


## Resenhas críticas de “A Escalada do Homem” de Jacob Bronowski e “Cosmos” de Carl Sagan

*Critical reviews of “The Ascent of Man” from Jacob Bronowski and “Cosmos” from Carl Sagan*

Ivo de Almeida Marques \*

Instituto de Física – UFG

Av. Esperança, s/n – Campus Samambaia, Goiânia - GO - 74690-900

(SUBMETIDO: [14/06/2024] – ACEITO: [06/09/2024] – PUBLICADO: [28/09/2024])

No presente trabalho apresentamos resenhas críticas dos livros/séries “A Escalada do Homem” de Jacob Bronowski e “Cosmos” de Carl Sagan. As resenhas foram realizadas capítulo/episódio a capítulo/episódio. Em certo sentido “Cosmos” pode ser visto como uma continuação de “A Escalada do Homem”. Esperamos que o artigo seja utilizado pelos interessados como uma introdução e/ou leitura paralela complementar aos livros/séries em questão. Dessa forma, o leitor poderá ampliar o ganho advindo do contato com as obras-primas de Jacob Bronowski e Carl Sagan.

**Palavras-chaves:** Divulgação Científica; Popularização da Ciência; Ciência na TV.

In this work we present critical reviews of the books/series “The Ascent of Man” by Jacob Bronowski and “Cosmos” by Carl Sagan. The reviews were carried out chapter/episode by chapter/episode. In a sense “Cosmos” can be seen as a continuation of “The Ascent of Man”. We hope that the article will be used by those interested as an introduction and/or complementary parallel reading to the books/series in question. In this way, the reader will be able to increase the gain arising from the contact with the masterpieces of Jacob Bronowski and Carl Sagan.

**Keywords:** Scientific Disclosure; Popularization of Science; Science on TV.

### I. Introdução

#### Jacob Bronowski

Jacob Bronowski nasceu na Polônia em 18 de janeiro de 1908. Sua família emigrou para a Inglaterra em 1920. Ele entrou para a Universidade de Cambridge em 1927, tendo se graduado em matemática em 1930 e obtido o título de doutor em 1933. Ele foi professor de matemática na Universidade de Hull de 1934 a 1942, quando passou a trabalhar no esforço de guerra. Em 1945 ele coliderou a delegação dos aliados que esteve no Japão para estudar os efeitos das bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki, foi ele o responsável por escrever o relatório oficial. Nas palavras do próprio Bronowski: “Passei os anos da guerra desenvolvendo sistemas operacionais destinados a tornar os bombardeios britânicos e norte-americanos mais destrutivos. Por isto fui enviado ao Japão [...] para avaliar a destruição causada naquele país pela bomba atômica.” [1] Foram justamente as palestras e entrevistas sobre os efeitos das bombas no Japão que levaram Bronowski à

TV e ao rádio. De 1946 a 1963 ele atuou como matemático e administrador científico para o governo inglês. Dos diferentes órgãos em que passou, destacamos sua atuação de 1950 a 1963 no “Conselho Nacional do Carvão”. Em 1964 ele se mudou para os EUA para trabalhar no Instituto Salk para Estudos Biológicos, na Califórnia, onde permaneceu pelo resto da vida. Bronowski, um fumante de longa data, faleceu de infarto em 21 de agosto de 1974, aos 66 anos. Em 1941 ele se casou com a escultora Rita Coblenz, com quem teve 4 filhas. O casal se manteve junto até a morte de Bronowski [2]-[4].

Bronowski publicou vários livros, dos quais alguns foram traduzidos no Brasil: “O Senso Comum da Ciência” (*The Common Sense of Science*, de 1951) [5], “Ciência e Valores Humanos” (*Science and Human Values*, de 1956) [6], “Um Sentido do Futuro” (*A Sense of the Future: Essays in Natural Philosophy*, de 1977) [1], “As Origens do Conhecimento e da Imaginação” (*The Origins of Knowledge and Imagination*, de 1978) [7] e “O Olho Visionário: Ensaio Sobre Arte, Literatura e Ciência” (*The Visionary Eye: Essays in the Arts, Literature and Science*, de 1978) [8]. Os últimos três livros foram publicados postumamente.

\* E-mail: ivo@ufg.br

De 1969 a 1973 Bronowski trabalhou na colossal série televisiva de 13 episódios produzida pelo recém-criado canal dois da rede inglesa BBC (*British Broadcasting Corporation*), a qual foi nomeada “A Escalada do Homem: Uma Visão Pessoal” (*The Ascent of Man: A Personal View*) [9; 10]. A série foi escrita e narrada por Bronowski e produzida por Adrian Malone e Dick Gilling. Em suas próprias palavras: “O primeiro esboço da *A Escalada do Homem* foi escrito em julho de 1969 e as últimas cenas filmadas em dezembro de 1972.” [9] Nesse ínterim o Instituto Salk lhe proporcionou um ano sabático para a realização das filmagens. “A Escalada do Homem” foi apresentada pela primeira vez na Grã-Bretanha de maio a julho de 1973. No mesmo ano foi publicado o livro de mesmo título [9]. Destacamos que na década de 1970 não havia internet. Desta forma, a série foi exibida em horários específicos apenas na TV. Nesse contexto, o lançamento do livro impresso logo após a série televisiva adquire enorme relevância. A série televisiva foi, sem dúvida, a maior propulsora da venda do livro impresso.

## Carl Sagan

Carl Edward Sagan nasceu no Brooklyn, Nova Iorque, em 9 de novembro de 1934. Ele se graduou em física em 1955 e obteve o título de doutor em astronomia e astrofísica em 1960, ambos pela Universidade de Chicago. De 1960 a 1968 ele foi bolsista de pós-doutorado na Universidade da Califórnia, em Berkeley, e na Universidade Stanford e professor assistente na Universidade Harvard. Em 1968 ele se tornou professor da Universidade Cornell, posto que manteve pelo resto da vida. Sagan, após dois anos de luta contra a mielodisplasia (um tipo de câncer na medula óssea), faleceu de pneumonia em 20 de dezembro de 1996, aos 62 anos. Ele se casou três vezes, sendo que os dois primeiros matrimônios terminaram em divórcio. Com Ann Druyan, a terceira esposa, ele viveu de 1977 até o fim da vida. Sagan teve quatro filhos e uma filha. [11; 12]

Sagan publicou vários livros, dos quais alguns foram traduzidos no Brasil: “Os Dragões do Éden: Especulações Sobre a Evolução da Inteligência Humana” (*The Dragons of Eden: Speculations on the Evolution of Human Intelligence*, de 1977) [13], “O Romance da Ciência” (*Broca’s Brain: Reflections on the Romance of Science*, de 1979) [14], “O Pálido Ponto Azul: Uma Visão do Futuro da Humanidade no Espaço” (*Pale Blue Dot: A Vision of the Human Future in Space*, de 1994) [15], “O Mundo Assombrado Pelos Demônios: A Ciência Vista Como Uma

Vela no Escuro” (*The Demon-Haunted World: Science as a Candle in the Dark*, de 1995) [16], “Bilhões e Bilhões: Reflexões Sobre Vida e Morte na Virada do Milênio” (*Billions and Billions: Thoughts on Life and Death at the Brink of the Millennium*, de 1997) [17] e “Variedades da Experiência Científica: Uma Visão Pessoal da Busca por Deus” (*The Varieties of Scientific Experience: A Personal View of the Search for God*, de 2006) [18]. Os dois últimos livros foram publicados postumamente. Alguns dos ensaios dos últimos três livros foram redigidos e/ou editados em colaboração com Ann Druyan, esposa de Carl Sagan. O livro “Os Dragões do Éden” foi agraciado com o prêmio Pulitzer de literatura de não ficção em 1978 [19]. Nesse livro Sagan cita “A Escalada do Homem” de Jacob Bronowski duas vezes, a primeira na introdução e a segunda no último capítulo. Sagan também publicou um romance: “Contato” (*Contact*, de 1985) [20]. A história foi adaptada para o cinema em 1997.

Em 1978, na introdução do livro “O Romance da Ciência”, Carl Sagan, escreveu: “Vivemos num época extraordinária. Estes são tempos de espantosas mudanças [...] na compreensão deste vasto universo no qual estamos mergulhados como um grão de areia no oceano cósmico” [14]. De fato, Sagan viveu na época de ouro da exploração espacial. O lançamento do satélite soviético Sputnik 1, primeiro satélite artificial da Terra, que se deu em 1957, marcou o início da era espacial. No ano seguinte, em “resposta” ao êxito soviético, os EUA criaram a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*). Parte do sucesso de “Cosmos” se deve justamente à ligação profissional de Carl Sagan à exploração espacial, ele trabalhou diretamente na temática.

Em 1961 os soviéticos enviaram o primeiro ser humano ao espaço, o cosmonauta Iuri A. Gagarin (1934-1968). Em 1965 a sonda soviética Venera 3 pousou, de forma não controlada, ou seja, ela caiu, em Vênus. Ela foi o primeiro artefato humano a “pousar” em outro planeta. Em 1967 a Venera 4 foi a primeira sonda a entrar na atmosfera de Vênus e enviar dados à Terra. Em 1970 a Venera 7 foi a primeira a, de fato, pousar em outro planeta. Por alguns minutos ela enviou dados referentes à superfície de Vênus. Em 1971, a espaçonave soviética Marte 3 foi a primeira a pousar em Marte, enviando um rápido sinal de volta. É provável que logo após o pouso a Marte 3 tenha sido arrastada pelo vento. Em 1973, a mesma coisa ocorreu com a Marte 6 [14].

Do lado norte-americano, destacamos os programas: Mariner 2 (passou próximo a Vênus em 1962,

enviando informações sobre sua atmosfera); Mariner 4 (passou próximo a Marte em 1964, tirando as primeiras fotografias do planeta a partir do espaço); Mariner 9 (lançada em 1971, foi o primeiro satélite artificial de Marte); Mariner 10 (lançada em 1973, foi a primeira sonda a explorar dois planetas: Vênus e Mercúrio); Pioneer 10 (lançada em 1972, alcançou o planeta Júpiter em 1973); Pioneer 11 (lançada em 1973, alcançou o planeta Saturno em 1979); Viking 1 (lançada em 1975, pousou o módulo aterrizador em Marte em 1976); Viking 2 (lançada em 1975, 20 dias após a Viking 1, pousou o módulo aterrizador em Marte em 1976); Voyager 1 (lançada em 1977, alcançou Júpiter em 1979 e Saturno em 1980); Voyager 2 (lançada em 1977, 16 dias antes da Voyager 1, alcançou Júpiter em 1979, Saturno em 1981, Urano em 1986 e Netuno em 1989) e, o mais famoso de todos, o Programa Apollo (que levou o homem à Lua em 1969). Carl Sagan trabalhou nos projetos Mariner, Viking e Voyager [14].

