

CARLOS A. LOIOLA DE SOUZA

**CARL SAGAN: A EXPLORAÇÃO E COLONIZAÇÃO
DE PLANETAS**

Ficção científica, ciência e divulgação

Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência

São Paulo

2006

CARLOS A. LOIOLA DE SOUZA

**CARL SAGAN: A EXPLORAÇÃO E COLONIZAÇÃO
DE PLANETAS**

Ficção científica, ciência e divulgação

Dissertação apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de MESTRE em História da Ciência, sob a orientação do Prof. Dr. Eduardo Cruz.

São Paulo

2006

BANCA EXAMINADORA

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, ao meu orientador, Prof. Dr. Eduardo Cruz, pela paciência que teve diante dos percalços profissionais que enfrentei.

E a todos os professores, funcionários e colegas do Programa de História da Ciência da PUC-SP.

Dedico este trabalho àqueles que sentem uma necessidade inexprimível de espiar o que há em nosso sistema solar e no vasto universo que nos cerca e a todas as sucessivas gerações que estão por vir, e que tenham um mundo melhor.

ÍNDICE

Introdução	11
Capítulo I Carl Sagan e a ficção científica.....	13
1.1 A ficção científica antes de Carl Sagan.....	14
1.2 O Contexto da ficção científica e a divulgação pelas revistas.....	15
1.3 Isaac Asimov, Arthur Charles Clarke.....	17
1.4 A influencia da ficção científica.....	20
A educação científica.....	26
Capítulo II Carl Sagan e o Complexo Militar Industrial.....	27
2.1 Carl Sagan e seu relacionamento com o “complexo militar industrial”.....	30
2.2 O vôo interestelar.....	36
2.3 Marte e a ficção científica.....	37
2.4 Civilizações extraterrenas.....	38
2.5 Astrobiologia.....	40
2.6 Das conjecturas aos paradigmas.....	44
Capítulo III Sagan, O divulgador do vôo interestelar.....	48
3.1 Razões do vôo interestelar.....	48
3.2 Efeito estufa e inverno nuclear.....	53
3.3 O conhecimento do espaço e a sobrevivência da espécie humana.....	55
3.4 As perspectivas cósmicas.....	59
3.5 O circulo se fecha: a extrapolação da ciência e ficção científica.....	61
Considerações Finais.....	68
Bibliografia.....	79

RESUMO

Obras de ficção científica podem, dependendo de como estiverem estruturadas por seus autores, em nosso caso, o astrônomo Carl Sagan, ser usadas como textos de referência em História da Ciência por sua interdisciplinaridade. O caso específico das viagens interplanetárias, pensadas e teorizadas cientificamente e divulgadas sob a linguagem da ficção científica nos livros de Carl Sagan, é o de que se ocupa esta dissertação.

Os autores de textos de ficção, como os colegas de Sagan Arthur Charles Clarke e Isaac Asimov, procuram, como acontece com textos teóricos acadêmicos, assim como também eram alguns dos textos de Sagan, fundamentar suas extrapolações em observações cuidadosas de tendências em ação na sociedade e na ciência e desenvolver sua (narração, no caso de Asimov e Clarke) implementação ou divulgação com rigor e consistência. Ou seja, parte da literatura futurística seria um instrumento importante de análise de História da Ciência para que esta possa pensar em propostas alternativas para uma política científica e de ensino científico que tenha um alcance social. Uma espécie de experimento ou exercício imaginário.

Em outras palavras, o que aqui se estuda é a relação entre ficção científica e ciência que fale das viagens interplanetárias e como elas estão expressas nas obras de Sagan. Portanto, a dissertação delimita o que, em primeiro lugar, deve-se considerar sobre as viagens interplanetárias, sua disseminação nos anos de 1930 a 1960 e sua divulgação através de dois dos melhores escritores de ficção científica do século XX, que se empenharam em divulgar idéias científicas ou de Astronáutica para uma melhor compreensão da ciência, do papel da ciência e do impacto da ciência e tecnologia numa sociedade com uma velocidade em movimento rápido, mas sem muitos detalhes. Depois, como foi a realização primordial de algumas dessas fantasias realizadas pelo envolvimento de Carl Sagan, inicialmente, com o complexo militar industrial dos Estados Unidos da América durante a Guerra Fria com a URSS e depois pela NASA. E o que se aprendeu, cientificamente, com a exploração de nosso sistema solar e de nossos planetas mais próximos, de maneira que esses resultados da exploração espacial pudessem ser divulgados com a ajuda da literatura de ficção em forma de alerta sobre os problemas que teremos de enfrentar num futuro bem próximo.

E, por último, o destino da humanidade imaginado por Sagan numa espécie de manifesto divulgado por ele mesmo em seus principais livros e aqui analisado para que se pudesse manter o paralelismo de conteúdo e tendências entre as obras de ficção e a literatura acadêmica sobre o desenvolvimento da ciência e da tecnologia e o destino da humanidade e dos indivíduos que a compõem.

Isto nos leva a concluir que o estudante de História da Ciência, tendo uma formação inicial ou complementar em humanidades, poderá encontrar na estante de História da Ciência um valioso manifesto para uma reflexão despreziosa ou para a militância.

Palavras chave: ficção científica, ciência, viagens interplanetárias, divulgação, complexo militar industrial, Carl Sagan, Arthur Clarke, Isaac Asimov.

ABSTRACT

Sci - fi books depending on how they are structured by their authors, might be in our case, the astronomer Carl Sagan, be used as reference texts in Science History by his indisciplinarity. The specific case of interplanetary trips, theorized and thought scientifically and advertised under a sci - fi language in books of Carl Sagan, is what this dissertation talks about. The authors of fiction texts, such as Sagan Arthur Charles Clarke and Isaac Asimov, try to find their extrapolate in careful notes of trends that happen in society and science, and develop the (narration, in Asimov and Clarke's case) implication or advertising with rigidity and consistency. On the other hand, part of the futuristic literature would be an important History of Science analysis instrument, for it to be possible of thinking in alternative proposals for a scientific policy and taught which may have a social reach. A kind of experiment or imaginary exercise.

In other words, what is studied here, is the relation between sci - fi and science, which talks about interplanetary trips, and how they are explained in Sagan's books. However, the dissertation, delimitates, in the first instance, must be considered about interplanetary trips, its dissimilation from the 30's to the 60's and the advertising through two of the best sci - fi writers of the twentieth century, whose work was to advertise scientific ideas or Astronautic for a better understanding of the science, its role and the impact of science and technology, in a society which moves really fast, but without many details. After all, as it was a relevant realization of some of these realized fantasies by Carl Sagan's commitment, initially, with the American industrial military complex during the Cold War against USSR, and after that by NASA. And what we have learned scientifically from the exploration of the Solar System and the nearest planets, in a way that the results of this spacial exploration could be advertised with the help from literature and fiction, in a type of alert about the problems that we will have to face in a near future.

At last, the mankind destiny, imagined by Sagan in a kind of manifest advertised by himself in his main books and analysed here for it to be possible to keep its parallelism of contents and trends between sci - fi books and the academic literature about the development of science and technology and the destiny of mankind and the individuals that make itself. This is a conclusion that History students having a beginning or complementary graduation in humanities, will be able to find on the shelves of science history, a worthy manifest for an unexpected reflection or for a militancy.

Key words: Sci - fi, science, interplanetary trips, advertising, industrial military complex, Carl Sagan, Arthur Clarke, Isaac Asimov.

INTRODUÇÃO

Há muitas gerações, cientistas vêm se empolgando diante da possibilidade de um dia desvendarmos os mistérios que cercam os planetas mais próximos do nosso sistema solar e, futuramente, os sistemas solares mais próximos através da exploração humana do espaço.

Parte destes mistérios foi desvendada e outros foram reformulados, pois, em *A estrutura das revoluções científicas*, Khun sugeriu que a ciência se desenvolve por meio de mudanças em seus paradigmas. Uma vez aceitos, os paradigmas enquadram todas as questões e direcionam todas as pesquisas, até que o próximo paradigma apareça e derrube as premissas existentes.

Darwin estabeleceu um paradigma duradouro, tal como Einstein, mas paradigmas conhecidos surgem no campo da ciência o tempo todo. A mudança não é necessariamente ordeira ou agradável; freqüentemente há grandes discussões, à medida que os cientistas lutam para proteger ou firmar suas reputações. Pois até os cientistas podem resistir às implicações de dados novos ou desordenados; os velhos paradigmas costumam a morrer. Dentre os paradigmas reformulados, está a questão da exploração espacial através de viagens interplanetárias, tendo como seu maior defensor o cientista Carl Sagan.

O sucesso de Sagan na popularização do cosmo deixou em segundo plano suas verdadeiras conquistas como cientista, pensador e escritor. Cientista produtivo carismático, ganhador do Prêmio Pulitzer e astrônomo por formação, dava a impressão de sentir-se à vontade com disciplinas que iam da Matemática à História. Seu fascínio pelo espaço oferecia segurança, mas também uma sensação de assombro do desconhecido. Ele desenvolveu uma visão benigna do universo como sendo a última fronteira, um horizonte infinito, onde a humanidade poderia refugiar-se após arruinar este planeta e possivelmente destruir-se durante este processo.

O espaço sideral de Sagan oferecia campo suficiente para aliviar os males humanos. Ele via com pessimismo o futuro da humanidade, caso nos confinássemos na Terra por muito tempo. Tinha quase certeza de que, cedo ou tarde, iríamos nos destruir. A única fuga possível desse sentimento de desesperança era a vastidão do espaço e a promessa de planetas distantes, onde a humanidade poderia recomeçar do zero. Essa visão de espaço como uma nova

fronteira influenciou a NASA desde os seus primórdios, ao fornecer-lhe um rumo; além disso, inspirou os cientistas mais jovens, ao ampliar o contexto de suas pesquisas. Em meio a todos os atrasos burocráticos e batalhas orçamentárias, Sagan sempre soube o que estava em jogo na exploração espacial: em curto prazo, informação, e, longo prazo, a sobrevivência da humanidade.

Ao longo de sua carreira, Sagan cultivou um fascínio especial por Marte. Instigou a NASA a explorar o planeta. E tinha fortes esperanças de que houvesse vida em Marte. Em 1966, desanimada diante das áridas fotografias enviadas pelas naves *Mariner*, a comunidade científica concluiu que a chance de existir vida em Marte era nula, mas Sagan, quase sozinho entre os cientistas mais importantes, já especulava que tal fenômeno talvez ainda fosse possível. Apesar dessa crença na possibilidade de vida extraterrestre, cientificamente ele sempre manteve um dos pés plantados em terra firme. Insistia que conclusões extraordinárias, tais como a existência de vida em Marte, exigem provas extraordinárias e, na sua opinião, os tentadores indícios de que a vida poderia existir em Marte não preenchiam esses critérios. Ele escreveu sobre Marte para os cientistas e os leitores em geral, misturando engenhosamente especulações e fatos científicos.

Da mesma maneira como fazem os bons escritores de ficção científica, Sagan influenciou toda uma geração de jovens cientistas, os quais têm em suas mãos as alavancas do futuro e acreditam fervorosamente que chegou a hora de mudar o pensamento científico acerca da natureza do universo e de nosso papel dentro dele. Esses mesmos cientistas de hoje continuam seus trabalhos por muitas razões: porque simplesmente não podem viver sem ele; porque a NASA lhes dá os meios de fazer aquilo que desejam desde quando eram crianças e acompanhavam as notícias da corrida espacial, vendo John Glenn entrar em órbita; porque só a NASA tem bons foguetes, as bases de lançamento e a infra-estrutura para fazer enviar sondas e homens ao espaço interplanetário; porque um dia a NASA lhes permitirá enviar algo projetado por eles ao espaço; porque são entusiastas da exploração, colonização e das viagens interplanetárias. Porque, em termos de exploração planetária, Sagan teve seu trabalho validado pela NASA aos olhos da comunidade científica do mundo.

CAPÍTULO I - CARL SAGAN E A FICÇÃO CIENTÍFICA

Qual a importância da exploração planetária para a História da Ciência quando estudamos os artigos e livros de Carl Sagan, nos quais ele manifesta suas opiniões sobre essas explorações através de vôos interestelares inspirados e divulgados na ficção científica?

Para nós, é de vital importância saber que as influências que Carl Sagan recebeu ao longo de sua vida, orientaram, e a outros também, no desenvolvimento de propostas que tinham como objetivo a exploração através das viagens espaciais ou interplanetárias. Estes projetos e estes pesquisadores viveram num contexto histórico distinto da humanidade.

A chamada era espacial, assim como a era atômica, são dois fatos que ocorreram no século XX, e produtos da Guerra Fria e suas implicações para a ciência e a ficção científica, mas ambos os fatores são inigualáveis nos acontecimentos da História da Ciência recente; por isso estes fatores, e seus desdobramentos, já estavam popularizados pela chamada (nos anos 30) ficção científica.

Nosso objetivo é: 1º) como a influência da ficção científica, no que diz respeito ao desenvolvimento das viagens espaciais ou interestelares, teve uma importância no processo de formação, não apenas de escritores de ficção científica, mas de pesquisadores que puderam estar diante da possibilidade de realizar tamanho progresso científico; e 2º) os mesmos pesquisadores e suas pesquisas a respeito deste progresso, também inspiraram uma nova geração de escritores e cientistas, como é o caso em questão de Carl Sagan.

Ele é importante neste aspecto porque reúne alguns atributos especiais. Primeiro, foi um leitor de ficção científica, e mais tarde um cientista com idéias arrojadas. Segundo, trabalhou como um dos pioneiros da chamada era espacial, fazendo parte da indústria bélica americana, com propostas como a possibilidade de vida em outros planetas e a pesquisa em inteligência extraterrestre. Por fim, divulgou, seja pela literatura, bem como pela televisão, numa linguagem bem próxima da ficção científica, suas descobertas sobre a importância da pesquisa espacial e as preocupações acerca do mundo em que vivemos, para justificar nestes termos a importância da viagem espacial e o estabelecimento de colônias em outros corpos celestes.

1.1 A ficção antes de Carl Sagan

Muito antes de Carl Sagan escrever seus livros, a questão das viagens interplanetárias ou interestelares já era comentada nos primeiros escritos comprovados na História da Ciência. No século II AC, já era sabido que os “errantes” eram realmente mundos. A partir da observação da própria Lua, chegou-se a fazer estimativas de suas dimensões e distância da Terra, obtendo valores que estavam próximos da verdade. Feito isso, era natural especular sobre a natureza da Lua e imaginar se ela seria habitada. Também era natural, ou assim nos parece, que escrevessem histórias sobre viagens inicialmente a esse mundo misterioso e romântico.

No alvorecer do século XIX, a história da viagem pelo espaço ainda encontrava obstáculos. Muito se sabia acerca das dificuldades e objeções do vôo interplanetário; a ciência não avançava o suficiente para sugerir como vencê-las. A invenção do balão (em 1783) distraía a atenção para a viagem pelo ar e mostrava convincentemente que o homem não poderia viver, sem certas precauções, a grandes alturas.

Esta atitude transparece na famosa história de Júlio Verne, *Da Terra à Lua*¹ (1865). Embora grande parte da obra seja uma sátira aos americanos, este livro foi, segundo Clarke, o primeiro trabalho importante de ficção científica porque foi o primeiro baseado em princípios científicos sólidos. Ele sabia que um corpo projetado da Terra, desde que com velocidade suficiente, alcançaria a Lua. Em consequência, limitou-se a construir um canhão enorme e a disparar um projétil especialmente equipado em cujo interior estavam os protagonistas. Todos os cálculos, o tempo gasto e as velocidades da viagem foram efetuados com detalhe pelo cunhado de Verne, que era professor de astronomia; o próprio projétil era descrito pormenorizadamente. Um dos aspectos mais interessantes era o de possuir foguetes que o impulsionariam quando alcançassem o espaço vazio. Verne compreendeu perfeitamente – ao contrário de tantos que o sucederam muito depois – que o foguete podia funcionar no vácuo, no espaço onde não havia atmosfera. Para alguns, o livro de Júlio Verne foi o primeiro baseado em trabalhos científicos.

Mesmo antes que a era moderna de trabalhos experimentais em larga escala viesse comprovar a precisão das predições desses homens, o foguete havia sido aceito como motor

¹ Júlio Verne apud: CLARKE, A. Charles.; BRADBURY, R. *A exploração do espaço*. São Paulo: Melhoramentos. 1959, p.43-4.

das astronaves na maioria das histórias de viagens interplanetárias. No início do século XX, dizia Tsiolkovsky, o fundador da moderna pesquisa sobre viagens espaciais, na recém criada URSS, que, em princípio, surgem a idéia, a fantasia e o conto, depois deles, o cálculo científico e, então, os homens práticos tornam a idéia realidade! Tsiolkovsky disse isso um ano depois do nascimento de Carl Sagan².

1.2 O contexto da ficção científica e a divulgação pelas revistas

Em 1926, a “ficção científica” ingressou em uma nova fase quando Hugo Gernsback publicou *Amazing Stories – The magazine of science fiction*, a primeira revista dedicada à ficção científica, dando, assim, o nome ao gênero literário. Como sempre, as histórias eram por vezes pessimistas e outras vezes otimistas. De modo geral, porém, apesar da experiência da Primeira Guerra Mundial, a ficção científica que surgiu nas revistas inaugurou uma nova era de otimismo nesse campo. Há razões que explicam isso.

Os Estados Unidos, onde a nova ficção científica foi publicada em revistas, alcançou um nível eminente; tinham sofrido menos com a Primeira Guerra Mundial e haviam levado a Revolução Industrial ao seu ponto culminante, e se tornando o centro do capitalismo. Agora, mais do que nunca, eles são capazes de exercer a hegemonia sobre o mundo, modelando-o à sua própria imagem enquanto processo civilizador. Parecia não haver alguma coisa que os norte-americanos não pudessem realizar nos anos 20, daí se originaram os contos de super ciência. Mas sobreveio a Grande Depressão no início do ano de 1929, e o otimismo reduziu-se drasticamente no mundo em geral e, de maneira especial, nos Estados Unidos. O novo pessimismo refletiu-se mais ou menos no livro *Admirável mundo novo*, do escritor britânico Aldous Huxley, publicado em 1932, durante a fase mais profunda da Grande Depressão. Nesse livro, a ciência era retratada como agente desumanizador.

Em 1938, John W. Campbell Jr. passou a assumir o controle editorial de *Astounding Stories*, que era, na época, a revista de ficção científica de maior êxito. Imediatamente mudou o nome dessa publicação, passando a chamá-la de *Astounding Science Fiction*, revista que iria exercer forte influência em Sagan, modificando a sua perspectiva de ver o mundo. Note-se bem esta relação social entre ciência e ficção científica. Campbell, que havia se especializado em Física, começou a procurar novos escritores, versados em ciência, como também buscou

² A CONQUISTA da lua: de Galileu até hoje. *Edição Especial Veja*. São Paulo: Abril, **s.d.**, (?????), p.10.

autores capazes de escrever de maneira convincente a respeito da matéria. Durante esse processo, descobriu muitos escritores de ficção científica e contribuiu para sua formação, os quais, naqueles dias, passada uma geração, ainda eram figuras dominantes nesse campo. Exceto Ray Bradbury, na verdade ele não fora descoberto por Campbell.

De um lado, embora revistas de ficção científica tivessem uma circulação relativamente reduzida, os jovens que as liam nos anos 20 e 30 eram, em sua maioria, entusiastas da ciência, dotados de imaginação e ardentemente interessados por ela. Poderiam não constituir mais do que 1% da população do país, mas tornaram-se adultos e vieram a formar muito mais de 1% dos cientistas e engenheiros e, de modo geral, da liderança intelectual do país, dentre eles, o próprio Sagan.

Mais tarde aconteceu uma espécie de efeito dominó. Surgiram as histórias em quadrinhos que proporcionavam uma forma diluída de ficção científica a todas as camadas da população, incluindo as mais pobres. O conceito de progresso da ciência tornou-se uma parcela, embora meio confusa, da consciência de muita gente. É certo que a ficção científica dos anos 20, por ser relativamente nova e considerada leitura de segunda categoria, fora estigmatizada por aqueles com falta de conhecimento científico prévio mínimo e que a consideravam literatura infantil e de evasão. Para os mais severos críticos, essa evasão seria, em muitos casos, uma fuga da realidade. As histórias da ficção científica da década de 20 tratavam da grave crise energética, da superpopulação, da energia atômica e também da televisão e dos computadores, das mutações e dos transplantes de órgãos.

Sob a liderança de John Campbell, durante os anos 30 a 50, a *Astounding* começou a descrever sociedades que eram extrapoladas de maneira plausível e precisa a partir das novas descobertas. Logo que foi obtida a fissão do urânio, em 1939, surgiram, pela primeira vez, escritos sobre a bomba atômica, alguns deles impregnados de ciência. Mas o primeiro indício de que as pessoas que liam e as que escreviam sobre ficção científica viviam num mundo real e de que muitas das demais viviam, de certa forma, no domínio da fantasia ocorreu no dia 6 de agosto de 1945, quando o mundo ficou sabendo que explodira uma bomba atômica em Hiroshima. Em matéria de ficção científica, é importante, até mesmo fundamental, aquilo que efetivamente a fez surgir, ou seja, a percepção das mudanças produzidas pela tecnologia³.

Transformações contínuas e inevitáveis constituem o fator dominante na nossa sociedade. Nenhuma decisão sensata poderá ser tomada sem levar em conta não só o mundo como ele é, mas também como ele será. Naturalmente, isso importa haver uma percepção

³ ASIMOV, I. *No mundo da ficção científica*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1984, p. 117-32.

exata do mundo como ele há de ser, o que significa que homens comuns deverão assumir, voluntariamente ou não, um modo condizente ao estilo da ficção científica, quer tenham consciência disso ou não, pois só assim poderão ser resolvidos os angustiantes problemas da atualidade de que Sagan tanto falava em seus livros de divulgação sobre a importância de viagens espaciais de exploração e colonização planetária.

Em consequência disso, parte do que havia sido ficção científica tornou-se “futurologia”, uma especialidade tida na mais alta conta pelos homens ligados ao governo e à indústria e que deviam, a cada dia, tomar decisões prevendo o futuro, as quais afetariam milhões de pessoas e envolveriam bilhões de dólares.

1.3 Isaac Asimov, Arthur Charles Clarke

Vamos dedicar este pequeno subcapítulo a esses dois escritores de ficção e sua importância nos anos 50 e 60, além da de Carl Sagan para o vôo espacial e o estabelecimento de colônias em outros mundos.

Vimos anteriormente que Carl Sagan julgava importante a oportunidade de divulgar ciência através da ficção e que isso era necessário em nossa sociedade. Percebendo quase que ao mesmo tempo a importância da divulgação científica, esses dois escritores, que já eram de certa forma reconhecidos como os maiores escritores de ficção científica até então, propuseram, mas não de comum acordo e sim cada um a seu tempo, a fazê-la da melhor maneira possível.

