

Antes de sair para o aeroporto e tomar o avião que o levaria de volta a Berkeley no dia 19 de janeiro último, o Professor Steve Smale conversou durante duas horas com Jacob Palis e Laura Martignon. O resultado foi uma entrevista informal que tocou nos mais diversos aspectos da vida de Smale.

**J. Palis** — Ouvi dizer que, quando jovem, você pensou em se tornar químico.

**S. Smale** — Na escola secundária eu estava envolvido com a Química. Li o livro de Química Orgânica de James Conant do princípio ao fim, e tinha um laboratório bastante razoável em casa. Razoável para uma pessoa que morava no campo, em uma área rural. Nós o compramos de um estudante de Química que tinha seu próprio laboratório.

**J. Palis** — Você percebe já nessa primeira mudança da Química para a Matemática a mesma característica, digamos o mesmo ímpeto, que o levou em repetidas ocasiões a passar dos fundamentos de um assunto para outro depois de um intenso período de estudos e descobertas importantes?

**S. Smale** — Na verdade, da Química eu passei para a Física. Durante a graduação estudei Física até o último ano, quando comecei a me sair mal e finalmente mudei para a Matemática.

**J. Palis** — Como foi o seu desempenho na pós-graduação em Michigan?

**S. Smale** — Até o segundo ano, fui um aluno médio; depois, aos poucos, fui-me saindo melhor. No final, já estava muito bem.

**J. Palis** — Quando você obteve aquele belo resultado em homotopia regular, invertendo a esfera de dentro para fora?

**S. Smale** — No primeiro ano depois do meu doutorado. Eu estava na Universidade de Chicago. Minha tese havia sido uma versão em dimensão 1 do mesmo problema. O caso em dimensão 2, substancialmente mais complicado, eu o resolvi seis meses depois que cheguei a Chicago.

**J. Palis** — Você acha que o ambiente do departamento de Matemática da Universidade de Chicago o ajudou? Você confirma que esta foi uma época de atividades de alto nível, um ótimo ambiente para se criar e fazer Matemática?

**S. Smale** — Ah!, sim, foi uma época importante, até mesmo para a história da Matemática Americana. Esta época em Chicago foi especialmente vibrante, com muitos visitantes e muita atividade.

**J. Palis** — Dentro da Matemática, sua primeira mudança foi da Topologia para os Sistemas Dinâmicos. Será que seu interesse foi despertado pela possibilidade de atacar a Conjectura de Poincaré? Essa é uma curiosidade que muitos de nós temos.

**S. Smale** — Usando técnicas de Sistemas Dinâmicos?

**J. Palis** — Sim, usando Sistemas Dinâmicos...

**S. Smale** — Talvez não de forma tão direta assim. Eu estava interessado em questões ligadas diretamente aos Sistemas Dinâmicos e às Equações Diferenciais, não necessariamente como meio de resolver problemas em Topologia. Mas antes disso, em 1957, eu já havia usado Sistemas Dinâmicos em Topologia, quando mostrei que é possível contrair o espaço dos difeomorfismos da esfera bidimensional a um ponto. Naquela prova havia um argumento importante de Equações Diferenciais. Na verdade, estes assuntos sempre estiveram interligados desde a minha tese.

## Na praia do Leme

**J. Palis** — Depois disso você veio para o Rio, uma viagem importante em vários sentidos.

**S. Smale** — Onde fiz o meu trabalho mais famoso?

**J. Palis** — Isso mesmo. Na praia do Leme ou, talvez, no IMPA.

**S. Smale** — E você sabe que trabalho foi esse?

**J. Palis** — Ora, a Conjectura de Poincaré!

**S. Smale** — Não, não. Isso é um erro!

**J. Palis** — Ah, é? Então, por favor, esclareça.

**S. Smale** — Meu trabalho mais famoso é o da *ferradura*! Este é que é o meu trabalho mais conhecido hoje em dia. E foi feito nas praias do Rio de Janeiro, na mesma época em que resolvi a Conjectura de Poincaré.

