

KHOA HỌC

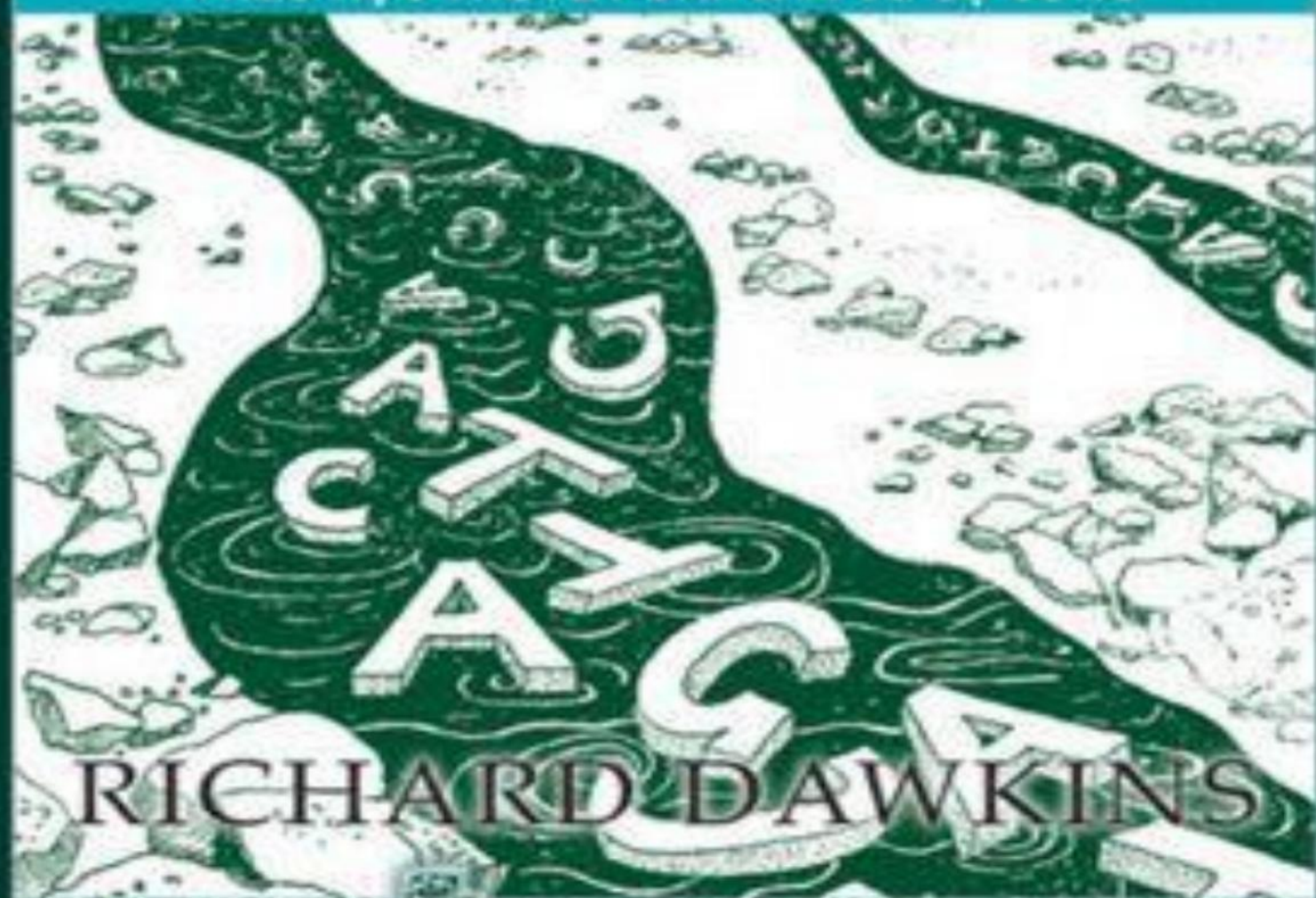


KHÁM PHÁ

DÒNG SÔNG TRÔI KHUẤT ĐỊA ĐÀNG

RIVER OUT OF EDEN

MỘT GÓC NHÌN
THEO HỌC THUYẾT DARWIN VỀ SỰ SỐNG



NHA XUẤT BẢN TRÉ

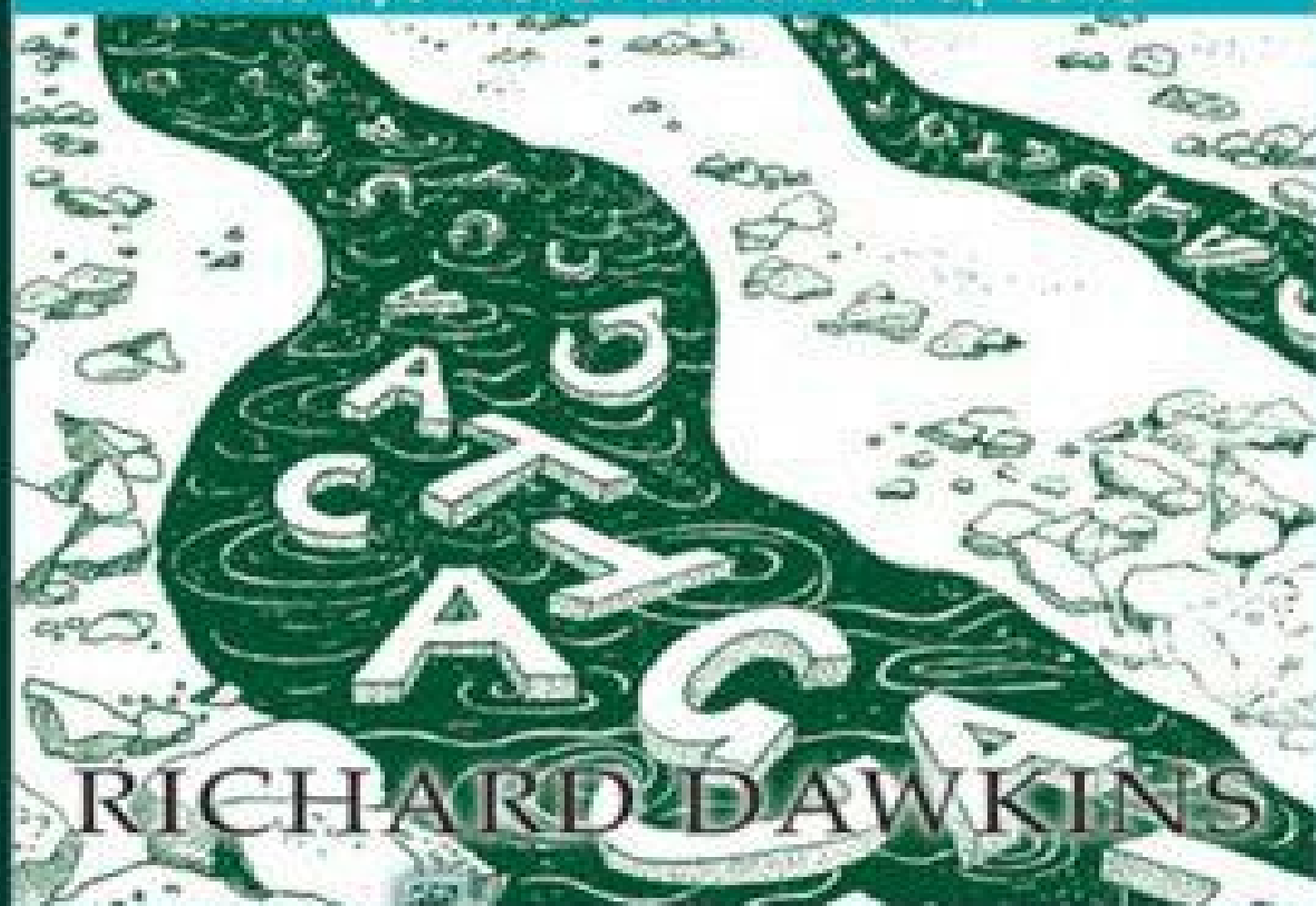
KHOA HỌC

KHÁM PHÁ

DÒNG SÔNG TRÔI KHUẤT ĐỊA ĐÀNG

RIVER OUT OF EDEN

MỘT GÓC NHÌN
THEO HỌC THUYẾT DARWIN VỀ SỰ SỐNG



NHA XUẤT BẢN TRẺ

Dòng Sông Trôi Khuất Địa Đàng

Richard Dawkins

Chia sẻ ebook : <http://downloadsachmienphi.com/>

Tham gia cộng đồng chia sẻ sách : Fanpage : <https://www.facebook.com/downloadsachfree>

