo, passam a constituir simples recheio de armários, apenas para observação dos visitantes e acabam por se inutilizar, por falta de uso e de conservação.

Isto leva-nos a tocar num ponto delicado da nossa vida científica mas que não se deve deixar na sombra: a diferença que existe entre uma autêntica actividade científica e

técnica e um bom número de manifestações de superfície, quantas vezes documentadas por boletins e revistas, com esplendida apresentação, mas cujo valor científico nem sempre corresponde ao luxo das respectivas edições.

Temos até a impressão de que padecemos de um mal que se traduz por um número excessivo de publicações periódicas, versando, por vezes, domínios afins, quando conviria concentrar os resultados da actividade científica nacional num número limitado de revistas de incontestável craveira.

Em face das conclusões do inquérito respeitante às existências nacionais de material de utilidade na pesquisa, seria então possível estabelecer uma lista dos apetrechamentos a adquirir para os centros científicos actuais e para outros a criar.

O número e a natureza de todos esses centros dependeria, evidentemente do planeamento sobre a organização da pesquisa científica nacional.

Em princípio dever-se-iam considerar, além dos centros directamente ligados às Universidades, centros estatais extra-universitários e contar ainda com a colaboração de centros dependentes de importantes empresas privadas e daqueles que fossem criados e mantidos pelas grandes Fundações. Um organismo central deveria coordenar e orientar a actividade de todos aqueles centros, indicando, concretamente, os problemas nacionais de maior magnitude sobre os quais conviria que incidisse a investigação.

Em relação com o que fica dito, haveria que reagir contra a tendência actual de se criarem organismos com objectivos de pesquisa pura ou aplicada, inteiramente desarticulados, dependentes de diversos serviços do Estado e, com frequência, concorrentes sob vários aspectos, como no que respeita ao recrutamento do pessoal.

Tem-se chegado ao ponto de o Estado fazer concorrência a si próprio. A este pro-

pósito é lamentável o que se passa com o recrutamento dos assistentes universitários. De facto, as Universidades vêm os seus diplomados de maior categoria serem solicitados por situações mais favoráveis em outros serviços do Estado.



Os problemas, dos quais temos tentado focar alguns aspectos nas linhas precedentes, devem merecer uma atenção cada vez maior em particular por parte daqueles que, de algum modo, estejam ligados à vida cultural e económica do país.

À acção do Estado conviria que se associasse a iniciativa privada, quer das empresas industriais, agrícolas e comerciais, quer de organizações de âmbito mais desinteressado.

Não desejarmos terminar sem aludir à recente criação da Sociedade Cooperativa «Diálogo» que conta entre os seus objectivos contribuir para o planeamento e incremento da investigação científica em Portugal, criar, organizar e dirigir núcleos de investigação, estabelecer contactos com organizações nacio-

nais e estrangeiras com vista à colaboração científica e ao intercâmbio de investigadores, produzir e divulgar obras científicas e adquirir e construir material destinado à investigação, a fornecer aos núcleos criados pela Sociedade ou aos respectivos sócios.

«Diálogo» propõe-se ainda organizar congressos e simpósios no âmbito nacional ou internacional, bem como cursos, conferências e outros meios de divulgar e estimular o trabalho científico.



Em problema tão complexo, como é o da organização de uma autêntica pesquisa científica em Portugal, todos os esforços devem ser conduzidos, de uma maneira coordenada, para equacionar devidamente os dados do problema e preparar as necessárias soluções. Para tal se conseguir é indispensável a colaboração de todos os que, de qualquer forma, estejam em posição de para isso contribuir.

Este desígnio pressupõe um debate, o mais amplo possível, que permita a cada um de nós a tomada de consciência que cada vez mais se impõe.

Ao fechar o presente número especial de «Gazeta de Matemática», comemorativo do seu vigésimo aniversário e dedicado a problemas fundamentais do ensino da matemática, queremos manifestar publicamente o nosso maior reconhecimento às entidades e instituições que contribuiram para a sua realização.