**J. Palis** — Gleick afirma que você recebeu a dramática carta de Levinson no Rio, mas não diz que a ferradura foi feita aqui. Não me lembro de você ter mencionado isso em nenhum momento.

**S. Smale** — Mencionei isso, acho, em *How I got started in dynamical systems*. Não sei se disse exatamente que fiz o trabalho na praia. Claro que eu estava trabalhando tanto no IMPA quanto na praia, por isso fica difícil dizer se a Conjectura de Poincaré teve uma parte maior feita na praia do que a ferradura. Mas posso afirmar que hoje em dia eu sou mais conhecido pela ferradura.

**J. Palis** — Quer dizer que os seus dois melhores resultados estão ligados ao Rio?

**S. Smale** — Sim. Entre os cientistas em geral, o mais conhecido é a ferradura; se restringirmos o público aos matemáticos, então a Conjectura de Poincaré é a mais famosa.

## Os anos entre Columbia e Berkeley

**J. Palis** — Então você foi do Rio para a Universidade de Columbia, talvez passando por Berkeley (Universidade da Califórnia).

**S. Smale** — Não, do Rio eu fui para Berkeley; nada a ver com Nova York, a não ser pelo fato do navio ter parado lá. Columbia nessa época era pouco relevante. Eu já tinha um emprego em Berkeley e fui para lá exercê-lo.

**J. Palis** — Quer dizer que a sua mudança de Berkeley para Columbia foi mais tarde.

**S. Smale** — Um ano depois. E fui para Columbia porque me ofereciam o dobro do meu salário.

**J. Palis** — Este período em Columbia também foi excelente. Você resolveu várias questões em EDP's e variedades de dimensão infinita.

**S. Smale** — Isso foi entre 62 e 64, no terceiro e quarto ano que passei em Columbia. Comecei dando aulas de Cálculo de Variações em Espaços de Banach, sobretudo Análise Global e EDP's.

**J. Palis** — Até essa época você só tinha um aluno informal, Moe Hirsch, mas aqui você estava cercado de vários "estudantes de pós-doutorado".

**S. Smale** — É assim que o Elon diz: "estudantes de pós-doutorado". Bem, pessoas como Ralph Abraham vieram para Columbia, acho que por minha causa, assim como Elon, Victor Gillman e outros.

## A medalha Fields - um período de intensa atividade

**J. Palis** — A sua medalha Fields, creio, foi muito bem recebida e deve ter sido uma decisão fácil do comitê.

**S. Smale** — Não sei.

**J. Palis** — Como, o que você quer dizer com isso?

**S. Smale** — Talvez eu não devesse discutir isso.

**J. Palis** — De qualquer forma, creio que agora os matemáticos estão todos de acordo a esse respeito. Nessa época a sua vida se tornou muito intensa, uma vez que você estava ativo em muitas áreas. Antes de mais nada e isso eu posso afirmar pessoalmente — em Matemática você estava em um período de muita criatividade. Seu *survey* em Sistemas Dinâmicos de 1967, *Bulletin American Math. Soc.*, é considerado uma obra-prima da literatura matemática. Essa opinião não é só minha; foi expressa no livro de Ruelle, “*Elements of Differentiable Dynamics and Bifurcation Theory*”. Neste artigo, foram lançados os fundamentos da Teoria Hiperbólica dos Sistemas Dinâmicos, que juntamente com a Teoria dos Pequenos Denominadores ou KAM (Kolmogorov-Arnold-Moser) constituem-se em marcos notáveis da Matemática nos anos sessenta. Ao mesmo tempo você estava envolvido no “Vietnam Day Commitee” e no movimento pela liberdade de expressão, no caso oral. Você considera esse período como a fase mais emocionante de sua vida, levando todos os aspectos em conta?

**S. Smale** — Houve também aquele período nas praias do Rio... é difícil dizer. Cada época dessas teve seu próprio entusiasmo, mas dizer que uma supera a outra...

