

OS DRAGÕES DO ÉDEN

CARL SAGAN



INTRODUÇÃO

Na boa oratória, não é necessário que a mente do orador conheça bem o assunto sobre o qual ele vai discorrer?
PLATÃO – *Fredo*

Não sei onde encontrar na literatura, antiga ou moderna, uma descrição adequada da natureza com o qual estou acostumado. A mitologia é o que mais se aproxima.
HENRY DAVID THOREAU – *The Journal*

Jacob Bronowski foi um dos integrantes de um pequeno grupo de homens e mulheres que em todas as épocas consideraram todo o conhecimento humano – as artes e ciências, a filosofia e a psicologia – interessante e acessível. Ele não se limitou a uma única disciplina, mas abrangeu todo o panorama do aprendizado humano. O livro e a série na televisão, *A escalada do Homem*, representam excelente material didático e magnífica exposição; constituem de certa forma um relato de como os seres humanos e o cérebro humano evoluíram juntos.

Seu último capítulo/episódio, chamado “*A Longa Infância*”, descreve o extenso período de tempo – mas longo em relação à duração de nossas vidas do que qualquer outra espécie – no qual os seres humanos mais jovens dependem dos adultos e exibem imensa plasticidade, ou seja, a capacidade de adquirir conhecimento a partir do seu ambiente e de sua cultura. A maior parte dos organismos terrestres depende de sua informação genética que é “preestabelecida” no sistema nervoso em intensidade muito maior do que a informação extragenética, que é adquirida durante toda a vida. No caso dos seres humanos, e na verdade no caso de todos os mamíferos, ocorre exatamente o oposto. Embora nosso comportamento seja ainda bastante controlado pela herança genética, temos, através de nosso cérebro, uma oportunidade muito mais de trilhar novos caminhos comportamentais e culturais em pequena escala de tempo. Fizemos uma espécie de barganha com a natureza: nossos filhos serão difíceis de criar, mas em compensação, sua capacidade de adquirir novo aprendizado aumentará sobremaneira as probabilidades de sobrevivência da espécie humana. Além disso, os seres humanos descobriram nos últimos milênios de nossa existência não apenas o conhecimento extragenético, mas também o extra-somático: informação armazenada fora de nossos corpos, da qual a escrita é o exemplo mais notável.

A escala de tempo para a transformação evolutiva ou genética é muito longa. O período característico para a emergência de uma espécie adiantada a partir de outra talvez seja de 100 mil anos, e frequentemente as diferenças de comportamento entre espécies estreitamente relacionadas – digamos, leões e tigres – não parecem muito grandes. Um exemplo da recente evolução dos sistemas orgânicos do homem é o dos nossos dedos dos pés. O dedo grande desempenha importante função no equilíbrio da marcha; os outros dedos têm utilidade muito menos evidente. Naturalmente que evoluíram a partir de apêndices digitiformes próprios para a preensão e o balanço, como ocorreu com os antropóides e macacos. Essa evolução constitui uma reespecialização – a adaptação de um sistema orgânico, que evoluiu originalmente para desempenhar uma função, a outra função inteiramente diversa – que precisou de mais ou menos 10 milhões de anos para surgir. (Os pés do gorila das montanhas sofreram evolução semelhante, porém bastante independente).

Mas hoje *não temos* de esperar 10 milhões de anos para o próximo progresso. Vivemos numa época em que nosso mundo se transforma em velocidade sem precedentes. Embora essas transformações sejam feitas em grande parte por nós mesmos, não podemos ignorá-las. Temos de adaptar, ajustar e controlar, caso contrário pereceremos.

Somente um sistema de aprendizado extragenético poderia, talvez, fazer frente às circunstâncias em rápida mutação com as quais nossa espécie se defronta. Por conseguinte, a rápida e recente evolução da inteligência humana não é apenas a causa, mas também a única solução concebível para os problemas mais sérios que nos afligem. Uma melhor compreensão da natureza e da evolução da inteligência humana pode

possivelmente ajudar-nos a encarar de forma inteligente nosso futuro desconhecido e perigoso.