Cộng đồng Google : <http://bit.ly/downloadsach>

Table of Contents

[TÁC GIẢ](#)

[DỊCH GIẢ](#)

[LỜI MỞ ĐẦU](#)

[CHƯƠNG 1 DÒNG SÔNG SỐ](#)

[CHƯƠNG 2 MẸ CHÂU PHI VÀ CON CHÁU CỦA BÀ](#)

[CHƯƠNG 3 KIẾN THA LÂU ĐẦY TỔ](#)

[CHƯƠNG 4 HÀM THỎA DỤNG CỦA CHÚA](#)

[CHƯƠNG 5 QUẢ BOM NHÂN BẢN](#)

[\[1\]](#)

[\[2\]](#)

[\[3\]](#)

[\[4\]](#)

[\[5\]](#)

[\[6\]](#)

[\[7\]](#)

[\[8\]](#)

[\[9\]](#)

[\[10\]](#)

[\[11\]](#)

[\[12\]](#)

[\[13\]](#)

[\[14\]](#)

[\[15\]](#)

[\[16\]](#)

[\[17\]](#)

[\[18\]](#)

[\[19\]](#)

[\[20\]](#)

[\[21\]](#)

[\[22\]](#)

[\[23\]](#)

[\[24\]](#)

[\[25\]](#)

[\[26\]](#)

[\[27\]](#)

[\[28\]](#)

[\[29\]](#)

[\[30\]](#)

[\[31\]](#)

[\[32\]](#)
[\[33\]](#)
[\[34\]](#)
[\[35\]](#)
[\[36\]](#)
[\[37\]](#)
[\[38\]](#)
[\[39\]](#)
[\[40\]](#)
[\[41\]](#)
[\[42\]](#)

TÁC GIẢ

RICHARD DAWKINS, sinh năm 1941, nhà sinh vật học của Đại Học Oxford (Anh), là thành viên của Hiệp Hội Hoàng Gia và Hiệp Hội Văn Học Hoàng Gia Anh. Ông là người có công lớn nhất trong giới khoa học hiện đại trong việc mang thuyết tiến hóa đến cho công chúng toàn thế giới. Ông cũng từng là trưởng khoa “Khoa Học với Công Chúng” của Đại Học Oxford trong 13 năm liền với học hàm “Giáo Sư Simonyi” - học hàm cho những ai có công mang khoa học đến với công chúng mà vẫn giữ được bản chất trung thực của khoa học.

Richard Dawkins là tác giả của bộ sách đồ sộ gồm 11 cuốn, bao gồm nhiều cuốn cực kì giá trị, mang tầm ảnh hưởng rộng rãi không chỉ trong giới khoa học mà còn toàn bộ công chúng, kể cả giới nghệ thuật và tôn giáo. Một lý do khiến sách của ông vượt ra khỏi những cuốn sách khoa học thông thường và mang tầm ảnh hưởng rộng đến vậy là bởi vì sự thấu đáo và toàn diện mà những lập luận khoa học ông đưa ra, cũng như Charles Darwin từng chấn động thế giới và vấp phải rất nhiều thử thách từ các giới, những lập luận khoa học của Richard Dawkins cũng đưa tầm suy nghĩ của con người lên một tầm vóc mới.

Nhưng Richard Dawkins không chỉ chinh phục người đọc bằng những lập luận khoa học, điều lớn nhất giúp sách ông trở nên phổ biến chính là sự kỳ thú chất chứa trong sách. Cách thức ông kể về hàng trăm ngàn hiện tượng khoa học tự nhiên có thể làm hứng thú bất kỳ ai, từ các nhà khoa học lớn đến các bạn trẻ thích khám phá, hay kể cả những người đơn giản chỉ thích nghe chuyện lạ. Còn có rất nhiều điều lý thú khác mà chúng ta có thể tìm thấy trong sách của ông, cũng như đưa vào các bài giảng, các buổi nói chuyện và trình bày mà ông đem đến cho công chúng.