**J. Palis** — Você e Jerry Rubin juntaram forças na luta política. Como foi que vocês se uniram? Foi por acaso ou em função do protesto contra a guerra do Vietnã?

**S. Smale** — Eu havia sido uma espécie de orador radical antes disso, e pensei em me oferecer como voluntário para rebater certos pontos de vista liberais sobre a guerra do Vietnã em um debate público. Isso me tornou, de certa forma, famoso no meio freqüentado pelas pessoas que estavam trabalhando contra a guerra e, em um determinado momento, Jerry Rubin e sua namorada Barbara Callaghan vieram me procurar e apresentaram a proposta de organizar uma grande demonstração no campus. Eu me uni a eles.

**J. Palis** — Essa atividade durou vários meses, não é verdade?

**S. Smale** — A parte intensa dessa luta durou oito meses, menos de um ano.

**J. Palis** — Agora vou ser bastante conciso: nessa época você mudou de Sistemas Dinâmicos para Mecânica Celeste, e daí para Economia. Agora você se voltou para a Ciência da Computação, Complexidade de Algoritmos, Análise Numérica... na fronteira da Lógica. Suponho que você continue tão ativo quanto sempre, cheio de energia.

**S. Smale** — Não sei. Continuo tentando...

**J. Palis** — Você tem condições de prever se continuará trabalhando nas coisas que está fazendo agora nos próximos cinco anos, pelo menos?

**S. Smale** — Tenho um grande entusiasmo pelo trabalho com os problemas de Ciência da Computação, do ponto de vista das máquinas sobre os números reais. Mas é difícil prever.

**J. Palis** — Especialmente em se tratando de você...

**S. Smale** — Bem, espero ter algum tipo de consistência. Espero perseverar em um problema sem ser muito inconstante. Eu quero ser um cientista sólido.

### Atitude e postura em relação à pesquisa

**L. Martignon** — Vamos agora abordar questões mais filosóficas. Em seus zigue-zagues de um assunto para outro, como Jacob Palis mostrou, sua atitude foi sempre muito aberta em relação à Ciência em geral. Existe um fio condutor em seu trabalho de pesquisa?

**S. Smale** — Digamos que existe uma tendência para isso, embora esse fio condutor não seja emergente de uma única motivação. Eu tento me manter consciente da parte do mundo na qual a Matemática se encaixa, para não me ater a questões muito limitadas.

**L. Martignon** — Mesmo do ponto de vista epistemológico, é uma enorme empreitada fixar, em termos rigorosos, as definições de conceitos como “algoritmo” e “máquina”...

**S. Smale** — É claro que essas coisas tiveram um enorme *background*. Não é como se eu tivesse conseguido chegar a elas partindo do nada, longe disso.

**L. Martignon** — Havia uma definição aceita de algoritmo?

**S. Smale** — Existem muitas dessas definições na história, mas por uma razão ou por outra elas ficaram encalhadas. Nunca se desenvolveram e também não eram aceitas, no sentido de cultura geral, nem pelos analistas numéricos nem pelos cientistas de computação. Mas elas já tinham sido sugeridas no passado.

**L. Martignon** — E todos os caminhos levam... à máquina de Turing...

**S. Smale** — Bem, na maneira clássica de pensar sobre computação — uma maneira discreta, finita — qualquer outro caminho acaba sendo equivalente ao de Turing. A definição de computabilidade é a mesma. A isto se dá às vezes o nome de tese de Church\*. Assim, enquanto estamos trabalhando com conjuntos finitos e computação finita, existe essencialmente um modo único de pensar e, por conseguinte, algum tipo de universalidade na máquina de Turing. Mas, é claro, isso não é válido quando se trabalha com os números reais.

**L. Martignon** — É possível que suas idéias sobre teoria de complexidade e fundamentos da ciência da computação possam ser usadas um dia para ajudar-nos a ter uma idéia de como a mente funciona?

