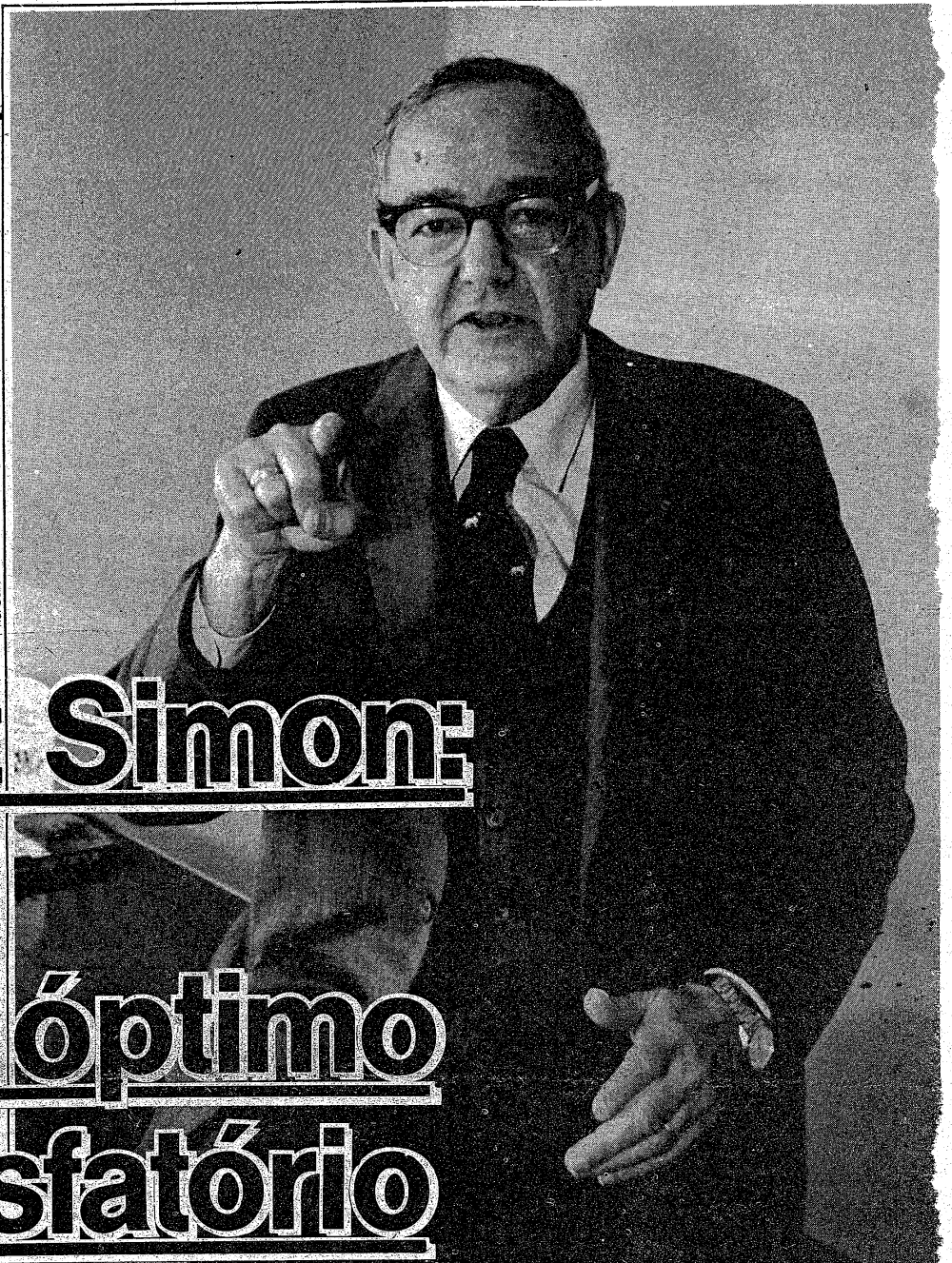


Em 1956, quando os computadores eram umas máquinas quase totalmente desconhecidas, Herbert Simon e um colega, Allen Newell, escreveram os primeiros programas de computador capazes de provar teoremas. Tinha nascido a inteligência artificial

Rui Ochoa



# Herbert Simon: decidir entre o óptimo e o satisfatório

«Os principais problemas que afligem o mundo, como os conflitos na Irlanda do Norte ou