Em 1976 Carl Sagan e seu colega Gentry Lee fundaram a “Carl Sagan Productions”, uma empresa destinada à produção de programas televisivos e filmes sobre Ciência. No mesmo ano eles receberam a proposta de produzir uma série televisiva de 13 episódios nos moldes de “A Escalada do Homem” de Jacob Bronowski para a rede norte-americana PBS (*Public Broadcasting Service*). Eles aceitaram a proposta e imediatamente começaram a trabalhar no projeto. O nome proposto originalmente para a série foi “O Homem e o Cosmos” (*Man and the Cosmos*), mas ao longo do desenvolvimento acabou ficando “Cosmos: Uma Visão Pessoal” (*Cosmos: A Personal View*) [21; 22]. A série foi narrada por Carl Sagan e escrita por Carl Sagan em colaboração com Ann Druyan e Steven Soter. O empreendimento foi dirigido e produzido por Adrian Malone, o mesmo que trabalhou na produção de “A Escalada do Homem”. A série “Cosmos” foi apresentada pela primeira vez nos EUA de setembro a dezembro de 1980. No ano seguinte foi publicado o livro de mesmo título [21]. Destacamos novamente que na década de 1970 não havia internet comercial. Desta forma, assim como ocorreu para “A Escalada do Homem”, também a série “Cosmos” foi exibida em horários específicos apenas na TV. Nesse contexto, o lançamento do livro impresso logo após a série televisiva adquire enorme relevância. Também no caso de “Cosmos”, a série televisiva foi, sem dúvida, a maior propulsora da venda do livro impresso.

Na série televisiva Carl Sagan faz sua viagem ao Cosmos a bordo de uma nave espacial imaginária que pode ir a qualquer lugar no espaço e no tempo, sem limites de tamanho e/ou velocidade, nos moldes

dos filmes de ficção científica. Esse recurso visual e imaginativo não aparece no livro.

## Objetivo

No presente trabalho apresentamos resenhas críticas dos livros/séries “A Escalada do Homem” de Jacob Bronowski (de 1973) e “Cosmos” de Carl Sagan (de 1980). As resenhas foram realizadas capítulo/episódio a capítulo/episódio.

## II. Resenha de “A Escalada do Homem” de Jacob Bronowski (de 1973)

### Capítulo 1 – Abaixo dos anjos (*Lower than the angels*)

As primeiras palavras de Jacob Bronowski, tanto no primeiro capítulo do livro quanto no primeiro episódio da série televisiva, são: “O homem é uma criatura singular. Possui um conjunto de dons que o torna único entre os animais: diferentemente destes, não é apenas uma peça na paisagem, mas um agente que a transforma.” (“*Man is a singular creature. He has a set of gifts which make him unique among the animals: so that, unlike them, he is not a figure in the landscape – he is a shaper of the landscape.*”) Então ele prossegue comentando que a evolução moldou cada animal a um hábitat. A exceção à regra é o homem, o qual veio a ocupar todos os habitats da Terra. Bronowski justifica o título de sua obra nos termos: “a série de invenções através das quais, de tempos em tempos, o homem reconstituiu seu *habitat*, se configura em um tipo diferente de evolução – não mais biológica, mas, sim cultural. A essa esplêndida sequência de picos culturais eu chamo *A Escalada do Homem*.”

Na sequência, Bronowski discorre sobre o caráter social e acumulativo do conhecimento humano. Em relação à abordagem ele nos informa que “estes programas ou ensaios se constituem em um passeio através da história intelectual, uma vista pessoal aos pontos mais altos do aprimoramento humano.” Então ele decide iniciar sua jornada, ou melhor, a nossa jornada, a partir do início do próprio homem. Ele vai até o vale do rio Omo, na Etiópia, um local representativo para o “nascimento” do *Homo sapiens*. De lá ele fala sobre a formação de registros fósseis e dos aspectos da evolução biológica, tanto humana quanto dos demais animais. Destacamos que Lucy, o famoso fóssil de *Australopithecus afarensis* de mais de três milhões de anos, foi descoberto um ano após o lançamento de “A Escalada do Homem” em uma região próxima ao vale do rio Omo [23].

Na sequência ele discorre sobre o funcionamento do corpo humano em diferentes faixas etárias, com destaque para a cabeça e a mente. Ele compara alguns modelos computadorizados de crânios de primatas. Vale lembrar que na época a construção de um modelo computadorizado exigia tecnologia de ponta. Ele passa então a falar sobre as duas grandes invenções de nossos ancestrais: a produção de ferramentas de pedra e a organização social. Na verdade, implicitamente ele adiciona uma terceira: o controle do fogo. Bronowski aponta o homem de Neandertal, *Homo neanderthalensis*, como provável ancestral do *Homo sapiens*. No entanto, hoje sabemos que essa relação não é correta [24]. Ele também discorre sobre os efeitos das glaciações na dispersão humana. O capítulo/episódio é finalizado com as especulações de Bronowski sobre a ligação das pinturas rupestres com a capacidade humana de imaginar o futuro. Convém destacar que tais pinturas foram realizadas no interior das cavernas, ou seja, em lugares escuros e de pouca acessibilidade. Para Bronowski a Arte e a Ciência derivam da mesma faculdade humana: “a habilidade de enxergar no futuro, de antecipar um acontecimento e planejar a ação adequadamente”.

### **Capítulo 2 – As colheitas sazonais** (*The harvest of the seasons*)

O segundo capítulo/episódio começa com Jacob Bronowski discorrendo sobre o fim da última glaciação, ocorrido em torno de 10 mil a.C.. Nessa época ocorreu a chamada “revolução agrícola”, o início do cultivo de plantas, em especial o trigo, e a domesticação de animais. Parte da humanidade passou do nomadismo para a agricultura de aldeia, sobretudo na região da Anatólia (parte da atual Turquia). Bronowski fala sobre as mudanças genéticas aleatórias ocorridas no trigo selvagem que deram origem ao trigo do pão. Podemos dizer que não foi o homem quem domesticou o trigo, mas o trigo quem domesticou o homem.

Ele destaca a região de Jericó como sendo um dos primeiros assentamentos agrícolas do mundo. Por volta de 6000 a.C. a região já era habitada por agricultores. Infelizmente, ele toma o relato bíblico da conquista de Jericó por Josué de forma quase literal, chegando a supor que tal evento teria ocorrido por volta de 1400 a.C.. No entanto, hoje sabemos que o relato da conquista nasceu, fundamentalmente, a partir de desenvolvimentos ficcionais posteriores [25]. A agricultura sedentária e a domesticação de animais induziram o desenvolvimento de ferramentas mecânicas, como a roda e o arado pu-

xado por tração animal. Bronowski finaliza o capítulo/episódio refletindo sobre a domesticação do cavalo e a natureza da guerra organizada. Destacamos que um dos principais usos do cavalo na Antiguidade era como “máquina” de guerra.

### **Capítulo 3 – A textura da pedra** (*The grain in the stone*)

No início do terceiro capítulo, que na série é o nono episódio, Jacob Bronowski se volta para o desenvolvimento pré-histórico do Novo Mundo. Ele argumenta que o fato de os nativos da América Central e do Sul possuírem apenas o grupo sanguíneo O ao passo que os nativos da América do Norte possuem os grupos O e A corrobora a ideia de que houve ao menos duas ondas de migrações da Ásia para as Américas. Ele reflete sobre os motivos do “atraso” civilizatório da América pré-colombiana. Na sequência Bronowski discorre sobre a passagem da aldeia para a cidade. Nesse processo, baseado na divisão do trabalho e na hierarquia de comando, uma nova organização da sociedade foi construída.

A título de exemplo de desenvolvimento histórico de uma estrutura projetada pelo homem, Bronowski passa a falar das colunas de sustentação. Tanto no império Inca quanto na Grécia antiga as colunas formavam ângulos retos com as vigas superiores. Nas Américas esse foi o ápice da engenharia de sustentação. No entanto, no Velho Mundo houve avanços posteriores. Alguns séculos após as construções gregas foi desenvolvido o arco romano. Mais alguns séculos depois foi desenvolvido o arco gótico e o arcobotante. Bronowski finaliza o capítulo/episódio discorrendo sobre o ato criativo na Ciência e na Arte.

### **Capítulo 4 – A estrutura invisível** (*The hidden structure*)

O quarto capítulo, que na série é o terceiro episódio, começa com Jacob Bronowski divagando sobre o fascínio da humanidade, em especial dos alquimistas da Idade Média, em relação ao fogo. O seu uso controlado começou a mais de 400 mil anos atrás. Inicialmente ele foi usado para aquecer, afugentar predadores, limpar terrenos, cozinhar e outros. Nos primórdios da civilização o fogo possibilitou a descoberta e o uso dos metais. Nas palavras de Bronowski: “Este constitui um dos altíssimos degraus, um salto na escada do homem, o qual se emparelha à invenção mestra das ferramentas de pedra.”

A extração do cobre começou na Pérsia e no Afeganistão por volta de 5000 a.C.. Como o cobre puro

é um metal relativamente mole, ele não é apropriado para fabricação de ferramentas. Por volta de 4000 a.C. descobriu-se que se o cobre for misturado a outro metal, formando uma liga, a mistura poderá ser resistente o suficiente para a confecção de ferramentas. Assim nasceu o bronze, uma liga de cobre (em torno de 90%) e estanho (em torno de 10%). Não por coincidência, também o estanho era encontrado na região da Pérsia e do Afeganistão. Bronowski destaca a arte do bronze na China da Antiguidade. Na sequência, de 2000 a 1000 a.C., começa-se a extração e uso do ferro. Por fim, ele fala sobre a invenção tardia do aço, uma liga de ferro (em torno de 99%) e carbono (em torno de 1%). Bronowski destaca a arte da fabricação de espadas de aço no Japão medieval.

Após discorrer sobre os metais e ligas utilizados para ferramentas Bronowski se volta ao ouro. Infelizmente, ele não fala sobre o uso do ouro como moeda de troca, ou seja, como dinheiro. Ele também não menciona a prata, o outro metal também muito utilizado como moeda de troca. Do ouro ele passa a falar sobre a alquimia e sua importância histórica, destacando a busca dos alquimistas pela transmutação da matéria ordinária em ouro. Dada a incorruptibilidade do ouro, ele também foi ligado pelos alquimistas ao lendário elixir da vida. Bronowski finaliza o capítulo/episódio discorrendo sobre a descoberta da natureza do fogo e o nascimento da química moderna, comentando rapidamente as principais contribuições de Paracelsus, Joseph Priestley, Antoine Lavoisier e John Dalton.

### Capítulo 5 – A música das esferas (*The music of the spheres*)

Jacob Bronowski inicia o quinto capítulo, que na série é o quarto episódio, falando sobre Pitágoras de Samos e os primórdios da matemática grega. Apesar de Bronowski se referir a Pitágoras como sendo “o primeiro gênio e fundador da matemática grega”, a verdade é que hoje sabemos que não sabemos muito sobre as contribuições do próprio Pitágoras, o qual foi fundamentalmente o fundador de uma confraria mística [26]. Bronowski destaca a relação pitagórica entre números inteiros e notas musicais bem como o famoso Teorema de Pitágoras. Então, ele avança quase três séculos até Euclides de Alexandria. Então, avança mais quatro séculos até Ptolomeu de Alexandria. Destacamos que tanto Euclides quanto Ptolomeu foram grandes compiladores do saber de seu tempo.