Asimov, quando se tornou professor da Universidade de Boston, em 1952, escreveu um pequeno livro de bioquímica (ele já era escritor consagrado) para adolescentes, descobrindo que era mais fácil, para ele, escrever sobre ciência do que sobre ficção, resolvendo, dessa maneira, ensinar ciência. Ele notou que as pessoas tinham uma atitude paradoxal com relação às ciências, uma reverência irracional acompanhada de um medo igualmente irracional. E ele sabia o porquê. Em lugar de ser vista como um conjunto de atividades que leva às hipóteses e as refina, as ciências são consideradas provedoras de verdades. Daí a atitude equivocada: acredita-se demais e, quando não funciona, perde-se a crença e nada fica em seu lugar.

Asimov tomou para si a tarefa de mostrar que as ciências são acessíveis, belas e humanas. Desde que se evite qualquer absolutismo, tudo estará bem. Empenhou-se tanto nisso

que só voltaria a escrever 14 anos depois, em 1972, por acaso um ano antes de Sagan terminar o livro *Conexões cósmicas*⁴, onde Sagan discute tópicos da astrofísica e da ciência do Sistema Solar até a colonização de outros mundos. Por acaso Sagan receberia o prêmio John W. Campbell Memorial de melhor livro de ciência de 1974. Foi considerando este potencial mercado de leitores de ficção científica para este tipo específico de trabalho que o escritor preparou um artigo voltado somente para a publicação em revistas de ficção científica da época, ou seja, submetendo o artigo a J. Campbell, que o publicou na *Astounding*, o que lhe abriu a possibilidade de escrever sobre ciências de uma forma simples e compreensível, personalizada e livre do estilo e da linguagem característica das publicações científicas. Uma das razões que tornariam Asimov ainda mais prolífico como autor de não ficção era que em ficção cada história tem que ser única e diferente; já no artigo sobre ciência escrito para um jornal científico, ele pode ser ampliado e passado para uma linguagem popular a fim de ser publicado na *Analog*, e em seguida, resumido e simplificado para publicação no *Science World*⁵. Mas foi de sua terra natal, a URSS, que veio a inspiração para se dedicar com afincamento ainda maior à literatura de divulgação científica. Em 1957, com o lançamento do *Sputnik*, Asimov viu outro país tomando a dianteira da conquista espacial. Cidadão americano desde 1928, o escritor acreditava na ciência sendo colocada em benefício do seu povo. Então a partir de 1958, Asimov decidiu contribuir para a popularização da ciência. Foi daí que surgiu sua coluna no *Magazine of Fantasy and Science Fiction*, publicada sem interrupção desde novembro de 1958. Esse trabalho lhe garantiu em 1963, um prêmio de melhor escritor e divulgador de ciência de ficção científica chamado “Hugo Especial”, uma homenagem feita por ele levar ciência à ficção científica. Inicialmente, a temática era voltada a ciências como astronomia, química, física, biologia e matemática. Em um de seus livros de divulgação, *Civilizações extraterrenas*, Asimov faz uma declaração simples e objetiva sobre a exploração espacial, segundo Asimov:

Se a chave do paradoxo da existência de muitas civilizações, num Universo em que, para todos os efeitos, estamos sozinhos, reside na provável dificuldade da exploração espacial, vamos examinar mais detidamente o problema. Afinal, os seres humanos conseguirão colocar a primeira cápsula em órbita, iniciando assim a era espacial, somente em 4 de outubro de 1957. Antes que a era espacial completasse uma dúzia de anos, os homens pisaram na Lua. É um começo bastante promissor. Certamente, agora podemos ir mais longe... Enquanto escrevo, há sondas a caminho de Saturno, e para mais além. Essa distante penetração de instrumentos humanos

⁴ CARL, S. *Conexões Cósmicas: um perspectiva extraterrestre*. Portugal: Gradiva, 2001.

⁵ ASIMOV, I. *Antologia I 1958-1974 e II 1974-1989*. Introdução. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1992, p.1.

sem o envolvimento do homem não reúne, porém, a gloriosa auréola de façanhas que associamos com a mística da exploração.⁶

Para Carl Sagan, Asimov era um dos grandes mestres de sua era justamente porque, segundo ele, conseguiu levar para milhões de pessoas a importância da ciência de forma simples e objetiva, influenciando positivamente a vida delas. Por sua vez, Sagan recebeu de Asimov uma dedicatória, publicada em um de seus livros sobre astronomia e cosmologia.

Arthur Charles Clarke, cidadão emérito do Sri Lanka e mais conhecido pelo seu livro que deu origem ao antológico filme *2001: uma odisséia no espaço*, já estava envolvido com a questão das viagens espaciais antes de Asimov e bem antes de Sagan. Em 1933, era criada a *British Interplanetary Society* e em 1934, Clarke tornou-se membro, o que seria muito importante para sua carreira nesta época, pois poucas pessoas ligadas ao estudo de foguetes eram levadas a sério, mesmo aquelas com diploma, como era o caso de Robert Hutchins Goddard, assim como Konstantin Tsiolkovsky e Werner Von Braun, na Alemanha. Os membros desta sociedade eram leigos atraídos sobre conhecimentos de foguetes devido à literatura de ficção científica. Eram como Clarke, alunos do secundário, curiosos, pequenos inventores e professores aposentados.

À parte do interesse puramente científico, lançar foguetes seria um bom negócio, especialmente militar. Foguetes para esse uso não precisariam pousar, bastaria que caíssem no local exato e, assim, seria economizado dinheiro com treinamento e pilotos e as Forças Aéreas não precisariam se preocupar mais com a perda de aeronaves e pilotos. Os anos 30 foram essenciais a esse tipo de pesquisa. Enquanto a *British Interplanetary Society* pensava em pousos lunares, na Alemanha, Werner Von Braun, o primeiro empregado profissional civil do exército alemão de Hitler, fazia progressos com foguetes.

Clarke, como outros membros da *BIS*, sabiam que de nada adiantaria mandar foguetes para a Lua se não fosse possível rastreá-los, pegar informações e passá-las para os centros de pesquisa na Terra. Assim, a idéia de exploração e comunicação sempre esteve ligada nas reuniões e boletins dessa sociedade. Para Clarke, tudo estava unido em uma mesma idéia: satélites de comunicação mundial, educação, possível governo mundial, paz e ciência. Tendo ciência e tendo construído veículos lançadores para satélites, o próximo passo seria alcançar a Lua, depois Marte e assim por diante. Com essa visão de um futuro de vocação cósmica e, mais ainda, visão de curto prazo, pois Clarke defendia que tudo isso era factível já com a tecnologia disponível na década de 1940, ele encantava a audiência e foi assim que se

⁶ Id., *ibid.* apud ASIMOV, I. Exploradores do futuro. In: *Scientific American Brasil*. n.3. São Paulo: Duetto, 2005, p.22.

aventurou na divulgação científica, primeiro como autor e, depois, como palestrante. Em maio de 1951, Clarke escreveu *A exploração do espaço*, um livro que sob muitos aspectos pode ser considerado precursor porque as idéias nele contidas eram possíveis de realização e, em alguns casos, realmente foram realizadas, exatamente no momento em que Sagan começava a trabalhar com a indústria militar aeroespacial.

O futuro mostraria que Clarke não estava errado, mesmo em termos políticos. Se é verdade que não existe um governo mundial, é verdade que os satélites de comunicação foram lançados apenas 20 anos depois desses artigos de Clarke e que o veículo lançador veio da tecnologia alemã usada na construção do V2, levada para os Estados Unidos junto com Von Braun. Apesar das diferenças ideológicas, o fato é que o programa espacial começou realmente quando as equipes americanas, inspiradas no trabalho de Goddard, aproveitaram a tecnologia trazida da Alemanha. Foi por essa presciência que a Unesco deu a Clarke o prêmio “Kalinga”, ao expor assuntos com clareza para o público leigo, e que, por sua vez, chamaria atenção do diretor de cinema americano Stanley Kubrick.

Uma vez que os futuros engenheiros e físicos são atraídos para essas carreiras em parte por serem entusiastas da ficção científica, é natural que o nome Clarke circule amplamente nos meios acadêmicos, mesmo não sendo ele um pesquisador de carreira. Essa circulação de palestras, audiências e encontros sobre a exploração espacial e os satélites é que lhe garantiu um nome permanente no espaço: a órbita geoestacionária é chamada oficialmente de órbita de Clarke.

E é neste momento que Carl Sagan, a convite de Clarke, vai a um jantar na casa de Stanley Kubrick para resolver um problema, o de como mostrar os alienígenas no filme que se chamaria *2001: uma odisséia no espaço*. Sagan, muito educadamente, argumentou que o número de acontecimentos individualmente improváveis da história evolucionária do homem era tão grande que não era possível que, em algum lugar do universo, alguém semelhante a nós pudesse alguma vez ter evoluído de novo. E que qualquer representação explícita de um ser extraterrestre avançado teria necessariamente de ter pelo menos um elemento de falsidade e que a melhor solução seria sugerir e não mostrar explicitamente os extraterrestres⁷.

1.4 A influência da ficção científica

⁷ SAGAN, C. *As conexões cósmicas: uma perspectiva extraterrestre*. Portugal: Gradiva, 2001, p. 215.

Enfim, foi neste clima que, segundo Davidson, no livro *Carl Sagan - a life*, “as revistas de ficção científica começaram a descrever astronautas que viajavam pelo cosmos transportados por foguetes movidos a energia atômica. Sagan deixou as fantasias de viagens para Marte de lado e começou a pensar em foguetes”⁸.

Quando ainda estudante na escola, Sagan tornou-se presidente do clube de química do Liceu em Rahway; ele tinha seu próprio laboratório de química em casa e usava recortes de cartão de átomos para aprender, sozinho, os estados das valências atômicas. Graças aos recortes, poderiam de fato construir moléculas em duas dimensões, e achava isso quase tão interessante como fazer experiências (químicas). Segundo Davidson, no livro acima citado, isto foi uma indicação precoce de que haveria de inclinar-se para o trabalho teórico e não para a experimentação laboratorial. Apesar disso, a pergunta de seu avô sobre como iria “ganhar a vida” aterrorizou Sagan e, mais que isso, recusava-se a trabalhar na fábrica de seu pai.

Mas foi em fins da década de 30 que Sagan começou a se aprofundar em suas leituras de ficção científica e descobriu na revista *Astounding Science Fiction*, de Campbell, o livro *Pete can fix it*, de Raymond Jones, que procurava educar as pessoas a respeito da guerra nuclear. Segundo ainda seu biógrafo Davidson: “Sagan escreveu mais tarde que, quando rapaz, nos finais da década de 40, *Pete can fix it* lhe abriu os olhos para as implicações sociais das armas nucleares. Fazia pensar. Tornou-se fanático da ficção científica”⁹.

No livro *Broca's brain*¹⁰, Sagan dedicou um capítulo inteiro à ficção científica em uma visão pessoal, confirmando o comentário de seu biógrafo sobre o livro de Raymond. Depois, leu as antologias de Júlio Verne e H. G. Wells sobre viagens a Lua, seguido de vários outros autores que trataram do mesmo assunto, a viagem interplanetária. Mas com o tempo, Sagan tornou-se mais crítico de algumas histórias de ficção, quando seu conhecimento sobre ciência lhe dizia não serem possíveis algumas soluções para determinados tipos de problemas, tais como ser lançado ao espaço por um canhão (Verne), ir ao espaço pintando uma cápsula com material que anula os efeitos da gravidade (Wells), espaçonaves construídas milhões de anos no passado e cuja técnica já foi esquecida, como no romance de Larry Niven, *Neutron star*, ou a de Douglas Trumbull, *Silent Running*, em que se aborda a questão de uma cidade interplanetária agonizante, onde os jardins e plantações criados no espaço e ecologicamente fechados estão morrendo pela falta de luz solar, mas até chegar a uma distância do Sol tudo estaria perdido e a solução do problema é curiosamente encontrada nos anéis de Saturno!

⁸ DAVIDSON, K. *Carl Sagan - a life*. Nova York: John Wiley & Sons, 1999, p. 51-2.

⁹ Id., *ibid.*, p. 52-3.

¹⁰ SAGAN, C. *Broca's brain: reflections on the romance of science*. New York: Ballantine Books, 1974, p.162-72.

Em *Jornada nas estrelas* (1966-1969), por mais que seus colegas lhe dissessem que aquilo era uma alegoria e que não deveria ser levada ao pé da letra, não houve jeito, Sagan foi um crítico severo de *Jornada nas estrelas*: para começar, não havia outros seres humanos no espaço, somente os da Terra; em segundo lugar, em uma frota de 20 ou 15 espaçonaves, duas ou três teriam nomes anglo-saxões, assim como seus oficiais; e terceiro, o cruzamento de um “vulcano” e um ser humano ignoraria o conhecimento de biologia molecular, sendo tão impossível quanto cruzar o ser humano e uma alcachofra¹¹.

Foi então neste momento dos anos 60 que Sagan começou se relacionar muito mais do que antes com as bibliotecas, os astrônomos, os biólogos e os engenheiros em busca de respostas para suas perguntas cada vez mais complexas sobre origem da vida, inteligência extraterrestre, planetas habitados ou habitáveis, discos voadores, naves espaciais, enfim, tudo que fosse relacionado a esses assuntos, mas ligados à viagem espacial.

Quando entrou para a Universidade de Chicago em 1951, Sagan foi um dos últimos a entrar para uma faculdade com um currículo escolar do chamado “programa Hutchins” de educação e orientação básica. Segundo Davidson:

Embora excessivamente masculino e branco, o ensino era fundamentalmente histórico. Se tivesse de estudar física newtoniana, começava a ler os escritos originais de Newton. (...) Era inconcebível que um aspirante físico de Chicago não conhecesse Platão, Aristóteles, Bach, Shakespeare, Gibbon, Malinowski e Freud, entre muitos outros. (...) O programa transmitia uma sabedoria crucial: a longa saga da ciência não é a marcha contínua e dramática para a verdade tal como é descrita no ensino secundário e nos documentários televisivos. Pelo contrário, essa saga inclui muitos episódios em que investigadores vaguearam por becos sem saída, totalmente confusos ou pior ainda, perigosamente confiantes à medida que se aproximavam do desastre. Os nossos antepassados não eram idiotas; tinham boas razões para acreditar naquilo que agora reconhecemos como um absurdo.¹²

Para os Historiadores da Ciência, este fato é importante para a compreensão de como se faz ciência no cotidiano, seja no laboratório ou na teoria.

Uma das mais importantes constantes em ficção científica é que ela preocupa-se com as conseqüências de mudança em seres humanos. Esta mudança pode ser ocasionada pela pura extrapolação de conhecimento científico corrente para seu desenvolvimento lógico no futuro próximo. Pode ser causada por novos fatores que estão relacionados de alguma maneira à ciência corrente. Embora não possamos predizê-los coerentemente neste momento, podemos, em outras palavras, especular sobre desenvolvimentos futuros das ciências. Seja o que for que ocasione uma mudança nas condições da vida, do ambiente ou da mente, a ficção

¹¹ SAGAN, C. *O mundo assombrado pelos demônios*. São Paulo: Companhia das Letras, 1997, p.363.

¹² DAVIDSON, op. cit., p.61.

científica está principalmente preocupada em examinar as conseqüências humanas dessa mudança.

Outra constante que é básica tanto para a ciência como para a ficção científica é a pressuposição de que vivemos num universo ordenado. Esta idéia é importante, já que significa que as causas da mudança de condições podem ser descobertas e explicadas e que as conseqüências serão normais e, dentro de certos limites, previsíveis.

Finalmente alguém poderia observar que em ficção científica estas duas constantes estão normalmente equilibradas, isto é, recebem ênfase aproximadamente igual no decorrer da História da Ciência. Explicar a mudança e suas causas e conseqüências é para a ficção científica pelo menos tão importante quanto a própria mudança, mesmo porque nesse momento trata-se mais de um experimento imaginário de cunho sociológico.

E é por isso que Sagan acreditava que uma de suas primeiras descobertas foi com a ficção científica, que acabaria levando-o naturalmente à ciência, e que um pouco de informação era importante para mostrar o mundo como ele é. Através da leitura de ficção científica, ele chegou à ciência e com esta ele aprendeu que a ciência é muito mais sutil, mais intrincada, mais profunda do que a primeira. Diante de tudo isso, muitas das idéias que formavam um padrão da ficção científica pareciam como um limite por comparação à própria ciência. Também via uma falta relativa a algumas coisas e distorções do pensamento científico e muitas vezes encontrou na ficção científica um terrível desperdício de oportunidades¹³. A ciência verdadeira é responsável por estimular, empolgar e absorver a ficção com fatos científicos, e também isso é importante para se utilizar em todas as oportunidades para divulgar as idéias científicas numa civilização em que ambas estão baseadas na ciência a ponto de assegurar o seu entendimento.

Mais adiante, Sagan, apesar de criticar as imperfeições da ficção científica, também indicou bons romances acompanhados de comentários que ele mesmo fez ou iria fazer sobre determinados temas. Para Sagan, as histórias eram bem construídas, ricas em acomodar detalhes de sociedades não familiares que arrebatavam para longe antes mesmo que pudesse criticá-las. No livro (*Broca's brain*), ele cita os autores e livros de ficção que estamos comentando, uma vez que faz parte de nosso objetivo, fazer um “cruzamento” de idéias entre o cientista que leu os livros dos escritores de ficção com formação científica nas três áreas do conhecimento, humanas, exatas e biológicas, e por isso entendemos a importância multidisciplinar desse contexto, em particular para a História da Ciência.

¹³ SAGAN, 1974, op. cit., p.166.

Para Sagan, muitas dessas estórias em que os leitores poderiam pensar a respeito, incluíam os seguintes autores e suas obras: Robert Heinlein, *The door into summer*; Alfred Bester, *The stars my destination and the demolished man*; Jack Finney, *Time and again*; e Frank Hebert Duna e Walter M. Miller, *Um cântico para Leibowitz*.

Heinlein parte da possibilidade de utilização social de robôs domésticos que duravam bem ao longo dos anos (ao contrário do capital, em que as coisas não devem durar muito para que se possa consumir sempre). A percepção de uma ecologia fornecida por uma hipotética ecologia extraterrestre (bem marciana, por sinal), em Duna, que prestava um grande serviço social sobre a nascente ecologia de nosso mundo. Há outras obras mais especulativas sobre o universo, como *He who shrank*, de Harry Hasse, em que somos introduzidos em uma especulação cosmológica, revivida nos anos 60, sobre a idéia de regresso infinito do universo, em que cada uma de nossas partículas elementares é um universo um nível abaixo e cuja partícula elementar em que nós estamos é o próximo universo acima¹⁴.

Outros romances de ficção que tratavam profundamente bem a sensibilidade humana com temas padrão da ficção científica, também citados por ele, foram *Rogue moon*, de Algis Budrys, e *To here and easel*, de Ray Bradbury e Theodore Sturgeon, uma estonteante descrição da esquizofrenia compreendida a partir de dentro, bem como uma provocativa introdução de Orlando Furioso de Ariosto. Havia também outras histórias sutis do astrônomo Robert S. Richardson sobre a contínua criação dos raios cósmicos. Isaac Asimov, em *Breathes There a Man*, proporcionou uma comovente percepção de stress e do senso de isolamento de alguns dos melhores cientistas teóricos. Arthur C. Clarke, em *Nine billion names of God* apresentou para os leitores ocidentais uma intrigante especulação sobre a religião oriental¹⁵. Sagan achava que um grande benefício da ficção científica é exprimir informações aos poucos, sugeridas em frases de um conhecimento pouco entendido ou inacessível para o leitor. Por exemplo, os robôs de Asimov eram “positrônicos” porque o pósitron havia sido recentemente descoberto.

Asimov nunca deu uma explicação sobre o funcionamento de seus robôs, mas seus leitores já tinham ouvido a palavra pósitron. Mas a ficção nunca se limitou a apenas as ciências exatas e biológicas. Outro livro de Asimov, *Trilogia da fundação*, explicou o autor em outros livros, foi escrito baseado na dinâmica histórica do Império Romano, da Idade Média e da Idade Contemporânea.

¹⁴ Ibid., p.167.

¹⁵ Ibid.

Para Sagan, outro grande valor da moderna ficção científica é a sutil forma da arte de dedução nos livros de ficção. Hoje (naquela época), as idéias da ficção científica são generalizações e especulações de vários fatos científicos tornados corriqueiros nos livros. Os escritores Isaac Asimov e Arthur Clarke ambos, amigos de Sagan, forneceram, segundo ele, argumentos convincentes e brilhantes, além de sumários, resenhas e artigos não ficcionais de muitos aspectos da ciência e da sociedade. Alguns dos cientistas contemporâneos faziam parte de um grande público de leitores de ficção científica.

Mas havia também o outro lado da moeda, pois Sagan era um crítico bem cáustico de algumas formas de ficção científica disfarçadas de ciência; e, de fato, havia uma grande proliferação de escritos, considerados por Sagan como pseudocientíficos, que acreditavam em sistemas e organizações. Sagan viu e viveu não só a proliferação, mas também a institucionalização e o recrudescimento de filmes e livros sobre idéias de objetos voadores não identificados, os óvnis (em inglês, *unidentified flying objects* - UFOs), e de antigos astronautas, como nos livros de Von Däniken.

Há casos em que a arte da ficção científica imita a vida e produz resultados curiosos. Por exemplo, Kurt Vonnegut Jr. escreveu um livro chamado *The sirens of titan*¹⁶, o qual Sagan chamou de um soberbo romance epistemológico, em que um meio ambiente não muito inclemente é pressuposto na maior lua de Saturno: Titã. Quando alguns cientistas planetários, dentre eles o próprio Sagan, perceberam a evidência de que Titã tinha uma densa atmosfera e que talvez altas temperaturas fossem esperadas, comentaram com Sagan a respeito da presciência de Vonnegut. Mas Sagan, de certa forma, esperava por isso, pois Vonnegut era seu colega na Universidade de Cornell e, naturalmente, um conhecedor das últimas descobertas em astronomia.

Sagan sabia do grande interesse dos jovens pela ficção científica refletida e veiculada em filmes, programas de televisão e livros e da demanda por cursos de ficção científica nas escolas (Ensino Médio, antigo Colegial) e faculdades. Pela sua experiência, alguns cursos poderiam resultar em boas experiências educacionais ou verdadeiros desastres, dependendo de como isso seria feito. Seriam perdidas grandes oportunidades em cursos em que as leituras selecionadas por estudantes não fossem oportunas para eles sem o conhecimento do conteúdo básico de algumas disciplinas ou em cursos em que a ficção científica não estivesse em compasso apropriado com a ciência. Mas cursos propriamente planejados de ficção científica,

¹⁶ Id., *ibid.*, p.170.

em que a ciência ou a política fosse um componente integral, poderiam ter, segundo Sagan, uma longa vida nos currículos escolares¹⁷.

O maior significado humano para a ficção científica, segundo o pensamento de Sagan, pode ser os experimentos no futuro, as explorações, os destinos alternativos, os esforços para minimizar o choque com o futuro. Esta é em parte a razão da ficção científica ser tão ampla e atraente por entre os jovens: é que eles vão viver no futuro. Era uma visão de Sagan que a Terra de hoje está tão bem adaptada para a Terra daqui talvez um ou dois séculos (isto é, se conseguiremos ter sorte em viver tanto tempo)¹⁸.