Estou interessado na evolução da inteligência também por outro motivo. Temos agora sob nosso comando, pela primeira vez na história, uma poderosa arma – o grande radiotelescópio – capaz de estabelecer comunicação através de imensas distâncias interestelares. Estamos apenas começando a utilizá-lo, ainda de forma hesitante e incipiente, mas em ritmo cada vez mais acelerado para determinar se outras civilizações em mundos incrivelmente distantes e exóticos estão nos enviando mensagens de rádio. Tanto a existência dessas outras civilizações quanto a natureza das mensagens que podem estar enviando dependem da universalidade do processo de evolução da inteligência que ocorrer na Terra. Possivelmente, algumas pistas ou enfoques úteis na indagação a respeito da inteligência extraterrestre possam derivar de uma investigação da evolução da inteligência terrestre.

Fiquei satisfeito e honrado em levar a primeira Conferência sobre Filosofia Natural de Jacob Bronowski, em novembro de 1975, à Universidade de Toronto. Ao escrever este livro, expandiu-se substancialmente o âmbito daquela conferência e recebi em troca uma estimulante oportunidade de conhecer algo acerca de assuntos aos quais nunca me dediquei em profundidade. Achei irresistível a tentação de sintetizar algo do que aprendi em um quadro coerente e apresentar algumas hipóteses sobre a natureza e a evolução da inteligência humana que podem ser inéditas ou que, pelo menos, ainda não foram amplamente discutidas.

O assunto é difícil. Embora eu possua uma formação experimental em biologia, e tenha trabalhado durante muitos anos com a origem e a evolução inicial da vida, obtive pouca formação, em, por exemplo, anatomia e fisiologia cerebral. Em vista disso, apresento os conceitos que se seguem com razoável grau de apreensão; sei muito bem que muitos deles são especulativos e que só podem e que só podem ser aceitos ou rejeitados à luz da experiência. Na pior das hipóteses, esta pesquisa me proporcionou a oportunidade de penetrar em um assunto palpitante; talvez minhas observações estimulem outros a aprofundarem-se ainda mais.

O grande princípio da biologia – aquele que, até onde sabemos, distingue as ciências biológicas das ciências físicas – é a evolução da seleção natural, a brilhante descoberta de Charles Darwin e Alfred Russel Wallace em meados do século XIX. Graças à seleção natural, a sobrevivência preferencial e à replicação de organismos que por acaso se adaptam melhor ao ambiente é que surgiram a elegância e a beleza de formas de vida contemporâneas. O desenvolvimento de um sistema orgânico tão complexo quanto o cérebro deve ligar-se intrinsecamente aos primórdios da história da vida, seus surtos, crises e becos sem saída, a tortuosa adaptação de organismos a condições em permanente transformação, expondo novamente uma forma de vida, outrora sumamente adaptada, ao risco de extinção. A evolução é fortuita e não-planejada. Somente graças à morte de um imenso número de organismos ligeiramente mal-adaptados é que, com cérebro e tudo, estamos aqui hoje.

A biologia assemelha-se mais à história do que à física; os acidentes, os erros e circunstâncias felizes do passado determinam poderosamente o presente. Ao abordamos problemas biológicos tão difíceis, quais sejam a natureza e a evolução da inteligência humana, parece-me pelo menos prudente conferir razoável peso aos argumentos derivados da evolução do cérebro.