**S. Smale** — Sim, é possível que estas idéias possam ser usadas para construir algum modelo do cérebro, baseado em equações diferenciais, isto é, um modelo baseado nos números reais. Eu

---

\*Ver o artigo “Aspectos da Tese de Church-Turning”, Jacob Zimbarb Sobrinho, *MATEMÁTICA UNIVERSITÁRIA*, nº 6, pp. 1-23.

acho que as pessoas fazem isso na área de redes neuronais, que são modelos que se aproximam do cérebro e das coisas com que tenho estado trabalhando. É possível que estas “máquinas” ajudem nesse sentido.

**L. Martignon** — Os biólogos estão a par desses desenvolvimentos? Quero dizer, os profissionais que estão trabalhando na teoria de cérebro, especialmente do córtex?

**S. Smale** — Alguns deles estão. Exatamente os que estão ligados aos *neural networks*. Há outras áreas da ciência da computação que estão muito ligadas com o trabalho sobre o cérebro que vem sendo feito. De fato, acho que algumas coisas que vão ser vistas aqui na conferência da próxima semana tratam dessas conexões. Pessoas como Poggio trabalham com visão computacional e inteligência artificial. O objetivo final por trás disso é compreender o cérebro.

**L. Martignon** — Conheci Poggio em Tübingen quando ele trabalhava no Instituto Max Planck. Trabalhava com Reichardt e estudava o sistema visual da mosca.

**S. Smale** — Eu visitei esse Instituto Max Planck uma vez. Reichardt me mostrou máquinas para fixar as moscas e observá-las.

**L. Martignon** — Então, depois de décadas de especialização, parece que estamos nos aproximando de uma era de fusão entre as diferentes ciências. A visão computacional está ligada à Bionômica. A Teoria do Caos liga Matemática à Meteorologia, à Biologia e, é claro, à Física. Você acha que esses progressos modificaram as tendências na Matemática, reduzindo a inclinação à especialização?

**S. Smale** — Acho que as duas coisas continuam acontecendo ao mesmo tempo. Por um lado temos uma espécie de forças unificadoras e abrangentes na Matemática e, por outro, continuam existindo as especializantes. Acho que estes dois movimentos estão trazendo contribuições importantes. Olhar para a Matemática de fora ajuda a alimentar o campo de suas idéias.



## Financiamento da pesquisa no Terceiro Mundo

**L. Martignon** — Mudando um pouco de assunto, uma das questões básicas no que diz respeito à pesquisa científica no Brasil é, evidentemente, a do financiamento. Nos Estados Unidos, além do financiamento proveniente da NSF, grande parte do apoio econômico vem dos fundos militares, isto é, "Defesa". Não é de se esperar que um fenômeno semelhante aconteça no Terceiro Mundo.

**S. Smale** — No que se refere ao Terceiro Mundo, uma pessoa se destaca por ter feito um grande esforço nessa questão de financiamento à Ciência, Abdul Salam. Ele fez um trabalho estatístico enorme e ficou claro que o Terceiro Mundo usa uma porção muito pequena de seus recursos em Ciência e Tecnologia comparado com o Primeiro Mundo. Ele desenvolveu esse ponto muito bem em seus artigos. E seu ponto de vista está certo: o Terceiro Mundo se desenvolverá melhor quando destinar mais de seus recursos à pesquisa básica. Na verdade, muito mais.

**L. Martignon** — Houve alguma mudança nesse aspecto nos Estados Unidos na última década?

**S. Smale** — Nos últimos anos, a verba destinada à pesquisa aumentou. Os Estados Unidos empregam uma grande quantidade de seus recursos na pesquisa científica. Provavelmente, a mais alta quantia per capita no mundo. É difícil comparar exatamente com a Europa, mas é certamente muito mais.

**L. Martignon** — É claro que, no que diz respeito a financiamento, a relevância das áreas na ciência é fundamental. Existem campos na Matemática que você considere mais relevantes que outros? Que critérios você utiliza?

**S. Smale** — Certamente algumas áreas do desenvolvimento são mais importantes que outras. Às vezes isto tem a ver com novos conceitos sendo introduzidos em um campo, que o conduzem a um período de muita vitalidade, em contraste com outras áreas, nas quais todas as idéias básicas foram estabelecidas há um longo tempo e o trabalho se torna cada vez mais técnico e difícil e, eu

diria, menos importante.