José Vitor  
Malheiros  
e  
Luís Moniz  
Pereira

**P**REMIO Nobel de Economia de 1978 e membro da Academia Americana das Ciências e Letras, Herbert Simon, foi um dos fundadores da «Inteligência Artificial», uma disciplina científica que conheceu a

fama nos últimos anos e que tem por objectivo a automatização, através do computador, de actividades perceptivas e cognitivas. Autor de 24 livros — um dos quais, *As Ciências do Artificial*, se encontra editado em Portugal — Simon não é, no entanto, apenas um especialista de computadores. Igualmente fundador das Ciências da Decisão e das Ciências Cognitivas, Herbert Alexander Simon, hoje com 71 anos, que esteve recentemente em Lisboa para proferir uma conferência incluída na série «Balanço do Século», que a Presidência da República tem promovido, tem espalhado a sua actividade pelos domínios da Epistemologia, da Matemática Aplicada, da Psicologia e da Economia, entre outros, para tentar descobrir como é que o homem pensa.

**EXPRESSO** — Como é que, na sua opinião, um país com o nível de desenvolvimento de Portugal pode evitar deixar-se colonizar tecnologicamente pelos países mais avançados da CEE?

**HERBERT SIMON** — Acho que nós fizemos a mesma pergunta nos EUA:

Como é que Pittsburgh pode evitar deixar-se colonizar pela Califórnia e por Nova Iorque? Acho que a única maneira de evitar isso é confiar nos nossos próprios esforços e construir centros de excelência, apostar nos recursos humanos locais, proporcionar boa educação aos

jovens. O talento humano está distribuído uniformemente, não está todo concentrado numa parte do mundo ou só num local. Com as comunicações modernas, com as actuais redes de computadores, com a capacidade de transferir informações de um lado para o outro, as pessoas de todo o mundo têm acesso ao mesmo conhecimento. Todos nós, nos EUA e na Europa, podemos ler os mesmos jornais, podemos ir às mesmas reuniões. Se nós incluirmos nesta comunidade de conhecimentos modernos e de tecnologia, se explorarmos os recursos locais, se treinarmos as pessoas, não vejo qualquer razão para que uma parte do mundo seja menos ou mais avançada que a outra.

**EXP.** — Bom, mas de facto as coisas não se passam assim e existem partes do mundo com graus de desenvolvimento muito diferente. E acontece que o nosso ponto de partida é muito diferente de outros países europeus...

**H.S.** — Não devemos prender-nos muito com esses pontos de partida. Os pontos de partida não são permanentes. Os japoneses, depois da 2.ª Guerra Mundial não se conformaram com o seu ponto de partida. Nem a Coreia do Sul, nem Taiwan. Há vários exemplos de países que tiveram sucesso e conseguiram adquirir classe mundial numa ou outra área. Portugal tem dez milhões de habitantes e é claro que não poderão fazer tudo, têm de escolher algumas áreas, de definir algumas prioridades e focar os esforços sobre essas áreas. Por exemplo: Portugal está muito dependente do exterior em relação à energia, o que poderá significar que as actividades onde a intensidade de energia é muito grande não serão aquelas onde o vosso país poderá ter as maiores vantagens comparativas. Mas em termos de recursos humanos, este tipo de problemas já não se coloca. Portugal poderia apostar em domínios onde a principal matéria-prima fosse os

recursos humanos.

**EXP.** — Acha que faz sentido tentar desenvolver uma ciência de ponta como a inteligência artificial em Portugal?

**H.S.** — Se for realmente «de ponta» acho que faz todo o sentido. Porque é claro que a inteligência artificial à medida que vamos aprendendo a usá-la, vai penetrando um enorme leque de actividades. É preciso ter em conta que nas empresas do sector produtivo, na educação, e noutros sectores, uma grande parte do trabalho consiste em pensar, em tomar decisões, em resolver problemas. Ora a inteligência artificial é precisamente a ferramenta que coloca as tecnologias modernas ao serviço da resolução de problemas e da tomada de decisões. Em segundo lugar, porque esta é uma área que necessita, antes de mais, de recursos humanos. Existe ainda a vantagem adicional de se tratar de um domínio relativamente novo onde toda a gente está mais ou menos

ao mesmo nível; ainda que a inteligência artificial já exista há cerca de trinta anos, o verdadeiro arranque só se deu há cinco ou sete anos. E há sempre mercado para a inteligência. No caso de Portugal, existe ainda outra razão: suplementar para apostar neste domínio, que é o facto de existirem no vosso país equipas a trabalhar em inteligência artificial há vários anos, o que significa que não partem do zero.