Sự kết hợp giữa một nhà khoa học uyên bác và một nhà văn tài ba, một nhà giáo dục công chúng lừng danh, khó có một từ ngữ nào đầy đủ để diễn tả hết các khía cạnh của con người này. Chúng ta chỉ có thể bắt đầu đơn giản bằng cách đọc sách của ông. Chúng tôi, những dịch giả, hy vọng góp phần bé nhỏ mang các kiến thức uyên bác cùng những câu chuyện kỳ thú ấy đến với độc giả Việt Nam.

*Năm 2009 là năm kỉ niệm lần thứ 200 ngày sinh của Charles Darwin, và kỉ niệm lần thứ 150 ngày công bố cuốn sách **Nguồn Gốc Các Loài**, cho nên tôi đặc biệt vui mừng được biết sự ra đời của ấn bản tiếng Việt cuốn **Dòng Sông Trôi Khuất Địa Đàng**. Đây là cuốn sách ngắn nhất của tôi, và theo khía cạnh nào đó nó là cuốn dễ đọc nhất. Tôi muốn nghĩ rằng Darwin cũng ưng ý với cuốn sách, và tôi rất hy vọng rằng cuốn sách sẽ đem lại niềm say mê cho độc giả Việt Nam cũng như tôi đã từng say mê viết ra nó vậy.*

Oxford, Tháng Hai 2009

Richard Dawkins

DỊCH GIẢ

NGÔ MINH TOÀN- sinh năm 1979, tốt nghiệp Đại Học Khoa Học Tự Nhiên TP Hồ Chí Minh và Tiến sĩ ngành Vật Lý Sinh Học tại Trieste - Italy. Toàn hiện là tu nghiệp sinh sau Tiến sĩ tại Đại học Maryl ADN - Hoa Kỳ và vẫn luôn gắn bó với Viện Vật Lý và Điện Tử - Hà Nội.

Ngô Minh Toàn được Báo Tuổi Trẻ ngày 15/11/2006 giới thiệu như một tấm gương tri thức vượt khó. Đối với anh, giúp mọi người gần hơn, hiểu hơn về khoa học và đem khoa học đến với nhiều người hơn là một ước mơ lớn. Và việc đem các sách khoa học hấp dẫn đến với độc giả Việt Nam là một hành động cụ thể cho ước mơ trên.

TRẦN THỊ MAI HIÊN - sinh năm 1981, tốt nghiệp Đại học Ngoại Thương Thành phố Hồ Chí Minh và thạc sĩ ngành Quản trị kinh doanh tại Italy, hiện đang là Trợ lý Nghiên cứu cho chương trình Giáo dục Sức khỏe Cộng đồng cho người châu Á của Đại Học Maryl ADN và John Hopkins.

Nhóm dịch giả Ngô Toàn - Mai Hiên, với năng lực và sự hăng hái của tuổi trẻ, hứa hẹn sẽ tiếp tục đem đến cho độc giả những cuốn sách khoa học giá trị.

Tưởng nhớ Henry Colyear Dawkins (1921-1992)

Học giả của trường St.John, Oxford

Một bậc thầy về nghệ thuật làm cho mọi chuyện rõ ràng

LỜI MỞ ĐẦU

Tự Nhiên, phải chăng, là tên chung
Của hàng tỉ tá hàng tỉ tá hàng tỉ tá
Những hạt chất chơi trò ú tim vô cùng
Của những hòn bi-da hòn bi-da hòn bi-da