Minha premissa fundamental acerca do cérebro é que suas atividades – aquilo que às vezes chamamos de “mente” – representam uma consequência de sua anatomia e de sua fisiologia e nada mais. A “mente” pode ser uma consequência de ação dos componentes do cérebro de forma individual ou coletiva. Alguns processos podem

constituir uma função do cérebro como um todo. Alguns estudiosos do assunto parecem ter concluído que, em virtude de não conseguirem isolar e localizar todas as funções cerebrais superiores, nenhuma geração futura de neuranatomistas será capaz de alcançar esse objetivo. Mas a ausência de provas não prova a ausência. Toda a história recente da biologia mostra que somos, até certo ponto, resultado das interações com arranjo extremamente complexo de moléculas; o aspecto da biologia outrora considerado seu segredo mais recôndito, a natureza do material genético, agora foi fundamentalmente compreendido em termos de química dos seus ácidos nucléicos constituintes, **ADN** e **ARN**, e seus agentes operacionais, as proteínas. Existem muitos exemplos na ciência, e particularmente na biologia, onde aqueles indivíduos mais próximos da complexidade do assunto possuem um sentido mais desenvolvido (e, em última análise, errôneo) da incapacidade de abordá-lo do que aqueles mais afastados. Por outro lado, aqueles muito distantes podem, estou bem convicto, confundir ignorância com perspectiva. De qualquer forma, tanto pela clara tendência para apóia-la, não sustentarei nestas páginas quaisquer hipóteses sobre aquilo que costumavam chamar de dualismo mente-corpo, a idéia de que, habitando a matéria orgânica, existe algo de natureza um tanto diversa denominado mente.

Parte do deleite proporcionado por este assunto vem de seu contato com todas as áreas do interesse humano, particularmente com a possível interação entre os panoramas obtidos a partir da fisiologia cerebral e a introspecção humana. Há, felizmente, uma longa história dessa última, e nos tempos primordiais, as mais ricas, intrincadas e profundas eram chamadas mitos. “Mitoses”, declarou Salustius no século IV, “são coisas que nunca aconteceram mas que sempre existiram”. Nos diálogos de Platão e em *A República*, toda vez que Sócrates faz alusão a um mito – a parábola da caverna, para citar o exemplo mais famoso – sabemos que chegamos a algo central.

Não estou empregando aqui a palavra “mito” com seu significado popular de algo amplamente aceito e contrário à realidade, mas em seu sentido anterior, como uma metáfora de alguma sutileza sobre um assunto difícil de descrever de outra maneira. Em vista disso, entremeei na exposição de páginas seguintes eventuais excursões aos mitos antigos e modernos. O próprio título do livro decorre da inesperada confluência de vários mitos diferentes, tradicionais e contemporâneos.

Muito embora eu deseje que algumas de minhas conclusões tenha interesse para aqueles que se dedicam profissionalmente ao estudo da inteligência humana, escrevi esse livro para os leigos interessados. O Capítulo II apresenta argumentos de dificuldade um tanto maior que o restante desta pesquisa, mas mesmo assim, espero, é acessível, bastando um pequeno esforço. Daí por diante a leitura do livro corre fácil. Termos técnicos ocasionais geralmente são definidos quando usados pela primeira vez e encontram-se reunidos no glossário. As ilustrações e o glossário constituem reforços adicionais para ajudar aqueles que não possuem formação científica prévia, embora compreender meus argumentos e concordar com eles não sejam, suponho, a mesma coisa.

Em 1754, Jean Jacques Rousseau, no parágrafo inicial de sua *Dissertação Sobre a Origem e a Base da Desigualdade da Espécie Humana* escreveu:

Importante quanto seja, a fim de formar juízo adequado do estado natural do homem, considera-lo a partir de sua origem... não percorrerei sua organização através de desenvolvimento sucessivos... Neste terreno eu não poderia formar senão conjecturas vagas e quase imaginárias. A anatomia comparada ainda fez muito poucas descobertas e as observações dos naturalistas são por demais incertas para constituírem base adequada para qualquer raciocínio sólido.

As precauções de Rousseau de mais de dois séculos atrás ainda são válidas. Tem havido, porém, notável progresso na investigação tanto da anatomia comparada do cérebro quando do comportamento animal e humano, o que ele, corretamente,

considerava fundamental para o problema. É possível que não seja prematuro hoje tentar uma síntese preliminar.