**EXP.** — Na sua opinião, qual deve ser a responsabilidade das empresas na realização da investigação?

**H.S.** — No caso da investigação básica, é muito difícil para uma empresa, a menos que monopolize uma indústria, recuperar o investimento feito aí e é claro que isto fornece um excelente argumento aos que pensam que deve ser o Governo a principal agência financiadora. Mas, à medida que nos afastamos da investigação básica e nos aproximamos de coisas que podem ter uma aplicação, torna-se cada vez mais

razoável esperar que as indústrias apoiem e desenvolvam esse tipo de investigação.

**EXP. — E quanto aos grandes grupos económicos? Acha que eles são necessários para desenvolver determinados sectores da tecnologia?**

**H.S. —** Se olhar para os EUA podemos ver que as novas tecnologias podem vir de dois lados; a maior parte das inovações nas indústrias existentes vem das grandes empresas — é o único sítio onde se encontra um apoio formal da investigação e desenvolvimento — mas se tratar de coisas realmente novas então as inovações nascem muitas vezes de empreendedores que arranjam algum dinheiro para investir, criam a sua própria empresa e começam a fazer coisas. Isto é essencialmente o que se passa na indústria de computadores. Os meus sentimentos não são tão antimultinacionais como os de outras pessoas. Há uma série de indústrias onde é necessário aproveitar as vantagens

que nos são oferecidas pelas economias de escala e teríamos problemas se não tivéssemos empresas com a dimensão necessária. Empresas pequenas podem portar-se tão mal como as grandes empresas. A principal protecção que possuímos contra organizações de qualquer tipo é a concorrência entre elas. E, com a possível excepção dos grandes países, é preciso apostar na concorrência internacional como meio para as manter honestas.

### **A ligação Universidade-Indústria**

**EXP. — Uma das questões que tem suscitado mais polémica durante os últimos anos no domínio da investigação é a da ligação Universidade-Indústria. Na sua opinião existe ou não o perigo de a universidade se tornar demasiado dependente do financiamento da indústria e de abandonar a investigação fundamental em favor de projectos de investi-**

**gação aplicada, financiados pelas empresas?**

**H.S. —** Acho que se trata de um perigo real. Não se passa uma semana sem que haja na nossa universidade alguma discussão sobre isso. E há sempre muita gente que pensa que fomos demasiado longe no estreitamento de relações com a indústria. Pessoalmente, nunca pensei que houvesse grande motivo para preocupações, ainda que me pareça que devemos estar constantemente a avaliar a investigação fundamental que fazemos. É preciso que as indústrias com que trabalhamos compreendam que, se a investigação fundamental desaparecer, tudo o resto irá também desaparecer, mais cedo ou mais tarde. Acho que devemos ter atenção a isso. Mas também seria um erro pensar que da aplicação não surgem problemas de enorme interesse científico. Eu gosto de retirar os meus problemas da aplicação. As interrogações mais importantes que me coloquei durante o meu trabalho vie-

ram sempre daí.

Uma forte ligação Universidade-Indústria pode fazer com que a investigação fundamental se encaminhe em direcções diferentes do que aconteceria se não existisse essa relação, mas isso não me parece necessariamente mau.

**EXP. — Há um ditado que diz «Não há nada tão prático como uma boa teoria». Mas também há quem diga «os problemas científicos precisam de soluções pragmáticas».**

**H.S. —** «Não há nada tão prático como uma boa teoria»? Talvez, mas eu poria a ênfase em «boa» e não em «teoria». Mas quando vejo aquilo que se publica em determinados domínios... duvido que sejam tudo boas teorias. Acho que as teorias tendem a fugir se não estiverem ligadas a alguma realidade. A teoria não são só teoremas, no sentido matemático. Veja o caso da biologia: as teorias são generalizações, e muitas vezes generalizações qualitativas. É deste tipo de teorias que nós

precisamos na ciência dos computadores para nos guiar.

**EXP. — E está a dizer que precisamos de menos teorias que as que existem actualmente?**

**H.S. —** Precisamos de teorizações que tentem responder às questões do domínio a que se dirigem e não apenas de teorias formais desenvolvidas só porque a sua formulação matemática é muito elegante.