### Atitude em relação à pesquisa

**L. Martignon** — Voltemos aos conceitos de algoritmo e máquina. É surpreendente como uma ou duas definições podem causar uma inovação nos métodos a ponto de proporcionar a sua bela prova do fato de que todo conjunto “definível” é “decidível” sobre  $R$ .

**S. Smale** — Não é bem assim. Nós armamos a prova de maneira tal que se vê o contraste conceitual mais claramente com o que acontece no caso dos inteiros. Mas o trabalho técnico remonta a Tarski.

**L. Martignon** — Então, em algumas áreas da Matemática um teorema pode ser uma inovação, em outras a construção de um exemplo ou contra-exemplo e em outras ainda, a colocação de uma boa definição. Há diferentes maneiras de obter progressos em Matemática e você teve sucesso com todas elas.

**S. Smale** — Bem, eu acho que depende do tempo e do lugar em que alguma coisa é necessária. É uma questão de “sentimento”. Algumas vezes ser capaz de colocar a mão nos conceitos certos é o ponto crucial, outras vezes temos um problema muito difícil que requer trabalho técnico profundo.

**L. Martignon** — Você procura o valor intrínseco de um problema, ou por suas conexões ou ainda você age como um atleta, trabalhando um problema porque ele é um desafio para você?

**S. Smale** — As três coisas. Agi como um atleta no passado: A Conjectura de Poincaré. Trabalhei para resolvê-la porque era um problema difícil e de importância histórica.

## Estudantes

**L. Martignon** — Gleick em “Caos” compara você a um flautista mágico: “... quando Smale liderava muitos o seguiam”. Seu ponto de vista sobre os estudantes jovens certamente mudou com o correr do tempo? Qual seria o seu conselho a um estudante hoje?

**S. Smale** — A esse respeito eu sempre fui uma pessoa consideravelmente conservadora. Os estudantes deveriam trabalhar em problemas aceitando muito a orientação das pessoas que respeitam, sem tentar ser inventivos e independentes cedo demais. A independência vem de realizações e acertos, e não de uma atitude. Os estudantes deveriam concentrar sua energia de uma maneira um pouco mais tradicional: aprendendo muito e ouvindo muito o que as pessoas mais experientes têm a dizer. Então, depois de se aprofundar em alguma área e depois de alguma realização concreta, podem começar a pensar em seus próprios problemas.

**L. Martignon** — Você sugeriria muita leitura, muito conhecimento, uma volta aos clássicos na área?

**S. Smale** — Não em especial. A maioria dos estudantes das boas instituições sabe o suficiente. Na verdade, se eles quiserem fazer pesquisas, eles deveriam estar fazendo menos esse tipo de coisa e trabalhar com afinco tentando provar algum resultado.

**L. Martignon** — Muitos estudantes de Matemática, com o tempo, ficam frustrados.

**S. Smale** — Parte desse problema poderia ser evitado simplesmente sentando e trabalhando, com a coragem de começar a provar coisas. Eles gastam muito mais tempo pensando no que fazer do que tentando fazer! Leitura e conhecimento demais? Fazer coisas novas é o que dá a verdadeira confiança! Posso dizer isso por mim. A gente adquire coragem quando realiza, e a melhor maneira de começar a realizar é aceitando o conselho de alguém com conhecimento sobre o que é razoável e útil.

**L. Martignon** — Eu li que o número de estudantes americanos inscritos em Matemática nas universidades americanas está dimi-

nuindo em um ritmo bem rápido. A maioria dos estudantes de Matemática nos Estados Unidos é de estrangeiros.

**S. Smale** — Tenho certeza de que isso acontece por razões econômicas. Há maneiras mais fáceis de progredir economicamente do que estudando Matemática. Direito e Medicina oferecem melhores oportunidades.