1.5 A educação científica

Sempre foi uma preocupação primordial da comunidade científica estabelecer e manter padrões de pesquisa. A disposição de obedecer a esses padrões é instilada no cientista por sua educação e mantida daí em diante por vários mecanismos sociais. A educação do cientista familiariza-o com uma série de conhecimentos e técnicas consagradas. Parte dessa informação é tácita e informal, e só pode ser aprendida através da experiência e do estímulo de profissionais qualificados. O conhecimento científico formal é altamente organizado e apresentado normalmente de um modo mais rígido do que o conteúdo de outras disciplinas. Um conformismo intelectual mais severo é imposto ao estudante. Quando ele não está absorvendo conhecimentos básicos, está procurando respostas corretas para problemas precisos, equacionados a partir do ponto de vista de uma tradição de pesquisa estabelecida. Tanto os conhecimentos como os problemas são apresentados por compêndios que podem diferir em profundidade e detalhe, mas não, usualmente, no enfoque intelectual.

A educação científica é uma poderosa força modeladora ainda por outras razões. Absorve a maior parte do tempo e energia do estudante. Torna os estudantes de ciência mais dependentes de seus professores para a ajuda técnica e, finalmente, para um emprego. O recrutamento é altamente seletivo. Os estudantes são examinados regularmente e aqueles que não podem compreender ou não aceitam o corpo sancionado de conhecimentos podem ser rapidamente excluídos. Em suma, como disse Kuhn, não há nada melhor para produzir

¹⁷ Id., *ibid.*, p.171.

¹⁸ Id., *ibid.*, p.171.

“disposições mentais” que encaixem a natureza em recipientes devidamente prescritos do que o método atual de educação científica¹⁹.

¹⁹ KUHN, T.S. The essential tension: tradition and innovation in scientific research. In: TAYLOR, C. W.; BARRON, F. (Orgs.). *Scientific creativity*. Nova York: Wiley, 1963.

CAPÍTULO II - SAGAN E O COMPLEXO MILITAR INDUSTRIAL

Quando Sagan entrou para a Universidade de Chicago, seu interesse, devido à sua formação escolar e a suas curiosidades pessoais, era interdisciplinar, envolvendo áreas como astronomia, biologia, química, geologia etc., e tudo isso era uma coisa muito diferente para uma era de extrema especialização nas ciências, pois ele estava nos anos 50.

É importante notar que este período é marcado pela ascendência daquilo que o ex-general e então presidente dos Estados Unidos, Dwight Eisenhower, apelidou de “o complexo”. Eisenhower viu o nascimento desta corporação durante a Primeira Guerra Mundial, quando os Estados Unidos, em 1917, decidiram entrar no esforço de guerra.

A indústria de guerra dos Estados Unidos cresceu em fins do século XIX e se desenvolveu ao longo do período entre as duas guerras mundiais do século XX. Através de contratos exclusivos com o governo, e sem uma fiscalização pública, e por se tratar de um órgão ligado ao Departamento de Defesa, a ciência passou a ficar à sombra do complexo militar industrial.

O mundo que emergiu da Grande Depressão e da Segunda Guerra Mundial – intimamente ligada à Depressão – defrontou-se com uma situação nova, com tensões e limitações de um tipo diferente, em comparação com o período entre as duas guerras. O “isolamento” dos Estados Unidos fora irrevogavelmente relegado ao passado e a intervenção ativa do país mais poderoso do mundo capitalista nos assuntos internacionais se tornou a política oficial vigorosamente praticada, ao mesmo tempo em que os ex-impérios britânico e francês foram substituídos por novas formas de domínio neocolonial.

Ao mesmo tempo, em seguida à Segunda Guerra Mundial, também a União Soviética apareceu no palco internacional como uma potência mundial incomparavelmente mais ativa do que antes da guerra. Depois, em 1949, houve a vitória da revolução chinesa. Estes fatos alteraram significativamente a antiga correlação de forças.

Compreensivelmente, na euforia da reconstrução e expansão do pós-guerra, prestou-se pouca atenção aos problemas e contradições internos do sistema capitalista. Com tamanho poder econômico e político de algumas empresas industriais, que conseguiram uma posição imensamente forte na economia norte americana com produção militar durante a guerra, precisou-se encontrar um modo de salvaguardar a continuidade de seu lucro e de sua expansão nas novas circunstâncias, utilizando-se os bons serviços do Estado tanto na

economia interna como na criação de tipos de relações internacionais que favorecessem a consolidação e o crescimento de tais forças.

Na economia interna, o Estado garantia o pleno apoio, a manutenção e a sustentação financeira do mais alto nível de atividade econômica através da política do pleno emprego, racionalizando e legitimando a audácia da intervenção do Estado no idealizado sistema de livre empresa e insistindo que, em uma época de ruptura ou mudança tecnológica, era necessário suplementar o sistema do mercado pela ação política, para que se assegurasse a alocação racional de recursos e a satisfação da necessidade pública. Resumindo, nada mais seria que um aprofundamento titânico das idéias de Keynes, ou seja, a intervenção do Estado na economia, enquanto na sociedade ampliava-se um “Estado de bem-estar social” (Welfare State), daí o porquê do otimismo dos anos 50.

Durante o pós-guerra, a economia foi silenciosa, mas radicalmente reestruturada, de forma a satisfazer as necessidades das forças socioeconômicas dominantes. Naturalmente, a ciência desempenhou um papel importante nestas transformações. Dada a amplitude das forças produtivas envolvidas, assim como a sua articulação tecnológica que envolvia intensa aplicação de capital, o sucesso desse empreendimento teria sido inconcebível sem a participação ativa da ciência.

Ao mesmo tempo, em vista da natureza de tal tarefa, a própria ciência teve de sofrer conseqüências dos desenvolvimentos para os quais tanto contribuiu. Como resultado, o controle da ciência pelo Estado cresceu a tal ponto que a sua situação contemporânea não comporta, neste ponto, comparações com estágios passados do desenvolvimento histórico. Ironicamente, entretanto, a ideologia do “cientificismo” e as ilusões relacionadas à pretensa autonomia e objetividade da atividade científica, proposta como modelo para tudo, nunca floresceram mais do que sob o clima do “fim da ideologia” do pós-guerra. Na realidade, porém, testemunhamos transformações extremamente problemáticas, com implicações de longo alcance tanto para a ciência quanto para a sociedade como um todo. E foi aí que o então presidente norte americano, general Eisenhower, em 1961, preveniu contra a crescente influência do que chamou, adequadamente, de complexo militar industrial. Também reconheceu que a operação desse complexo era inseparável de uma “elite científico-tecnológica” vinculada aos interesses autônomos do complexo militar industrial, e expressou seu medo de que a política pública como um todo pudesse se tornar prisioneira das forças cuja influência perniciosa ele declarou ser visível em cada cidade, em cada departamento de estado e em cada gabinete do governo federal.

De fato, é muito incômodo pensar que a “saúde” de um importante campo de pesquisa tenha de depender de um questionável financiamento militar. Mas é ainda mais incômodo que a subordinação do conhecimento às necessidades e aos interesses do complexo militar industrial seja relacionada e legitimada pela prática instituída de empresas comerciais que pegam lucrativas caronas em sucessos e fracassos militares potencialmente apocalípticos. Por isso, uma das ilusões mais resistentes em relação às ciências naturais refere-se às suas pretensas “objetividade” e “neutralidade”, que lhes são atribuídas em virtude de seu caráter experimental e instrumental, em contraste com o caráter socialmente mais envolvido e comprometido das “ciências humanas”. Entretanto, um exame mais cuidadoso mostra que estas objetividade e neutralidade não passam de lenda, pois na realidade o que ocorre é o oposto.

Mas a razão pela qual podem escapar mais facilmente desta forma particular de auto-ilusão é a mesma pela qual não podem se permitir ficarem tão desligados das estruturas produtivas dominantes de sua sociedade.

O que está em questão aqui é que como cientistas, como Sagan, precisam trabalhar dentro da estrutura de apoio e de complexos instrumentais tangíveis (além de dispendiosos), necessitam assegurar recursos materiais incomparavelmente maiores, como condição elementar de sua atividade, do que seus colegas do setor de “humanas” nas universidades e na sociedade em geral.

É de conhecimento comum que é muito mais dispendioso criar e conservar faculdades de ciências exatas nas universidades do que um número equivalente de faculdades de ciências humanas, discrepância que por mais digna de nota que seja, só revela uma pequena parte do total de recursos destinado à ciência. Assim, os cientistas são até menos “livres” do que seus colegas nas ciências humanas e sociais. Sociólogos e filósofos podem continuar a escrever livros críticos à ordem social estabelecida mesmo que tenham sido colocados em “listas negras”. É claro que o mesmo não se aplica totalmente aos cientistas naturais, os quais perdem as condições instrumentais e institucionais indispensáveis a sua atividade se ousarem criticar a ameaça à sobrevivência humana representada pelo complexo militar industrial, fato que é comprovado pelas declarações de figuras notáveis como Oppenheimer, Einstein e outros.

Sem dúvida, tal diferença nas condições objetivas da produção intelectual põe em relevo a medida da dívida da sociedade para com os cientistas que se levantam contra os perigos que eles percebem, desafiando as conseqüências. Ao mesmo tempo, também, ajuda a explicar porque, em média, nas universidades e em toda parte, os cientistas assumem uma

posição consideravelmente mais conservadora do que seus colegas do setor de humanas, em vez de serem mais objetivos, mais neutros, mais independentes e, portanto, potencialmente mais críticos, como sugere a lenda.

Albert Einstein chegou a fazer propaganda do antimilitarismo nos anos 50, mas a fragilidade de sua posição não foi resultado de uma fraqueza pessoal, seja no sentido das limitações teóricas ou por conta de alguma pretensa “neutralidade” política e moral. Além do que, o físico mais célebre e aclamado do século teve acesso sem paralelo aos chefes de governo e aos meios de comunicação em massa. Mas com toda essa “abertura”, é mais significativo por suas implicações sobre a posição da ciência e dos cientistas, sob o domínio do complexo militar industrial, que ele se sentisse não apenas ameaçado, em meio a agressivas denúncias políticas, mas também intelectual e politicamente traído, isolado e tão absolutamente impotente que não pôde deixar de lamentar, em uma resignação angustiada: “No fim, os homens terão o que merecem”²⁰.

Esse é o contexto dos anos 50-60, em que muito do fermento ideológico da Guerra Fria e do macartismo iriam marcar seriamente a geração de Sagan; é o mesmo momento também em que seus colegas Isaac Asimov e Arthur Clarke estão produzindo, literalmente em série como numa linha de produção, a popularização da ciência através de idéias com um cunho político mais contundente, conforme dissemos na primeira parte de nosso trabalho. É com este contexto da história dos Estados Unidos na questão dos direitos civis que Sagan se sentiria impelido a fazer algo anos depois.

2.1 Carl Sagan e seu relacionamento com o “complexo”

Ainda adolescente, Sagan escreveu uma carta perguntando a alguns dos engenheiros responsáveis sobre construção e motores de foguetes para a corporação RAND. Esta era uma empresa ligada (ao complexo militar industrial) à aeronáutica e ao exército que trabalhava no desenvolvimento de foguetes inspirados nos V2 capturados junto com os cientistas alemães após o fim da Segunda Guerra. Na ocasião, recebeu como resposta que os engenheiros não poderiam responder à sua pergunta por se tratar de um projeto secreto. Mesmo assim, Sagan não desistiria.

²⁰ EINSTEIN apud MÉSZAROS, I. *O poder da ideologia*. São Paulo: Ensaio, 1996, p.274-90.

Anos mais tarde, já na faculdade, tornou-se amigo de pessoas bem influentes, tais como Harold Urey, além de passar as férias trabalhando para alguns destes, como Muller, Gerard Kuiper e George Gamow. Todos estes cientistas eram pessoas chave para a futura geração de cientistas, que, como Sagan, iriam ter uma influência decisiva no nascimento da era espacial, cuja mãe era a Guerra Fria e o pai era o complexo militar industrial. Sagan e Muller tornaram-se amigos e ambos tinham uma paixão em comum, a ficção científica. Muller apoiava os “vôos imaginários” de Sagan, ambos trocavam correspondência e, mesmo Muller sendo um homem ocupado com as suas pesquisas e a de seus alunos, além das aulas, ele se dava ao trabalho de ler as cartas de Sagan e enviar respostas, além de apoiar o entusiasmo de Sagan, um fator importante para o futuro divulgador das viagens interplanetárias.

Em 1958, Sagan escreveu a H. J. Muller recomendando a leitura de um livro de ficção científica, *The black cloud*, de Fred Hoyle. O mais interessante nesta carta era um projeto em que Sagan havia se envolvido, mas que não declarava para qual organização estava trabalhando, se era a Fundação para a Investigação Armour, o Laboratório de Propulsão a Jato do Caltech, a NASA, a Força Aérea ou a corporação RAND, pois é neste momento que Sagan se insere dentre os projetistas do espaço para dar uma resposta aos russos por causa do lançamento do *Sputnik*.

Suas pesquisas e interesses, além de seus contatos, levaram-no a trabalhar sob sigilo militar na Força Aérea, com um financiamento garantido pelo Pentágono e bolsas generosas. Em uma dessas ocasiões, foi convidado por Gerard Kuiper para que trabalhasse num projeto relacionado à Força Aérea de uma fundação chamada Armour. Sagan sabia que para ter seus interesses atendidos teria que trabalhar sob sigilo da pesquisa militar classificada. Em Yerkes, Sagan, com ajuda de Kuiper, recebeu quantias substanciais da Força Aérea, incluindo uma ou duas bolsas do Pentágono. Sagan manteria em segredo a natureza exata de seu trabalho na Fundação durante toda a sua vida²¹.

Conforme havíamos dito acima, quem quer que trabalhe no “complexo” tem que fazer suas pesquisas em sigilo absoluto; entretanto, anos mais tarde Sagan confidenciou que, dentre suas pesquisas, uma delas era saber sobre os efeitos da explosão nuclear na Lua a pedido dos militares, para que os mesmos pudessem fazer testes nucleares na Lua longe das vistas dos russos e de quem quer que fosse.

²¹ KEAY Davidson: *Carl Sagan a life*: John Willey & Sons, Inc New York 1999.

Por outro lado, segundo o historiador espacial Willian E. Burrows (*This new ocean*, 1998)²² informes secretos obtidos por espionagem revelavam que os russos também queriam fazer testes nucleares na Lua com bombas que poderiam ser facilmente visíveis da Terra. Muito provavelmente, os oficiais do Pentágono temiam uma pressão cada vez maior da opinião pública politicamente correta contra os testes nucleares na Terra e queriam transferir para a Lua as detonações nucleares, afinal, qual a melhor maneira de testar a precisão de foguetes tendo como alvo a Lua, só para lembrar a URSS da eficiente ciência americana? Estava claro para o governo norte americano que a nação que dominasse o progresso material poderia ser a primeira a atingir êxito significativo nas viagens espaciais e ser reconhecida como líder mundial tanto das técnicas militares quanto científicas. Lembremos que uma das razões que citamos acima é que o esforço civil para desenvolvimento da pesquisa planetária ainda não tinha verbas consistentes e quem quisesse fazer parte da pesquisa militar, tinha de se subordinar às altas patentes militares. Foi assim que Sagan, quando nos seus últimos anos de doutoramento, ficou deslumbrado com um salário que poucos de seus pares poderiam sequer almejar, a menos que se comprometessem com a indústria militar, e, até então, era o único lugar em que ele poderia dar asas à sua imaginação dos tempos de leitor de ficção científica e concretizar talvez alguns deles.

Permitiram-lhe fazer um desenvolvimento alargado da teoria do escape das atmosferas planetárias desde que ele apresentasse relatórios em que se justificasse tal pesquisa. Em retrospectiva, Sagan, que mais tarde viria a ser um ativista da paz, aceitou dinheiro do Pentágono. Mas o dinheiro ali era fácil de conseguir exatamente num tempo em que a ciência aeroespacial e astrobiológica não dispunha de apoio crescente. E, neste caso, lembremos do início da parte II, a respeito do complexo militar industrial dos Estados Unidos, sobre a condição do cientista numa época em que antes do esforço espacial civil estar inteiramente operacional, o programa espacial dos Estados Unidos era uma operação militar. Quem quer quisesse fazer parte do programa espacial, tinha de se relacionar ao setor militar. Sem revelar a natureza de seu trabalho para a Fundação, Sagan comentou mais tarde, depois dos seus anos de licenciatura, que era feliz por receber apoio militar²³.

Em 1961, Kennedy, depois de uma série de desastres da sua política em relação a Cuba e de os americanos serem os segundos depois de Gagárin no espaço, fez um apelo à nação para lançar um americano para a Lua e trazê-lo de volta em segurança no fim da

²² BURROWS apud DAVIDSON, op. cit., p.125-6.

²³ KEAY Davidson: idem pp125. Sagan declarou que: “ Não sei se a fundação deu o dinheiro por bem, mas adorei(...) Não faço a menor idéia de como isso se relacionava com sua missão patrocinada pela força aérea, mas contanto que eu apresentasse relatórios... eles ficaram felizes”.

década, dando-se a esse apelo o nome de nova fronteira, que obviamente era o espaço exterior.

Carl Sagan sabia que a exploração do espaço era inevitável, lera ficção científica demais para não pensar desta forma. Imaginava a exploração espacial humana com base em argumentos políticos totalmente simplórios, achava que o motivo da guerra era falta de uma sociedade descarregar energia. Assim, ele imaginava que a exploração espacial era uma coisa boa porque as dificuldades em se realizar tal façanha evitariam a probabilidade de guerra.

A idéia de substituir a Guerra Fria por uma colaboração científica é muito ingênua e Sagan cometeria esse mesmo erro no seu último livro, *Bilhões e bilhões*²⁴. De certa forma, Sagan é uma espécie de herdeiro do positivismo otimista ou do entusiasmo científico centrado na idéia de progresso do fim do século XIX. Este ideal de progresso era baseado na crença do aumento da eficiência da indústria através da relação com a ciência e da multiplicação das ferramentas e da maquinaria. Era quase certo que a capacidade de produção, os meios de transporte e os avanços da medicina e da agricultura eram tais que toda raça humana poderia confortavelmente ser abrigada, vestida e bem alimentada, e muito da imprensa e da literatura de ficção científica contribuíram para isso. É exatamente neste sentido que Sagan acreditava que a ciência podia servir aos ideais liberais. Embora fosse nobre de caráter, tinha uma noção de como a ciência deveria servir a humanidade e que a exploração espacial era o seu sonho de uma ciência aplicada para fins humanitários ou até mesmo de sobrevivência da espécie.

O escritor e amigo de Sagan, Arthur Clarke, escreveu no início dos anos de 1950, no romance *Areias de Marte*, sobre a concepção da terraformação, ou seja, a transformação de um planeta com o objetivo de adaptá-lo às condições terrestres. Mas a idéia da terraformação, segundo Carl Sagan, apareceu pela primeira vez publicada na *Astounding Science Fiction* de julho de 1942 com o título *Órbita de colisão*, de Jack Williamson, que, por sua vez, inspirou-se em um livro de Konstantin Tsiolkovsky que imaginou habitats transparentes na superfície de asteróides.

Em compensação, em março de 1961, na revista *Science*, Sagan publicou seu primeiro artigo importante para uma revista científica, no qual propôs deliberadamente a terraformação de Vênus! Sua proposta de terraformação espelhava uma confiança na tecnologia de seu tempo; entretanto, funcionários do governo, leitores ou não de ficção científica, começaram a

²⁴ CARL Sagan: *Bilhões e Bilhões: reflexões sobre a vida e a morte na virada do milênio*. Cia das Letras S.P. 1998 pp.176 “Vamos aprender um com o outro. Há um século, o capitalismo e o socialismo têm tomado emprestado métodos e doutrinas um do outro em plágios bastante reconhecidos(...). Vamos começar com alguns projetos de grande alcance e visão, na diminuição da fome na Etiópia, na rivalidade das superpotências na identificação e desarme das catástrofes ambientais de longo prazo, na física de fusão, na exploração conjunta de Marte, culminando no primeiro pouso de seres humanos russos e norte americanos num outro planeta”.

falar em controle do tempo atmosférico da Terra, fazendo com que as nuvens fossem semeadas e levassem chuva ao deserto, e mais uma vez o complexo militar industrial também resolveu dar suas opiniões. Estavam considerando colocar o tempo atmosférico na lista do armamento de guerra! Talvez os furacões pudessem ser redirecionados ou dissipados²⁵. Já os engenheiros imaginaram soluções técnicas para os maiores problemas do mundo: pobreza, fome, subdesenvolvimento econômico. Muito mais do que fazer frente a questões radicais de uma Cepal, como as barreiras de classe e a distribuição de riqueza. Mais que isso, imaginavam mega reparações de engenharia para os males da sociedade, como a construção de mega barragens hidroelétricas, que transformariam vastas áreas em terra de cultivo. Armas nucleares poderiam ser usadas para “cavar” canais na América Central e portos no Alasca. Tempestades de chuva provocadas pelo homem iriam levar a poluição e o nevoeiro dos céus de Los Angeles. Construiriam barragens no estreito de Bering e bombeariam a água fria do Ártico para o sul do Pacífico e do Atlântico; bombeariam água morna para onde estava a do Ártico, transformando o clima polar em temperado.

A década de 60 foi para Sagan a melhor época para suas realizações pessoais porque os Estados Unidos estavam perdendo para a URSS na corrida espacial: o primeiro animal no espaço, a cadela Laika; a primeira sonda a pousar em outro mundo, a *Lunik II*; o primeiro astronauta, Gagárin; as primeiras fotos do lado oculto da Lua; a primeira mulher no espaço, Valentina Tereshkova. Assim, muitos americanos receavam que as conquistas espaciais soviéticas fossem prenúncios de futuras conquistas espaciais e os mais pessimistas achavam que até 1975 os Estados Unidos seriam um país-membro da URSS. Nesse sentido é que Sagan se saíria muito bem, porque a NASA estava desesperada por conseguir ser a primeira em qualquer coisa no que dizia a respeito do espaço.

Foi pensando exatamente em Vênus que a NASA apressou-se em construir a *Mariner 2*. Diferentes equipes tinham que trabalhar em conjunto para que o foguete fosse bem sucedido e Sagan sabia que chegara a hora em que sua credibilidade como cientista estava baseada em seus trabalhos sobre Vênus e sua teoria sobre a terraformação, pois até este momento, Sagan era um pesquisador da RAND, que era o cérebro da estratégia das armas nucleares dos Estados Unidos. O papel desta Fundação na verdade era o de escolher alvos soviéticos, como indústrias, estações de trem, pontes, bases de bombardeios e cidades, além de guerras nucleares em pequena escala, uma espécie de guerra para que houvesse tempo de negociar uma trégua antes de desencadear um holocausto nuclear. Oficialmente, os Estados

²⁵ DAVIDSON, op. cit., p.148.

Unidos nunca se empenharam em fazer guerras nucleares limitadas, mas nos bastidores sabe-se muito bem que a histeria daqueles tempos revela que as coisas não eram bem assim²⁶. Muitos deles acreditavam que a guerra pudesse ser feita racionalmente, mesmo cientificamente. Este tipo de guerra perseguiu o pensamento de Sagan durante a década de 80 do século XX, quando se tornou um ativista antinuclear importante, sugerindo que tal coisa poderia levar a uma mudança climática global que aniquilaria tudo, o inverno nuclear. Essas conclusões sobre o inverno nuclear são resultado direto das investigações de Sagan sobre Vênus e o efeito estufa deste planeta com a *Mariner 2*.