**EXP. — Mas quando diz que precisamos de teorias mais gerais, isso faz com que passe a haver menos casos particulares, menos teorias.**

**H.S. —** Sim, claro que isso é verdade, mas não é o mais importante. Deixe-me dar-lhe um exemplo clássico: Pasteur tornou-se famoso porque desenvolveu uma teoria sobre os germes como agentes das doenças. O que é essa teoria? Não é um teorema matemático, não é nada muito exacto: tudo o que a teoria nos ensina é que, se alguém tem uma doença, devemos procurar um mi-

croorganismo responsável por essa doença. As vezes, esse microorganismo nem existe, a teoria até tem excepções, mas foi uma arma poderosíssima na investigação.

Na inteligência artificial há muita gente que diz que não existe nenhuma teoria da inteligência artificial mas isso é um disparate, pois, por exemplo, a ideia de que a inteligência exige uma procura selectiva usando processos heurísticos é uma teoria tão específica e tão central como a teoria dos germes de Pasteur. Teorias capazes de nos guiar no desenvolvimento de um dado programa, ou de nos dizer porque é que ele funciona não têm de ser sempre teorias matemáticas.

**EXP. — O seu trabalho no domínio da psicologia cognitiva e em inteligência artificial contribuiu de forma importante para o seu prémio Nobel em Economia?**

**H.S. —** Segundo a citação da Comissão Nobel, esse trabalho não teve um papel

(Continua na pág. 56)

# «Inteligência artificial não parou»

(Continuação da pág. 55)

muito importante. Em primeiro lugar o prémio foi devido ao trabalho teórico que fiz sobre os processos de tomada de decisão. Esse trabalho é que me levou por sua vez à minha investigação em inteligência artificial.

**EXP. — Na sua opinião foi esse o seu trabalho mais importante?**

**H.S. —** As pessoas costumam dividir o trabalho que eu fiz por uma série de domínios mas a maior parte das coisas que eu fiz na minha vida seguem um único caminho: sempre me interessei pela forma como os seres humanos tomam decisões e continuo a achar isso um problema fascinante. Acho

que é essa a minha verdadeira especialidade: a tomada de decisões. Comecei a trabalhar neste assunto com a idade de 19 anos e ainda o estou a fazer. Isso levou-me a fazer estudos das organizações, psicologia da resolução de problemas e muitos outros. A partir de dada altura des-

cobri que era possível usar o computador, o que me levou à inteligência artificial, mas o meu interesse manteve-se sempre o mesmo ao longo deste trajecto.

**EXP. — E qual é a importância que atribui aos computadores em todo o seu trabalho?**

**H.S. —** O aparecimento do computador foi um verdadeiro ponto de viragem. Até o computador chegar era de facto muito difícil fazer trabalho teórico ou empírico nesta área. Não havia nenhuma linguagem para explicar aquilo que se estava a fazer. A física tem na matemática uma linguagem muito poderosa; a química também, mas aqui não havia nenhuma boa linguagem. Se lermos os velhos textos de psicologia vemos que, quando falam de resolução de problemas, é tudo muito místico, muito vago.

Eu esperava pôder transformar tudo isto em matemática, mas a matemática não era a linguagem ade-

quada, pelo menos a matemática clássica. Era preciso primeiro traduzir tudo para números, mas onde é que devíamos ir buscar esses números? Foi então que apareceu o computador e vimos que o computador era muito mais polivalente que o que pensávamos. Não eram precisos números, podíamos usar qualquer símbolo, qualquer padrão, imagens. Descobrimos então que podíamos usar o computador para simular o pensamento humano. E realmente, durante trinta anos, divertimo-nos bastante com isso.

**EXP. — O que é que descobriu? Quais são as lições principais dos seus estudos sobre tomada de decisões?**

**H.S. —** Uma que é muito clara, e que diz respeito tanto aos processos de tomada de decisão pessoais como aos organizacionais, é que não se deve procurar soluções óptimas. Deve definir-se um «standard» daquilo que queremos, e procurar soluções que permitam alcançar o «standard» que definimos.

Podem dizer-me que isso é uma conclusão bastante trivial mas trata-se de uma diferença fundamental, pois altera por completo as quantidades e tempos de computação quando se trata de computadores. Isto, aliás, corresponde a um ditado popular que existe tanto nos Estados Unidos como em Portugal: «O óptimo é inimigo do bom.» E a inteligência artificial é muito construída sobre esta ideia: encontrar soluções satisfatórias em vez de soluções óptimas.