Na sequência Bronowski discorre sobre as realizações islâmicas, com destaque para o uso dos al-

garismos arábicos, ou, mais apropriadamente, algarismos indo-árabicos, afinal eles foram desenvolvidos na Índia, sendo posteriormente assimilados pelo mundo islâmico [27]. Partindo da decoração com padrões simétricos de um palácio islâmico, Bronowski introduz o conceito de estrutura cristalina da matéria, onde os átomos que constituem um cristal são ordenados de acordo com um determinado conjunto de simetrias.

O renascimento europeu se iniciou com as traduções, a partir do árabe, dos clássicos da antiguidade. No século XII, a cidade de Toledo, na Espanha, se tornou o principal porto intelectual para a entrada da cultura clássica na Europa. Para Bronowski a principal tradução realizada em Toledo foi a obra do sábio islâmico Alhazen. Não coincidentemente, na mesma época a perspectiva começou a ser desenvolvida e utilizada na pintura italiana. Bronowski finaliza o capítulo/episódio com um breve comentário sobre o desenvolvimento do cálculo diferencial e integral.

### Capítulo 6 – O mensageiro sideral (*The starry messenger*)

Jacob Bronowski inicia o sexto capítulo, que na série é o quinto episódio, falando sobre a importância prática da Astronomia para a construção de calendários e para a navegação. Ele destaca dois povos antigos: os maias, na América Central, e o povo da Ilha de Páscoa, na Polinésia. Então, ele se volta ao Velho Mundo para falar sobre o modelo geocêntrico de Ptolomeu de Alexandria. Na sequência ele passa a discorrer sobre a proposta revolucionária de Nicolau Copérnico de que a Terra gira em torno do Sol. Se desconsiderarmos as elucubrações do astrônomo grego Aristarco de Samos [28] (o qual Bronowski nem ao menos cita), teremos que Copérnico foi o primeiro proponente do heliocentrismo. No entanto, ao contrário do que insinua Bronowski, o modelo de Copérnico não é simples, por exemplo, Copérnico manteve a ideia dos epiciclos. Muito rapidamente Bronowski menciona que o astrônomo Johannes Kepler “corrigiu” o modelo de Copérnico eliminando as órbitas circulares e introduzindo as órbitas elípticas.

Bronowski passa então a discorrer sobre a vida e as contribuições de Galileu Galilei: as invenções práticas, o desenvolvimento do telescópio, as observações astronômicas, a “criação” do “método científico” e seu julgamento perante o Santo Ofício. O título do capítulo/episódio vem do livro que Galileu publicou em 1610: *Sidereus Nuncius*, que pode ser traduzido por: “O Mensageiro Sideral”. Mais da metade do capítulo/episódio é dedicado a Galileu.

### Capítulo 7 – O relógio majestoso (*The majestic clockwork*)

O sétimo capítulo, que na série é o sexto episódio, inicia-se com uma rápida menção ao astrônomo Johannes Kepler e suas três leis do movimento planetário. Bronowski passa então a discorrer sobre a vida e as contribuições de Isaac Newton: o desenvolvimento do cálculo, a gravitação universal, as leis do movimento e suas descobertas em óptica. Foi Newton quem concebeu as leis universais que regem o majestoso relógio do céu. Mais da metade do capítulo/episódio é dedicado a Newton. No episódio Bronowski usa simulações em computador para discorrer sobre propriedades de superfícies. Para a época isso significava tecnologia de ponta.

Dos conceitos newtonianos de espaço absoluto e tempo absoluto Bronowski passa a falar sobre Albert Einstein e suas teorias da relatividade. Cerca de um terço do capítulo/episódio é dedicado a Einstein. No episódio temos uma pequena dramatização/simulação de alguns dos efeitos relativísticos que seriam observados ao se mover em um bonde próximo à velocidade da luz. Bronowski destaca que Einstein adorava falar sobre Deus, no entanto, ele peca ao não mencionar que o “Deus einsteniano” é fundamentalmente um eufemismo para Natureza.

### Capítulo 8 – Em busca de poder (*The drive for power*)

O oitavo capítulo, que na série é o sétimo episódio, inicia-se com uma introdução às três grandes revoluções da segunda metade do século XVIII: a Revolução Americana, a Revolução Francesa e a Revolução Industrial. À última Bronowski destina a maior parte de sua atenção. Ele começa falando sobre as melhorias nos moinhos d’água e as construções de canais de navegação, dando destaque ao pioneirismo de James Brindley. Ele então fala rapidamente sobre a Revolução Francesa, com destaque para a satírica peça/ópera “As bodas de Fígaro”.

Bronowski fala também rapidamente sobre a Revolução Americana, com destaque para Benjamin Franklin. Ele conta a história de Franklin empinando uma pipa durante uma tempestade para provar que o raio é eletricidade. Infelizmente ele não esclarece que história não passa de uma anedota. Ele também destaca que Franklin eliminou os floreios da abertura da Declaração de Independência dos EUA, ficando: “Entendemos essas verdades como autoevidentes, que todos os homens são criados iguais.” No entanto, Bronowski se abstém de qualquer comentário sobre a inconsistência da manutenção da

escravidão após a independência.

Na sequência Bronowski volta a falar sobre a Revolução Industrial, agora com destaque para as construções em ferro, o uso da máquina a vapor e as ferrovias. Ele desconsidera o aumento da poluição humana a partir da Revolução Industrial, segundo ele: “a poluição causada pelas fábricas também não era assunto novo; minas e oficinas tradicionalmente degradavam os seus respectivos ambientes.” Ele se abstém de qualquer comentário quanto à questão da nova escala de degradação ambiental. Por outro lado, ele minimiza os efeitos sociais da Revolução Industrial, para ele: “As minas e oficinas eram insalubres, superlotadas e tirânicas, muito antes da Revolução Industrial.” Basicamente o único novo problema apontado por ele é a subordinação do homem ao ritmo das máquinas. Ele não faz menção às lutas e reivindicações da classe trabalhadora em prol de melhores salários e condições de trabalho. Na verdade, a forma como ele apresenta nos induz a pensar que a Revolução Industrial, por si só, encaminhou-se naturalmente para uma melhora na qualidade de vida das pessoas. Nas palavras do próprio Bronowski: “acabou-se tornando uma revolução social, estabelecendo a igualdade social, a igualdade de direitos, e, principalmente, a igualdade intelectual, das quais todos nos beneficiamos.” Longe dele tecer qualquer comentário sobre o Império Britânico sugando os recursos naturais do Mundo para se erguer. Nesse capítulo/episódio fica claro que o dito “humanismo” de Bronowski é um tanto quanto enviesado.

### Capítulo 9 – Os degraus da criação (*The ladder of creation*)

O nono capítulo, que na série é o oitavo episódio, inicia-se com a apresentação dos dois descobridores da Teoria da Evolução pela seleção natural: Charles Darwin e Alfred R. Wallace. Embora eles tenham sido contemporâneos e conterrâneos, seus trabalhos foram conduzidos de forma independente. Na sequência há o detalhamento de parte da vida e da obra dos dois, começando por Wallace. Segundo Bronowski: “a Teoria da Evolução pela seleção natural foi, sem a menor dúvida, a inovação científica de maior importância do século XIX.” Mais da metade do capítulo/episódio é dedicado a Darwin e Wallace.

Dos dois naturalistas ingleses somos levados ao químico francês Louis Pasteur, com destaque para sua pesquisa com substâncias opticamente ativas. Saltando algumas décadas à frente chegamos ao famoso experimento de Stanley Miller sobre a síntese

em laboratório de biomoléculas simples em condições que simulam a Terra primitiva. Enfatizamos que o experimento de Miller foi realizado em 1950, pouco mais de duas décadas antes do lançamento de “A Escalada do Homem.” Bronowski finaliza discorrendo sobre o estado da arte da pesquisa científica sobre a origem química da vida.

### **Capítulo 10 – Um mundo dentro do mundo** (*World within world*)

O décimo capítulo/episódio inicia-se com uma introdução aos cristais salinos. Bronowski passa então a discorrer sobre o químico russo Dmitri I. Mendeleiev, com destaque para seu trabalho no desenvolvimento da tabela periódica dos elementos químicos. Com a descoberta do elétron por J. J. Thomson, em 1897, inicia-se a era dos estudos sobre a estrutura interna do átomo, o mundo dentro do mundo do átomo. Nesse sentido, Bronowski comenta rapidamente as contribuições de Ernest Rutherford, Niels Bohr e Henry Moseley. Ele não tece comentários sobre as contribuições de Albert Einstein para o entendimento da estrutura interna da matéria. Para Bronowski, a noção de estrutura subjacente capturou imediatamente a imaginação dos artistas, ele então apresenta alguns exemplos representativos na Arte.

Da estrutura interna do átomo como um todo Bronowski passa a discorrer sobre a estrutura interna no núcleo do átomo. Ele comenta a descoberta do nêutron por James Chadwick, em 1932, e as contribuições de Enrico Fermi. Em certo sentido Bronowski chega ao auge do capítulo/episódio com a explicação de Hans Bethe, de 1939, sobre a transformação do Hidrogênio em Hélio no interior do Sol, resolvendo assim o enigma da fonte de energia das estrelas. Na sequência Bronowski discorre sobre a entropia, com destaque para as contribuições de Rudolf Clausius e Ludwig Boltzmann. Ele finaliza o capítulo/episódio discorrendo sobre o debate do final do século XIX em relação à questão da realidade versus a irrealidade do átomo.

### **Capítulo 11 – Conhecimento ou certeza** (*Knowledge or certainty*)

Jacob Bronowski inicia o décimo primeiro capítulo/episódio divagando sobre a mudança de paradigma induzida pela Física Moderna, ou seja, a passagem da “certeza” da física newtoniana para a “incerteza” da física quântica. Então, ele passa a discorrer sobre as ondas eletromagnéticas. Nessa linha ele menciona: James C. Maxwell, o proponente

das ondas eletromagnéticas; Heinrich Hertz, o primeiro a gerar ondas de rádio em laboratório; William Herschel, o descobridor dos raios infravermelhos; Wilhelm K. Röntgen, o descobridor dos raios X, e Max von Laue, um dos desenvolvedores da cristalografia de raios X.

Bronowski discorre também sobre a inexistência de observações/medidas sem erros experimentais. Nesse ponto ele destaca o matemático Karl Friedrich Gauss e sua famosa curva gaussiana. Bronowski nos conduz então à descoberta, na década de 1920, do princípio da incerteza. Daí nasce a percepção de que a incerteza é intrínseca à natureza por princípio, não por limitação humana. Nessa linha ele menciona: Max Born, Werner Heisenberg, Erwin Schrödinger e Louis de Broglie.