Na Fundação RAND, a principal investigação de Sagan era a ciência espacial e ele próprio era um consultor de ciências planetárias, estudando as atmosferas de Vênus e Marte. Era de interesse dos oficiais militares que numa possível guerra com a URSS, os bombardeiros armados com armas nucleares e mísseis intercontinentais nucleares fossem para além da atmosfera, mas como o espaço era desconhecido, especulava-se que ventos de grande atividade na ionosfera ou a aurora boreal pudessem atrapalhar as comunicações terra-ar, alterando a navegação. Para se precaverem, os oficiais do Pentágono queriam saber tudo a respeito da atmosfera. Astrônomos planetários achavam que mudanças na atmosfera desses dois planetas poderiam ser importantes para o entendimento do nosso planeta.

Em 1972, Sagan sabia a respeito de Vênus que: tinha uma atmosfera espessa, superfície muito quente e nuvens de enxofre e ácido sulfúrico, temperaturas escaldantes, pressões esmagadoras, gases tóxicos e corrosivos, cheiros sulfurosos e uma paisagem escura. Durante os anos de 1970, tanto os Estados Unidos quanto a URSS enviaram com êxito sondas que penetraram na atmosfera de Vênus e aterrissaram na superfície. A *Venera 8*, da URSS, realizou a primeira análise química do solo em 1972, e em 1975, a *Venera 10* obteve as primeiras fotografias. A *Pioneer Vênus*, dos Estados Unidos, lançou em 1978, simultaneamente, quatro sondas atmosféricas, e em 1980, a *Pioneer Vênus Orbiter* obteve com radar um mapa grosseiro da superfície. Os resultados dessas análises foram que Vênus é uma espécie de gêmeo geológico da Terra. A sua superfície foi moldada por duas das mesmas forças que criaram as paisagens da Terra, o vulcanismo e a tectônica de placas. Em 1994, quando Sagan publicou *Pálido ponto azul*, dedicou um capítulo inteiro aos resultados dessas explorações sobre Vênus e Marte, sobre seus vulcões terremotos e, principalmente, o clima²⁷. Voltaremos a falar sobre estas conclusões quando Sagan passa a divulgar como um alerta o resultado destes estudos.

²⁶ DAVIDSON, Keay :*Carl Sagan a life: op cit. pp 180.*

²⁷ CARL Sagan: *Pálido ponto azul. pp214.*

2.2 O vôo interestelar

Quanto ao vôo interestelar, Sagan foi o primeiro cientista americano a defender publicamente, e em pormenores, a possibilidade de viagens interestelares num artigo sobre *Contatos diretos entre civilizações galácticas por vôo interestelar relativista*²⁸ em 1963, em que declarou a sua preferência por viagens espaciais relativísticas a comunicação via rádio. Em outros artigos, discutiu possíveis naves estelares baseadas em algumas das idéias da Sociedade Interplanetária Britânica de Clarke. Sagan escreveu: “Acredito que o vôo espacial interestelar a velocidades relativísticas até os mais distantes confins da galáxia é um objetivo exequível para a humanidade”²⁹.

Em outros projetos, como o da Sociedade Interplanetária Britânica chamado projeto Daedalus, desenvolveu-se na década de 1970, um minucioso estudo de um engenho para viagens espaciais. Projetado para atingir a estrela de Barnard (a segundo mais próxima depois da Alfa Centauro), o veículo seria propelido pelo processo da fusão nuclear. A Daedalus atingiria velocidades superiores a um décimo da luz. Outra idéia audaciosa era a de um veleiro estelar. Uma nave acoplada a uma superfície coletora “à vela” poderia ser acelerada pela luz solar através do impacto das partículas luminosas, os fótons, uma alternativa para aumentar a utilização de um feixe de raio laser para a impulsão do veleiro. O foguete a laser, em lugar de uma imensa superfície refletora, como no caso anterior, carregaria uma massa de fluido combustível, acionado por um laser estacionário, localizado no sistema solar. As naves-mundo, gigantescos veículos, abrigariam, em ambientes ecologicamente controlados, sucessivas gerações humanas. Tais máquinas atravessariam o espaço a um centésimo da velocidade da luz, com um tempo estimado de viagem de um milênio. Uma das propostas idealizaria uma nave de 20 quilômetros de diâmetro e 114 quilômetros de comprimento, girando ao redor de seu eixo para gerar gravidade. E por fim, o foguete Bussard, chamado também de “ramjet”, sugerido em 1960, que consistiria numa nave que obtém seu combustível no próprio meio interestelar, através de uma superfície coletora com campo magnético. A renovação contínua do suprimento de combustível, no caso o hidrogênio, permitiria, através de um motor a fusão nuclear, sua aceleração uniforme e, em consequência, a obtenção de altas velocidades finais. Apesar dos esquemas imaginados estarem, no entanto, com vários entraves de natureza técnica e econômica, servem, por outro lado, como indicadores de possíveis rumos à primeira exploração humana extra solar.

²⁸ CARL Sagan: *Cosmos*.pp 203-207

Outra influência da ficção científica que aparece em seus trabalhos de divulgação científica é a questão da compreensão de Sagan e de seus colegas sobre outros planetas que estavam mudando mais rapidamente do que a ficção científica poderia representar. Mesmo assim, muitos jovens leitores tornaram-se adultos (assim como Sagan) profundamente envolvidos com a exploração do sistema solar e se tornariam os primeiros a tomar aquela direção da ficção científica na era espacial. Sagan também não acreditava na viagem ao tempo em direção ao passado; os problemas deste tipo de viagem o tornaram cético. Mas havia aqueles dentre seus colegas que pensavam seriamente a respeito disso. Igualmente, a ficção científica encontrava em alternativas culturais características que poderiam desempenhar importante papel em fundamentar mudanças sociais.

2.3 Marte e a ficção científica

Em, *As conexões cósmicas* (1973), Sagan lembra-se de um fato: que as Luas de Marte atormentaram sua adolescência até 1971, quando do lançamento da *Mariner 9*. Até 1971, Sagan procurou saber tudo a respeito das Luas de Marte, Deimos e Fobos, em toda a literatura disponível. Segundo ele, as referências sobre as Luas de Marte começam em Kepler, o descobridor das leis do movimento planetário e fazedor de horóscopos, cuja opinião a respeito do porquê de Marte ter duas Luas estava mais ligada com horóscopo do que com astronomia. Outro autor que Sagan levantou foi Voltaire, em *Micrômegas*, em que um cidadão sírio notou casualmente, enquanto passeava pelo nosso sistema solar, que Marte tinha duas Luas. E mais um terceiro, Jonathan Swift, em *As viagens de Gulliver*, anunciou, casualmente, que os astrônomos de Laputa descobriram duas Luas de Marte.

Quando da chegada da espaçonave *Mariner 9* em Marte e o envio de imagens do planeta, foram reunidos no Caltech (Universidade Tecnológica da Califórnia) os seguintes convidados: Ray Bradbury, autor de *Crônicas marcianas*; Arthur Charles Clarke, autor de *2001: uma odisséia no espaço*; Carl Sagan, diretor do Laboratório de Estudos Planetários da Universidade de Cornell; o organizador do evento, Bruce Murray (geólogo e professor de ciência planetária no Caltech); e o jornalista e mediador do debate, Walter Sullivan (editor de ciências do *New York Times*). Excetuando o mediador, somente Bruce Murray declarou não ter sido influenciado pelas estórias de ficção de Marte escritas por Burroughs, enquanto os

outros três participantes declararam ter sido influenciados pelas estórias sobre Marte, o que de certa forma conduziu cada um a uma determinada especialidade científica e literária.

O Marte revelado pela *Mariner 9* correspondia a algumas poucas visões globais do planeta imaginado antes de sua viagem. A *Mariner 9* examinou Marte com uma resolução suficientemente grande para excluir a possibilidade de existência de uma civilização no nível terrestre de desenvolvimento e extensão. Tampouco Marte é semelhante à Lua. É verdade que há áreas com inúmeras crateras, mas existem também imensas regiões diferentes das encontradas na Lua.

Quando da aproximação das sondas, as duas Luas de Marte mostraram pormenores do tamanho de um automóvel. Além de muitas crateras, as luas mostram vales com crateras. Provavelmente, são o produto de uma ou mais colisões que fizeram rachar a sua superfície e as fragmentaram. Para muitos cientistas, Phobos e Deimos tornaram-se os protótipos das pequenas Luas fragmentárias e asteróides que estão espalhados por todo o sistema solar. Marte e suas Luas foram para Sagan uma pequena amostra dos planetas Luas e inúmeros asteróides conhecidos até então.

2.4 Civilizações extraterrenas

Desde os anos 50 e 60, Carl Sagan sempre foi levando e atualizando suas idéias acerca de UFOS, viagens espaciais, vida extraterrena, biologia planetária. Sua participação em corporações e laboratórios militares e civis possibilitou especular enormemente acerca destes assuntos. Ele pode ser considerado um dos responsáveis pela criação da exobiologia e da planetologia, ou seja, o estudo sobre a vida em outros planetas, e sobre os planetas. Também ajudou em programas de radioastronomia para detectar a existência de sinais extraterrestres, procurando satisfazer seu interesse em procurar a existência de outros seres inteligentes no universo.

Em 1973, Sagan começa a escrever uma série de livros que reúnem alguns de seus artigos, entrevistas e idéias acerca do universo e do mundo. Cada um deles é quase como um manual inspirador para futuros escritores de ficção científica. Seu primeiro livro, *Conexões cósmicas* que era, para a época, um livro de divulgação bastante ousado, tornar-se-ia um livro clássico e inspiraria a nova geração de cientistas e entusiastas dos anos 80. Neste livro, Sagan comenta sobre muitos tópicos da astrofísica da ciência do sistema solar até a colonização de

outros mundos, formação do solo e procura por extraterrestres. Por exemplo, no terceiro capítulo ele diz que a primeira tentativa séria de comunicação com civilizações extraterrestres começou em 3 de março de 1972, com o lançamento da *Pioneer 10*, mas meses antes do lançamento chamaram-lhe a atenção sobre a possibilidade de se enviar algum tipo de mensagem; então, prontamente Sagan entrou em contato com o responsável chefe da missão, que aceitou seu pedido. A idéia consistia em basicamente colocar do lado de fora da nave uma placa de ouro de 15 x 23 centímetros contendo informações sobre ciência, além de comunicar o local, a época e qualquer coisa sobre a natureza dos construtores da nave espacial. As maiores críticas que recebeu não foram em relação a algum dado científico, embora houvesse céticos a respeito dessa mensagem ser encontrada casualmente no espaço, mas Sagan teve que se defrontar com a reclamação do público através de jornais conservadores sobre a representação da mulher e do homem na placa das *Pioneer 10 e 11*.

Em outro capítulo, Sagan avalia a possibilidade de existirem civilizações tecnicamente avançadas em algum lugar da galáxia, considerando como um dado mais importante, e sobre o qual pouco se sabe, o tempo de vida de uma tal civilização. Se as civilizações se destroem rapidamente a si mesmas após atingirem a fase tecnológica, num dado momento (muito parecido com o da Guerra Fria), poderia haver muito poucas civilizações para se ter um contato. Por outro lado, se uma pequena fração das civilizações aprender a viver com armas de destruição coletiva e evitar catástrofes, quer naturais ou espontâneas, esse número de civilizações pode ser muito grande. Isto de certa forma não deixa de ser uma espécie de interpretação sociológica a respeito da nossa própria civilização em relação a possíveis outras comunidades galáticas.

Esta idéia das civilizações foi estipulada por Freeman Dyson em 1960. Dyson supõe a existência de ETs em estágios de desenvolvimento tecnológico situados milhões de anos à nossa frente. Os limites de expansão e controle do meio dessas superinteligências derivariam apenas da disponibilidade local de matéria e energia. Para tais civilizações, seria possível, num prazo curto, o controle e utilização de uma massa da magnitude de Júpiter. Essa atividade em larga escala, motivada pelo crescimento populacional, estimularia as espécies inteligentes à formação de biosferas artificiais ao redor de suas estrelas. A abordagem de Dyson parte de uma teoria sobre a natureza e a evolução de sociedades tecnológicas, com base numa análise histórica (nós) e uma projeção futuroológica (eles). Extrapolando a partir do ritmo de desenvolvimento industrial em sua época, projeta velocidades de transformação e, logo, a expansão rumo ao espaço exterior como saída para necessidades impostas pelo crescimento econômico populacional. Essa tese futuroológica remete à natureza e evolução da

própria sociedade, marcada pelo crescimento industrial acelerado e expansão planetária, num movimento que caracterizou a história do ocidente nos dois últimos séculos. No núcleo da teoria de Dyson verifica-se a presença de uma forma particular de conceber as civilizações, seus ritmos e necessidades. A projeção daí decorrente é construída como uma extrapolação linear de certas peculiaridades locais e temporais (a história ocidental moderna), que, todavia, almejava a universalidade tecnológica.

Shlokovskii e Sagan, alguns anos depois, consideravam que o atual fluxo de ondas via rádio, que é diferente das emissões naturais e a colocação em órbita de satélites artificiais, poderiam ser sinais da vida inteligente na escala cósmica²⁹. Também especularam sobre a constituição de uma sociedade galáctica intercomunicante, com uma Enciclopédia e um Codex para regular as suas relações, pois a riqueza, a diversidade e o esplendor desse comércio, o intercâmbio da mercadoria e das informações, de argumentos e artefatos, de conceitos e conflitos, devem continuamente estimular a curiosidade e ampliar a vitalidade das sociedades participantes³⁰. A colonização da galáxia é, assim, imaginada como uma trajetória bastante plausível para sociedades tecnológicas. Há aqui uma perspectiva que confere ao comportamento de hipotéticos seres um fenômeno marcante da cultura ocidental e, em especial, a moderna, a expansão e o controle crescente sobre a natureza e outras sociedades.

2.5 Astrobiologia

Constrangidos pelo estágio então existente de tecnologia telescópica e pela impossibilidade de concretizar explorações exobiológicas *in loco*, os estudos dos cientistas voltaram-se até o início da era espacial para a interpretação das observações dos planetas. O conhecimento planetário acumulado até as primeiras décadas do século XX levou os astrônomos a algumas conclusões gerais, como a inexistência de formas de vida inteligente e a possibilidade de vida vegetal ou microscópica em alguns desses corpos. Nos anos de 1970, Sagan declarava que a disciplina que tinha mais a ganhar com a exploração espacial era a biologia. Ele foi o orientador dos esforços científicos para infundir uma perspectiva biológica às missões interplanetárias da NASA. Mais do qualquer outro cientista, ele considerou como nova disciplina científica a exobiologia e esforçou-se para a sua união com as disciplinas mais tradicionais da astronomia, geologia e ciência planetária.

²⁹ DAVIDSON Keay op.cit pp. 235-239.

³⁰ CARL Sagan *Cosmos* Francisco Alves R.J.1982 pp291-315.

Alvo central da astrobiologia planetária, Marte, quando do início da era espacial, permanecia como o local privilegiado para a esperada transição do pluralismo de uma hipótese para uma disciplina científica. Dependente sobremaneira das variadas interpretações de sua mutável superfície, Marte detinha o que mais próximo havia de um consenso sobre a possibilidade de vida extraterrestre.

O ponto mais alto dos esforços de Sagan foi alcançado com a missão *Viking* a Marte, que enviou, em 1976, dois veículos e duas sondas orbitais ao planeta vermelho. Esta missão adotou os objetivos da exobiologia e fez da busca de vida a sua primeira prioridade. Notáveis laboratórios biológicos miniaturizados foram enviados para a superfície de Marte, e ambos os veículos da *Viking* aterrissaram sem dificuldades. Cumpriram a sua missão sem quaisquer falhas, mas não encontraram vida. Em vez disso, revelaram uma superfície seca e desprovida de matéria orgânica. Aparentemente, a radiação ultravioleta que banha a superfície de Marte esteriliza o solo. Não apenas não havia testemunhos de vida na superfície do solo, como também não se encontrou qualquer coisa de que um organismo pudesse se alimentar

Como disciplina a astrobiologia (1996) é multidisciplinar e integradora. No seu trabalho, um astrobiólogo atua como químico, biólogo, engenheiro, matemático e filósofo. Ao longo dos anos, a controvérsia sobre as experiências para detecção de formas de vida pela expedição *Viking* aumentou, em vez de diminuir. Apesar de todas as discussões, há pouca concordância quanto ao sentido final das experiências, principalmente entre os cientistas que as projetaram e analisaram os dados. Já nos estágios de planejamento, essas experiências fizeram nascer controvérsias entre os pesquisadores participantes. Carl Sagan estimulava seus colegas a procurar qualquer forma de vida, micro ou macro. Ele quase levou seus colegas a loucura, ao propor que a espaçonave levasse iscas a Marte para atrair “macróbios”, ou formas de vida maiores, que na sua teoria viriam a espaçonave e talvez se deliciassem com a comida alienígena.

Desses debates surgiu um novo paradigma da vida extraterrestre, graças em grande parte a irremediável imaginação de Sagan e sua recusa a ser limitado por categorias. Enquanto outros se perguntavam como encontrar formas de vida ele se indagava: o que é a vida? As antigas definições de vida já não serviam mais e a comunidade científica deveria renová-las ou admitir que não tem uma definição. Sagan forneceu uma resposta engenhosa alegando que os micróbios poderiam extrair água das rochas marcianas.

Por mais preconcebidas que fossem suas visões, os pesquisadores concordavam que era notável a possibilidade de fazerem o primeiro teste em busca de vida em outro planeta;

apenas 20 anos antes (1976), a idéia teria sido considerada como pertencente ao reino da ficção científica.

Uma das condições tidas como essenciais para a origem da vida é a presença de oceanos de água em estado líquido; como planeta gêmeo da Terra, Vênus tem quase o mesmo tamanho que nosso planeta com propriedades físicas semelhantes. Mas mesmo antes de a era da exploração planetária ter início, em 1962, Carl Sagan alertava para o fato de que a superfície de Vênus era simplesmente quente demais para a água líquida. Apesar de as investigações revelarem isso em 1970, os cientistas planetários continuavam a considerar a possibilidade de existência de gelo de água nas nuvens de Vênus, que bloqueariam a vista de sua superfície. No entanto, em poucos anos, novos dados sugeriram que as nuvens venusianas são compostas de ácido sulfúrico.

O interesse pela água na superfície de Vênus foi restabelecido no fim da década de 1970, pela missão *Pioneer Vênus*, que descobriu um excesso de deutério, ou hidrogênio pesado, na atmosfera de Vênus. Essa descoberta sugeriu que já houvera muita água na superfície de Vênus, mas um efeito estufa incontrolável conseqüentemente eliminara a água por meio da evaporação e depois pela perda de hidrogênio na atmosfera. Este fato nos ensinou na verdade que se um mundo muito parecido com a Terra estivesse um pouco mais próximo do Sol, as condições planetárias se tornariam inadequadas para a vida.

Por outro lado, onde mais podemos procurar evidências de um oceano? Ainda na década de 1970, Sagan, e outros cientistas planetários voltaram sua atenção novamente para o Planeta Marte. Há evidências que há 3 bilhões de anos havia muita água na superfície de Marte por tempo bastante para que a vida primitiva se desenvolvesse. Infelizmente, em 1976, quando duas naves *Viking* aterrissaram em Marte, cuja escolha Sagan influenciou muito, não foram encontradas provas de resíduo orgânico na superfície. Então era hora de partir para os planetas mais distantes.

Na década de 1980, as sondas foram além no sistema solar: aos planetas gigantes. No primeiro deles, Júpiter, as sondas passaram perto de dois dos seus vários satélites: Io e Europa. Os dois planetas têm aproximadamente o mesmo tamanho de nossa própria Lua e orbitam Júpiter. Por causa da interação gravitacional desses dois satélites no imenso campo gravitacional de Júpiter, a crosta de Io é flexionada por forças de maré. Essa tensão gera calor o bastante para causar uma atividade vulcânica intensa, resultando em uma superfície constantemente renovada que não é marcada por crateras de impacto.

Quando a *Voyager 2* se aproximou de Europa, revelou a superfície mais lisa vista até então no sistema solar. Os relevos mais altos nessa superfície de gelo são estreitas riscas

brancas no centro das riscas mais escuras. Não há montanhas e há muito pouca crateras de impacto, indicando uma superfície congelada muito nova. É possível que haja um oceano de água líquida embaixo dessa superfície. O aquecimento pelas forças de marés que esmagam Io também podem produzir calor o bastante para manter um oceano de água líquida sob a crosta congelada de Europa. Na época Sagan fez uma analogia entre a Terra e Europa porque quando vemos a superfície de Europa, percebe-se que é ativa, irregular, e, portanto, jovem. Europa tem calor interno, de modo que a água é quente, pelo menos no fundo, e talvez morna no resto. Na Terra os extremófilos que vivem próximos às fontes termais no fundo do mar. É possível que semelhante ambiente, como uma fonte de energia e água em estado líquido, exista atualmente em Europa. Caso exista, sua exploração seria uma das maiores realizações da vida humana.

Apesar de a presença de um oceano poder ter sido essencial para o surgimento da vida, os processos de colisão também podem afetar a evolução no sistema solar. Esses processos passaram a ser entendidos quando a *Voyager 2* passou por Mimas, um mundo pequeno, congelado, cerca de 400 quilômetros de diâmetro, em órbita ao redor de Saturno. Sua superfície cheia de crateras é um indicativo dos efeitos esperados das colisões. Pensava-se que os processos de colisão produziam marcas indicativas da idade da superfície, mas sem muita importância. As pesquisas revelaram que Mimas foi atingido diversas vezes por grandes corpos e quebrou-se várias em delas, portanto, os processos de colisão são fundamentais para a evolução física desse mundo em particular. Outro mundo congelado, mas ao redor de Urano, Miranda, possui a superfície mais complexa já observada do sistema solar, sugerindo que os processos de colisão podem bem ter contribuído para sua evolução física. Os resultados dessas pesquisas comparando outros planetas ou luas em relação à Terra é que tanto a água em estado líquido quanto os processos de colisão são muito importantes para a evolução física dos corpos no sistema solar, bem como no caso da Terra, em que se acredita que a Lua da Terra foi, provavelmente, o resultado da colisão com um objeto do tamanho de Marte.

Dessas pesquisas, Sagan deduziu que a relação entre colisão e origem da vida na Terra está diretamente relacionada à estabilização do eixo da Terra pela órbita da Lua, criando assim condições climáticas necessárias para a evolução de formas complexas de vida³¹. Da mesma maneira, as colisões podem afetar a vida negativamente. Muitos como Sagan acabaram acreditando que há 65 milhões de anos o impacto de um objeto com a Terra levou a extinção dos dinossauros e de muitas outras espécies. Os processos de colisão, segundo

³¹ CARL Sagan: *Pálido Ponto Azul*; Cia. Das Letras. S.P. 1996. pp 350.

Sagan, afetariam a vida na Terra de forma que talvez tenham criado as condições para os mamíferos se desenvolverem, levando ao surgimento do *homo sapiens*. Este dados seriam seriamente repensados quando o cometa Shoemaker-Levy 9 chocou-se com Júpiter em julho de 1994.