**EXP. — E de que maneira se define esse «standard»? Como é que sabemos que é razoável definir este ou aquele nível? Isso não é tão difícil como tentar otimizar as soluções?**

**H.S. —** Não, de maneira nenhuma. O «standard» é definido pela nossa experiência. Uma pessoa que está à procura de um emprego sabe o que é um salário razoável, um bom salário e o que é um salário irrecusável. Todos nós formamos, através da nossa experiência, uma ideia daquilo a que vale a pena aspirar. A realidade diz-nos onde é que devemos colocar o «standard». Falou de optimização, mas de facto, para a maior parte dos problemas práticos, não faz sentido falar de optimização porque nós nunca sabemos sequer quais são todas as alternativas possíveis nem quando é que deveríamos parar de as procurar.

O engenheiro responsável, antes de desenhar a ponte sobre o Tejo não desenhou todas as pontes possíveis para depois escolher aquela que melhor servia os seus fins. Utilizou com certeza regras muito simples para fazer as suas escolhas. A optimização é algo que não tem lugar na maior parte dos problemas.

## Espera-se pouco dos computadores

**EXP. —** Está a dizer que quando decidimos, decidimos sempre dentro de um dado conjunto de alternativas.

**Mas é lógico que queremos enriquecer esse conjunto de alternativas...**

**H.S. —** A definição das alternativas é a parte mais importante do processo de tomada de decisão. Se me deixar ser eu a definir as alternativas, não tenho nenhum inconveniente em deixá-lo escolher sempre. Repare nos principais problemas que afligem actualmente o mundo, como os conflitos no Médio Oriente, na Irlanda do Norte, no Sri Lanka. Eles só ficarão resolvidos quando se inventarem novas alternativas. Se perguntar a um negociador sindical se prefere manter uma negociação onde o único tema é o nível salarial ou se prefere negociar um conjunto de coisas, ele dir-lhe-á que prefere esta última hipótese, porque desta forma podem existir novas alternativas, que beneficiem ambos os lados em confronto.

**EXP. — Acha que as pessoas em geral esperam demasiado dos computadores?**

**H.S. —** Alguns esperam demais, mas a maioria espera demasiado pouco. Ainda se ouve dizer: «Os computadores só fazem aquilo para que são programados.»

**EXP. — Acha então que será possível criar máquinas que sejam capazes de pensar?**

**H.S. —** Acho que já as temos há trinta anos. Se um programa consegue pegar num problema lógico complexo e resolvê-lo, que desculpa é que temos para não lhe chamar uma máquina que pensa?

**EXP. — Mas acha que será possível fabricar máquinas que pensem como um cérebro humano?**

**H.S. —** Tão bem ou tão mal? Já existem máquinas que pensam tão bem como o nosso cérebro em muitos domínios. Há dez anos atrás comecei com alguns colegas a escrever programas que eram capazes de descobrir leis: dávamos-lhes dados e eles descobriam regularidades nesses dados e extraíam daí leis. Temos outro programa que, perante um problema científico concreto, trata de conceber experiências para estudar o problema. Se os resultados de cada experiência lhe forem sendo transmitidos, ele vai propondo novas experiências. Já demonstrámos que esse programa consegue conceber, com base nos mesmos dados, a mesma série de experiências que permitiu a Krebs descobrir o ciclo da ureia. O mesmo programa, dispondo dos factos que Faraday possuía na sua época sobre a produção de electricidade a partir do magnetismo, delineia precisamente as mesmas experiências que Faraday realizou para chegar às mesmas descobertas.

**EXP. — Há uns anos atrás não havia praticamente domínio nenhum onde não se pensasse em aplicar a inteligência artificial, mas hoje, apesar do que diz, o tom que os especialistas adoptam é muito mais prudente. O que aconteceu? Criaram-se expectativas exageradas? Houve alguns fracassos?**

**H.S. —** Todos os novos



domínios têm tendência para aparecer com uma imensa publicidade. A inteligência artificial existe, há cerca de trinta anos, mas só foi descoberta pelos jornais há mais ou menos sete anos, quando os minicomputadores começaram a aparecer. Depois, durante dois anos, todos os semanários e mensários dos Estados Unidos publicaram artigos sobre a inteligência artificial — já perdi a conta das vezes que fui entrevistado para esse mesmo artigo — e naturalmente que apareceram uma quantidade de coisas que eram verdade e outras que eram exageradas. E acabou por chegar uma altura em que as pessoas que tinham acreditado em todos os exageros ficaram um bocadinho desiludidas.