A ascensão de Hitler e a Segunda Guerra Mundial induziram a fuga de cientistas da Europa, especialmente da Alemanha. Dos muitos cientistas que deixaram a Europa Bronowski toma como exemplo Leo Szilard, o qual fugiu da Alemanha em 1933. Foi Szilard quem escreveu a famosa carta que Albert Einstein endereçou ao presidente dos EUA em 1939. Szilard também foi colega de Bronowski no Instituto Salk. Bronowski termina o capítulo/episódio refletindo sobre as barbáries que foram cometidas durante a Segunda Guerra Mundial.

A forma como é apresentada a participação dos cientistas na Segunda Guerra Mundial revela outro viés do dito “humanismo” de Bronowski [3]. Ao fazer uma “defesa” infantil e idealizada dos cientistas ele contribuiu para preservar o mito do cientista “desumanizado”, ou seja, o cientista como um ser, quase sempre, moralmente íntegro. Destaco que nesse ponto a abordagem de “A Escalada do Homem” se aproxima da abordagem geral encontrada em outras obras de Bronowski [5; 6].

### **Capítulo 12 – Geração após geração** (*Generation upon generation*)

O décimo segundo capítulo/episódio inicia-se com uma rápida apresentação do contexto histórico da Europa em meados do século XIX. Então, Bronowski passa a discorrer sobre a vida e a obra do monge Gregor Mendel, o fundador da genética moderna. Em 1866, após oito anos de trabalho, ele publica seus resultados sobre cruzamentos entre ervilhas-de-cheiro. O trabalho de Mendel ficou no “limbo” até 1900, quando foi efetivamente descoberto pela comunidade científica.

Na sequência Bronowski passa a discorrer sobre a descoberta da maneira pela qual a mensagem hereditária é transmitida. Em 1953, Francis Crick e

James Watson concluem que o DNA forma uma estrutura em dupla hélice. Essa foi a descoberta basilar para se desvendar o enigma da hereditariedade. Bronowski comenta também a proposta de tripla hélice apresentada por Linus Pauling em 1951. Infelizmente, ele nem ao menos cita a contribuição vital de Rosalind E. Franklin [29]. No episódio Bronowski usa simulações em computador para ilustrar a estrutura molecular do DNA. Novamente, para a época isso significava tecnologia de ponta. No episódio também é mostrado o nascimento de um bebê humano. Bronowski finaliza o capítulo/episódio especulando sobre a influência do sexo sobre a evolução humana.

### Capítulo 13 – A longa infância (*The long childhood*)

O décimo terceiro capítulo/episódio inicia-se com uma reflexão sobre as semelhanças e diferenças entre o homem e as demais espécies. Após citar seu livro “A Identidade do Homem” Bronowski se expressa da seguinte forma: “A singularidade do homem está no fato, não dele ser capaz de fazer ciência ou de realizar trabalhos artísticos, mas, sim, da ciência e da arte de serem expressões de sua maravilhosa plasticidade mental.” Então, ele passa a discorrer sobre o cérebro e a mente humana, com destaque para o controle sobre a mão, a fala e o planejamento de ações futuras. O cérebro humano é uma máquina de aprender, por isso é necessário uma longa infância para a sua “maturação”. Ele também usa a ideia da longa infância como metáfora para o desenvolvimento das civilizações.

Bronowski apresenta brevemente o filósofo Erasmo de Roterdã, o qual viveu algumas décadas após a invenção da prensa móvel. Então, ele passa a falar sobre o matemático John von Neumann, com destaque para seu trabalho em teoria dos jogos. Bronowski trabalhou com Neumann na Inglaterra durante a Segunda Guerra Mundial. Na sequência, ele especula sobre a continuação da escalada humana. Bronowski finaliza o capítulo/episódio voltando ao vale do rio Omo. De lá ele faz suas reflexões finais sobre o dever de cada um no grande drama da escalada do homem.

### Principais temas por capítulo

Capítulo 1. Evolução humana até os caçadores coletores nômades do final do paleolítico.

Capítulo 2. Desenvolvimento da agricultura sedentária e da domesticação de animais, com destaque para a oposição entre a vida nômade e a vida

em aldeias.

Capítulo 3. Desenvolvimento da agricultura e das cidades no Novo Mundo. Desenvolvimento das estruturas de sustentação, especialmente no Velho Mundo. O ato criativo na Ciência e na Arte.

Capítulo 4. Uso controlado do fogo. A alquimia. O nascimento da química moderna.

Capítulo 5. Matemática grega. Contribuições árabe. Renascimento europeu, com destaque para as traduções dos clássicos gregos a partir de cópias em árabe.

Capítulo 6. Astronomia. Vida e contribuições de Galileu.

Capítulo 7. Vida e contribuições de Newton e Einstein.

Capítulo 8. Revolução Industrial.

Capítulo 9. Vida e contribuições de Darwin e Wallace. Ligação da química com a biologia. Origem química da vida.

Capítulo 10. Origem da tabela periódica dos elementos químicos de Mendeleiev. Estrutura interna do átomo e do núcleo. Síntese dos átomos no interior das estrelas. Entropia.

Capítulo 11. Nascimento da Física Quântica. Princípio da incerteza.

Capítulo 12. Vida e contribuições de Mendel. Estrutura tridimensional do DNA.

Capítulo 13. Cérebro e mente humana.

## III. Resenha de “Cosmos” de Carl Sagan (de 1980)

### Capítulo 1 – As margens do oceano cósmico (*The shores of the cosmic ocean*)

As primeiras palavras de Carl Sagan, tanto no primeiro capítulo do livro quanto no primeiro episódio da série televisiva, são: “O Cosmos é tudo o que existiu, existe ou existirá” (“*the Cosmos is all that is or ever was or ever will be*”). Desta forma, ele inicia sua jornada, ou melhor, a nossa jornada, através do Cosmos, partindo dos limites do Universo, a bilhões de anos-luz do nosso sistema solar. Certamente “Cosmos” influenciou, e foi influenciado, pelas dinâmicas de apresentações em planetários de divulgação científica mundo afora. À medida que vai se aproximando da Terra ele vai indicando algumas das principais estruturas astronômicas: galáxias, quasares, pulsares, estrelas, nebulosas e os planetas Plutão, Netuno, Urano, Saturno, Júpiter e Marte. Convém destacar que no contexto de “Cosmos”, Plutão é o nono planeta do sistema solar. No entanto, em 2006, 26 anos após o lançamento da série, a União Astronômica Internacional redefiniu

o conceito de planeta de tal forma que Plutão deixou de ser classificado como planeta e passou a ser classificado como planeta-anão [30].

Ao chegar à Terra, Sagan aterrissa em Alexandria e viaja no tempo para o século III a.C. para contar a célebre história da estimativa do tamanho da Terra por Eratóstenes de Cirene. Dada a ênfase de Sagan, com um certo exagero anacrônico, podemos ficar com a impressão de que a questão da esfericidade da Terra foi “resolvida” por Eratóstenes, quando, na verdade, nessa época a questão já estava “razoavelmente apaziguada” entre os “acadêmicos”. Destacamos que Eratóstenes não foi nem o primeiro e nem o último pensador da Antiguidade a estimar o tamanho da Terra [31].

O capítulo 1 do livro se encerra com a descrição da gloriosa biblioteca de Alexandria e seus tesouros, muitos dos quais se perderam ao longo dos séculos. Já na série televisiva, Sagan ainda dedica cerca de 5 minutos para a exposição do calendário cósmico, tema que ele desenvolveu previamente no livro “Os Dragões do Éden” [13].

## Capítulo 2 – Uma voz na fuga cósmica (*One voice in the cosmic fugue*)

No segundo capítulo/episódio Sagan discorre sobre a origem da vida na Terra e especula sobre a possibilidade da vida em outros planetas, afinal, como ele destaca, as moléculas orgânicas são abundantes no Universo. À época, ainda não havia sido descobertos exoplanetas, planetas fora do sistema solar. Assim, quando Sagan especula sobre possíveis formas de vida fora da Terra ele aponta sua imaginação para o planeta gigante Júpiter, o qual tinha recebido as visitas recentes das espaçonaves Voyagers (capítulo/episódio 6). Se essas especulações fossem feitas hoje, provavelmente, ele teria apontado sua imaginação para um dos vários exoplanetas descobertos nos últimos anos. No episódio Sagan volta a falar sobre o calendário cósmico. Convém mencionar que a primeira descoberta de um exoplaneta a orbitar uma estrela, realizada em 1995, rendeu o Prêmio Nobel de Física de 2019 aos cientistas Michel Mayor e Didier Queloz [32].

Falar da origem da vida na Terra significa, inevitavelmente, falar sobre a Teoria da Evolução. Sagan inicia o capítulo/episódio com a história do fim dos samurais Heike no Japão do século XII. Esse evento culminou com o nascimento da lenda do caranguejo heike. Então, de forma majestosa, ele relaciona a lenda à origem da seleção artificial que “direcionou” a evolução dos caranguejos heike. Assim como Charles Darwin em sua obra “A Origem das

Espécies” [33], da seleção artificial Sagan vai para a seleção natural. Nesse aspecto, citemos o próprio Darwin: “Embora o processo de seleção seja lento, se uma pessoa qualquer consegue fazer tanta coisa por meio da seleção artificial, não vejo limites para a quantidade de alterações - para a beleza e para a infinita complexidade das coadaptações entre todos os seres orgânicos, uns com os outros e com suas condições físicas de vida - que podem ser realizadas no longo curso do tempo pelo poder de seleção da Natureza.” [33]

De forma similar ao biólogo Richard Dawkins, em seu livro de 1976 “O Gene Egoísta” [34], Sagan especula que a origem da vida tenha se dado inicialmente com a seleção química de moléculas auto replicantes na Terra primitiva. Com relação à genética, destacamos o uso de modelagem computacional para representar a dupla hélice de DNA sendo “separada” para iniciar o processo de cópia. Lembremos o quão novos eram esses conceitos à época. Por exemplo, a dupla hélice do DNA foi proposta por Watson e Crick em 1953, menos de três décadas antes da estreia de “Cosmos”. Destacamos que em muitos casos Sagan está lidando com o estado da Arte da Ciência de seu tempo.

## Capítulo 3 – A harmonia dos mundos (*The harmony of worlds*)

Na série televisiva, Carl Sagan começa com a distinção entre Astronomia e Astrologia. Ele toma dois jornais da cidade de Nova Iorque e compara algumas das previsões astrológicas de ambos. Como era de se esperar, as previsões são diferentes, mas vagas o suficiente para se adequarem a uma miríade de situações práticas. Embora no início dos anos 80 já tivesse mais de uma década da chegada do homem à Lua, a Astrologia ainda despertava a atenção das pessoas. Talvez o mais impressionante seja que ainda hoje essa realidade se mantém.