Piet Hein

Piet Hein đã từng họa ra thế giới vật lý nguyên thủy kinh điển trong những vần thơ như thế. Nhưng chỉ đến khi sự va chạm rộn ràng giữa những hòn bi-da nguyên tử tạo ra một vật thể mang tính chất đường như bé nhỏ, thì một điều gì đó mạnh mẽ vĩ đại bỗng xảy ra trong vũ trụ. Tính chất đó chính là khả năng tự nhân bản; nghĩa là, vật thể đó có khả năng dùng nguyên liệu từ môi trường xung quanh để tạo ra các bản sao chính xác của mình, và thỉnh thoảng, bao gồm cả những bản sao với những lỗi vô cùng nhỏ. Sau sự kiện phi thường này, ở bất kì nơi đâu trong vũ trụ, sự chọn lọc Darwin diễn ra, và rồi thì một tác phẩm nghệ thuật ngoạn mục ra đời, mà trên hành tinh này, chúng ta gọi đó là sự sống. Chưa bao giờ nhiều dữ kiện đến thế lại được giải thích bởi ít giả thiết đến vậy. Thuyết Darwin không chỉ đơn thuần tạo ra một sức mạnh kiến giải dồi dào. Tính hiệu quả của nó còn mang một vẻ tao nhã, một vẻ đẹp thi vị vượt hẳn những truyền thuyết được nhắc đến nhiều nhất về khởi nguyên của thế giới. Một trong những mục đích khi tôi viết cuốn này là đề cao giá trị truyền cảm của tri thức hiện đại về sự sống Darwin. Bản thân hình ảnh Eva Ti Thể còn giàu chất thơ hơn cả nhân vật truyền thuyết cùng tên với bà.

Nét đặc biệt của sự sống, theo lời David Hume, “quyến rũ đến mức ai đã từng suy ngẫm về nó đều phải đem lòng ngưỡng mộ”, chính là chi tiết phức hợp mà các cơ cấu của sự sống – các cơ cấu mà Charles Darwin đã gọi là “các cơ quan với độ hoàn thiện và tinh vi tột bậc” – đáp ứng được mục đích cụ thể và thể hiện rõ ra ngoài. Một đặc tính nữa của sự sống trên Trái đất này gây ấn tượng mạnh mẽ cho chúng ta đó chính là sự đa dạng dồi dào của chúng: tương tự như khi ước lượng số lượng các loài, người ta thấy có khoảng hàng chục triệu cách khác nhau để kiếm sống. Một mục đích nữa của tôi là thuyết phục độc giả rằng “cách để kiếm sống” đồng nghĩa với “cách để truyền đi văn bản mã hóa kiểu ADN tới tương lai”. “Dòng sông” của tôi là dòng sông ADN, trôi đi và rẽ nhánh ra trong thời gian địa chất. Ở đây, phép hình tượng về những đôi bờ dốc đứng cản trở trò chơi ghen các loài lại trở thành một hình tượng hữu ích đến bất ngờ.^[1]

Dù theo cách này hay cách khác, tất cả các cuốn sách của tôi đều được cố gắng để giải thích và khám phá sức mạnh gần như không giới hạn của nguyên lý Darwin – sức mạnh bùng lên bất cứ khi nào và bất cứ nơi đâu đủ thời gian cho sự tự nhân bản nguyên thủy mở ra một hệ quả mới. *Dòng sông trôi khắp địa đàng* tiếp tục sứ mệnh này và còn nâng đến một cực điểm mang tính ngoài Trái đất. Đó là việc ảnh hưởng ngược lại có thể nảy sinh khi các nhân bản tử tham gia vào trò chơi, mà đến nay vẫn là trò khiếm tốn của các hòn bi-da nguyên tử.

Trong quá trình viết cuốn sách này, tôi nhận được sự giúp đỡ, động viên, góp ý và cả lời phê bình mang tính xây dựng dưới nhiều hình thức khác nhau từ Michael Birkett, John Brockman, Steve Davies, Daniel Dennett, John Krebs, Sara Lippincott, Jerry Lyons, và đặc biệt là vợ tôi, Lalla Ward, cũng là người đã thực hiện các hình minh họa. Thỉnh thoảng có một vài đoạn văn tôi trích từ các bài báo đã công bố. Các đoạn của chương 1 về kỹ thuật số và analog được dựa vào bài báo của tôi trên *The Spectator* số ra ngày 11 tháng 06 năm 1994. Phần chương 3 mô tả lại công trình của Dan Nilsson và Susanne Pelger về sự tiến hóa của mắt được trích lại một phần từ bài báo *News ADN Views* của tôi đã được đăng trên *Nature* ngày 21 tháng 04 năm 1994. Tôi xin cảm ơn các nhà biên tập của hai tạp chí trên, những người quan tâm đến bài báo một cách sâu sắc. Cuối cùng, tôi xin cảm ơn John Brockman và Anthony Cheetham vì lời mời tham gia vào The Science Matters Series.