Além da presença de oceano, movimentos tectônicos e vulcanismo, a química orgânica dos planetas também desempenha um papel importante para a origem da vida e Sagan tinha grande interesse nisso. Uma das Luas de Saturno, Titã, foi objeto de atenção redobrada de Sagan ao longo dos anos 80. Titã é uma Lua com dimensões planetárias, aproximadamente do mesmo tamanho que Mercúrio e difere dele e de alguns dos outros planetas porque tem uma atmosfera substancial: a pressão atmosférica de sua superfície é 1,6 vezes maior que a da Terra e tem uma atmosfera que contém aproximadamente 80% de nitrogênio; e ao contrário da Terra, que contém oxigênio, Titã contém metano.

Um dos principais desafios no encontro da Voyager com Titã, em 1980, foi procurar fissuras na camada nebulosa, de forma que pudesse examinar a superfície. Sagan achou que esse era um objetivo muito importante, apesar de a possibilidade ser mínima. Infelizmente tiveram que confiar em outros dados para inferir o que estivesse abaixo da atmosfera. O que se descobriu foi que Titã tem uma fina cerração, uma camada opaca de polímeros orgânicos complexos cuja composição era desconhecida; várias outras dessas camadas tinham uma composição química não entendida naquela época, mas que sugeriam que esses processos químico-orgânicos podem ter ocorrido na jovem Terra antes dela evoluir.

2.6 Das conjecturas aos paradigmas

A Ciência evolui através de atos de homens e mulheres, tais como inventar hipóteses, realizar experimentos, ponderar provas e publicar resultados. A finalidade desses atos é produzir, se possível, um conhecimento verificado; um conhecimento que mereça a aceitação da comunidade científica. No entendimento de Sagan para produzir tal conhecimento, a ciência deve ser racional, pois se as alegações do conhecimento não forem racionalmente fundamentadas, faltarão argumentos para que elas sejam preferidas e referidas às pretensões de gurus e adivinhos, aos quais Sagan dedicou vários capítulos em *O Mundo Assombrado Pelos Demônios*³². Portanto para Sagan, se quisermos entender o empreendimento científico, devemos apurar não só como a ciência evolui, mas, também até que ponto o faz

³² SAGAN, 1997, op. cit.

racionalmente. Para ser racional, portanto, a ciência deve procurar a concordância universal, pelo menos dentro da disciplina ou especialidade, como é o caso da astrobiologia. Não obstante, a universalidade, neste sentido, é apenas a forma da racionalidade científica, não a substância, entretanto as pessoas podem ser coletivamente irracionais, e os cientistas podem pensar que estão agindo racionalmente quando não estão. O acordo coletivo é uma condição necessária, mas, não suficiente para a racionalidade em ciência. Se uma solução de um problema científico é proposta como logicamente correta e verdadeira (como no caso das pesquisas sobre o efeito estufa venusiano, levaram a outras pesquisas sobre o clima da Terra e sua relação com a poluição), ela deve ser verificável por todos os cientistas que trabalham nesse campo. Isto não quer dizer que eles cheguem a um acordo imediatamente isso pode levar uma década, uma geração ou mais. Por exemplo, Kuhn³³ sustenta que a ciência progride quando os cientistas são treinados numa tradição intelectual comum e usam essa tradição para resolver os problemas que ela suscita, Kuhn vê a história de uma ciência “madura” como sendo, essencialmente, uma sucessão de tradições (no caso da astrobiologia, essa tradição segundo alguns vem de Giordano Bruno, Fontenelle, Kant, etc.), cada uma das quais com sua própria teoria e seus próprios métodos de pesquisa, cada uma guiando uma comunidade de cientistas durante um certo período de tempo e sendo finalmente abandonada.

Kuhn começou por chamar as idéias de uma tradição científica um “paradigma”. O paradigma como um todo, determina que problemas são investigados (ex. vida em Marte), que dados são considerados pertinentes (as observações por telescópio), que técnicas de investigação são usadas e que tipos de solução se admitem (os experimentos da Viking).

Revoluções como as de Copérnico, Newton, Darwin, Einstein e Sagan não são freqüentes, dizia Kuhn, e são deflagradas por crises. Uma crise ocorre quando os cientistas são incapazes de resolver muitos problemas se longa data com que o paradigma se defronta (os canais marcianos). O acúmulo de anomalias é então considerado um escândalo (os canais marcianos, os mares e pântanos de Vênus...) e os cientistas começam a testar o paradigma e procurar alternativas baseadas em diferentes pressupostos metafísicos. Finalmente, uma alternativa ganha apoio da maioria dos cientistas nesse campo e é aceita como novo paradigma (o estudo dos “extremófilos”, criaturas que conseguem viver em ambientes extremos como desertos, secos, frios e quentes, alta temperatura e pressão no fundo do oceano, radiações intensas, etc são resultados da pesquisa por busca de vida extraterrestre) Os conhecimentos anteriores são repensados ou descartados; compêndios são reescritos; os

³³ KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 1994.

cursos alterados; e os cientistas encaram o mundo de modo diferente. De certa forma é exatamente isso que aconteceu quando Asimov, Bradbury, Clarke declararam que seus livros de popularização da ciência e de ficção científica se espelhavam nas teorias mais modernas da época e que com o advento da exploração do espaço na competição EUA X URSS cada nova informação recebida era um “choque” que suas, e de outros também, mais obstinadas antevistas não se concretizaram, mas tomaram um novo rumo, não foi encontrado vida em Marte, mas se aprendeu sobre a importância da camada de ozônio, não se encontrou seres pré-históricos, pântanos ou mares em Vênus, mas se aprendeu sobre o efeito estufa e com isso surgiu uma nova disciplina na astrobiologia, a planetologia comparativa.

Por outro lado Paul Feyerabend acreditava que o cientista deve ter liberdade para tentar qualquer procedimento que lhe agrade. Isso porque uma vez aceita uma teoria abrangente, isso encorajava os cientistas a proporem teorias que se compatibilizem com aquela que produzam previsões coerentes, em nosso estudo sabemos que Sagan fez isso propondo teorias mais arrojadas, fosse por influências da ficção científica ou do programa Hutchins da escola. Feyerabend chama a essas teorias subsquentes e os campos de pesquisa que elas regem “ciências auxiliares” (astrobiologia, planetologia comparativa, radioastronomia, astronáutica, etc....) Por quanto mais tempo uma teoria for aceita, tanto mais ela e suas ciências auxiliares se reforçarão mutuamente. Segundo Feyerabend, uma nova teoria é testada não só em face dos dados reunidos para verificar suas próprias previsões, mas também em comparação com os dados fornecidos por ciências auxiliares, baseados em pressupostos semelhantes aos da teoria estabelecida. No caso das descobertas feitas por Sagan sobre Vênus e Marte e depois Titan a planetologia comparativa usava de “ciências auxiliares” como a climatologia, atmosfera, relevo, aerofotogrametria, geologia, biologia, físico-química e química orgânica para os estudos comparativos entre esses corpos celestes a Terra. Por isso, em princípio, Feyerabend, dizia que o cientista pode fazer aquilo que lhe agrade mais. Não existe regra de pesquisa que não tenha sido violada alguma vez nos superiores interesses da ciência; por conseguinte, não se pode insistir para que, numa dada situação, o cientista adote obrigatoriamente um certo rumo. Sagan fez isso mais de uma vez, e em todas as vezes que, um novo tópico, um assunto, uma dúvida de um orientando fizesse com que ele mesmo mudasse os rumos de suas pesquisas. No fim das contas pode ser justamente essa a situação em que a regra deve ser violada. Nas palavras de Feyerabend não existe uma regra única, por mais plausível que seja e por mais firmemente alicerçada que esteja na epistemologia, que não possa ser violada de um momento para o outro. Tais violações não seriam eventos isolados nem acidentais, mas necessários ao progresso e que, portanto, só existe um princípio que pode

ser defendido em todas as circunstâncias e em todos os estágios do desenvolvimento humano; é o princípio de que qualquer coisa serve³⁴. A nova teoria (astrobiologia, planetologia comparada) poderá prever novos fatos, alguns dos quais podem ser confirmados, embora não de imediato, necessariamente (vida extraterrena). A teoria também será acompanhada por hipóteses subordinadas, as quais poderão converter-se com o tempo em ciências auxiliares capazes de prever mais fatos. Assim, de um modo diferente, procedeu Carl Sagan integrando duas culturas a científica e a humanista. Até 1985, seu talento literário só havia sido exercido em obras como *Os Dragões do Éden*, onde discute a evolução humana. No mesmo ano, lançou sua única obra de ficção, *Contato*. Nesse livro, Sagan desenvolve seu tema predileto, a possibilidade da existência de formas de vida inteligentes extraterrestres. Como maior comunicador social da pluralidade dos mundos, exerceu um papel, com novos instrumentos como a televisão. A popularização da astronomia conjuga-se a uma visão quase religiosa da multiplicidade de inteligências cósmicas. Flammarion via a pluralidade dos mundos habitados como uma doutrina cuja verdade impõe-se intuitivamente, pois a existência da vida justificaria o mundo material. Um dos primeiros cientistas a se interessar por programas de detecção de sinais de rádio extraterrestres, ainda nos anos 1960, Sagan escreveu com pleno conhecimento de causa. O envolvimento científico de *Contato* não impediu Sagan de discutir as possíveis implicações religiosas da SETI. A ficção científica de melhor qualidade, alias sempre teve tais preocupações, como em 2001 – *Uma Odisséia no Espaço*, de Arthur Clarke. Assim, segundo Feyerabend, cada previsão bem sucedida que é gerada pela nova teoria encoraja os cientistas a trabalharem mais com as incipientes ciências auxiliares da teoria e vice versa. Deste modo Sagan, “o inovador”, persuade outros cientistas (quando não apenas seus orientandos) a considerarem seriamente os novos fatos, usando hipóteses e bastante propaganda. Suas hipóteses explicariam provisoriamente fatos que de outro modo não teriam explicação. O cientista (Sagan) espera que estas hipóteses sejam finalmente confirmadas e forneçam, pois, o núcleo teórico das ciências auxiliares que ele procura.

³⁴ FEYERABEND, P. K. *Contra o método*. São Paulo: Francisco Alves, 1978.

CAPÍTULO III – SAGAN: O DIVULGADOR DO VÔO INTERESTELAR

3.1 Razões do vôo interestelar

Durante os anos de 60 e 70, era quase certo que estaríamos em Marte antes do ano 2000. Expedições robóticas à parte, houve um recuo no programa de viagens aos planetas e as estrelas. Desde que os EUA venceram a URSS na corrida à Lua, pareceu ter desaparecido uma justificativa coerente, amplamente reconhecida, para levar seres humanos ao espaço. Os presidentes e as comissões do congresso não sabiam o que fazer com o programa espacial que emprega tripulações humanas. Para que servia tal programa? Desistir do vôo espacial tripulado seria uma rejeição da realização norte-americana. Que presidente ou congresso teria desejado ser o responsável pelo fim do programa espacial? Na ex URSS a estória é a mesma.

Wernher Von Braun em seu livro *Das MarsProjekt* de 1952, imaginava uma primeira missão com dez naves espaciais interplanetárias, setenta tripulantes e três naves de pouso. Seus requisitos lógicos, não seriam maiores do que aqueles necessários para uma operação militar de pequeno porte que se espalharia por um limitado teatro de guerra. Von Braun tinha ódio pela visão do foguete solitário e seu pequeno grupo de aventureiros interplanetários audaciosos; em seu lugar invocava a viagem de Cristóvão Colombo.

Sagan examinou sua “lista” de prioridades que se colocaram entre o vôo interplanetário e as demandas da sociedade e propôs a seguinte sugestão: realizar projetos e pesquisa e desenvolvimento que possam ser justificados por seus próprios méritos ou pela sua importância para outros objetivos, mas que também possam contribuir para missões humanas a Marte, se mais tarde devêssemos partir. Sagan imaginou para isso uma “agenda” que incluiria os seguintes tópicos³⁵:

- Astronautas norte americanos na estação Mir para vôos conjuntos de duração gradativamente mais longa, procurando chegar a um ou dois anos, o tempo de viagem a Marte.

- Configuração da estação espacial internacional de modo que sua função principal seja estudar os efeitos, em longo prazo, do meio ambiente espacial sobre seres humanos.
- Na estação espacial a implementação de um módulo de “gravidade artificial” giratório, para animais e, depois, para seres humanos.
- Estudos intensivos do Sol, inclusive um conjunto distribuído de sondas robóticas em órbita ao redor do Sol, para monitorar a atividade solar e alertar os astronautas o mais cedo possível, sobre os perigosos “clarões solares”.
- Desenvolvimento norte americano/russo e multilateral da tecnologia dos foguetes Energyia e Proton para os programas espaciais norte-americanos e internacionais. Embora não seja provável que os EUA dependam basicamente de um propulsor auxiliar soviético, o Energyia tem, aproximadamente, a mesma potência do Saturno V, que enviou os astronautas da Apollo à Lua. Os EUA deixaram a linha de montagem do Saturno V morrer, e ela não pode ser ressuscitada de imediato. Próton é um dos grandes propulsores auxiliares ora disponíveis, o mais confiável. A Rússia está ansiosa por vender sua tecnologia em troca de moeda forte.
- Projetos conjuntos com a NASDA (agência espacial japonesa) e a Universidade de Tóquio, Agência Espacial Européia e a Agência Espacial Russa, junto com o Canadá e outras nações. Na maioria dos casos, os projetos deveriam ser parcerias em pé de igualdade, sem que os EUA insistissem em ditar as regras. Para exploração robótica de Marte, esses programas já estão sendo desenvolvidos. Para o voo tripulado, a principal dessas atividades é claramente, a estação espacial internacional. Por fim, poderíamos realizar em conjunto missões planetárias simuladas em órbitas inferiores da Terra. Um dos principais objetivos desses programas deve ser criar uma tradição de excelência técnica e cooperativa.
- Desenvolvimento tecnológico usando a robótica e a inteligência artificial mais avançada de veículos, balões e aviões para a exploração de Marte, e implementação da primeira missão internacional de coleta de amostras. Espaçonaves robóticas capazes de trazer amostras de Marte podem ser testadas em asteróides próximos da Terra e na Lua. Amostras coletadas em regiões cuidadosamente selecionadas da Lua podem ter suas idades determinadas e contribuir de modo fundamental para nossa compreensão da história primitiva da Terra.
- Desenvolvimento adicional de tecnologias para fabricar combustíveis e oxidantes com materiais marcianos. Numa estimativa, com base num protótipo de Robert Zubrin e colegas em Martin Marietta Corporation, vários quilos do solo marciano podem ser,

automaticamente, enviados a Terra por meio de um modesto e confiável veículo de lançamento Delta, tudo apenas por uma ninharia (em termos relativos)

- Simulações, na Terra, de viagens de longa duração a Marte, concentrando-se em problemas psicológicos e sociais potenciais.
- Busca vigorosa de novas tecnologias, como propulsão de aceleração constante, para nos levar a Marte rapidamente; isto poderá ser essencial, se os perigos da radiação e da microgravidade tornarem o tempo de vôo de um ano (ou mais) demasiado arriscado.
- Estudo intensivo dos asteróides próximos da Terra, que podem fornecer, em escalas de tempo intermediários, objetivos superiores aos oferecidos pela Lua no que diz respeito à exploração humana.
- Maior ênfase dada á ciência inclusive as ciências básicas por trás da exploração espacial e a análise completa dos dados já obtidos pela NASA e outras agencias espaciais.

Essas recomendações de Sagan descrevem apenas uma fração do custo total de uma missão humana a Marte e se distribuídas por mais ou menos uma década e realizadas em conjunto com outras nações em uma fração dos orçamentos espaciais atuais. Se fossem implementadas, elas nos ajudariam a fazer estimativas de custos precisas e uma avaliação mais realista dos perigos e benefícios. Elas nos permitiram manter um progresso mais robusto na direção das expedições humanas a Marte, sem compromissos prematuros com nenhum hardware específico para a missão. A maioria, talvez a totalidade, das recomendações tem outras razões de ser, mesmo que tivéssemos certeza de não poder enviar seres humanos a qualquer outro mundo nas próximas décadas. E um ritmo constante de realizações que aumentam a possibilidade de viagens humanas a Marte combateria, segundo Sagan, na mente de muitos, pelo menos o pessimismo muito difundido sobre o futuro. Sagan acreditava plenamente no que dizia e sua qualidade como comunicador em palestras para o público mais amplo possível. Nessas palestras ele enfatizava outras questões inerentes ao vôo espacial ele argumentava que havia uma série de outros argumentos menos tangíveis, muito dos quais, ele admitia com franqueza, atraentes e vibrantes. O vôo espacial falaria alguma coisa profunda dentro de nós, de muitos de nós, se não todos. Uma emergente perspectiva cósmica, uma compreensão aperfeiçoada de nosso lugar no Universo, um programa altamente visível que influenciasse nossa visão de nos mesmos esclareceriam a fragilidade de nosso meio ambiente planetário, o perigo comum e a responsabilidade de todas as nações e de todos os povos da

Terra³⁶. E as missões humanas a Marte forneceriam perspectivas esperançosas, ricas em aventura, para os errantes entre nós, especialmente os jovens. Até a exploração tem utilidade social acreditava Sagan. Nessas palestras em Universidades, grupos de militares e de comerciantes, organizações profissionais Sagan se entusiasmava junto com seu público de entusiastas do espaço que segundo ele tem menos paciência com os obstáculos práticos e queriam reaver os dias gloriosos da Vostok e Apollo e seguir adiante e pisar em outros mundos.

Para Sagan o vôo de exploração espacial divulga as idéias científicas, o pensamento científico e o vocabulário científico. Eleva o nível geral da investigação intelectual. A idéia de que agora compreendemos algo, que ninguém entendeu antes essa satisfação, especialmente intensa para os cientistas envolvidos, mas perceptível para quase todo mundo, propaga-se pela sociedade, ricocheteia nas paredes e retorna para nos. Aumenta o senso geral de otimismo na sociedade. Faz circular pensamentos críticos, do tipo urgentemente necessário, para resolver questões sociais até então intratáveis. Ajuda a estimular uma nova geração de cientistas. Quanto mais a ciência é divulgada pela mídia especialmente se os métodos também são descritos, além das conclusões e implicações, tanto mais saudável é a sociedade (na opinião de Sagan). Por toda parte, as pessoas sentem um enorme desejo de compreender.

Em Broca's Brain (1974) Sagan já falava da importância necessária desesperadamente de uma exploração de futuros alternativos, ambos experimentais e conceituais, pois, os livros de ficção científica já tratavam deste ponto, principalmente, dentro daquele contexto dos anos 60-70 discutindo sistemas econômicos alternativos ou uma resistência passiva para se ocupar o poder. Mas Sagan era muito inocente quanto à política, não compreendia muito bem que, as sociedades têm vida própria. As sociedades são organizadas de modo a conservar a forma particular a que se adaptaram. Normalmente os homens em toda sociedade acreditam ser natural e inevitável o modo pelo qual vivem. Não vêem outras possibilidades e tendem a crer que qualquer modificação essencial em sua forma de existência levaria ao caos e a destruição.

Não obstante, as sociedades se modificam. Outros fatores, como as novas forças produtivas, descobertas científicas, conquistas políticas, crescimento da população, e assim por diante, levam à modificação. Além desses fatores objetivos, a consciência cada vez maior que tem o homem de suas necessidades, de si mesmo e, acima de tudo, a crescente necessidade de liberdade e independência provocam modificações constantes nas situações históricas,

³⁶ SAGAN, C. *Pálido ponto azul: uma visão do futuro da humanidade no espaço*. São Paulo: Companhia das Letras, 1996, p.329-31.

levando-as da existência do homem das cavernas até o viajante espacial do futuro próximo. Eis o porque de todas as catástrofes imaginadas por Sagan, talvez seja essa a que tem mais probabilidade de acontecer. A maioria das transformações surgem de forma violenta e catastróficas. A maioria das sociedades foi incapaz de adaptar-se de forma pacífica e voluntária às condições fundamentalmente novas, mesmo prevendo as modificações necessárias. Sua tendência foi continuar procurando conservar o padrão básico de suas vidas sociais, apenas com pequenas transformações e modificações. Mesmo quando surgiram circunstâncias em completa e flagrante contradição com a estrutura total dessas sociedades, elas continuaram tentando conservar cegamente seu modo de vida, até que isso não fosse mais possível.

Tendo pelo menos uma idéia dessas possíveis catástrofes que passarão ao longo dos anos setenta até o início dos anos oitenta, é quando Sagan procurado para dirigir uma série televisiva sobre a história da astronomia que viria a ser a conhecida série de tv “Cosmos” esta série vista por milhões de pessoas em todo mundo elevou Carl Sagan a categoria de pop star da media. Entretanto, o conteúdo do programa, depois de uma série de disputas internas entre os produtores, era um misto de mitologia, religião disfarçada de história, história da ciência e ficção científica, claro, porque a série precisava vender, e Sagan era o garoto propaganda que poderia vender ciência. Em todas estas ocasiões, Sagan enquanto divulgador de ciência sempre deixou levar-se pelo seu lado da ficção científica imaginando um mundo que sabia que não estaríamos vivos para ver, mas, sobretudo acreditava no potencial criativo, apesar de seus mais profundo medos, acerca da humanidade, sua obra mesmo que tendo algumas críticas de outros cientistas é merecedora de inspiração para as novas gerações de pesquisadores que sempre irão utilizar destas mesmas idéias para desenvolver novas idéias sobre o mesmo tema, por isso é interessante que o ensino de História da Ciência nas escolas, especialmente no Brasil também leve em consideração a importância da ficção científica.

Sagan era muito otimista nas previsões de missões espaciais no século XX. Infelizmente, muitas das previsões de missões espaciais acabaram não acontecendo. Nos desistimos da exploração humana do espaço para além de órbitas baixas em torno da Terra, pelo menos por enquanto.

Sagan acreditava que a mesma geração a que ele pertencia, e que cresceu antes da idade do espaço, e estava em meados da sua vida quando os astronautas caminharam sobre a superfície da Lua, veria, quando mais idosa, humanos em Marte. Todavia, os vôos para Marte parecem mais remotos hoje do que durante a era Apollo. Tais vôos são tão tecnologicamente possíveis como economicamente viáveis. Previu que quando todo nosso planeta tivesse sido

explorado, o tribalismo e o nacionalismo se dissipariam. Os conflitos do final do século XX, muitos deles por motivos tribais ou religiosos, contradisseram essa esperança. O êxito alcançado em fins do século na exploração científica do Sistema Solar aumentou, mas ainda assim está longe das esperanças de Sagan. Analisou-se a atmosfera de Júpiter. A Voyager voou para além de Netuno, mas nenhum veículo espacial voou até Plutão até o fim dos anos 80. A Galileu forneceu imagens próximas das grandes Luas de Júpiter, mas nenhuma sonda (naquela época) foi planejada para descer nestas Luas.