No livro, ele inicia conjecturando sobre as associações de padrão nas posições das estrelas na pré-história, ou seja, os primórdios das definições das constelações. Esse é então o segundo tópico a ser apresentado na série televisiva. Dos padrões fixos das estrelas ele passa a falar dos padrões variáveis ao longo do ano que podem ser observados no céu, dando origem aos primeiros calendários. Como exemplo é mostrado um templo de pedra (um “observatório astronômico” pré-histórico) do povo Anasazi, no sudoeste norte-americano. No livro, a distinção entre Astronomia e Astrologia é realizada como segundo tópico. Então somos levados novamente a Alexandria, mas agora no século II, mo-

rada do polímata grego Ptolomeu de Alexandria, o grande codificador tanto do geocentrismo quanto da astrologia. Destacamos que o modelo ptolomaico, que representa o auge da astronomia grega, não foi criado por Ptolomeu. Por exemplo, aparentemente a primeira tentativa de criar um modelo geométrico para descrever as posições dos planetas foi conduzida por Eudoxo de Cnido [35] no século IV a.C., ou seja, meio milênio antes de Ptolomeu.

Da Antiguidade, avançamos até o final do Renascimento, mais precisamente o ano de 1543, com a publicação do livro de Nicolau Copérnico onde nasce efetivamente o heliocentrismo. O clímax da discussão heliocentrismo versus geocentrismo acontece com Galileu Galilei e Johannes Kepler. Em “Cosmos” acompanhamos apenas o desenrolar da história de Kepler, a qual, na série televisiva, é a maior e mais célebre das dramatizações. Após analisar anos de dados observacionais sobre as posições dos planetas, em especial Marte, Kepler publica o livro “*Astronomia Nova*” em 1609. Nesse livro ele afirma que os planetas de fato giram em torno do Sol, mas não em órbitas circulares, como propôs Copérnico, e sim em órbitas elípticas. No livro, o capítulo se encerra com uma pequena descrição dos trabalhos de Newton, o qual, na série, recebe apenas uma rápida menção quanto à proposta da lei da Gravitação Universal.

#### Capítulo 4 – Céu e inferno (*Heaven and hell*)

Ao longo dos séculos as civilizações antigas em geral associavam o aparecimento de cometas a preságios. O quarto episódio/capítulo inicia com o Evento de Tunguska, a queda de um “meteorito de gelo” (um fragmento de cometa) na Sibéria Central no ano de 1908. A primeira expedição científica que foi estudar *in loco* o ocorrido foi enviada apenas em 1930. Na atualidade, o exemplo mais famoso de colisão de um cometa com um planeta é a colisão do cometa Shoemaker-Levy 9 [36] com o planeta Júpiter ocorrida em 1994, ou seja, 14 anos após a estreia de “Cosmos”. Em certo momento Sagan comenta que a “Agência Espacial Europeia” cogitava o envio de uma nave espacial para alcançar o cometa Halley em sua aproximação de 1986. Na verdade, esse plano se concretizou com o lançamento, em 2004, da sonda Rossetta, a qual entrou em órbita ao redor do cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko em 2014 [37]. Nesse mesmo ano, o módulo Philae aterrissou no cometa. Esse foi o primeiro pouso de um artefato humano na superfície de um cometa. Sagan não faz menção à proposta, hoje comum, de que a extinção dos dinossauros teria se dado devido à colisão de

um asteroide com a Terra a cerca de 65 milhões de anos atrás. Essa proposta foi publicada pelo geólogo Walter Alvarez e sua equipe em 1980 [38], ano de lançamento de “Cosmos”.

Na série televisiva temos a dramatização referente ao relato de Gervásio de Canterbury, o qual também é descrito no livro. Em 1178 ao menos cinco monges da catedral de Canterbury, na Inglaterra, observaram algo que parecia ser uma violenta explosão na Lua. O monge Gervásio, que não foi testemunha ocular do evento, colocou por escrito o relato daqueles que viram o evento. Sagan então apresenta algumas evidências que sugerem que a referida explosão tenha de fato ocorrido e que ela tenha sido causada pela colisão de um pequeno asteroide com a Lua, dando origem à cratera lunar Giordano Bruno.

Na sequência Sagan apresenta o caso do psiquiatra Immanuel Velikovsky, que no início dos anos 50 publicou o livro “Mundos em Colisão” [39], um livro pseudocientífico que relaciona narrativas históricas e mitológicas com eventos astronômicos, muitos dos quais fisicamente impossíveis. O caso do Dr. Velikovsky é melhor tratado no livro “O Romance da Ciência” [14]. Embora Sagan não o cite, destacamos aqui também o livro, do final da década de 60, “Eram os Deuses Astronautas?” [40], de Erich von Däniken, um dos fundadores da pseudociência dos antigos astronautas. Já que adentramos esse terreno, citemos mais um “best-seller” da pseudociência, “O Livro Perdido de Enki”, de 1976, de Zecharia Sitchin [41].

Somos então apresentados brevemente à espectrometria e seu uso na astronomia. Com essa técnica descobrimos, por exemplo, que a atmosfera de Vênus não tem água e que o planeta é extremamente quente. O lançamento do Sputnik, primeiro satélite artificial da Terra, que se deu em 1957, marcou o início da era espacial. O programa soviético Venera, que começou na década de 60, pela primeira vez na história, pousou sondas espaciais em outro planeta, no caso o planeta Vênus. Dessa forma constatamos que Vênus apresenta um efeito estufa em larga escala. Ele é um mundo extremamente quente, com uma atmosfera extremamente densa, a pressão na superfície do planeta é cerca de 90 vezes a pressão na superfície da Terra. Como aponta Sagan, Vênus é como o Inferno, ao passo que a Terra é como o Céu.

O capítulo termina com a discussão do risco de a atividade humana elevar o efeito estufa da Terra a níveis catastróficos. A preocupação ambiental em “Cosmos” em relação à possíveis mudanças climáticas é assustadoramente atual. A questão levan-

tada por Sagan continua: “Desejaremos tolerar a ignorância e a complacência afetando toda a família humana? Valorizaremos vantagens a curto prazo em vez do bem-estar da Terra? Ou pensaremos em longa escala, considerando filhos e netos, entendendo e protegendo os complexos sistemas de sustentação de vida do nosso planeta?”

Como última observação, em “Cosmos” somos informados que a Grande Esfinge de Gizé foi construída há mais de 5.500 anos. Na verdade, ela tem em torno de 4.500 anos [42]. Como esse valor já era conhecido na década de 1970, parece se tratar apenas de um erro numérico.

### Capítulo 5 – Toadas para um planeta vermelho (*Blues for a red planet*)

O quinto capítulo/episódio tem como ênfase o planeta Marte, que é o único onde podemos ver a superfície com telescópios a partir da Terra, excluindo Mercúrio, que é visível no céu em poucos momentos ao longo do ano. O rico empresário e astrônomo amador Percival Lowell especulou sobre a existência de canais artificiais e vida em Marte. Ele influenciou enormemente o imaginário coletivo em relação ao planeta no final do século XIX. Em 1894 Lowell fundou um observatório astronômico em Flagstaff, Arizona, EUA. Foi lá que o planeta Plutão, hoje planeta-anão, foi descoberto em 1930. No episódio, temos uma pequena dramatização, quase um trailer, de “A Guerra dos Mundos”, livro de ficção científica do escritor britânico H. G. Wells, publicado em 1897. Nesse episódio temos uma segunda pequena dramatização, com algumas cenas reais da época, referente a Robert H. Goddard, um dos pioneiros nos estudos de foguetes nos EUA. No capítulo do livro, Sagan cita rapidamente Goddard, assim como seu “equivalente” russo Konstantin E. Tsiolkovsky. Destacamos que Sagan já havia escrito um capítulo sobre Goddard no livro “O Romance da Ciência” [14]. No episódio, Tsiolkovsky é citado rapidamente apenas uma vez.

Na segunda metade, temos os resultados das sondas Viking 1 e 2. Sagan destaca os experimentos dos módulos aterrizadores que exploraram a possibilidade de vida microbiana no planeta. Ele descreve o trabalho do biólogo Wolf V. Vishniac, um dos pioneiros no desenvolvimento de experimentos para identificar vida microbiana em lugares inóspitos, tanto na Terra quanto em outros planetas. Mesmo sendo estáticos, os módulos aterrizadores das Vikings representaram um novo patamar na exploração espacial. Na atualidade, destacamos os astromóveis Curiosity e Perseverance, que aterrissaram em Marte em 2012 e 2021, respectivamente [43]. Ambos continuam “andando” por Marte. Sagan termina o episódio especulando sobre como, num futuro distante, a humanidade poderá colonizar Marte.

### Capítulo 6 – Histórias de viajantes (*Travelers’ tales*)

O sexto capítulo/episódio tem como ênfase o planeta Júpiter, o qual é o maior planeta do sistema solar. O episódio da série começa com Carl Sagan em sua nave da imaginação se aproximando dos planetas gigantes, ele passa por Urano, Netuno, Saturno e Júpiter. Depois ele vai para o Laboratório de Propulsão a Jato (*Jet Propulsion Laboratory, JPL*) da NASA, em Pasadena, na Califórnia. Já o capítulo do livro se inicia diretamente no laboratório. O JPL é o responsável pelo controle das sondas espaciais gêmeas Voyager 1 (lançada em setembro 1977) e Voyager 2 (lançada em agosto 1977). Em julho de 1979, época da visita de Sagan, a Voyager 2 acabara de chegar em Júpiter. Sagan nos informa sobre os instrumentos científicos das sondas e sobre os discos fonográficos de cobre banhados a ouro com informações sobre a Terra que foram adicionados ao exterior das espaçonaves para que, num futuro distante, talvez, eles sejam encontrados por civilizações extraterrestres.

Das viagens planetárias Sagan volta no tempo até o período das grandes navegações, com destaque para o papel desempenhado pela república da Holanda. No episódio temos uma pequena dramatização para os cientistas holandeses Christiaan Huygens e Anton Van Leeuwenhoek. O primeiro um construtor de telescópios e o segundo um construtor de microscópios. Huygens foi um grande inventor, tendo construído o primeiro relógio de pêndulo. Sagan destaca o livro “Os Mundos Descobertos: Conjecturas Concernentes aos Habitantes, Plantas e Produções dos Mundos nos Planetas”. Nesse livro Huygens especula sobre a existência de vida nos demais planetas do sistema solar. Em meio à descrição da Holanda, ele faz uma pequena menção a Galileu.

Após a passagem pela Holanda do século XVII, Sagan retorna ao JPL e à recente exploração do planeta Júpiter e suas luas pela Voyager 2. Após o lançamento de “Cosmos”, a sonda alcançou Saturno em 1981, Urano em 1986 e Netuno em 1989. Desses três planetas Sagan apresenta algumas informações apenas para Saturno. Tanto o livro quanto a série são apoiados por várias fotografias e vídeos cedidos pela NASA e outros órgãos de pesquisa. De fato, “Cosmos” apresenta os mais recentes dados da época,

especialmente no quesito exploração espacial. Hoje, quase meio século após o lançamento, as Voyagers continuam suas jornadas pelo Cosmos [44].