Por ordem cronológica das respostas ao pedido geral de colaboração, queremos citar:

O Académico GNEDENKO, da Academia das Ciências da Ucrânia e a União das Sociedades de Amizade e Relações Culturais com os Países Estrangeiros, de Moscovo;

O professor G. WALUSINSKI, Secretário da «Associação dos Professores de Matemática do Ensino Público de França; os professores J. BASS, ANDRÉ ADLER, A. REVUZ e a revista «l'Enseignement des Sciences»;

Os professores CAMPEDELLI e EMMA CASTELNUOVO;

O Instituto de Matemática da Academia Checoslovaca de Ciências;

O Dr. KJELL CARLSEN da Universidade de Oslo;

Os professores C. POWELL e J. D. BERNAL respectivamente Presidente e Vice-Presidente da «Federação Mundial dos Trabalhos Científicos»; o Secretário Geral da mesma Federa-

À la clôture de ce numéro spécial de «Gazeta de Matemática», comémoratif de son vingtième anniversaire et dédié à des problèmes fondamentaux de l'enseignement des mathématiques, nous voulons assurer publiquement nos meilleurs remerciements aux entités et aux institutions qui contribuèrent à sa réalisation.

D'après l'ordre chronologique des réponses reçues à notre demande générale de collaboration, nous voulons citer :

L'Académicien GNEDENKO de l'Académie des Sciences de l'Ukraine et l'Union des Sociétés d'Amitié et Relations Culturelles avec les Pays Étrangers, de Moscou ;

Le professeur G. WALUSINSKY, secrétaire de l'«Association des Professeurs de Mathématique de l'Enseignement Public» de France, les professeurs J. BASS, ANDRÉ ADLER, A. REVUZ et la revue «Enseignement des Sciences» ;

Les professeurs CAMPEDELLI et EMMA CASTELNUOVO ;

Le Dr. KJELL CARLSEN de l'Université d'Oslo ;

Les professeurs C. POWELL et J. D. BERNAL President et Vice-President de la «Fédération Mondiale des Travailleurs Scientifiques» ; le Secrétaire Général de la suscitée Fédération,

çdo, prof. P. BIQUARD; a «Associação Frederico e Irene Joliot-Curie» e a revista «Sciences»; Os professores CÉSAR DE FREITAS e TORRE DE ASSUNÇÃO, de Lisboa.

Nos números seguintes, serão publicadas as respostas que posteriormente forem recebidas.

Mencionaremos ainda a colaboração, de outro tipo, mas também fundamental: sempre presente em longos anos de trabalho e baseada na boa compreensão e dedicação às matemáticas portuguesas. Referimo-nos a ANTÓNIO DIAS e ao restante Pessoal da Tipografia Matemática, Lda.

A todos, a expressão da nossa maior gratidão.

31 Dezembro 1961.

professeur P. BIQUARD; l'«Association Frédéric et Irene Joliot-Curie» et la revue «Sciences»; Les professeurs CÉSAR DE FREITAS et TORRE DE ASSUNÇÃO, de Lisbonne.

Les numéros suivants publieront les réponses qui nous seront remises postérieurement.

Nous voulons encore citer une autre collaboration, également fondamentale : toujours présente en de longues années de travail et basée sur la compréhension et le dévouement aux mathématiques portugaises. Nous nous rapportons à M. ANTÓNIO DIAS et à tout le Personnel de la Typographie Mathématique, Lda.

À tous, l'expression de notre meilleure gratitude.

J. G. T.

LITERATURA MATEMÁTICA RECENTE

Editor — GAUTHIER-VILLARS, Paris

T. DOETSCH — *Introduction à l'utilisation pratique de la transformation de Laplace.*

Études Relativistes

H. ARZELIÈS — *Milieux conducteurs ou polarisables en mouvement.*

M. PARODI — *Introduction à l'étude de l'Analyse Symbolique.*

G. POLYA — *Les Mathématiques et le Raisonnement «Plausible».*

Cahiers Scientifiques

J. FAVARD — *Cours d'Analyse de l'Ecole Polytechnique. Tome II.*

Editor — LIBRAIRIE VUIBERT, Paris

LENTIN et RIVAUD — *Éléments d'Algèbre Moderne.*

J. RIVAUD — *Exercices d'Analyse. Tome I et Tome II.*

Editor — SOCIÉTÉ D'EDITION D'ENGEIGNEMENT SUPÉRIEUR, Paris

J. GREY — *Mathématiques Préparatoires aux Sciences Expérimentales.*

Editor — CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE, Paris

J. LAVOINE — *Calcul Symbolique, Distributions et Pseudo-fonctions.*

Editor — LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE ALBERT BLANCHARD, Paris