3.2 Efeito estufa e inverno nuclear

Mas com todas essas informações, Sagan pode fazer alguns alertas sobre o futuro da humanidade. Sagan explicou para o público leigo ao comparar Vênus com a Terra e usar seus argumentos para demonstrar o que é o efeito estufa. Mas a descoberta dos CFCs e sua relação efeito estufa e camada de ozônio foram pesquisados por Rowland e Molina que faziam cálculos de reações químicas envolvendo cloro e flúor usando os dados da atmosfera de Vênus. O trabalho teórico sobre o papel dos CFCs na diminuição da camada de ozônio foi confirmada por outros cientistas em Harvard. Portanto o estudo da atmosfera de Vênus proporcionou e ajudou a confirmar a descoberta de que a camada de ozônio da Terra estaria em perigo. Uma conexão inteiramente inesperada foi encontrada entre as comparações entre dois planetas. Um resultado importante proveio daquilo que poderia parecer a pesquisa menos realista, mais abstrata e menos prática, compreender a química de outros planetas.

Há também uma conexão com Marte. Com o auxílio da Viking descobriram que a superfície de Marte aparentemente não tem vida, sendo muito deficiente até em moléculas orgânicas simples. Essa deficiência é amplamente atribuída à falta de ozônio em Marte. As experiências de microbiologia realizadas pela Viking mostraram a matéria orgânica transportada da Terra para Marte e borrifada sobre a poeira da superfície marciana é rapidamente oxidada e destruída. A luz ultravioleta do Sol atinge a superfície de Marte sem encontrar o obstáculo da camada de ozônio; se ali houvesse alguma matéria orgânica, seria rapidamente destruída pela própria luz ultravioleta e pela química oxidante natural de Marte. Assim, parte da razão para camadas superiores do solo marciano serem anti-sépticas é que Marte tem um buraco na camada de ozônio de dimensão planetária. Portanto as conclusões a que chegaram é que o aquecimento global é previsto como uma consequência do crescente

efeito estufa, causado, em grande parte, pelo dióxido de carbono gerado pela queima de combustíveis fósseis, mas também pela formação de outros gases que absorvem os raios infravermelhos.

Na década de 1980 os maiores emissores de dióxido de carbono eram os Estados Unidos e em segundo a URSS e em terceiro os países em desenvolvimento. Esse fato muito importante colocou no mesmo patamar as nações ricas e pobres, porque o efeito estufa não era apenas um problema da tecnologia, pois, as queimadas para aumentar áreas agricultáveis, o uso do carvão mineral, e assim por diante, os países em desenvolvimento também estariam dando uma contribuição para o aquecimento global. E para piorar os países em desenvolvimento tem a maior taxa de natalidade do mundo, e mesmo que conseguissem atingir o padrão de vida europeu eles constituiriam uma parte cada vez maior do problema. Seguindo a ordem de emissores vem a China e a Europa e o Japão. Sagan alertava que os interesses industriais investidos eram poderosos e a resistência dos consumidores era fraca demais para que ocorresse alguma mudança significativa no atual modo de viver, ou que talvez a transição para uma civilização não dependente de combustíveis fósseis pressionasse a economia mundial viesse a causar o caos econômico.

Outras informações também puderam ser obtidas através de observações climáticas de Vênus e Marte, com base nos princípios fundamentais da física. Os modelos de computador usados para entender o clima de Vênus e Marte também foram usados para conhecer melhor o clima da Terra, para tanto foram utilizados dados sobre o clima dos séculos XIX e XX e acrescentados a história geológica do planeta, o resultado novamente é o efeito estufa. Sagan estava ciente, de outros exemplos, de cientistas que estavam fazendo descobertas práticas sobre a Terra ao estudarem as atmosferas de outros mundos, por causa desses estudos foi criada uma nova área dentro da astrobiologia, conhecida como Planetologia Comparativa.

O inverno nuclear foi calculado e nomeado pela primeira vez em 1982/83 por um grupo de cinco cientistas, ao qual Sagan fazia parte. A equipe apelidada de TTAPS que correspondia aos nomes de Richard P. Turco, Owen B. Toon, Thomas Ackerman, James Pollack e Carl Sagan, desta equipe dois eram cientista planetários e os outros três haviam publicados muitos artigos sobre ciência planetária. O primeiro indício de inverno nuclear surgiu durante a missão *Mariner 9* para Marte, quando houve uma tempestade de areia global que os impediu de ver a superfície do planeta; o espectômetro da nave constatou que a atmosfera superior estava mais quente e a superfície mais fria do que deveriam. Nos doze meses seguintes Pollack e Sagan calcularam como poderia ser uma tempestade dessa magnitude, e isso os levou aos aerossóis vulcânicos da Terra, á possível extinção dos

dinossauros pela poeira do impacto e ao inverno nuclear. O inverno nuclear é o escurecimento e esfriamento da Terra devidos, principalmente, às finas partículas de fumaça lançadas na atmosfera pela queima de cidades e instalações de petróleo que segundo se acredita, deverá ser a consequência de uma guerra termonuclear global. Houve na ocasião um intenso debate científico sobre qual seria exatamente a gravidade de um inverno nuclear. O consenso geral a que se chegou foi que as temperaturas globais resultantes de um inverno nuclear em todo mundo seriam mais baixas que a das eras glaciais. As implicações para a civilização planetária, especialmente devido ao colapso da agricultura seriam um verdadeiro desastre de proporções nunca imaginadas. É uma consequência da guerra nuclear que foram, de certo modo, negligenciadas pelas autoridades civis e militares dos EUA, URSS, Inglaterra, França e China, quando decidiram acumular bem mais de 60 mil armas nucleares. Embora fosse difícil ter certeza sobre o assunto, argumentou-se que a hipótese do inverno nuclear desempenhou um papel construtivo na tarefa de conter a corrida armamentista³⁷.

Enfim, se estivesse vivo Sagan reafirmaria suas idéias de que, em toda a história da humanidade nunca houve antes uma época em que tantas mudanças significativas ocorreram. Acomodar-se às mudanças é a chave de um pensamento de futuros alternativos a ser perseguido para a sobrevivência da civilização e talvez da própria espécie. Essa é uma geração em que cresceu com a relação ciência e ficção científica e sempre soube que muitos jovens que irão naturalmente se interessar e não ficarão assustados se receberem uma mensagem de uma civilização extraterrestre, pois eles já estarão acostumados com o futuro. E não seria exagero dizer que se sobrevivêssemos, a ficção científica terá uma vital contribuição para a continuação da evolução da nossa civilização.

3.3 O conhecimento do espaço e a sobrevivência da espécie humana

A ciência planetária foi para Sagan um aprendizado e ajudou a formação de um amplo ponto de vista interdisciplinar, extremamente útil para descobrir e tentar reduzir o perigo dessas ameaçadoras catástrofes ambientais. Quando se começa a conhecer outros mundos, como ele conheceu, ganha-se uma perspectiva sobre a fragilidade dos meios ambientes planetários e sobre outros meios ambientes, bem diversos, são possíveis. É plausível, acreditava Sagan, que haja catástrofes globais potenciais ainda por descobrir. Se estas se

³⁷ CARL Sagan: *Cosmos*. op cit. Pp 318-333.

confirmarem Sagan apostava que os mesmos cientistas planetários desempenhassem um papel central nesta questão.

De todas as áreas da matemática, da tecnologia e da ciência, a que tem maior cooperação internacional, pela frequência de artigos de pesquisa, é a área (que após a morte de Sagan passou a se chamar planetologia comparada) chamada a Terra e as Ciências Espaciais. O estudo deste mundo e de outros, pela sua própria natureza, tenderia a não ser local ou nacionalista. As pesquisas por serem internacionalistas permitem que se descubram outros trabalhos que complementem os de outros pesquisadores de outras nações; ou que para resolver um problema, precisam de dados ou de outras perspectivas não disponíveis em alguns países. E quando acontecia essa cooperação os seres humanos (como diria Sagan), de diferentes partes do planeta, trabalhando, como parceiros, em questões de interesse comum, por meio de uma linguagem científica mutuamente inteligível, e também, acreditava, o mesmo acontecendo em outras questões não científicas, o que já é bem mais difícil porque na política o interesse não é comum. Mas Sagan avaliando os fatos, da utilidade da exploração do espaço parecia-lhe extremamente prático e urgente para os habitantes da Terra. Mesmo que a perspectiva de explorar outros mundos não despertasse o menor interesse, mesmo que não tivessem um mínimo de espírito aventureiro, mesmo que só se preocupassem consigo mesmos e de maneira bem limitada, ainda assim a exploração planetária constituiria um grande investimento, e para isso Sagan justificou a exploração espacial através de algumas das catástrofes.

Naturalmente, o Sistema Solar nem sempre foi tão ordenado com o é agora. Quando os planetas estavam começando a se formar, uma nuvem de poeira e gás nas regiões periféricas do Sol se condensou em fragmentos de diversos tamanhos. Os fragmentos maiores cresceram às custas dos menores, até que grandes núcleos de tamanho planetário se formaram, porém, restaram objetos menores, mas de tamanhos ainda consideráveis. Alguns deles se transformaram em satélites, circundando os planetas, vindo a ter órbitas estáveis.

É bem possível que os cometas sejam resíduos inalterados oriundos das regiões mais extensas da nuvem original de poeira e gás da qual se formou o Sistema Solar. Provavelmente, são compostos por complexos químico-orgânicos. De vez em quando, um cometa dessa camada distante pode ser perturbado pela influência gravitacional de alguma estrela próxima e modificar a sua órbita, aproximando-se mais do Sol. Se, ao passar através de um sistema planetário, o cometa for atraído pela força gravitacional de algum dos planetas maiores, sua órbita, será novamente alterada e ele poderá permanecer nesse sistema até que

outra perturbação planetária o expulse de novo. O estoque de pequenos mundos recebeu vários nomes: asteróides, cometas, pequenas luas.

Em 1993, um grupo de caçadores de asteróides e cometas, Carolyn e Eugene Shoemaker e David Levy descobriram um que estava muito próximo de Júpiter. A órbita desse cometa foi, então, determinada com alta precisão. Entre 16 e 22 de julho de 1994, todos os fragmentos cometários, um depois do outro, colidiram com Júpiter. Seus impactos com Júpiter foram espetaculares. Alguns militares na época influenciados talvez por alguns filmes propunham a deflexão de asteróides e cometas empregando novas armas nucleares ou motores de fusão nucleares.

Na época em que Sagan escreveu Pálido Ponto Azul havia uma estimativa de 2000 asteróides maiores de um quilometro dentre um numero de aproximadamente 200 mil com diâmetro maior que cem metros. Sagan propunha a exploração desses asteróides maiores de 1 km alegando que alguns astronautas já estiveram por tempo maiores que toda a viagem de ida e volta a alguns desses corpos celestes. Também existia a tecnologia de foguetes para chegar até lá. Seria um passo muito menor do que ir a Marte ou, até mesmo sob vários aspectos, que voltar á Lua, entretanto se algo desse errado a dificuldade em voltar para casa seria a mesma que estar num desses planetas.

Sagan propunha, por exemplo, uma visita ao asteróide Nereu. Esta viagem levaria dez meses para ir passar trinta dias e voltar com robôs ou seres humanos. Com essa expedição poderiam examinar a forma, constituição, o interior, a história passada, a química orgânica, a evolução cósmica e a possível ligação com os cometas desse pequeno mundo. Poderiam trazer de volta amostras para serem examinadas com calma nos laboratórios da Terra. Poderiam investigar se existem, de fato recursos de valor comercial, metais ou minerais no asteróide. Se algum dia enviarmos seres humanos a Marte os asteróides próximos da Terra forneceriam uma meta intermediaria conveniente e apropriada: testar o equipamento e os planos de exploração, enquanto se estuda um pequeno mundo quase totalmente desconhecido. Esta expedição seria, segundo Sagan, para adquirir uma experiência necessária.

Sagan sempre esteve ciente dos riscos da exploração espacial e não escondia isso de ninguém porque enviar pessoas ao espaço exige uma razão muito boa e a compreensão realista de que, é quase certo, que iremos perder vidas. Os astronautas e os cosmonautas sempre compreenderam essa realidade. Ainda assim, nunca houve, nem vai haver falta de voluntários.

Sagan dizia que outros sistemas planetários deveriam enfrentar seus próprios riscos de impacto porque depois que os planetas se formam, muitos desses planetesimais se tornam

sobras. Segundo seus cálculos os impactos que ameaçam a nossa civilização seriam de talvez 200 mil anos. E se existirem, as civilizações extraterrestres poderiam ter tempos de espera muito diferentes, dependendo de fatores como características físicas e químicas dos planetas e sua biosfera, natureza biológica e social da civilização, além da taxa de colisão. Sagan conclui dizendo que se no caso de ser comum o aparecimento de civilizações nos planetas por toda galáxia, poucas serão, ao mesmo tempo, duradouras e não tecnológicas. Como o perigo dos asteróides e cometas deve se aplicar a todos os planetas habitados da galáxia, se é que eles existem, por toda parte os seres inteligentes deveriam unificar politicamente seus mundos natais, abandonar seus planetas e deslocar os pequenos mundos próximos. E que sua opção definitiva, como a nossa, seria o vôo espacial ou a extinção³⁸.

Eis as justificativas de Sagan para se realizar o vôo espacial³⁹;

- 1º Temos queimado combustíveis fósseis por centenas de milhares de anos. Nos anos 60, havia tantos queimado madeira, carvão, petróleo e gás natural, em tão grande escala, que os cientistas começaram a se preocupar com o crescente efeito estufa; os perigos do aquecimento global começaram lentamente, a se introduzir na consciência política.

- 2º Os CFCs foram inventados nos anos 20 e 30; em 1974, descobriu-se que atacavam acamada protetora de ozônio. Quinze anos mais tarde, entrou em vigor a proibição de sua produção em todo mundo.

- 3º As armas nucleares foram inventadas em 1945. Só em 1983 é que as conseqüências globais da guerra termonuclear foram compreendidas. Em 1992, inúmeras ogivas nucleares estavam sendo desmontadas.

- 4º O primeiro asteróide foi descoberto em 1801. Propostas mais ou menos sérias para desloca-los foram imaginadas no início dos anos 80. O reconhecimento dos perigos potenciais da tecnologia de deflexão dos asteróides veio pouco depois.

- 5º A guerra biológica nos acompanha há séculos, mas seu casamento mortal com a biologia molecular só ocorreu recentemente.

- 6º Nós, seres humanos, já provocamos extinções de espécies numa escala sem precedentes desde o final do período cretáceo. Só na última década, no entanto, a magnitude dessas extinções se tornou clara e se levantou a possibilidade de que, em nossa ignorância das inter-relações da vida na Terra, poderíamos estar pondo em perigo o nosso próprio futuro.

Se observássemos as datas nessa lista e considerassem a serie de novas tecnologias atualmente (naquela época) em desenvolvimento. Devido a ação ou inação, e ao mau emprego

³⁸ CARL Sagan *Pálido Ponto Azul*. pp 339-385.

³⁹ Idem pp 432

de nossa tecnologia, vivemos um momento extraordinário em que a nossa espécie poderia destruir a si mesma, entretanto, a mesma espécie tornou-se capaz de viajar para os planetas e estrelas. Sagan justifica esse momento dando uma sensação de uma história linear e inexorável. Para Sagan a história da humanidade começaria com o desenvolvimento do planeta seguido da evolução da vida, a sobrevivência no meio ambiente, o surgimento da inteligência, e a invenção da tecnologia a compreensão das leis da natureza, que elas podem ser reveladas por experiências e que o seu conhecimento pode ser usado tanto para salvar quanto para destruir vidas, em ambos os casos, em escalas sem precedentes. Num lampejo, criam dispositivos que alteram mundos. Algumas civilizações planetárias compreendem seu caminho, estabelecem limites para o que pode e o que não deve ser feito e, em segurança, passam pelo tempo dos perigos.

Como, afinal de contas, toda sociedade planetária será ameaçada pelos impactos vindos do espaço, toda civilização sobrevivente é obrigada a empreender a viagem espacial. Não por um entusiasmo exploratório ou romântico, mas pela mais prática das razões imagináveis: manter-se viva. E, uma vez no espaço, durante séculos e milênios, deslocando pequenos mundos e promovendo a engenharia de planetas, a espécie se desprende de seu berço. Se existem, muitas outras civilizações acabarão por se aventurar muito longe de casa.

3.4 As perspectivas cósmicas

As piores perspectivas não deveriam, pelo menos para Sagan, serem causa para desespero, e nem as melhores, para complacência. Se pudéssemos acreditar Sagan agarrarmos o destino pela mão, poderíamos, talvez redirecioná-lo, modificá-lo ou evitá-lo. Sagan explicava que, deveríamos manter habitável com urgência, numa escala de décadas ou até anos. Isso implicaria segundo ele em mudanças no governo, na indústria, na ética, na economia e na religião. Sagan tinha receio pelo fato de nunca termos feito isso antes ainda mais em escala global e por ser difícil ainda mais pelas tecnologias perigosas estarem muito difundidas e a corrupção muito disseminada. Os grandes líderes estão mais preocupados com o curto prazo e não o longo. Os conflitos entre grupos étnicos, nações estado e ideologias impediam (e impedem) que o tipo correto de mudança global seja instituído. Sagan também tinha dúvidas quanto a perceber se realmente compreendia o perigo de forma clara, ou que

grande parte do que se ouve a respeito daqueles que tem interesse pessoal em minimizar as mudanças fundamentais.

Sua maior esperança era que acreditava nas mudanças sociais feitas pelos próprios homens e que são duradouras, desde tempos imemoriais, trabalhamos não apenas em proveito próprio, mas para nossos filhos e netos. E qual seria a solução? Seguindo a linha de raciocínio de Sagan, a resposta seria assim. Se estivéssemos no espaço, entre os planetas, se houvesse comunidades humanas auto-suficientes em muitos mundos, nossa espécie ficaria imune á catástrofe. A diminuição da camada de ozônio em um mundo seria, pelo menos, um aviso para se ter cuidados especiais com essa camada protetora em outro. Um impacto cataclísmico num mundo deixaria, provavelmente, todos os outros ilesos. Quanto maior for o numero de humanos fora da Terra, quanto maior a diversidade de mundos que habitarmos, quanto mais variada a engenharia planetária, quanto maior o alcance de padrões e valores sociais, mais segura estará a espécie humana.

Se alguém crescesse nos subterrâneos de um mundo com um centésimo da gravidade da Terra e vendo os céus pretos pelas janelas, não teria o mesmo conjunto de percepções, interesses, preconceitos e predisposições de um habitante da superfície do planeta natal. O mesmo aconteceria se a pessoa vivesse na superfície de Marte, em plena convulsão da “terraformação” de Vênus, ou em Titã. Essa estratégia imaginada por Sagan tinha um propósito: dividir a população em grupos menores que se auto-propagam, cada um com forças e preocupações diferentes, mas todos marcados pelo orgulho local, isto segundo Sagan poderia ser a chave de nosso próprio entendimento. Esta também era uma das justificativas que faltava para uma presença no espaço: melhorar a nossas chances de sobrevivência não apenas ás catástrofes que se poderiam prever, mas, também aquelas em que não poderíamos prever. Prosseguindo em seu raciocínio Sagan argumentava que não era dispendioso para uma escala de longo prazo para se realizar as coisas na Terra. Não era necessário dobrar os orçamentos das nações que exploram o espaço, e que se considerasse o mesmo gasto com os orçamentos militares, este seria apenas uma fração deles. Tão logo fosse possível estaríamos assentando humanos em asteróides próximos da Terra e estabelecendo bases em Marte. Mesmo com a tecnologia do fim do século XX era possível faze-lo, num espaço de tempo de uma vida humana. E as tecnologias iriam se aperfeiçoar rapidamente, tornando-nos mais competentes em viagens espaciais.

Um esforço sério para enviar seres humanos a outros mundos é relativamente tão barato numa base por ano que não poderia na realidade, competir com as agendas sociais mais urgentes na Terra. Se tomássemos esse caminho a participação na ajuda na recuperação

climática do planeta seria muito mais real que em qualquer época anterior de exploração e descoberta.

Sagan rememorando a história pensou que, sem dúvida, a exploração e colonização deveriam ser esclarecidas, pautadas por um respeito aos ambientes planetários e ao conhecimento científico que eles encerram. E seria correto que a exploração e a colonização deveriam ser feitas equitativamente e transnacionalmente, por representantes de toda espécie humana. E nossa história colonial passada não é encorajadora nesse sentido; mas desta vez, o que nos moveria não seria o ouro, as especiarias, os escravos, nem a paixão de converter o indígena para uma única fé verdadeira, como aconteceu com os exploradores europeus dos séculos XV e XVI.

3.5 O círculo se fecha: extrapolação da ciência e ficção científica

Na primeira e segunda parte deste projeto nos referimos a um conceito de alteração de mundos de maneira que estes se tornassem habitáveis de acordo com os padrões da Terra. O termo em questão era a “terraformação” e tinha sido cunhado por Jack Williamson durante a Segunda Guerra Mundial num livro chamado “Órbita de Colisão”⁴⁰. Sagan lera este livro e desenvolveu o raciocínio contido nele em relação aos planetas de nosso Sistema Solar. Sagan recorreu ao que já tinha sido imaginado antes por Konstantin Tsiolkovsky que vislumbrou habitats transparentes, coberto por cúpulas, nas superfícies dos asteróides, ou comunidades estabelecidas no interior dos asteróides, como havia também sugerido o cientista britânico J. D. Bernal nos anos 20. Como os asteróides são pequenos e tem baixa gravidade, até mesmo, construções subterrâneas de grande porte podem ser de execução relativamente fácil. Se um túnel fosse cavado em toda a extensão de um asteróide, poderíamos entrar numa extremidade e emergir na outra. Dentro deste asteróide, um mundo carbonado, é possível encontrar materiais para fabricar metal, e, estruturas plásticas, além de muita água, tudo que se precisa para construir, no subsolo, um sistema ecológico fechado, um jardim subterrâneo. A implementação exigiria um passo significativo além de nossos conhecimentos atuais.

Eles precisariam, é certo, de uma fonte de energia, não só para se sustentar, mas, como sugeriu Bernal, para deslocar seus lares asteróides. Se uma atmosfera de oxigênio fosse gerada, a partir de água ligada quimicamente, a matéria orgânica poderia ser queimada para gerar energia, assim como os combustíveis fósseis são queimados, hoje, na Terra. A energia

⁴⁰ WILLIAMSON apud Sagan, Carl: op. cit. Pp 388-408.

solar poderia ser considerada, embora a intensidade dessa fonte de luz nos asteróides do cinturão seja apenas uns 10% do que é na Terra. Ainda assim, podemos imaginar imensos campos de painéis solares cobrindo as superfícies de asteróides habitados e convertendo a luz solar em eletricidade. A tecnologia fotovoltaica, usada, rotineiramente, nas espaçonaves que giram ao redor da Terra, esta sendo cada vez mais empregada na superfície terrestre. Embora isso possa ser o bastante para aquecer e iluminar as casas dos habitantes dos asteróides, não parece adequado para mudar as órbitas dos asteróides.