### Capítulo 7 – A espinha dorsal da noite (*The backbone of night*)

O sétimo capítulo/episódio começa com Carl Sagan lembrando seus primeiros contatos com a astronomia em uma biblioteca do Brooklyn. No episódio da série, mas não no capítulo do livro, ele então vai até a escola primária onde estudou na infância. Ele leva várias fotografias tiradas pelas sondas Voyagers e as distribui aos alunos de uma determinada turma. Ou seja, ele está tentando instigar a curiosidade dos alunos, assim como ele mesmo foi instigado por seus pais e professores.

A reflexão seguinte, tanto na série quanto no livro, é sobre a descoberta do controle do fogo na pré-história e suas possíveis consequências. Em um lampejo de criatividade, Sagan especula sobre a possível associação por parte do homem pré-histórico de suas fogueiras aqui na Terra com as estrelas, as “fogueiras” lá no céu. Ele então nos apresenta a metáfora do povo Kung, que vive no deserto do Kalahari, sobre a natureza da Via Láctea. Para eles a Via Láctea, a região esbranquiçada do céu noturno, seria uma espécie de espinha dorsal da noite, sendo responsável por impedir a queda do céu. É importante destacar que para a latitude do Kalahari a Via Láctea é sempre vista a pino, ou seja, ela sempre passa pelo zênite. Obviamente, dessa metáfora vem o título do capítulo/episódio. Sagan também comenta o mito grego para a origem da Via Láctea. Para os gregos essa região esbranquiçada seria o rastro do leite da deusa Hera que foi esguichado de seus seios para o céu. Naturalmente, desse mito vem o nome Via Láctea, o caminho do leite.

Sagan então vai até as ruínas do templo de Hera, na ilha grega de Samos, e começa a discorrer sobre os filósofos pré-socráticos e o nascimento da filosofia da natureza nos séculos VI e V a.C.. A abordagem sobre os pré-socráticos é um tanto quanto anacrônica. Sagan os apresenta quase como proto-cientistas modernos. Na verdade, o desenrolar histórico foi muito mais intrincado do que o sugerido [45; 46]. Os pré-socráticos citados foram: Tales de Mileto, Pitágoras de Samos, Anaximandro de Mileto, Anaxágoras de Clazômenas, Empédocles de Ácragas e Demócrito de Abdera. Após os filósofos pré-socráticos são mencionados rapidamente Platão e Aristóteles de forma definitivamente errada. O último pensador grego citado foi Aristarco de Samos [28]. Destacamos que, além de superficial, a des-

crição da “ciência” grega ficou irremediavelmente equivocada.

Da Grécia Antiga, Sagan avança para o século XVII. Ele finaliza o capítulo do livro com a estimativa de Christiaan Huygens da distância da estrela Sirius. Huygens concluiu que Sirius estaria 28.000 vezes mais distante de nós do que o Sol, o que dá cerca de meio ano-luz de distância. Na verdade, a distância de Sirius é de cerca de 8,8 anos-luz. O episódio da série é encerrado com a Carl Sagan retomando a conversa com os alunos de sua antiga escola primária.

### Capítulo 8 – Viajando no espaço e no tempo (*Travels in space and time*)

O oitavo capítulo/episódio começa com Carl Sagan discorrendo sobre as diferentes interpretações para as constelações ao longo da história humana. Então ele passa a simular as posições das estrelas ao longo do espaço e do tempo. Por exemplo, a Ursa Maior vista da Terra a um milhão de anos atrás ou Andrômeda vista de outra região da galáxia no momento atual. Ele menciona as enormes distâncias intra- e intergalácticas, enfatizando o uso da unidade ano-luz, que é a distância que a luz percorre no vácuo em um ano. Então ele passa a discorrer sobre a luz e sua velocidade.

Na sequência somos levados à Toscana, na Itália. Nessa região, em 1890, o jovem Albert Einstein, então com 16 anos, passou as férias de verão com sua família. Na época Einstein havia se encantado pelo “Livro Popular da Ciência Natural” de Aaron D. Bernstein. Vemos assim que livros de divulgação científica já existiam no século XIX. Das supostas reflexões juvenis de Einstein sobre a natureza da luz somos levados a uma dramatização/simulação de alguns dos efeitos relativísticos que seriam observados ao se mover em uma motoneta próximo à velocidade da luz. A região da Toscana também foi o lar do jovem Leonardo da Vinci. Aproveitando a ligação geográfica, Sagan passa a discorrer sobre as propostas inventivas de Leonardo. Daí então, ele apresenta alguns projetos atuais de protótipos para possíveis veículos para viagens interestelares. Curiosamente, Sagan não especula sobre a viagem interestelar com espaçonaves tripuladas exclusivamente por robôs. Ele passa então a especular sobre a viagem no tempo, para o passado.

O capítulo do livro termina com a discussão da possibilidade de se desenvolver métodos para a determinação de planetas orbitando as estrelas, os ditos exoplanetas. Na série esse tópico foi desenvolvido no final do episódio 7, durante a visita de Sagan

a uma turma de sua antiga escola primária do Brooklyn. Destacamos que a busca por exoplanetas na época de lançamento de “Cosmos” ainda estava na “fase teórica”, assim ainda não se conheciam planetas fora do sistema solar. Hoje, mais de 40 anos depois, já são conhecidos milhares de exoplanetas.

O episódio da série é então finalizado com a retrospectiva da formação e evolução do sistema solar e da vida na Terra. Nessa retrospectiva Sagan especula sobre o fim dos dinossauros, talvez, estar ligado à queda de um grande meteorito.

### Capítulo 9 – As vidas das estrelas (*The lives of the stars*)

O nono capítulo/episódio começa com Carl Sagan discorrendo sobre os átomos. Ele destaca sua pequenez bem como o enorme número de átomos existentes em qualquer substância palpável do dia a dia. Ele fala sobre os aspectos básicos da química atômica, como a existência do núcleo (onde quase toda a massa está concentrada) e as partículas constituintes do átomo: os elétrons, os nêutrons e os prótons. Em termos de física de partículas, ele faz somente uma rápida menção aos quarks.

Após discorrer sobre os elementos químicos existentes atualmente na natureza Sagan se volta para a origem dos átomos. Ele nos informa que os átomos são feitos no interior das estrelas. Na maior parte das estrelas que vemos atualmente os núcleos de hidrogênio são fusionados para formar núcleos de hélio. É justamente esse processo que faz com que as estrelas emitam luz. Então ele explica como se dá o funcionamento o Sol e como será o seu fim. Daqui a cinco ou seis bilhões de anos o Sol se tornará uma anã branca.

Ele também fala sobre as supernovas, as explosões finais das estrelas que são ao menos duas vezes mais massivas do que o Sol. No episódio da série Sagan usa a nave da imaginação para ir até uma supernova. É justamente nesses eventos extremos que boa parte dos átomos mais pesados são formados. Por fim, ele fala sobre os buracos negros. Ele usa a hoje familiar analogia de uma bola rolando num lençol esticado para ensinar sobre a curvatura da estrutura do espaço-tempo gerada pela matéria. Ele então especula sobre a possibilidade de buracos negros formarem “túneis” entre duas regiões diferentes do Universo.

A meu ver, a curiosidade histórica mais interessante do capítulo/episódio é a informação referente às primeiras supernovas registradas pela espécie humana. Em 1054 os astrônomos chineses registraram o primeiro evento do tipo. Hoje os restos dessa

explosão são conhecidos como supernova do caranguejo. Na Europa os astrônomos Tycho Brahe e Johannes Kepler registraram supernovas nos anos de 1572 e 1604, respectivamente. Desde então, infelizmente, mais nenhuma supernova foi registrada em nossa galáxia.

### Capítulo 10 – O limite do eterno (*The edge of forever*)

O décimo capítulo/episódio começa com Carl Sagan discorrendo sobre a origem do Universo e a proposta do Big Bang. Na sequência ele passa a falar sobre as galáxias. No episódio da série ele usa a nave da imaginação para viajar até as galáxias mais longínquas. Ele introduz a explicação do efeito Doppler e sua aplicação para a determinação das velocidades das galáxias.

No episódio televisivo temos uma pequena dramatização para Milton L. Humason, o astrônomo assistente de Edwin P. Hubble, o principal astrônomo do Observatório Mount Wilson, em Los Angeles. Esse observatório foi detentor do maior telescópio do mundo no início do século passado. Na década de 1920 a equipe de Hubble foi responsável pelas medidas que levaram à descoberta de que as galáxias mais distantes estão se afastando de nós. Essa observação deu origem à proposta do Big Bang. Afinal, se as galáxias estão se afastando então elas estavam mais próximas no passado. Assim, voltando no tempo, deve ter havido um momento inicial em que elas começaram a se afastar. Nesse suposto momento inicial deve ter então ocorrido algo como uma grande explosão cósmica, o Big Bang. Ele também comenta sobre as recentes medidas astronômicas na região de rádio e raio-X.

Carl Sagan também discorre sobre a questão das dimensões físicas do mundo. Inspirado no livro: “Planolândia: Um Romance de Muitas Dimensões” (*Flatland: A Romance of Many Dimensions*) [47], publicado em 1884 por Edwin A. Abbott, ele desenvolve a famosa analogia do “mundo em duas dimensões”. Das consequências de uma terceira dimensão para os habitantes da “planolândia” ele especula sobre os efeitos de uma quarta dimensão para o nosso mundo. Ele conjectura sobre a geometria do espaço-tempo do Universo, em especial sobre as hipóteses de Universo aberto versus Universo fechado. Temos também reflexões sobre alguns mitos de origem do mundo, com destaque para o mito induísta de criação. Por fim, destacamos que Sagan não comenta sobre matéria escura e energia escura. Na época de lançamento de “Cosmos” esses conceitos ainda não eram discutidos.

## Capítulo 11 – A persistência da memória

(*The persistence of memory*)

No início do décimo primeiro capítulo/episódio Carl Sagan apresenta os animais que vivem no oceano, com destaque para as baleias. Na sequência ele faz a associação do som, ou “canção”, emitido por uma baleia com sua capacidade de armazenamento de informação, ou seja, a memória armazenada no cérebro. A informação retida no cérebro é aprendida ao longo da vida. Por outro lado, existe outro tipo de informação que é intrínseca ao organismo: a informação genética. As moléculas de DNA são as responsáveis por armazenar esse tipo de informação. No episódio da série Carl Sagan apresenta uma pequena simulação feita em computador para exemplificar parte do processo de cópia do DNA. Esse tipo de simulação exigia tecnologia de ponta para a época. Vale lembrar que a dupla hélice do DNA foi proposta em 1953, menos de trinta anos antes do lançamento de “Cosmos”. Já as primeiras estruturas proteicas por difração de raios-X foram obtidas somente no final da década de 50. Ou seja, o que Sagan expõe sobre o DNA e as proteínas que interagem com ele são descobertas recentes para a época. Ele passa então a descrever o funcionamento e a evolução do cérebro. Vale lembrar que o tema já havia sido analisado antes por Carl Sagan no livro “Os dragões do éden” [13]. O livro em questão foi agraciado com o prêmio Pulitzer de literatura de não ficção em 1978 [19].