J. F. MONTUCLA — *Histoire des Mathématiques.*

A. M. AMPÈRE — *Théorie Mathématique des phénomènes electro-dynamiques.*

J. HADAMARD — *Essai sur la psychologie de l'invention dans le domaine Mathématique.*

GAUSS — *Recherches arithmétiques*

A. M. LEGENDRE — *Théorie des nombres.*

C. JORDAN — *Traité des substitutions et des équations algébriques.*

Editor — CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, Cambridge

L. G. SLATER — *Confluent Hypergeometric Functions.*

D. G. NORTHCOPT — *An Introduction to Homological Algebra.*

P. J. Hilton & S. Wylie — *Homology Theory. — An introduction to Algebraic Topology.*

E. A. MAXWELL — *Advanced Algebra, part I.*

SNELL & MORGAN — *New Mathematics — A unified course; I and II.*

Cambridge Tracts in Mathematics and Mathematical Physics

G. L. WATSON — *Integral Quadratic Forms.*

Editor — DENNIS DOBSON, London

IRVING ADLER — *The New Mathematics.*

Editor — VEB DEUTSCHER VERLAG DER WISSENSCHAFTEN, Berlin

M. A. NEUMARK — *Normierte Algebren.*

OTAKAR BORŮVKA — *Grundlagen der gruppoid-und.gruppentheorie.*

Mathematische Monographien

GERHARD RINGEL — *Fürbungsprobleme auf flächen und graphen.*

Mathematische Forschungsberichte

A. N. KOLMOGOROFF und W. M. TICHOMIROV — *Arbeiten zur Informationstheorie III.*

A. W. POGORELOW — *Einige untersuchungen zur Riemannschen Geometrie im grossen;*

H. HORNICH — *Existenzprobleme bei linearen partiellen Differentialgleichungen.*

GAZETA DE MATEMÁTICA

Número avulso: 17 escudos e 50 centavos

Assinatura relativa a 1960 (4 números) 50 escudos

Assinatura para o estrangeiro, 80 escudos

PONTOS DE EXAME

Uma das secções permanentes da *Gazeta de Matemática* é constituída pelos pontos de Matemática do exame do 3.º ciclo do ensino liceal e de exames de aptidão às Universidades e pontos de exames de frequência e finais das cadeiras de matemática das escolas superiores.

2.ª EDIÇÃO DO VOL. II (N.º 5 a 8)

Continua aberta a inscrição para a nova edição do ano II da *Gazeta de Matemática* (n.º 5 a 8) ao preço de escudos 30. Esta nova edição oferece aos leitores da *Gazeta de Matemática* a possibilidade de completarem as suas coleções no formato e características actuais e com os textos cuidadosamente revistos. Logo que as inscrições atinjam o número de 300, proceder-se-á à composição, impressão e distribuição da nova edição do ano II. Depois de publicada, a segunda edição do volume II será vendida ao preço de escudos 40.

CONDIÇÕES DE ASSINATURA

A administração da *Gazeta de Matemática* aceita, durante 1961, quando pedidas directamente, assinaturas de quatro números, ao preço de escudos 50, para

o que basta indicar o nome, a morada e o local da cobrança. As assinaturas são renovadas automaticamente no seu termo, salvo aviso prévio em contrário. Todas as assinaturas têm início com o primeiro número publicado em cada ano.

ASSINATURAS GRATUITAS

Todo o assinante que indique à administração da *Gazeta de Matemática* dez novos assinantes beneficiará de uma assinatura gratuita durante o ano seguinte ao da sua assinatura.

NÚMEROS ATRASADOS

Estão completamente esgotados os números 5 a 11, 13 e 14 da *Gazeta de Matemática*. Os restantes números são vendidos aos preços seguintes:

N.º 1-4 (2.ª edição do ano I, no formato actual e com o texto cuidadosamente revisto)	40\$00
N.º 12 e 15 a 49, cada número	12\$50
N.º 50	60\$00
N.º 51 a 75 { cada número simples	17\$50
» » duplo	35\$00
N.º 76-77	60\$00

A administração da *Gazeta de Matemática* executa qualquer encomenda à cobrança pelo correio.

ANGARIE ASSINANTES PARA A «GAZETA DE MATEMÁTICA».

Concorrerá, assim, para o melhoramento
de uma revista sem objectivos comerciais

PREÇO ESC. 60\$00

ADMINISTRAÇÃO DA «GAZETA DE MATEMÁTICA»
Rua Diário de Notícias, 134-1.º-Esq.º—LISBOA-2 — Telefone 369449