CAPÍTULO 1

CALÉNDARIO CÓSMICO

O que foi que viste no sombrio passado e no abismo do tempo?
WILLIAM SHAKESPEARE – *A Tempestade*

O mundo é muito velho e os seres humanos, muito recentes. Os acontecimentos importantes em nossas vidas pessoais são medidos em anos ou em unidades ainda menores; nossa vida, em décadas; nossa genealogia familiar, em séculos e toda a história registrada, em milênios. Contudo, fomos precedidos por uma apavorante perspectiva do tempo, estendendo-se a partir de períodos incrivelmente longos do passado, a respeito dos quais pouco sabemos – tanto por não existirem registros quanto pela real dificuldade de concebermos a imensidade dos intervalos compreendidos.

Mesmo assim, somos capazes de localizar no tempo os acontecimentos do passado remoto. A estratificação geológica e a marcação radiativa proporcionam informação quanto aos eventos arqueológicos, paleontológicos e geológicos; a teoria astrofísica fornece dados a respeito das idades das superfícies planetárias, das estrelas e da galáxia da Via Láctea, assim como uma estimativa do tempo transcorrido desde a Grande Explosão (*Big Bang*) que envolveu toda a matéria e a energia do universo atual. Essa explosão pode representar o início do universo ou pode constituir uma descontinuidade na qual a informação da história primitiva do universo foi destruída. Esse é certamente o acontecimento mais remoto do qual temos qualquer registro.

O modo mais didático que conheço para expressar essa cronologia cósmica é imaginar a vida de 15 bilhões de anos do universo (ou pelo menos sua forma atual desde a Grande Explosão) condensada em um ano. Em vista disso, cada bilhão de anos da história da Terra corresponderia a mais ou menos 24 dias de nosso ano cósmico, e um segundo daquele ano a 475 revoluções reais da Terra ao redor do Sol. Nas páginas seguintes, apresento a cronologia cósmica em três formas: uma lista de alguns períodos representativos anteriores a dezembro, um calendário do mês de dezembro e uma visão

mais pormenorizada do final da noite da véspera do Ano Novo. Nessa escala, os acontecimentos de nossos livros de história – mesmo aqueles que fazem razoável esforço para desprovincializar o presente – são tão comprimidos que se toma necessário fazer uma recontagem, segundo a segundo, dos últimos segundos do ano cósmico. Mesmo então, encontramos exemplos classificados como contemporâneos que aprendemos a considerar como amplamente separados no tempo. Na história da vida, uma tapeçaria igualmente rica deve ter sido tecida em outros períodos – por exemplo, entre 10h 02min e 10h 03min na manhã do dia 6 de abril ou 16 de setembro ou qualquer outro dia. Contudo, só dispomos de registros pormenorizados dos últimos momentos do ano cósmico.

A cronologia corresponde aos melhores indícios atualmente disponíveis. No entanto, esta é bastante duvidosa. Ninguém se espantaria se, por exemplo, fosse descoberto que as plantas colonizaram a terra Período Ordoviciano em vez de fazê-lo no Período Siluriano; ou que os vermes segmentados apareceram mais cedo no Período Pré-Cambriano do que é indicado. Além disso, na cronologia dos 10 últimos segundos do ano cósmico, foi-me evidentemente impossível incluir todos os acontecimentos importantes: espero ser perdoado por não ter mencionado explicitamente os progressos na arte, na música e na literatura, ou as revoluções americana, francesa, russa e chinesa, importantes do ponto de vista histórico.

DATAS ANTERIORES A DEZEMBRO

Grande Explosão	1º de Janeiro
Origem da Via Láctea	1º de Maio
Origem do Sistema Solar	9 de Setembro
Formação da Terra	14 de Setembro
Origem da Vida na Terra	25 de Setembro*
Formação das Rochas mais Antigas que se conhecem	1º de Novembro*
Fósseis mais Antigos (Bactérias e Algas Verde-azuladas)	9 de outubro
Surgimento do Sexo (Microorganismos)	1º de Novembro*
Plantas Fotossintéticas Fósseis mais Antigas	12 de novembro
Eucariotas (Primeiras Células Providas de Núcleo)	15 de novembro