Após apresentar os mecanismos genéticos e cerebrais de armazenamento de informação, Sagan nos apresenta o terceiro mecanismo: a escrita. Após o desenvolvimento da escrita as bibliotecas surgem como uma espécie de memória coletiva pública. O capítulo/episódio termina com Carl Sagan retornando aos discos fonográficos de cobre banhados a ouro que foram fixados nas espaçonaves Voyagers.

## Capítulo 12 – Encyclopaedia galactica

(*Encyclopaedia galactica*)

O décimo segundo capítulo/episódio começa com Carl Sagan discorrendo sobre a possibilidade de fazermos contato com civilizações extraterrestres, as quais viveriam em regiões espacialmente longínquas. No episódio da série televisiva temos uma pequena dramatização sobre um famoso relato de contato com alienígenas, supostamente ocorrido em 1961. O contato com uma civilização extraterrestre é uma alegação extraordinária. Mas, como disse o próprio Carl Sagan: “alegações extraordinárias requerem provas extraordinárias”. [14; 48] No

entanto, até o momento, não há nenhuma evidência consistente de contato alienígena.

Na sequência, tanto no livro quanto na série, ele se volta para o início do século XIX e a saga de Jean François Champollion e colaboradores para desvendar os hieróglifos egípcios. O evento chave para o feito foi a descoberta, em 1799, de uma estela contendo três versões de uma determinada inscrição (em hieróglifos, demótico e grego), a chamada pedra de Roseta. No episódio temos uma pequena dramatização sobre Champollion. Uma vez decifrado os hieróglifos egípcios, as civilizações modernas passaram a fazer contato em mão única com a temporalmente longínqua civilização do Egito faraônico. Em “Cosmos” nada é mencionado sobre a saga da decifração das línguas da antiga mesopotâmia.

Do antigo Egito voltamos para a busca por civilizações extraterrestres. Na atualidade essa tarefa se concentra fundamentalmente na busca por sinais de rádio, uma espécie de mensagem das estrelas. Sagan especula que se um dia recebermos uma mensagem de rádio de uma civilização extraterrestre, provavelmente, ela estará de alguma forma codificada matematicamente. O tema do contato extraterrestre foi posteriormente desenvolvido por Carl Sagan em seu romance “Contato” [20]. Ele também conjectura sobre o número de civilizações tecnológicas que poderiam existir na Via Láctea. Sua estimativa otimista é da ordem de milhões. Sagan finaliza com a suposição de que as civilizações tecnológicas poderiam comunicar entre si via ondas de rádio. Com isso, podemos imaginar a construção de uma grande enciclopédia de civilizações da nossa galáxia, a *Encyclopaedia galactica*.

## Capítulo 13 – Quem responde pela Terra?

(*Who speaks for Earth?*)

No início do décimo terceiro episódio temos uma pequena dramatização do encontro amistoso entre a expedição francesa comandada pelo Conde de La Pérouse e os tlingits, povo nativo do Alaska, ocorrido em 1786. Esse foi o primeiro contato dos tlingits com os europeus. Então, Sagan contrasta esse contato amigável com a destruição do império asteca pelos espanhóis, ocorrida no início do século XVI. No livro, esses relatos aparecem na parte final do capítulo 12.

No início do capítulo e na continuação do episódio, Carl Sagan discorre sobre a natureza dual da espécie humana, sendo capaz tanto de atos nobres quanto de atos deploráveis. Ele então considera a possibilidade da humanidade se autodestruir através de uma guerra nuclear. Vale lembrar que a série

“Cosmos” foi lançada em 1980, em plena Guerra Fria. Nesse momento da história os Estados Unidos e a União Soviética mantinham o planeta em constante estado de tensão.

Carl Sagan volta à Alexandria do século III a.C. para revisitar Eratóstenes. Novamente, ele retoma sua descrição irremediavelmente distorcida e anacrônica da Antiguidade. Sagan chega ao cúmulo de indicar um suposto perfil psicológico de Eratóstenes, o que é simplesmente impossível de ser feito. Ele termina seu *tour* por Alexandria com a filósofa neoplatônica Hipácia. Lamentavelmente, a única representante feminina mencionada em “Cosmos” viveu na Antiguidade Tardia, época de declínio da cultura grega. Além disso, essa época é retratada de forma irremediavelmente distorcida e anacrônica em “Cosmos”. Por exemplo, Sagan dá a entender que o fim da biblioteca de Alexandria teria se dado de forma abrupta em 415, no entanto, não foi bem assim que aconteceu. A biblioteca de Alexandria foi vítima de mais de um incêndio e seu prestígio foi decaindo com o tempo [49]. Na época de Hipácia a biblioteca já não tinha o vigor que tivera outrora.

Na sequência, Carl Sagan apresenta uma retrospectiva da evolução do Universo, do Big Bang até o momento atual. Ele destaca o *modus operandi* da Ciência bem como sua importância no contexto das sociedades atuais. No episódio são apresentadas algumas cenas das dramatizações anteriores. Então ele finaliza o livro/série com um chamado para que a humanidade perceba seu lugar no Cosmos e assuma sua responsabilidade para com o futuro da Terra.

### Principais temas por capítulo

Capítulo 1. Principais estruturas astronômicas. Eratóstenes e o tamanho da Terra. Biblioteca de Alexandria.

Capítulo 2. Evolução Biológica. Origem da Vida. Especulações sobre vida fora da Terra.

Capítulo 3. Constelações e calendários. Astronomia versus astrologia. Kepler e as órbitas planetárias.

Capítulo 4. Sobre o planeta Vênus. Evento de Tunguska de 1908. Cometas.

Capítulo 5. Sobre o planeta Marte. Início da exploração espacial.

Capítulo 6. Sobre o planeta Júpiter. Século XVII: grandes navegações e nascimento da Ciência.

Capítulo 7. Filosofia da natureza na Grécia Antiga. Huygens e a distância da estrela Sirius.

Capítulo 8. Sobre distâncias e tempos astronômicos. Einstein e a relatividade. Especulações sobre voos interestelares. Exoplanetas.

Capítulo 9. Gênese dos elementos químicos no interior das estrelas. Nascimento, vida e morte das estrelas.

Capítulo 10. Galáxias. Efeito Doppler e o afastamento das galáxias. Início e fim do Universo.

Capítulo 11. DNA e informação genética. Funcionamento e evolução do cérebro. Escrita e livros como uma memória coletiva.

Capítulo 12. Champollion e os hieróglifos egípcios. Especulações sobre vida em outros planetas. Contato via rádio com civilizações extraterrestres. Primeiros contatos da Europa com as Américas. Criação de uma enciclopédia dos mundos existentes na Via Láctea.

Capítulo 13. Implicações de uma guerra nuclear. Hipácia e a destruição da biblioteca de Alexandria. O *modus operandi* da Ciência. Reflexão sobre a responsabilidade da humanidade com o futuro da Terra.

### IV. Conclusão

O primeiro ponto que devemos destacar é que tanto “A Escalada do Homem” quanto “Cosmos” são obras colossais da década de 1970. Cada episódio tem duração de pouco mais de 51 minutos para a primeira série e 57 para a segunda, totalizando mais de 11 e 12 horas de gravação, respectivamente. As duas séries televisivas contaram com gravações *in loco* em diferentes regiões do mundo, bem como com algumas dramatizações. De forma geral as dramatizações de “Cosmos” são maiores e mais elaboradas do que as de “A Escalada do Homem”. A primeira edição em português do livro de Bronowski (de dimensões 17,5 por 24,5 cm) possui 448 páginas [9]. Já a obra de Sagan (de dimensões 20 por 26 cm) possui 364 páginas [21]. Os livros apresentam mais de 200 figuras cada. Ambas as obras foram apoiadas por fotografias e vídeos produzidos por importantes instituições acadêmicas e de pesquisa. Elas apresentam alguns dos mais recentes avanços científicos da época. Além disso, foram os primeiros empreendimentos sistemáticos de divulgação científica na televisão, alcançando milhões de pessoas mundo afora.

Ao mesmo tempo, também não podemos esquecer que tanto “A Escalada do Homem” quanto “Cosmos” são produtos a serem vendidos. Tendo isso em mente, entendemos melhor a existência de passagens sensacionalistas e anacrônicas, as quais dão a impressão de que um determinado personagem, o gênio do momento, desvendou um certo ramo do conhecimento de forma autônoma. O fato é que a maior parte dos desenvolvimentos científicos se de-

ram de forma gradual, com a contribuição de várias pessoas. Entretanto, se os autores fossem detalhar os desenvolvimentos históricos de forma academicamente acurada a série perderia grande parte de sua atratividade para o público geral, vendendo menos e alcançando menos pessoas. Assim, fica claro que há uma tensão entre a descrição “acadêmica” e a descrição “popular”.

Analisando apenas “A Escalada do Homem” vemos que o livro segue a série de forma próxima, sendo ele fundamentalmente uma transcrição de parte do que é relatado na série. Bronowski apresenta, em linhas gerais, o desenvolvimento da humanidade desde o “nascimento” do *Homo sapiens* até a Física Quântica e a Genética Moderna, passando pela Revolução Agrícola, o domínio do fogo, o Renascimento, a Revolução Científica, a Revolução Industrial, a Teoria da Evolução, a Teoria da Relatividade, o funcionamento do cérebro, a estrutura subjacente da matéria e outros. Enfatizamos que ele não desenvolve a temática da exploração espacial. Estranhamente, a meu ver, a abordagem lúcida de “A Escalada do Homem” [9] destoa significativamente da abordagem geral encontrada em outras obras de Bronowski [5; 6]. Talvez ele tenha se empenhado mais. Ou, talvez, ele tenha propositalmente mudado de abordagem. Ou, talvez, ele tenha recebido ajuda significativa do produtor Adrian Malone na hora de escrever sua obra mais famosa, como sugere Keay Davidson [22]. Em “A Escalada do Homem” Bronowski não faz referência a nenhuma cientista mulher. Ele também não discorre sobre aquecimento global ou qualquer outra questão ambiental. Vale lembrar que ele trabalhou para o governo inglês no “Conselho Nacional do Carvão” de 1950 a 1963. Assim, não parece ser coincidência a ausência da agenda ambiental.