Para esse fim Williamson em seu livro propunha uma propulsão com base na antimateria. Desde aquela época a antimateria não era uma invenção resultante de elocubrações apaixonadas de escritores de ficção científica ou físicos teóricos. A antimateria existe. Os físicos a produzem em aceleradores nucleares; pode ser encontrada em raios cósmicos de alta energia. Williamson imaginava que, no século XXII, os seres humanos saberiam deslocar asteróides pela induzida aniquilação mútua de matéria antimateria. Os raios gama resultantes, somados, produziriam uma potente descarga de foguete. A antimateria poderia ser encontrada no cinturão de asteróides, porque esta era a explicação de Williamson para a existência do cinturão de asteróides. No passado remoto, segundo sua proposição, um antigo intruso composto de antimateria chegara ao Sistema Solar vindo das profundezas do espaço, chocara-se com o que era, então um planeta semelhante á Terra, o quinto a partir do Sol, e o aniquilara. Os fragmentos dessa poderosa colisão eram os asteróides, alguns dos quais ainda compostos de antimateria⁴¹.

Devemos considerar que a possibilidade da conquista do espaço é um assunto sobre o qual não se pode ter nenhuma duvida seria. Evidentemente ainda há possibilidade de enorme variedade de opiniões sobre os detalhes. Deve-se, mais uma vez, chamar a atenção a que muitas idéias apontadas neste trabalho devem ser vistas apenas como soluções possíveis, e não inevitáveis, do problema do vôo espacial. Caso não venham a ser adotadas, no entanto, assim acontecerá por ter surgido solução melhor nesse meio tempo.

Não se devem, contudo, exagerar as dificuldades. O progresso continuado do conhecimento técnico tem vencido obstáculos de tal modo que aquilo que parecia impossível a uma geração se torna fato comum para outra. Se Santos Dumont pensasse sobre as necessidades de um sistema de transporte mundial de transporte aéreo ficaria por certo, desanimado, embora não incluísse entre elas a instalação de radio e radar, sobre as quais nem se sonhava em sua época. No entanto todas estas instalações, e, mais as industrias novas que

⁴¹ CARL Sagan: *Pálido Ponto Azul*. op cit. Pp 388-408.

com elas se relacionam e o exercito de técnicos por elas empregados, de tal modo se integram em nossas vidas que dificilmente podemos perceber ao menos a sua presença.

O espírito de empresa, o treinamento e a decisão empregados para construir nosso mundo moderno serão suficientes para atingir todos os objetivos descritos por Sagan, como também muitos outros que ainda se encontram além do alcance de nossa imaginação hoje. Sendo-lhe apresentado um motivo bastante poderoso, não parece haver limite à capacidade de realização da raça humana. A historia esta cheia de exemplos de realizações, das pirâmides do Egito ao projeto Apollo, cuja dificuldade e magnitude chegavam a tal monta que eram poucos os que os poderiam considerar possíveis.

O fator importante era para Sagan a motivação. As pirâmides do Egito foram construídas graças á força da religião; o projeto Apollo, sob a pressão da guerra fria. Quais serão os motivos capazes de lançar o homem no espaço, de envia-lo a outros mundos, a maioria dos quais é tão hostil a vida humana?

Já vimos que é possível apresentar muitas razões praticas pelas quase a humanidade deve conquistar o espaço. A libertação da energia atômica acrescentou nova urgência a algumas delas. Alem disso são limitados os recursos da Terra: mais cedo ou mais tarde a necessidade absoluta forçaria o homem a viajar para outros planetas. Pode ser que ainda passe muito tempo até tornar-se mais fácil, por exemplo, obter urânio da Lua do que da Terra. Eventualmente chegará esse dia.

Também se tem sugerido que a pressão crescente do aumento da população pode levar a conquista dos planetas. Talvez houvesse base neste argumento se os outros planetas pudessem ser colonizados imediatamente; vimos, porém, que se dá o contrário. É claro que, durante muito tempo ainda, será muito mais simples e econômico explorar as regiões não desenvolvidas do globo, para atender ao problema do “consumo de massa”. Seria muito mais fácil fazer florescer a Antártida do que estabelecer colônias grandes e autônomas na Lua ou em Marte. Algum dia, entretanto, todas as áreas do nosso mundo estarão desérticas. Nessa ocasião e certamente muito antes dela, o homem estará olhando para os planetas; começará o seu desenvolvimento em larga escala.

Não é fundamentalmente importante para a população do restante do sistema solar seja de 6 bilhões ou de 15 bilhões. Não seria caso de preocupação, se, após e somente após alguns séculos de progressos técnicos prodigiosos, permitíssemos que dez vezes a população humana atual vivesse em doze mundos diferentes.

Somente mentalidades humildes se impressionam pelas dimensões e pelo numero. A importância da colonização planetária residirá na variedade e diversificação de culturas que

serão possíveis. Haverá, com certeza, uma coisa em comum: todas se apoiarão numa tecnologia bastante avançada. Embora o interior de uma colônia em Marte possa ser exatamente igual ao de uma colônia na Lua, os ambientes externos diferentes modificariam a mente e o aspecto dos seus habitantes. Será fascinante observar os efeitos que resultarão no caráter humano, no pensamento e na criação artística como bem imaginava Sagan.

Tais fatos incluem-se entre os grandes da astronáutica. Em longo prazo, eles podem apresentar muito maior importância que seus benefícios puramente materiais, por mais consideráveis que estes venham a ser. Tem-se dito muitas vezes, que somente graças ao vôo espacial poderá a humanidade encontrar uma saída para seus instintos agressivos e pioneiros. O desejo de atingir os demais planetas seria apenas uma extensão do desejo de ver o que se encontra “do outro lado da montanha”.

Talvez algum dia o homem não tenha mais interesse pelo desconhecido, nem se atormente de desejos pelo mistério. Embora isto possa ocorrer, quando o homem perder a sua curiosidade, perderá também a maior parte daquilo que o faz humano. Se não houvesse boas razões científicas para ir aos planetas, o homem desejaria assim chegar até lá.

De fato, como vimos, o advento do vôo espacial produzirá uma expansão do conhecimento humano talvez sem paralelo na História. Embora o saber seja sempre desejável, e neste sentido um bem, o saber insuficiente, ou a ignorância, pode ser um mal. Pior ainda é ser ignorante da nossa própria ignorância. Todos conhecemos um tipo de mentalidade estreita, que em nada se interessa além de sua aldeia ou vila, baseando seus julgamentos nesses padrões paroquiais. Estamos evoluindo lentamente, talvez lentamente demais dessa mentalidade para uma visão mundial. Poucas coisas contribuirão mais para acelerar tal evolução que a conquista do espaço. Não é fácil admitir que as formas mais extremadas do nacionalismo possam sobreviver quando o homem tiver percebido a verdadeira situação da Terra: um pequeno e pálido ponto azul em presença de uma imensidão de estrelas.

Existe, naturalmente, a possibilidade de que todas as grandes potências, assim que se comece a cruzar o espaço, passem a reclamar todo território que possa ser atingido pelas suas naves. Alguns militares norte-americanos encastelados em fundações como RAND, a qual Sagan trabalhou, sugeriram como vimos que os Estados Unidos deveriam ocupar a Lua para que esta fosse usada como uma plataforma de lançamento de foguetes atômicos.

Este argumento reflete tão bem a paranóia política do século XX que não resiste a um exame sério. O problema do suprimento que normalmente apresenta tantas dificuldades nas questões militares terrestres seria de tal modo fabuloso que anularia quaisquer vantagens estratégicas que a Lua poderia oferecer. Se alguém desejar lançar uma bomba atômica de um

ponto a outro, ambos na superfície terrestre, leva-la primeira para a Lua constituiria um procedimento ineficiente. Além disso, um míssil lançado da Lua poderia ser interceptado muito mais facilmente do que outro enviado do lado oposto do planeta. Já um satélite posto em órbita a alguns milhares de quilômetros de altura talvez possuísse todas as vantagens militares da Lua e nenhuma de suas desvantagens, e esse foi o pensamento que norteou o programa de iniciativa de defesa estratégica de Ronald Reagan nos anos de 1980, conhecido popularmente como guerra nas estrelas. Além disso, seria muito difícil localiza-lo, a não ser que fosse coberto com uma camada absorvente da luz e das ondas de radar, e este pode estar em desenvolvimento pelo governo de George W. Bush.

É uma das ironias trágicas de nossa era que o foguete, capaz de transformar-se no símbolo da aspiração humana de atingir as estrelas, se tenha transformado numa das armas que ameaçam destruir a civilização. Este estado de coisas apresentou um difícil dilema de ordem moral para todos aqueles que desejam tomar parte na ativa no desenvolvimento da astronáutica: quase toda a pesquisa sobre foguetes é feita por organizações militares e protegida por diversas classificações de segurança. Os problemas técnicos relativos ao projeto de mísseis guiados de longo alcance são praticamente idênticos aos que são encontrados na construção e foguetes de reconhecimento para outros planetas. Porém separar as aplicações militares das aplicações científicas dos foguetes é, portanto, uma tarefa mais difícil ainda.

É claro que este problema particular não é peculiar a pesquisa sobre foguetes. Ele se encontra hoje em qualquer campo de atividade científica, (conforme já havíamos dito sobre a influencia direta do complexo militar industrial) mesmo na medicina o mesmo poder de cura é o mesmo que pode matar. No entanto esse problema é mais sensível para o engenheiro de foguetes do que para qualquer outro técnico, excetuando talvez o físico nuclear. Ele pode ter apenas esperanças de que os resultados de seus trabalhos, seja eventualmente publicado e empregado para fins pacíficos. Não é certo, porém, que ele pense em tais assuntos. Devemos lembrar que aqueles que trabalham em ciência não são nem melhores nem piores que nós os outros, quanto a desconsiderar fatos desagradáveis.

Veja por exemplo o caso do radar. Durante o período entre guerras o radar era algo estritamente secreto; agora é empregado em todo mundo para aumentar a segurança no mar e no ar. É fato que o foguete não tem característica nenhuma que se assemelhe ao uso civil, que se apresentou o radar quase que imediatamente. No momento, certamente, ele apresenta somente duas aplicações não militares: pesquisas a grandes altitudes e para a decolagem de aviões especiais, mesmo assim alguns desses aviões “especiais” são como o SR 71 Blackbird

que foi fundamental na crise dos mísseis cubanos. O emprego último do foguete sempre será ligado á astronáutica, ainda que num futuro distante.

Reconhece-se que um grande numero, de cientistas e engenheiros, apenas interessados nos foguetes como meio de atravessar o espaço, se viram envolvidos em pesquisas militares porque não encontrariam, de outro modo o apoio que lhes era necessário. Isso nós havíamos discutido no capítulo II.

Muito embora ainda possa parecer utópico, no momento presente, esperar por um apoio em larga escala á pesquisa de foguetes com fins puramente científicos, sem nenhuma exigência militar, não é impossível que algo assim possa ocorrer no futuro. Quando a situação política se estabilizar, se isto ocorrer, e quando recomencar pr valer a cooperação internacional no terreno científico, as sociedades astronáuticas, que se desenvolvem rapidamente em muitas partes do mundo, tal como a Sociedade Planetária fundada por Sagan, poderão atuar como catalisadores, por seus esforços combinados, e conduzir á situação desejada, desde que os cientistas aprendam com os sociólogos e cientistas políticos, a não ficar esperando de instituições e de presidentes das mesmas nem de comissões científicas que estes façam este trabalho sem estar sofrendo pressão de grupos econômicos e políticos. É necessário a mobilização antes de se consumir o fato e não depois!

Deve-se dizer claramente que nenhuma sociedade como essas pode realizar um trabalho eficiente, de grandes planos, sobre foguetes. A própria Sociedade Planetária é um exemplo disso. O custo de um grande programa de desenvolvimento de foguetes é de milhões de dólares. Mesmo o simples modelo de um míssil de combustível liquido de tamanho médio já é extremamente caro. A função das sociedades astronáutica ou planetárias não é pois dedicar-se às pesquisas nem à fabricação, excetuados talvez problemas secundários que podem ser investigados sem grandes orçamentos. As sociedades interplanetárias não construirão astronaves, serão as organizações especializadas de cientistas e engenheiros que trabalharão neste ramo.

Tem se dito algumas vezes que os maiores obstáculos ao vôo interplanetário não são técnicos, mas políticos e econômicos. Sempre se apresenta uma resistência imensa a qualquer mudança; há sempre um desejo de que mantenha a situação.

Ao longo de sua vida Sagan ouviu de todas as pessoas a seguinte pergunta: “Porque não dedicar todo esforço para o desenvolvimento do nosso mundo, antes de ir a outros”.

Já demos diferentes respostas a esta pergunta. Adiantamos numerosas conseqüências indiretas da viagem pelo espaço que contribuirão realmente para o desenvolvimento do nosso

próprio mundo, provavelmente de um modo tão imprevisível como a maneira segundo a qual os campos petrolíferos deram um impulso ao desenvolvimento dos EUA e do resto do mundo.

De um modo geral, a expectativa de se encontrarem outras formas de inteligência talvez seja a mais emocionante de todas as possibilidades reveladas pela astronáutica. Uma das questões supremas de filosofia é saber se o homem esta, ou não, sozinho no Universo. É difícil imaginar que alguém possa estar desinteressado em obter a resposta. Só poderemos ter certeza de obtê-la por meio do vôo interestelar.

Vimos como há pequena probabilidade de se encontrarem seres inteligentes em qualquer outra parte do Sistema Solar. Esse contato talvez tenha de esperar pelo dia em que possamos alcançar as estrelas: talvez só daqui a algumas centenas de anos, mas cedo ou tarde, deverá realizar-se.

Têm aparecido na literatura, diversas imagens sobre esses encontros bem sucedidos. Por outro lado muitos escritores de ficção científica, usaram como pretexto de historias de conflitos e violências indistinguíveis daquelas que mancham as páginas de nossa História. Quaisquer raças que venhamos a encontrar certamente super-humanas ou sub humanas tais como os micróbios, veremos que esta historia de conquista é improvável. Mas o que aconteceria, então, se encontrarmos raças avançadas cientificamente, embora perversas? Embora tal hipótese não possa ser excluída, parece altamente improvável. Parece improvável que qualquer cultura possa avançar mais de alguns séculos, apenas numa frente tecnológica. A moral e a ética não andam para trás da ciência, porque senão o sistema social é capaz de se autodestruir. As raças de outros mundos possuirão sentidos completamente diferentes dos nossos. Também suas filosofias serão diferentes dos nossos. Também suas filosofias serão diferentes. Para relembrar a famosa analogia de Platão, somos prisioneiros de uma caverna, procurando deduzir nossas impressões do mundo pelas sombras projetadas na parede. Talvez nunca possamos escapar para perceber a realidade exterior, mas algum dia poderemos alcançar outros prisioneiros em cavernas vizinhas, onde poderemos aprender muito mais do que faríamos graças aos nossos esforços isolados.

A viagem espacial não destruiria, como muitos receiam, o mistério do Universo. Ao contrario, poderia aumenta-lo. Embora diversos problemas específicos fossem resolvidos e muitas duvidas sanadas, nossa área de contato com o desconhecido seria grandemente aumentada. Assim tem sempre ocorrido com a pesquisa científica. Não devemos esquecer que, a despeito de todos os nossos conhecimentos, vivemos num mundo ainda mais maravilhos e misterioso que nossos ancestrais. Não poderemos exaurir todas as maravilhas do Universo físico até que tenhamos explorado todo o Cosmos; este projeto ainda é, para dizer o

mínimo, de solução agradavelmente remota, se chegar a ser teoricamente possível. Esta viagem pode não ter fim!

Em alguma parte, nesta jornada, poderemos chegar a compreender a finalidade da vida no universo, se é que existe alguma. Não poderemos, com certeza, compreendê-la estudando somente a Terra.

Não estamos alheios ao fato de que, daqui a alguns anos, em vez de se prepararem para a conquista dos planetas, talvez nossos netos sejam apenas selvagens despojados de quaisquer bens, agarrados aos oásis férteis em meio a um deserto radioativo. Devemos conservar os problemas de hoje em suas proporções verdadeiras; eles são importantes, sem dúvida porque nossa civilização pode ser destruída e as esperanças enterradas antes do seu nascimento. Se, porém, sobrevivermos a tais problemas, eles passarão à História. O vôo espacial pode contribuir muito para levar a mente humana além de suas presentes disputas tribais. Neste sentido o foguete, longe de ser um dos destruidores da civilização, pode mesmo fornecer a válvula de segurança, para preservá-la. Não é nem mesmo necessário atingir a etapa do vôo espacial para que isto ocorra. Assim que haja uma crença geral na possibilidade, essa crença começará a abrir um novo panorama na história da humanidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia é o empreendimento historicamente em desenvolvimento que consiste em construir artefatos e organizar o trabalho para satisfazer necessidades humanas. Tem afinidade com a ação prática e a arte. Para consecução desse objetivo, a tecnologia apóia-se em conhecimentos práticos e teóricos, e calcula os meios mais eficazes para determinados fins. Hoje, ciência e tecnologia são interdependentes. A ciência e a tecnologia interatuam no domínio da ciência aplicada, que é a investigação de problemas cujas soluções se espera sejam tecnologicamente aplicáveis. A tecnologia expressa e desenvolve os valores culturais existentes. Padroniza até as vidas e os valores de seus usuários, como no caso do relógio, da máquina a vapor, da linha de montagem e do computador. Através de sua dinâmica interna, a tecnologia faz exigências aos que a desenvolvem. Para a organização de seus maiores projetos

cria burocracias. A tecnologia habilita as pessoas a fazerem coisas que elas não poderiam ter feito de outro modo, embora certas escolhas tecnológicas excluam inevitavelmente outras. Não obstante, a tecnologia não é autônoma; ela é criada por seres humanos e esta subordinada essencialmente aos valores culturais e decisões governamentais.

Ao mesmo tempo, as muitas conseqüências de novas tecnologias precisam ser criticamente avaliadas antes de sua introdução e devem ser constantemente vigiadas daí em diante. Muitos projetos tecnicamente brilhantes terão que ser rejeitados porque, em longo prazo, parecem suscetíveis de causar mais danos do que benefício. Alguns terão que ser cancelados na fase de pesquisa antes de projetos piloto começarem a funcionar, para que não se acumulem fortes pressões no sentido de lhes dar completa execução. A tecnologia não ficará sob controle social enquanto a comunidade acadêmica não propuser diretrizes específicas para tal. Com vistas à aceleração deste processo, deverá haver o debate mais amplo possível e a difusão de informações. Toda e qualquer faculdade humana pode ser mal usada. A tecnologia pode criar ou destruir, tornar o homem mais humano ou menos. Mas as civilizações, como os indivíduos, devem correr riscos se quiserem progredir. Se exercermos prudência para minimizar os danos da tecnologia e incentivar ao Máximo seus benefícios, certamente valerá a pena aceitar o risco. Isto é basicamente o que Sagan disse ao longo de aproximadamente 40 anos. O que Sagan aprendeu sobre outros mundos graças a ciência e tecnologia ele a divulgou sob a forma de ficção científica, e que forneceu o “alimento imaginário” de outros engenheiros e cientistas planetários que iniciaram suas carreiras antes de Sagan falecer. A tecnologia é, digamos, a parte mais concreta da relação ciência–ficção científica. Foi ela quem nos legou os problemas climáticos que inicialmente era para ser resolver alguns problemas econômicos, mas é a mesma tecnologia e a mesma ciência e a mesma ficção imaginativa que nos legará a um ou a vários mundos diferentes. Portanto é desejável e inevitável um certo controle democrático da ciência. Os cientistas podem educar o grande público para entender a natureza da ciência e participar em sua administração. Podem fazer-lo da melhor maneira debatendo abertamente as finalidades e limitações da atividade científica. O cientista pode e deve explicar o seu trabalho de um modo que o público possa entender. Todos os veículos de comunicação em massa estão a seu alcance: rádio, televisão, internet, publicações de toda espécie. Como cientista, usualmente ele tem uma audiência garantida. Também deve neutralizar os equívocos e representações errôneas dos veículos de comunicação em massa, trabalhando no próprio interesse. Somente um público cientificamente informado pode debater as múltiplas ramificações da ciência e da tecnologia na vida cotidiana, sem ceder a um otimismo superficial ou a hostilidade frenética. Os

cientistas também deveriam interessar-se mais pelo ensino da ciência, discutindo seus trabalhos com professores, e explicando-os pessoalmente aos estudantes se possível através da literatura de ficção científica. Os jovens podem entender melhor a natureza da ciência se um cientista os encorajar a realizar pesquisas por conta própria, formulando e resolvendo problemas dentro dos limites da sua experiência e compreensão. O cientista deve também apresentar a ciência como atividade humana e falível que ela é. Deve encorajar o professor a cultivar um espírito crítico e inquiridor nos jovens. Isto deve ser considerado uma virtude, não um luxo.

Finalmente, cumpre ao cientista formar ou aderir a organizações dedicadas a influenciar governos, empresas e outras entidades que usam os conhecimentos científicos. Em anos recentes os cientistas, como Sagan, têm desempenhado um papel muito mais ativo no apoio ou oposição a diferentes políticas e projetos que envolvem ciência aplicada e tecnologia. Alternativamente, o cientista pode colocar seus conhecimentos ao serviço de grupos leigos que trabalham para objetivos políticos e sociais específicos. Isto é inteiramente certo; as conseqüências sociais da ciência tornam-se mais importantes de ano para ano, e cabe a todos nos enfrenta-las mais eficazmente.

Enfim, entramos no século XXI, muitas coisas aconteceram nesse intervalo de tempo, especialmente na investigação do Sistema Solar por sondas robóticas. Imaginava-se na década de 1970 que iríamos vivenciar o início da exploração espacial com as missões da Viking, Pioneer, Voyager, Magellan, Galileu e dos telescópios espaciais o Hubble e o telescópio infravermelho Spitzer a missão a Marte pela Mars Global Surveyor, Mars Polar Lander e Mars Climate Orbiter e a Mars Odissey; recentemente pela a missão Cassini-Huygens a Saturno e Titã e a mais recente missão a Plutão que terá previsão de chegada em 2010. Até a missão Galileu, Sagan foi um participante central dessas missões. A sua visão influenciou a direção da ciência planetária, especialmente na procura de informações sobre a origem e distribuição da vida. Mas com todos esse avanços logo no fim da vida de Sagan não foram como ele imaginava. Depois de alcançar e pousar na Lua os homens não se aventuraram em nenhum outro corpo celeste nem mesmo um pequeno asteróide, o máximo foi ficar em uma órbita baixa na estação espacial Mir da ex URSS e na atual Estação Espacial Internacional. Com o final da guerra fria, os orçamentos para a exploração do espaço foram reduzidos. Mais perturbador é o fato de que a superstição e a pseudociência tem recrudescido muito mais nos EUA do que em qualquer lugar do mundo ainda mais depois de 11 de Setembro.

Mesmo assim a ciência nos deu o benefício da dúvida porque hoje a origem da vida na Terra permanece um dos grandes mistérios científicos tanto agora, quanto nos anos de 1970.

Na verdade, não estamos certos de que a vida na Terra se originou em nosso planeta. Pode ter chegado à Terra vindo de Marte.

Outro dado importante é que não há prova de que a Terra antiga tivesse alguma vez uma atmosfera rica em hidrogênio. Mas o nosso conhecimento das rochas mais velhas da Terra e a nossa compreensão dos processos com os quais o nosso planeta acumulou a sua atmosfera primitiva sugerem que o ar primitivo deste planeta era principalmente dióxido de carbono com algum azoto, argônio e, possivelmente, monóxido de carbono. Esta mistura é bem menos ativa quimicamente do que uma que contenha hidrogênio, metano e amônia. A síntese clássica de Urey-Miller de moléculas orgânicas complexas, tais como aminoácidos, não funciona numa tal mistura de gases.