**L. Martignon** — Mas sempre ofereceram!

**S. Smale** — Acho que isso está mais claro hoje. Houve uma expansão de empregos em Direito e os salários dos advogados subiram. Não apenas os salários médios mas também os muito altos. E os altos salários transformaram a advocacia em uma carreira muito cobiçada, que atrai os bons estudantes. Dizer salários altos no caso dos advogados significa dizer milhões de dólares por ano. Os salários médios somam pelo menos 200.000 dólares por ano, o que é raro entre cientistas.

**L. Martignon** — Você acha que a ciência perdeu prestígio? Foi-se o tempo em que Oppenheimer se sentava à mesa com os políticos dizendo-lhes o que fazer?

**S. Smale** — Eu acho que a Ciência é muito bem vista. Que os estudantes preferam Direito ou Medicina é uma questão de procurarem uma vida confortável. Os cientistas continuam tendo muito boa reputação junto ao público.

**L. Martignon** — Pobres mas respeitáveis.

**S. Smale** — (Rindo). Acho que sim.

### Computadores

**L. Martignon** — Você trabalha em ciência computacional teórica. Você algumas vezes trabalha com o computador, isto é, com o instrumento concreto?

**S. Smale** — Um pouquinho. Acabei de comprar um MacIntosh.

**L. Martignon** — E o que é que você faz com ele?

**S. Smale** — Eu fiz alguma programação com algoritmos no passado, em 1976, com Moe Hirsch. Foi onde aprendi a usar computadores. Nós programamos muitos dos algoritmos que desenvolvemos. Isto me deu algum sentimento até para as coisas teóricas sobre as quais estou falando hoje. Desistimos desses projetos há muito tempo, e com eles, do uso dos computadores. Agora talvez eu retome um pouquinho.

**L. Martignon** — Eu vou lhe fazer uma pergunta que se tornou canônica quando se conversa sobre computadores. Como é que você sente o impacto que os computadores causaram na Matemática?

**S. Smale** — Já foi muito grande e será muito maior de várias maneiras. O uso do computador vai nos levar à descoberta de novos e importantes objetos matemáticos. Por outro lado, a teoria do computador, da forma como estou me dedicando a ela, pode ter um efeito grande em Matemática. A ênfase na noção de algoritmo como uma coisa a ser estudada em si é um fenômeno novo e eu acho que é por aí que a Matemática será profundamente afetada pelo computador. Do ponto de vista prático é difícil dizer como os computadores poderiam ser mais penetrantes. Todo matemático usa o computador hoje em dia, mesmo que seja apenas para escrever seus manuscritos ou para o correio. E, voltando à sua pergunta, acho que está claro que os computadores já tiveram um grande impacto, não só na Matemática, mas na ciência em geral. O uso do computador mudou enormemente a Ciência. Qualquer parte da Ciência.

### Fora da Matemática

**L. Martignon** — Jacob Palis mencionou sua intensa atividade política na época da Guerra do Vietnã. Hoje você dedica seu tempo a outras coisas. Isso é uma consequência da quantidade de trabalho que você tem a fazer ou você chegou à conclusão de que hoje em dia não vale mais a pena...

**S. Smale** — Eu nunca diria que não vale a pena porque acho que é importante perseverar naquilo em que a gente acredita. Eu ainda faço algumas coisas mas não dedico boa parte do meu tempo à política, como fiz em 1965. Acredito definitivamente no ativismo como sustentação das causas importantes no mundo.

**L. Martignon** — E agora, para terminar, tenho uma última curiosidade. Você tem algum *hobby* fora da Matemática? Você gosta de literatura?

**S. Smale** — Eu não leio muita literatura. Vou ao cinema às vezes. O que eu faço é fotografia. Gasto muito tempo com ela. Estou interessado em foto de estúdio. Gostaria de publicar algumas fotos, ou talvez organizar uma exposição individual. Eu faço fotografia muito especializada, apenas sobre um assunto: minerais.

**L. Martignon** — Então você deve ter um outro *hobby*, minerais.

**S. Smale** — Sim, este é o *hobby importante*: Minerais!