*Aproximadamente

CALENDÁRIO CÓSMICO DEZEMBRO

DOMINGO	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	SÁBADO
	1 Começa a surgir na Terra a atmosfera de oxigénio.	2	3	4	5 Extenso vulcanismo e formação de canais em Marte.	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16 Primeiros Vermes	17 Final da Era Pré-Cambriana. Início da Era Paleozóica e Período Cambriano. Prosperam os invertebrados.	18 Primeiro Plácton oceânico. Prosperam os trilobitas.	19 Período Ordoviciano. Primeiros peixes, primeiros vertebrados.	20 Período Siluriano. Primeiras plantas vascularizadas. Plantas começam a colonizar a terra.
21 Início do Período Devoniano. Primeiros insetos. Animais começam a colonizar a Terra.	22 Primeiros anfíbios. Primeiros insetos alados.	23 Período Carbonífero. Primeiras árvores. Primeiros répteis.	24 Início do Período Permiano. Primeiros dinossauros.	25 Final da Era Paleozóica. Início da Era Mesozóica.	26 Período Triássico. Primeiros Mamíferos.	27 Período Jurássico. Primeiras aves.
28 Período Cetáceo. Primeiras flores. Extinção dos dinossauros.	29 Final da Era Mesozóica. Início da Era Cenozóica e do Período Terciário. Primeiros cetáceos. Primeiros Primatas.	30 Evolução inicial dos lobos frontais nos cérebros dos primatas. Primeiros homínídeos. Mamíferos gigantes prosperam.	31 Final do Período Pliocénico. Período Quaternário (Pleistocénico e Holocénico). Primeiros seres humanos.			

A construção de quadros e calendários desse tipo é inevitavelmente humilhante. É desconcertante que, em tal ano cósmico, a Terra não se tenha condensado a partir da matéria interestelar antes do início de setembro; que os dinossauros tenham surgido na noite de Natal; que as flores tenham emergido no dia 28 de dezembro e os homens e mulheres tenha aparecido às 22h 30min do último dia do ano. Toda a história conhecida ocupa os últimos 10 segundos do dia 31 de dezembro; e o tempo compreendido entre o declínio da Idade Média e o presente ocupa pouco mais que um segundo. Mas, em virtude de ter sido feito o arranjo desse modo, o primeiro ano cósmico acabou de findar. E, apesar da insignificância do instante que ocupamos até agora no tempo cósmico, é claro que o destino das coisas na Terra e em suas proximidades dependerá muito do conhecimento científico e da sensibilidade própria da humanidade.

CAPÍTULO 2

GENES E CÉREBROS

Que é o martelo? Que é a corrente?
Em que fornalha estava teu cérebro?
Que é a bigorna? Que mão terrível
Ousará manipular seus terrores mortais?
WILLIAM BLAKE – *The Tyger*

De todos os animais, o homem é aquele que possui o maior cérebro em relação ao seu tamanho.

ARISTÓTELES – *As partes dos Animais*

A evolução biológica tem sido acompanhada de crescente complexidade. Os mais complexos organismos da Terra hoje contêm consideravelmente mais informação armazenada, tanto genética quanto extragenética, do que os mais complexos organismos de, digamos, 200 milhões de anos atrás – que representam cinco por cento da vida no planeta, ou seja, cinco dias atrás no Calendário Cósmico. Os mais simples organismos da Terra hoje possuem tanta história evolutiva atrás de si quanto o mais complexo deles, e é perfeitamente possível que a bioquímica interna das bactérias contemporâneas seja mais eficiente do que a bioquímica interna das bactérias de três bilhões de anos atrás. Mas a quantidade de informação genética das bactérias atuais provavelmente não é maior do que a de seus ancestrais bacterianos arcaicos. É importante distinguir entre a quantidade de informação e a qualidade dessa informação.