Aconteceu, por outro lado, que apareceram de repente uma quantidade de empresas de «software» a querer vender programas de inteligência artificial de ajuda à decisão. Nem todas tiveram êxito e muitas acabaram por se encontrar em sérias dificuldades financeiras. Mas isso é o que acontece com qualquer indústria nova. Quantos dos fabricantes originais de automóveis é que sobreviveram? Se naquela altura alguém quisesse investir nessa indústria não bastaria saber que os automóveis iam dar dinheiro. Seria preciso escolher a empresa com cuidado. Com os computadores também aconteceu a mesma coisa. Acho que se trata de um processo de selecção normal. Mas basta olhar para os números para ver como a inteligência artificial está a crescer.

### Correr riscos com a inteligência artificial

**EXP.** — Diz que a inteligência artificial nasceu há trinta anos mas só arrancou verdadeiramente há sete anos. É verdade que a inteligência artificial sofreu, algures durante esse lapso de tempo, um período de estagnação nos Estados Unidos?

**H.S.** — Isso é um boato que foi realmente posto a correr, mas que não tem nenhuma base factual. Eu próprio andei a verificar a dada altura os artigos publi-

cados sobre a investigação feita durante esses anos e não encontrei nenhum indício de qualquer estagnação. O que aconteceu é que no início se resolveram alguns problemas mas depois avançou-se para questões mais complexas que envolviam grandes quantidades de conhecimento e o ritmo dos sucessos abrandou, mas do ponto de vista científico sempre foi um campo com um desenvolvimento extraordinário, isso, aliás, é demonstrado pela fama que a inteligência artificial tinha. Até há cerca de cinco anos atrás, era olhado como um campo muito avançado, muito ousado, pelas pessoas que estavam de fora. Se um estudante que andasse à procura de tema para a sua tese de doutoramento escolhia a inteligência artificial era porque se tratava de uma pessoa que gostava de correr riscos. As outras áreas eram mais seguras.

**EXP.** — Todo o seu trabalho tem sido centrado sobre a tomada de decisões. Ora acontece que hoje em dia o conteúdo técnico das questões parece ser cada vez maior e parece ser cada vez mais necessário deixar as questões aos especialistas. Considera que os cientistas deveriam ter um papel mais importante na definição das políticas?

**H.S.** — A maior parte das questões políticas que se nos coloca hoje em dia possui de facto, componentes de ordem científica muito importantes: energia, ambiente, electrónica, comunicações. E portanto claro que para delinear políticas razoáveis, é necessário possuir um contributo de parte da ciência. No entanto, temos de reconhecer ao mesmo tempo que estas questões estão longe de ser apenas questões tecnológicas. As respostas a dar-lhes dependem dos nossos objectivos fundamentais, das nossas prioridades e da forma como equilibramos essas prioridades e têm de ser decididas basicamente pelos órgãos políticos, pelos órgãos democráticos da sociedade. Claro que me parece que é bom que estes órgãos tenham à mão cientistas que lhes possam falar dos factos, mas não há qualquer razão para que sejam os cientistas a tomar essas decisões e a ocupar os lugares de decisão,