Isto não quer dizer que não haja muitas vias químicas para a formação de compostos orgânicos. Encontramos muitas dessas substâncias químicas, incluindo aminoácidos, numa classe de pedras chamadas meteoritos carbonáceos que são fragmentos de asteróides ou cometas que sobraram da formação do sistema solar. A chuva primitiva de projéteis meteoríticos na Terra poderia ter transportado os blocos básicos constituintes da vida para o nosso planeta. Não sabemos, mas é possível que a vida tenha vindo de longe.

Hoje supõe-se que a Terra primitiva era como Sagan descreveu e que a vida se originou nos mares primitivos numa altura em que eram relativamente ricos em matéria orgânica proveniente de alguma fonte interna ou externa. Como Sagan descreve este processo o passo importante foi o desenvolvimento de moléculas auto-replicadoras precursoras das moléculas de DNA que codificam os planos de construção de toda vida terrestre. Ninguém discorda que este passo foi crítico, pois que a capacidade para transmitir características a futuras gerações é uma propriedade essencial da vida na Terra. Todavia, há uma exigência ainda mais crítica, pois a vida deve também extrair energia do seu ambiente. Muito cedo na história da Terra, o metabolismo primitivo foi certamente baseado na utilização de produtos químicos que ocorriam naturalmente, muitos envolvendo compostos de enxofre que resultam da interação da água e rochas a altas temperaturas. Existe vida na Terra que ainda utiliza um tal processo: um exemplo é, naturalmente, a rica flora que rodeia fontes termais (ou chaminés hidrotérmicas) no fundo do oceano. Estes ecossistemas que florescem nas profundezas do oceano, independentes da luz do Sol ou da química da atmosfera, não tinham sido descobertos ainda no início dos anos 80.

Os cientistas, hoje, consideram a possibilidade de que a vida poderia ter começado em tais meios extremos em vez de naqueles mares pouco profundos ricos em substâncias orgânicas que Sagan tinha em mente. Há um vivo debate acerca do que teria surgido em

primeiro lugar; o processo químico do metabolismo com o qual a vida primitiva tinha extraído energia do seu meio ambiente ou os sistemas de armazenamento de informação que tornaram possível a evolução.

Nos anos de 1970 parecia a Sagan, e a muitos dos seus contemporâneos, que a origem da vida em breve seria compreendida. A experiência de Urey e Miller tinha mostrado caminho e esperavam que experiências laboratoriais de complexidade crescente preencheriam os vazios do conhecimento, permitindo sínteses de moléculas orgânicas de complexidade sucessivamente crescente a partir da sopa orgânica rica em hidrogênio dos mares primitivos. Na realidade, a ciência não progrediu de forma tão direta. Parece haver hoje mais opções para a origem da vida do que as que se consideravam nos primeiros anos de 1970, e o problema é, ao mesmo tempo, mais rico e mais complexo do que Sagan imaginava na época⁴².

Sagan perguntou: “o que é a vida como a conhecemos⁴³?” Respondeu explicando que, mesmo na Terra, a vida existe em muitos ambientes que nós acharíamos muito desconfortáveis. No fim do século XX floresceu o estudo da variedade dos ambientes habitáveis. Os habitantes de alguns ambientes são chamados extremófilos, aqueles habitantes que nos referimos acima que “moram” em fontes hidrotérmicas a pressões extremas, mas, o que pode ser extremo para uns pode parecer perfeitamente confortável para outras criaturas que evoluíram de forma a viverem em condições que nos parecem bizarras. Sagan era otimista que antecipava a vida numa grande variedade de ambientes (mesmo as nuvens de Júpiter e Vênus). Embora não tenhamos (por enquanto) encontrado qualquer vida além da Terra, é notável, realmente, a tolerância da vida terrestre a condições extremas.

Muitas formas de vida microbianas na Terra, hoje, que parecem muito primitivas a julgar pela sua constituição genética, dão-se perfeitamente em água próxima do seu ponto de ebulição. Estes extremófilos são encontrados, em nascentes quentes de áreas vulcanicamente ativas. Já outros vivem nas profundidades dos oceanos, onde elevadas pressões permitem que a água continue líquida a temperaturas superiores a 100°C, o ponto de ebulição ao nível do mar. Muitas criaturas exóticas habitam as águas ricas em nutrientes próximo das fontes hidrotérmicas, no solo oceânico. Até agora, a temperatura mais elevada da água que ainda sustenta a vida é de 113°C. Provavelmente, há ainda micróbios desconhecidos com uma tolerância ainda maior, embora deva haver um limite acima do qual a temperatura seja tão

⁴² GRINSPOON, David: *Planetas Solitários: filosofia Natural da vida Alienígena*. Editora Globo S.P. 2005 pp 300-325

⁴³ BERGREEN, Laurence: *Viagem à Marte: A busca da Nasa por vida fora da Terra*. Objetiva R.J. 2002. pp 199-203.

elevada que os complexos químicos orgânicos da vida se destruam, assim como um ser humano pode morrer por desidratação causada por insolação.

Um outro ambiente extremo é o da radioatividade. Há alguns anos encontrou-se um extraordinário micróbio florescendo na água de arrefecimento de reatores nucleares onde se pensava que a radiação tornasse a vida impossível. Chamado radiodurans, este organismo pode suportar níveis de radiação mais de cem vezes a dose letal para maioria das formas de vida. Para níveis tão elevados, as partículas subatômicas emitidas pelos materiais radioativos destroem os produtos químico-orgânicos mais complexos. Os radiodurans muito provavelmente não podem evitar essas lesões químicas: não tem uma blindagem como a asa da barata ou outras formas de proteção como Sagan imaginou para proteger possíveis organismos marcianos da radiação ultravioleta. Ao invés disso desenvolveram formas de reparar o DNA lesado e outras moléculas, que deve fazer parte do sistema imunológico do micróbio. Ninguém sabe como é que este mecanismo de reparação evoluiu, mas ele existe, mostrando-nos uma outra forma de evolução da vida capaz de ocupar um exótico nicho ecológico, a água dos reatores nucleares, que julgávamos não haver formas de vida.

As formas de vida mais primitivas da Terra não necessitam de luz do Sol. A fotossíntese, os meios pelos quais as plantas verdes podem extrair energia diretamente da luz do Sol. A fotossíntese, os meios pelos quais as plantas verdes podem extrair energia diretamente da luz do Sol, evoluíram mais tarde. Quase toda a vida que observamos próximo da superfície da Terra depende da fotossíntese. As criaturas que não possuem o equipamento químico para usarem a luz do Sol diretamente tal como fungos e animais alimentam-se dos que tem como as plantas e bactérias. Mas estamos encontrando cada vez mais formas de vida que ainda obtêm sua energia e nutrientes pela forma antiga, independente da fotossíntese. Já falamos da vida nas fontes hidrotermicas marítimas que conseguem viver a partir de produtos químicos dissolvidos na água quente que circula nesses locais vulcânicos quentes. Nos anos de 1990 começaram a acumular informações de que a vida também existe em alguns quilômetros abaixo da superfície da Terra. Essas formas de vida são chamados de ecossistemas microbianos litosféricos subterrâneos. Há algas que vivem no interior das rochas dos vales secos da Antártida e nos lagos cobertos de gelo da Sibéria. Alguns organismos gostam de áreas de alta salinidade, concentrados em pântanos e lagos salgados. Micróbios foram descongelados e regressaram a vida. Mesmo criaturas mais velhas foram revitalizadas no âmbar em que estavam sepultadas. Foram encontrados também organismos que se dão

bem em soluções ácidas ou alcalinas extremas. Todos os locais onde a vida na Terra possa existir parecem estar povoados⁴⁴.

Sendo assim, quais são, então, os limites da vida como a conhecemos? Sagan defendia a presença de carbono com sua única capacidade de formar ligações moleculares complexas e um intervalo de temperaturas onde as moléculas orgânicas são estáveis, não demasiado elevadas, nem demasiado baixas. Tanto quanto sabemos, não existe vida na Terra sem água líquida. Não importa que a temperatura chegue abaixo de 0°C, mas apenas se estão presentes o sal ou outro anticongelante para evitar que a água gele. Tão pouco importa que se alcancem temperaturas superiores a 100° C, tais como nas fontes hidrotérmicas, onde as elevadas pressões evitam que a água vaporize. Quando os cientistas discutem hoje a variedade de ambientes que possam ser hospitaleiros á vida, geralmente equacionam a habitabilidade com a presença da água líquida. Dessa forma estaremos julgando o resto do universo pela nossa experiência aqui na Terra. Mas há uma base prática para esta definição de habitabilidade. As únicas formas de vida que sabemos reconhecer são as semelhantes as que vemos na Terra. Com exceção de um sinal de rádio de uma inteligência extraterrestre, provavelmente não reconheceríamos uma forma de vida radicalmente diferente como viva.

Quanto aos motivos da exploração espacial, Sagan havia divulgado desde *As Perspectivas Cósmicas* até *Pálido Ponto Azul* os motivos que seriam o interesse científico, o histórico e o econômico. No primeiro caso a famosa frase de Sagan de que a disciplina que teria mais a ganhar com a exploração espacial seria a biologia, fez dele o orientador de vários alunos na faculdade e o coordenador dos esforços científicos para infundir uma perspectiva biológica ás missões interplanetárias da NASA. Mais do qualquer outro cientista, ele considerou como disciplina científica a exobiologia e esforçou-se para sua união com as disciplinas mais tradicionais da astronomia, geologia e ciência planetária.

O ponto mais alto dos esforços de Sagan alcança-se com a missão Viking a Marte, que enviou em 1976, dois veículos e duas sondas orbitais para o planeta vermelho. Esta missão adotou os objetivos da exobiologia e fez da busca de vida a sua primeira prioridade. Notáveis laboratórios biológicos miniaturizados foram enviados para superfície de Marte. Infelizmente não havia testemunho de vida na superfície do solo. Apesar de Sagan, e muitos outros, observarem que não podemos desistir da idéia de Marte como um planeta biológico, baseados em duas tentativas levadas a cabo em apenas em dois lugares, e envolvendo apenas solo

⁴⁴ GRINSPOON, David. Idem pp 178-200

superficial irradiado, os resultados da Viking foram profundamente desencorajadores para os defensores da exobiologia.

A seguir a Viking, a NASA abandonou Marte durante mais de uma década. Até 1997, nenhum outro veículo pousou na sua superfície, mas o Mars Pathfinder, que se deslocou na superfície de Marte, não tinha instrumentos para pesquisa de vida. Mais sondas foram enviadas para explorar partes mais distantes do Sistema Solar com grande êxito, mas nenhum local se revelou, até agora, de grande interesse para os biólogos como Marte.

Sabemos hoje que Marte teve, no passado, um clima como o da Terra, com água líquida abundante. Não há razão para pensar que a vida não pudesse ter ocorrido da mesma forma que na Terra. Esta perspectiva recebeu um forte apoio público quando, em 1996, um grupo de cientistas da NASA anunciou evidência de vida microbiana fóssil num meteorito marciano encontrado na Antártida, (o ALH 84001) depositado numa rocha, há aproximadamente 4 bilhões de anos. Esta descoberta foi anunciada quando Sagan lutava contra a sua doença terminal, e fez uma declaração louvando o trabalho e salientando a importância das ligações entre a biologia e exploração espacial.

Outros cientistas disputaram a evidência da vida fóssil de Marte e passados dez anos continua a ser um problema sem solução. Provavelmente, acabaremos por ir a Marte recolher, para análise, amostras de locais biologicamente interessantes em vez de confiar na pesquisa de uma rocha de Marte. Mas a análise da rocha ajudou a reacender o interesse pela exobiologia, tanto na comunidade científica como entre o público em geral. Surgiu quando investigamos a diversidade da vida na Terra e desenvolvemos instrumentos poderosos para análise genética. Também coincidiu com a descoberta de planetas em órbita de outras estrelas, que desejamos examinar como possíveis zonas onde pode existir vida. Hoje a nova síntese da biologia, astronomia, e, ciência planetária é chamada astrobiologia. Uma vez mais estamos percorrendo o caminho anunciado por Sagan, investigando a natureza fundamental da vida na Terra e começando a busca de vida em qualquer outra parte do Sistema Solar, e para além dele.

Já a exploração do espaço por exploradores robóticos, assim como astronautas e cosmonautas, foi indiscutivelmente, o grande êxito do final do século XX. Sagan foi, provavelmente, o advogado mais articulado da exploração espacial, assim como um dos seus mais otimistas defensores. Porque embarcamos nessa aventura? E, mais especificamente, porque apoiariam os governos e o público nesses esforços? Sagan reconheceu a motivação pública por trás da Apollo, mas neste capítulo defendeu também a exploração do espaço

baseada na curiosidade científica, desenvolvimento de tecnologias novas, a aventura e, mesmo, o valor do espetáculo. Advogava a procura de uma visão partilhada do Universo.

Historiadores recentes e comentadores políticos estão de acordo quanto as motivações políticas para o florescimento da exploração do espaço nos anos de 1960, 1970 e 1980. Tom Wolfe articulou esta perspectiva, em 1970, na sua história do programa Mercury em *The Right Stuff* (Os Eleitos). Neste livro, Wolfe escreveu o papel mítico dos cosmonautas dos Estados Unidos e da URSS como protagonistas da guerra fria, representando um combate simbólico entre o comunismo e o capitalismo em feitos heróicos no espaço. A decisão de John F. Kennedy de enviar astronautas á Lua é agora largamente interpretada como uma estratégia cuidadosamente planejada para definir um campo de batalha no espaço onde os EUA pudessem derrotar a URSS, onde os conhecimentos técnicos e a força econômica se poderiam sobrepor aos avanços iniciais em foguetes russos. Com o fim da Guerra Fria em 1991, esta competição das superpotências perdeu o significado e a implosão econômica da URSS, durante os anos de 1990, limitou severamente o papel da Rússia na exploração do espaço.

O fim da Guerra Fria minou, assim, as razões fundamentais para a exploração do espaço. Enquanto as descobertas de missões populares como Telescópio Espacial Hubble e o Mars Pathfinder, fez progredir a NASA, o seu orçamento declinou constantemente de 1991 a 2000. Os assuntos levantados por Sagan sobre a exploração têm maior relevância hoje do que quando foram escritos. Nos anos de 1970, a exploração espacial era motivada em grande parte por considerações geopolíticas, sendo o apoio publico menos critico. Mas, para se ter um forte programa espacial, ele terá que ser continuado e alargado, pois, a exploração espacial não é barata e terá de ter apoio do público para continuar.

Durante o auge do programa Apollo Sagan imaginou que os resultados da exploração espacial permeariam a nossa sociedade. Mas, isso aconteceu realmente? É certo que as tecnologias que nos rodeiam e vão desde as comunicações globais a previsões do tempo e do sistema de posicionamento global, realmente permeiam a nossa sociedade? No livro *O Mundo Assombrado Pelos Demônios*⁴⁵ publicado antes de sua morte, Sagan revelou as suas preocupações acerca das atitudes do publico para com a ciência:

“Sei que as conseqüências da iliterância científica são de longe mais perigosas no nosso tempo do que em qualquer outra época passada. É perigos e insensato que o cidadão médio permaneça ignorante sobre o aquecimento global, digamos, ou a destruição da camada de ozônio, poluição do ar, resíduos tóxicos e radioativos, erosão do solo superficial, deflorestação tropical e crescimento exponencial da população... Com o

⁴⁵ CARL Sagan: *O Mundo Assombrado pelos Demônios*. Cia das Letras S.P. 1997. Cap 2 pp.: 38-53

podemos influenciar a política nacional, ou mesmo tomar decisões inteligentes na nossa própria vida se não compreendermos os problemas subjacentes?... Evidentemente, não se pode voltar. Quer gostemos ou não, estamos ligados à ciência. Será preferível tirar o melhor partido disso. Quando, finalmente, reconhecermos esse fato e contemplarmos completamente a sua beleza e poder, acharemos, em assuntos espirituais, taql como nos materiais, ter feito um bom negocio que nos favorece. (...) Um ser extraterrestre, que tenha chegado à Terra pela primeira vez escutando o que principalmente mostramos as nossas crianças na televisão, radio, jornais e revistas pode concluir facilmente que é nosso objetivo ensinar-lhes os assassinatos, violações, crueldade, superstição, credulidade e consumismo. Insistimos nisso, e com uma repetição constante, muitas delas, finalmente, aceitando. Que espécie de sociedade poderíamos esperar criar se, em vez disso, insistíssemos na ciência e num sentido de esperança”?

Muitas sociedades no mundo inteiro e não apenas nos EUA voltaram as costas ao racionalismo e a ciência (em parte como manutenção do controle social via ideologia dominante) desde os anos 70 a superstição e o cinismo tem crescido realmente. O livro *O Mundo Assombrado Pelos Demônios* é um documento profundamente sentido que fala dessa irracionalidade, discutindo assuntos que profundamente afetaram Sagan durante sua vida. O portal da internet do veiculo Mars Pathfinder, em 1997, recebeu mais visitantes do que em qualquer outro até então. A procura renovada de vida no universo tem sido celebrada em artigos de capa da Time e Newsweek. A exploração do espaço continua, mas é difícil estar otimista quanto ao apoio do publico, como estava Sagan nos primeiros anos de 1970.

Historicamente Sagan é sujeito de sorte porque sua vida coincidiu exatamente com o período da geração que foi a primeira a explorar o Sistema Solar, uma geração para quem, na infância, os planetas eram discos distantes, indistintos, movendo-se no céu noturno e para quem, na idade avançada, os planetas são locais, novos e variados mundos, a serem explorados. Ele foi um dos arquitetos da exploração inicial do sistema solar e talvez o maior defensor publico.

Muitos historiadores sociais e da ciência concordarão que Sagan, que as primeiras imagens da Terra vistas da Lua, transmitidas da Apollo 8, no Natal de 1968, tiveram um impacto profundo na nossa imagem do lugar que ocupamos no Universo. A preocupação generalizada pela saúde de nosso planeta data, em parte, da imagem partilhada de um pequeno disco azul no espaço. Sagan fez a maior contribuição para esta perspectiva global, em 1989, quando persuadiu a NASA a usar as câmaras especiais da Voyager para fotografar o sistema solar, da sua localização próxima da fronteira do sistema solar. Desta perspectiva, cada planeta, incluindo a Terra, fica reduzido a um ponto minúsculo indistinto; todo este

acontecimento é celebrado no livro *Pálido Ponto Azul*, o último de uma série iniciada com as *Conexões Cósmicas*.

Pode acontecer que a Era Espacial tenha outros efeitos benéficos previstos por Sagan não surgirão facilmente. O ressurgimento de conflitos religiosos e étnicos no início do século XXI, por exemplo pareceu ser um passo atrás do futuro que Sagan tinha antecipado. Apesar do fato de vivermos num planeta, as fronteiras nacionais parecem ser mais importantes no começo do século XXI do que eram em 1970. A exploração do espaço transformará nossa sociedade? Esta é uma questão em aberto, tal como era quando Sagan ainda estava na faculdade nos anos de 1950. Sagan acreditava que quando o nosso planeta tivesse sido explorado, o tribalismo e o nacionalismo se dissipariam. Os conflitos do final do século XX, muitos deles por motivos tribais ou religiosos, contradisseram essa esperança.

O nosso êxito na exploração científica do Sistema Solar aumentou, mas ainda assim esta longe das esperanças de Sagan. Analisamos a atmosfera de Júpiter em 1995 e agora a de Titã e Saturno na missão Cassini-Huygens. A Voyager voou para além de Urano e Netuno e só agora (2006) uma missão esta sendo planejada com destino a Plutão. A Galileu forneceu imagens próximas das grandes Luas de Júpiter, mas nenhuma sonda foi projetada para aterrisar nas luas dos planetas gigantes.

Parte do problema foi de não se terem desenvolvido, fundamentalmente, novos sistemas de propulsão ou de suporte de vida. A maioria dos foguetes são modificações de mísseis balísticos dos anos de 1960, como os Delta dos EUA ou Próton da Rússia. O ônibus espacial dos EUA representa a tecnologia dos anos 70 e sua operação é dispendiosa e mesmo assim em seu último livro, *Bilhões e Bilhões* Sagan escreveu como sempre com maestria e entusiasmo, mas, não se atreveu a prever a expansão humana do Sistema Solar. Teria sido isso um sinal dos tempos obscuros de emburrecimento e de ignorância e mercantilização os quais ele denunciou em *O Mundo Assombrado Pelos Demônios*?

BIBLIOGRAFIA

- A CONQUISTA da lua: de Galileu até hoje. *Edição Especial Veja*. São Paulo: Abril, s.d.
- ASIMOV, I. Exploradores do futuro. In: *Scientific American Brasil*. n.3. São Paulo: Duetto, 2005.
- _____. *Antologia I 1958-1974 e II 1974-1989*. Introdução. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1992.
- _____. *No mundo da ficção científica*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1984.
- BARCELOS, E.D. *Telegramas para Marte: a busca científica de vida e inteligência extraterrestres*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.
- BERGREEN, L. *Viagem a Marte: a busca da Nasa por vida fora da Terra*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2002.
- CLARKE, A.C.; BRADBURY, R. (Orgs.) *Marte e a mente do homem: a conquista de Marte e o futuro do mundo*. Guanabara: Artenova, 1973.
- _____. *A exploração do espaço*. São Paulo: Melhoramentos. 1959.
- DAVIDSON, K. *Carl Sagan - a life*. Nova York: John Wiley & Sons, 1999.
- FEYERABEND, P.K. *Contra o método*. São Paulo: Francisco Alves, 1978.
- GRINSPOON, D. *Planetas solitários: a filosofia natural da vida alienígena*. São Paulo: Globo, 2005.
- KHUN, T.S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 1994.
- _____. The essencial tension: tradition and innovation in scientific research. In: TAYLOR, C. W.; BARRON, F. (Orgs.). *Scientific creativity*. Nova York: Wiley, 1963.
- LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (Orgs.). *Criticism and the growth of knowledge: proceedings of the International Colloquium in the Philosophy of Science*. Cambridge: University Press, 1965.
- MÉSZAROS, I. *A necessidade de controle social*. São Paulo: Ensaio, 1993.
- _____. *O poder da ideologia*. São Paulo: Ensaio, 1996.
- NOVAES, W. *A década do impasse: da Rio 92 à Rio + 10*. São Paulo: Estação Liberdade, 2002.
- POPPER, K.R. *A lógica da pesquisa científica*. São Paulo: Cultrix, 1974.
- SAGAN, C. *As conexões cósmicas: uma perspectiva extraterrestre*. Portugal: Gradiva, 2001.
- _____. *O mundo assombrado pelos demônios*. São Paulo: Companhia das Letras, 1997.
- _____. *Pálido ponto azul: uma visão do futuro da humanidade no espaço*. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.
- _____. *Cosmos*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1980.
- _____. *Dragões do Éden*. São Paulo: Círculo do Livro, 1978.

_____. *Broca's brain: reflections on the romance of science*. New York: Ballantine Books, 1974.

TERZIAN, Y.; BILSON, E. (Orgs.). *O universo de Carl Sagan*. Brasília: Universidade de Brasília, 2001.