As diversas formas de vida classificam-se em grupos de amplitude crescente. As maiores divisões taxonômicas fazem distinção entre as plantas e os animais ou entre os organismos portadores de núcleos pouco desenvolvidos em suas células (como bactérias e as algas verde-azuladas) e os que têm núcleos nitidamente demarcados e elaboradamente arquitetados (como os protozoários e os seres humanos). Todos os organismos do planeta Terra, entretanto, tenham ou não núcleos bem-definidos, possuem cromossomos, que contêm o material genético passado de geração a geração. Em todos os organismos, as moléculas hereditárias são constituídas por ácidos nucleicos. Com algumas exceções sem importância, o ácido hereditário é sempre a molécula conhecida como **ADN** (ácido desoxirribonucléico). Há outras divisões subsequentes entre vários tipos de plantas e animais, chegando às espécies, subespécies e raças.

Uma espécie é um grupo capaz de produzir prole fértil através de cruzamento com outros membros da própria espécie, mas não de outras. O acasalamento de gerações diferentes de cães produz filhotes que, quando crescidos, serão cães competentes sob o ponto de vista reprodutor. Mas os cruzamentos entre espécies –

mesmo quando semelhantes, como é o caso dos burros e cavalos – produzem prole estéril (nesse caso, as mulas). Os burros e cavalos são, portanto, classificados como espécies diferentes. Acasalamentos viáveis, mas estéreis, de espécies mais separadas – leões e tigres, por exemplo – por vezes ocorrem e se, por um raro acaso, a prole for fértil, isso só indica que a definição da espécie é um tanto confusa. Todos os seres humanos são membros da mesma espécie, *Homo sapiens*, que significa no latim mais otimista “Homem, o sábio”.

Nossos prováveis ancestrais, o *Homo erectus* e o *Homo habilis* – agora extintos – são classificados no mesmo gênero (*Homo*), mas em espécie diferente, embora ninguém (pelo menos nos últimos tempos) tenha tentado as experiências adequadas para observar se o cruzamento deles conosco produziria uma prole fértil.

Outra se acreditava piamente que cruzamento entre organismos extremamente diferentes poderiam gerar prole. O Minotauro, morto por Teseu, era tido como resultado de um cruzamento entre um touro e uma mulher. O historiador romano Plínio sugeriu que o avestruz, então recém-descoberto, resultava do cruzamento entre a girafa e o mosquito. (Teria de ser, suponho, uma girafa fêmea e um mosquito macho). Na prática, devem existir muitos cruzamentos não tentados em vista de uma compreensível falta de motivação.

O gráfico apresentado na página 13 deste capítulo será repetidamente mencionado no seu decorrer. A curva continua mostra as épocas da emergência de diversas formas de vida importantes. Naturalmente que existem muitas outras formas que não foram assinaladas nos poucos pontos da figura. Mas a curva é representativa de uma série muito maior de pontos que seriam necessários para caracterizar as dezenas de formas separadas que surgiram durante a história da vida em nosso planeta. As principais formas que evoluíram mais recentemente são, sem sombra de dúvida, as mais complicadas.

Uma certa noção de complexidade de um organismo pode ser obtida simplesmente ao se considerar seu comportamento – ou seja, o número de diferentes funções que é intimado a desempenhar no decurso de sua vida. Mas a complexidade também pode ser avaliada em termos do conteúdo mínimo de informação no material genético do organismo. Um cromossomo humano típico possui apenas uma molécula de **ADN**, muito longa e que se enrola, de forma que o espaço ocupado é muito menor do que seria, não fosse a forma espiralada. Essa molécula de **ADN** é composta de blocos menores, um pouco semelhante aos degraus e lados de uma escala de corda. Esses blocos são chamados nucleotídeos e comportam quatro variedades. A linguagem da vida, nossa informação hereditária, é determinada pela seqüência dos quatro tipos diferentes de nucleotídeos. Podemos dizer que a linguagem da hereditariedade é escrita com um alfabeto de apenas quatro letras.