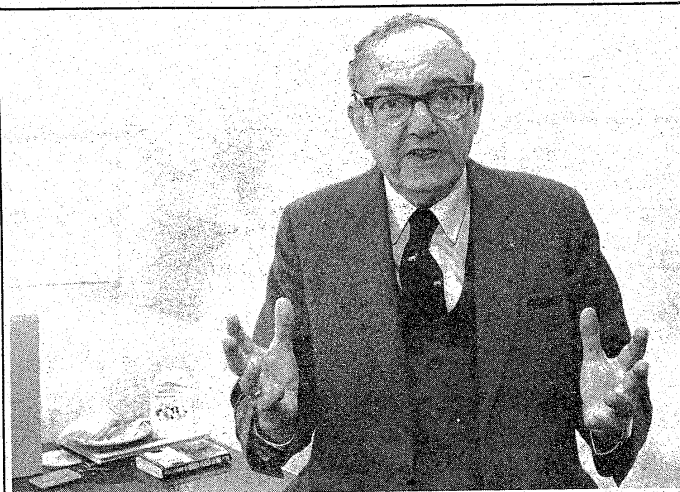
a não ser que eles sejam também bons políticos que consigam ser eleitos para esses órgãos. Há muitas pessoas que pensam que o sistema político resiste a este tipo de aconselhamento, mas isso não é sempre assim. Muitas vezes os políticos estão ansiosos por conselhos porque sentem que os aspectos técnicos de uma dada questão são de primeira importância e devem ser tomados em conta mas não sabem como fazê-lo e gostariam de ser aliviados dessa carga. É que muitas vezes trata-se de decidir acerca de questões particularmente impopulares. Posso dar-lhes um dos piores exemplos: há nos EUA uma quantidade muito razoável de centrais nucleares e temos de decidir o destino a dar aos resíduos nucleares. Bom, aqui está uma questão a propósito da qual os órgãos políticos realmente não querem tomar nenhuma decisão porque todas serão impopulares. Têm de pôr a lixeira nas traseiras de alguém e não querem ser eles a dizer em que traseiras vai ser. A comunidade científica jogou aí um papel muito importante, pois integrou comissões que foram nomeadas oficialmente, e que decidiram quais eram os melhores locais para estas lixeiras nucleares. E coisas semelhantes aconteceram no domínio da qualidade do ar e noutras áreas.

**EXP.** — No caso da Guerra das Estrelas os conselhos dos cientistas não serviram de muito.

**H.S.** — Sim, tem razão, apesar de 95 por cento da comunidade científica estar declaradamente contra a administração apoia o programa, que lhe parece ser um bom «slogan».

### O papel dos cientistas na política científica

**EXP.** — E qual é que deve ser o papel dos cientistas na definição da política científica? Quando fala de poluição do ar, toda a gente sabe do que está a falar mas é diferente quando se trata de decidir se se deve investir num superacelerador para fazer física das partículas — como se está a discutir agora



«As máquinas de pensar existem há trinta anos.»

nos EUA — ou no desenvolvimento de um círculo integrado supersofisticado. Aí já não parece tratar-se de opções fundamentais para a nossa sociedade.

**H.S.** — Acho que a questão é precisamente a mesma: é necessário obter conselhos junto dos especialistas e depois as autoridades têm de decidir. O trabalho dos especialistas é precisamente explicar o que fazem, explicar aos outros os domínios em que eles são especialistas. Quando dois advogados vão a tribunal para decidir uma questão sobre um caso técnico, são eles que têm de explicar ao juiz o seu caso, não é o juiz que diz aos advogados e aos peritos: «Bom, como são vocês que percebem disso, decidam vocês».

Os nossos tribunais têm frequentemente de decidir casos muito complexos e muito técnicos a respeito de

patentes e são os juizes, que não têm formação técnica, que têm de tomar as decisões depois de ouvir os técnicos. Essa é a nossa obrigação. Se queremos ter um superacelerador para fazer mais física, então é bom que consigamos explicar aos congressistas o que é um superacelerador e porque é que devemos gastar esse dinheiro, e isso não são questões técnicas. O que não se deve é perguntar apenas aqueles que estão a vender a ideia.

**EXP.** — Mas esse é um dos problemas: cientistas de outros grupos muitas vezes não querem comentar sobre questões que envolvem outros domínios, não se sentem à vontade para o fazer. E pode correr-se o risco de só encontrar conselhos de qualidade junto de pessoas que têm algum interesse pessoal no assunto que está a ser estudado.

**H.S.** — Tem toda a razão quando diz que eles preferem não comentar. Mas essa prioridade não é uma questão científica. Pode ser que inclua questões científicas, mas ela não é uma questão científica. É muito difícil para um físico dizer o que poderá resultar de um mais profundo conhecimento sobre os «quarks». Nenhum físico honesto pôde dizer que esse conhecimento possui um grande interesse para a Defesa. Como é que decidimos se queremos peixe ou carne para o jantar? Não me parece que essa seja uma questão técnica.

Parece-me sim que dentro da pergunta existem questões técnicas como as questões de viabilidade (é possível construí-lo? quanto custará?) e outras que não têm nada a ver com elas: a questão do prestígio nacional, o peso da nossa curiosidade.