Analisando apenas “Cosmos” vemos que boa parte do livro não segue a série de forma próxima, como uma transcrição. Além disso nem tudo que aparece na série está também no livro, por exemplo, o calendário cósmico (final do episódio 1) já havia sido desenvolvido previamente no livro “Os Dragões do Éden” [13]. Sagan apresenta, em linhas gerais, um passeio por algumas das grandes realizações científicas da humanidade, com destaque para a exploração espacial. Vale lembrar que ele era um astrônomo e astrofísico profissional. A meu ver, a abordagem lúcida de “Cosmos” [21] é similar à abordagem geral encontrada em outras obras do autor [13]-[18]. Sagan não dá destaque a nenhuma mulher cientista. Seguindo a sugestão de Ann Druyan [22], ele introduziu a única representante feminina mencionada em “Cosmos”, a filósofa neoplatônica

Hipácia, que viveu na Antiguidade Tardia e da qual conhecemos quase nada. Por falar em Antiguidade, esse período histórico é pouco mencionado por Sagan, mas quase sempre em que é mencionado ele é retratado de forma superficial e irremediavelmente equivocada. Acredito que os leitores de “Cosmos” estarão em melhor situação se desconsiderarem a parte que Carl Sagan fala sobre a Ciência na Antiguidade. Por fim, a temática do aquecimento global e questões ambientais é mencionada rapidamente no final do capítulo/episódio 4. Sagan foi um cientista atuante na divulgação dos perigos decorrentes de um possível aquecimento global, bem com de uma possível guerra nuclear.

Quando comparamos as duas obras, vemos que Sagan parece evitar dar destaque nos personagens destacados por Bronowski. Por exemplo, ao apresentar a Teoria da Evolução, Bronowski dá destaque às contribuições de Darwin e Wallace, já Sagan quase não desenvolve suas contribuições. Outro exemplo, ao falar da Revolução Científica do século XVII Bronowski dá destaque a Galileu e Newton, já Sagan dá destaque a Kepler. Em termos de similaridades, destacamos que em ambas as séries encontramos simulações de efeitos relativísticos, Bronowski os apresenta a partir do movimento de um bonde (episódio 6) e Sagan a partir do movimento de uma motoneta (episódio 8). Em certo sentido “Cosmos” pode ser visto como uma continuação de “A Escalada do Homem”.

Outro ponto que merece ser destacado é que as duas obras foram desenvolvidas no período da Guerra Fria. Bronowski, que trabalhou para o governo britânico no esforço de guerra e no período da corrida armamentista nuclear, optou por praticamente não falar sobre os riscos de uma Guerra Nuclear. Ele também optou por não abordar nenhum cientista soviético. Na verdade, o único representante russo que ele abordou foi Dmitri Mendeleev, que viveu antes da revolução soviética de 1917. Nesse aspecto convém mencionar a postura ambígua de Bronowski, especialmente de 1946 a 1956, que por um lado defendia publicamente o uso pacífico da energia nuclear e por outro lado ajudava a esconder o projeto inglês de fabricação de armas nucleares [3].

Já Carl Sagan, que não trabalhou no esforço de guerra e não ocupou postos governamentais, além de ter vivido num momento mais tenso da Guerra Fria, discorreu com certa frequência sobre a possibilidade de uma Guerra Nuclear, a qual poderia resultar em um apocalipse nuclear. Como consequência, em “Cosmos” temos uma certa desconfiança sobre o futuro da humanidade. Por exemplo, em alguns

momentos Sagan utiliza: “se não nos autodestruirmos ...” .

Esperamos que o artigo seja utilizado pelos interessados como uma introdução e/ou leitura paralela complementar aos livros/séries em questão. Dessa forma, o leitor poderá ampliar o ganho advindo do contato com as obras-primas de Jacob Bronowski e Carl Sagan.

## Referências

- [1] J. Bronowski, *Um Sentido do Futuro*. Tradução: S. Bath. Brasília: Editora Universidade de Brasília (1978).
- [2] NYT: Bronowski’s Obituary. Acessado em 01/06/2024.
- [3] R. Desmarais, *Jacob Bronowski: a humanist intellectual for an atomic age, 1946–1956*. The British Journal for the History of Science **45**, (4) 573 (2012).
- [4] D. Edgerton, *Bronowski: the complex life of a science popularizer*. Nature **571**, 32 (2019).
- [5] J. Bronowski, *O Senso Comum da Ciência*. Tradução: N.R. da Silva. Belo Horizonte: Editora Itatiaia (1977).
- [6] J. Bronowski, *Ciência e Valores Humanos*. Tradução: A. Letal. Belo Horizonte: Editora Itatiaia (1979).
- [7] J. Bronowski, *As Origens do Conhecimento e da Imaginação*. Tradução: M.J.A.C. Pentado. Brasília: Editora Universidade de Brasília (1985).
- [8] J. Bronowski, *O Olho Visionário: Ensaios Sobre Arte, Literatura e Ciência*. Tradução: S. Bath. Brasília: Editora Universidade de Brasília (1998).
- [9] J. Bronowski, *A Escalada do Homem*. Tradução: N. Negrão. São Paulo: Martins Fontes (1979).
- [10] T. Sandefur, *Chapter 13: The ascent of man*. In: *The Ascent of Jacob Bronowski: The life and ideas of a popular science icon*. Amherst: Prometheus Books (2019).
- [11] NYT: Sagan’s Obituary. Acessado em 01/06/2024.
- [12] J.A. Burns, P.J. Gierasch, Y. Terzian, *Carl Edward Sagan*. Physics Today **50**, (9) 94 (1997).
- [13] C. Sagan, *Os Dragões do Éden: Especulações Sobre a Evolução da Inteligência Humana*. Tradução: S.A. Teixeira, M.G.D. de Oliveira. 3ª edição. Rio de Janeiro: Francisco Alves (1983).
- [14] C. Sagan, *O Romance da Ciência*. Tradução: C.A. Medeiros. Rio de Janeiro: Francisco Alves (1985).
- [15] C. Sagan, *O Pálido Ponto Azul: Uma Visão do Futuro da Humanidade no Espaço*. Tradução: R. Eichenberg. 2ª edição. São Paulo: Companhia das Letras (2019).
- [16] C. Sagan, *O Mundo Assombrado pelos Demônios: A Ciência vista como uma Vela no Escuro*. Tradução: R. Eichenberg. São Paulo: Companhia das Letras (2006).
- [17] C. Sagan, *Bilhões e Bilhões: Reflexões sobre Vida e Morte na Virada do Milênio*. Tradução: R. Eichenberg. São Paulo: Companhia das Letras (1998).
- [18] C. Sagan, *Variiedades da Experiência Científica: Uma Visão Pessoal da Busca por Deus*. Tradução: F. Ravagnani. São Paulo: Companhia das Letras (2008).
- [19] 1978 Pulitzer Prize. Acessado em 01/06/2024.
- [20] C. Sagan, *Contato*. Tradução: D.M. Garschagen. São Paulo: Companhia das Letras (1997).
- [21] C. Sagan, *Cosmos*. Tradução: A.N. Machado. Rio de Janeiro: Francisco Alves (1985).
- [22] K. Davidson, *Chapter 13: Cosmos*. In: C. Sagan, *A Life*. New York: John Wiley and Sons (1999).
- [23] Cleveland Museum of Natural History. Acessado em 01/09/2024.
- [24] Y.N. Harari, *Sapiens: Uma Breve História da Humanidade*. Tradução: J. MarcoAntonio. 50ª edição. Porto Alegre: LPM (2020).
- [25] I. Filkelstein, N.A. Silberman, *A Bíblia Desenterrada*. Tradução: N. Schneider. Petrópolis: Editora Vozes (2018).
- [26] G.S. Kirk, J.E. Raven, M.Schofield, *Os Filósofos Pré-socráticos: História Crítica com Seleção de Textos*. Tradução: C.A.L. Fonseca. 7ª edição. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian (2010).
- [27] G. Ifrah, *Os Números: A História de Uma Grande Invenção*. Tradução: S.M.F. Senra. Rio de Janeiro: Editora Globo (1989).
- [28] L.V. Freitas, R.M. Santucci, I.A. Marques, *Reinventando o método de Aristarco*. Rev. Bras. Ens. Fis. **43**, e20210062 (2021).
- [29] G. Braun, D. Tierney, H. Schmitzer, *How Rosalind Franklin Discovered the Helical Structure of DNA: Experiments in Diffraction*. The Physics Teacher **49**, 140 (2011).
- [30] N.D. Tyson, *The Pluto Files: The Rise and Fall of America’s Favorite Planet*. New York: W.W. Norton and Company (2009).
- [31] T.M. Gomes, I.A. Marques, *Reinventando o método de Eratóstenes*. Rev. Bras. Ens. Fis. **45**, e20220307 (2023).
- [32] The Nobel Prize in Physics 2019.

- [33] C. Darwin, *Sobre a Origem das Espécies por Meio da Seleção Natural ou a Preservação das Raças Favorecidas na Luta Pela Vida*. Tradução: D.M. Miranda. São Paulo: Edipro (2018).
- [34] R. Dawkins, *O Gene Egoísta*. Tradução: R. Rubino. São Paulo: Companhia das Letras (2007).
- [35] A.M. Velasquez-Toribio, M.V. Oliveira, *Primeiro modelo matemático da cosmologia: as esferas concêntricas de Eudoxo*. Rev. Bras. Ens. Fis. **41**, (2) e20180096 (2019).
- [36] Comet Shoemaker Levy 9. Acessado em 01/06/2024.
- [37] Comet 67P Churyumov Gerasimenko. Acessado em 01/06/2024.
- [38] A.H. Knoll, *Uma Breve História da Terra: 4 Bilhões de Anos em Oito Capítulos*. Tradução: C. Bacci Jr.. Rio de Janeiro: Alta Books (2023).
- [39] I. Velikovsky, *Mundos em Colisão*. Tradução: D.M. Bonilha. São Paulo: Melhoramentos (1981).
- [40] E. von Däniken, *Eram os Deuses Astronautas?*. Tradução: E.G. Kalmus. São Paulo: Melhoramentos (2010).
- [41] Z. Sitchin, *O Livro Perdido de Enki: Memórias e Profecias de um Deus Extraterrestre*. Tradução: R. Brabo. São Paulo: Madras (2020).
- [42] P. Johnson, *Egito Antigo*. Tradução: A. Pucheu. Rio de Janeiro: Ediouro (2010).
- [43] Nasa's Perseverance Rover. Acessado em 01/06/2024.
- [44] NASA – Voyager Interstellar Messengers. Acessado em 01/09/2024.
- [45] D.W. Graham, *Explaining the Cosmos: The Ionian Tradition of Scientific Philosophy*. Princeton: Princeton University Press (2006).
- [46] D.L. Couprie, *When the Earth Was Flat: Studies in Ancient Greek and Chinese Cosmology*. New York: Springer (2018).
- [47] E.A. Abbott, *Planolândia: Um romance de muitas dimensões*. São Paulo: Tordesilhas (Alaúde Editorial Ltda.) (2021).
- [48] D. Deming, *Do Extraordinary Claims Require Extraordinary Evidence?*. *Philosophia* **44**, 1319 (2016).
- [49] L. Casson, *Bibliotecas no Mundo Antigo*. Tradução: C. Antunes. São Paulo: Vestígio (2018).