Mas o livro da vida é muito rico; uma molécula típica de **ADN** cromossômico do ser humano é constituída de cerca de cinco bilhões de pares de nucleotídeos. As instruções genéticas de todas as outras formas de vida da Terra são escritas na mesma língua, usando o mesmo código. Na realidade, essa linguagem genética comum a todas as espécies constitui um ponto de apoio à teoria de que todos os organismos da Terra descendem de um único ancestral, situando a origem da vida há uns quatro bilhões de anos.

A informação contida em qualquer mensagem é geralmente descrita em unidades chamadas *bits*, a abreviação de *binary digits* (dígitos binários). O esquema aritmético mais simples não usa 10 dígitos (como nós fazemos em virtude do acidente evolutivo de possuímos 10 dedos), mas apenas dois, o 0 e o 1. Dessa forma, qualquer pergunta suficientemente objetiva pode ser respondida por um único dígito – 0 ou 1, sim

ou não. Se o código genético fosse escrito numa língua de duas letras em vez de quatro, o número de *bits* em uma molécula de **ADN** equivaleria ao dobro do número de pares de nucleotídeos. Mas, em vista de existirem quatro tipos de nucleotídeos, o número de *bits* de informação do **ADN** é quatro vezes o número de pares de nucleotídeos. Por conseguinte, se um único cromossomo possui cinco bilhões de nucleotídeos, ele contém 20 bilhões de *bits* de informação. (Um símbolo como 10 elevado a nona potência indica simplesmente o número 1 seguido por certo número de zeros – nove, neste caso).

Qual a quantidade de informação de 20 bilhões de *bits*? A que equivaleria se fosse escrita em um livro comum impresso em linguagem humana moderna? Os alfabetos das línguas existentes possuem, caracteristicamente, de 20 a 40 letras e mais uma ou duas dúzias de numerais e sinais de pontuação, portanto, 64 caracteres alternativos devem ser suficientes para a maior parte dessas línguas. Uma vez que 2 elevado a sexta potência equivale a 64, não devem ser necessários mais de seis *bits* para especificar um determinado caráter. Podemos imaginar um tipo de jogo de 20 perguntas, no qual cada resposta corresponde ao investimento de um único *bit*, a uma pergunta com resposta sim/não. Suponha que o caractere em questão seja a letra J. podemos especificá-la assim:

PRIMEIRA PERGUNTA: É uma letra (0) ou outro tipo de caractere (1)?

RESPOSTA: Uma letra (0).

SEGUNDA PERGUNTA: Fica na primeira meta (0) ou na segunda metade do alfabeto (1)?

RESPOSTA: Na primeira metade (0).

TERCEIRA PERGUNTA: Das 13 letras da primeira metade do alfabeto, está nas primeiras sete (0) ou nas seis finais (1)?

RESPOSTA: Nas seis finais (1).

QUARTA PERGUNTA: Das seguintes letras H, I, J, é o H (0) ou um das outras duas (1)?

RESPOSTA: É uma das outras duas (1).

SEXTA PERGUNTA: É o I (0) ou J (1)?

RESPOSTA: É o J (1).

Especificar a letra J, portanto, corresponde à mensagem binária 001011. Não foram necessárias 20 perguntas, mas apenas seis, e é nesse sentido que são necessários somente seis *bits* para determinar uma certa letra. Por conseguinte, 20 bilhões de *bits* equivalem a cerca de três bilhões de letras. Se existem aproximadamente seis letras em uma palavra média, o conteúdo de informação de um cromossomo humano corresponde a cerca de 500 milhões de palavras. Se existem cerca de 300 palavras em uma página impressa comum, isso corresponde a mais ou menos dois milhões de páginas. Se um livro comum contém 500 páginas desse tipo, o conteúdo de informação de um único cromossomo humano corresponde a uns quatro mil volumes. Fica claro então que a seqüência de degraus de nossas escadas de **ADN** representa uma enorme biblioteca de informação. É igualmente lógico que há necessidade de uma biblioteca tão rica para especificar um objeto construído de modo tão estranho e que funciona de modo tão intrincado como o ser humano. Os organismos simples têm menos complexidade e menos o que fazer e, portanto, necessitam de menor quantidade de informação genética.

Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