CHƯƠNG 1

DÒNG SÔNG SỐ

Mỗi dân tộc đều có những truyền thuyết thần thoại về tổ tiên của mình, những truyền thuyết ấy dần dà được đưa vào hệ thống tín ngưỡng tôn giáo. Người ta tôn kính, thờ phượng tổ tiên của mình. Những bậc tổ tiên tôn kính đó lại cũng đã từng thờ phượng tôn kính tổ tiên của họ. Bởi vì người thực sự nắm giữ chiếc chìa khóa để hiểu được sự sống chính là tổ tiên ruột thịt của chúng ta, chứ chẳng phải những vị thượng đế siêu nhiên nào cả. Có rất nhiều sinh vật sinh ra, nhưng phần đông số đó đều chết trước khi trưởng thành. Trong phần thiểu số sống sót và sinh sản, có một thiểu số ít ỏi hơn sẽ có con cháu tồn tại qua hàng ngàn thế hệ sau đó. Phần thiểu số nhỏ xíu của phần thiểu số này, những bậc tiền bối ưu tú, là tất cả những gì mà thế hệ tương lai sẽ gọi là tổ tiên. Tổ tiên thì hiếm, con cháu thì khắp nơi.

Mọi sinh vật đã từng sống – từng cá thể động vật và thực vật, mọi vi khuẩn và nấm mốc, từ những thứ bò ngổn ngang cho đến tất cả những ai đang đọc cuốn sách này – có thể nhìn lại tổ tiên mình và tuyên bố một cách đầy tự hào rằng: Chẳng ai trong số các tổ tiên của chúng tôi đã chết lúc còn non cả. Tất cả họ đều đạt đến độ trưởng thành, và mỗi người trong số họ đều đã đủ sức tìm được ít nhất một bạn tình khác giới và giao phối thành công^[2]. Chẳng ai trong số các tổ tiên của chúng ta bị hạ gục bởi kẻ thù, hay do virus, hay do sẩy chân bên bờ đá, trước khi sinh ra ít nhất một em bé chào đời. Hàng ngàn những người cùng sinh thời với tổ tiên chúng ta đã không thành công, nhưng tổ tiên của chúng ta thì không hề thất bại. Những điều ấy quả thực quá đối nghịch hiển nhiên, vậy mà ta vẫn có thể rút ra được rất nhiều điều: bao nhiêu điều lạ lùng khó đoán, bấy nhiêu lời giải thích bấy nhiêu điều kinh ngạc. Tất cả những điều ấy sẽ là chủ đề của cuốn sách này.

Bởi tất cả các sinh vật thừa hưởng gen từ tổ tiên mình, chứ không phải từ những sinh vật không thành công cùng thời với tổ tiên, nên tất cả các sinh vật có khuynh hướng sở hữu những gen thành công. Chúng ta có những điều kiện để trở thành những tổ tiên – và điều đó nghĩa là tồn tại và sinh sản. Đó là lí do vì sao sinh vật luôn có khuynh hướng thừa hưởng gen mang lại tiềm năng xây dựng một cỗ máy hoàn chỉnh – tức là một cơ thể hoạt động một cách tích cực như thể đang nỗ lực để trở thành một tổ tiên. Đó là lí do vì sao chúng ta yêu cuộc sống, thích tình ái và yêu trẻ con. Chính bởi tất cả chúng ta, không loại trừ một ai, đều thừa hưởng gen từ một dòng dõi liên tục gồm các tổ tiên thành công. Thế giới trở nên chiếm đầy những sinh vật sở hữu tiềm năng trở thành các tổ tiên. Điều đó, nói gọn lại trong một câu, chính là học thuyết Darwin. Tất nhiên, Darwin nói nhiều hơn thế, và ngày nay chúng ta còn có thể nói thêm nhiều thứ nữa, và đó là lí do vì sao cuốn sách không dừng lại ở đây.

Ta có thể hiểu nhầm đoạn văn trên theo một cách rất tự nhiên nhưng cũng rất nguy hại. Chúng ta sẽ bị hút vào suy nghĩ rằng, khi các tổ tiên làm được những điều thành công thì gen mà họ truyền cho con cái là gen đã được nâng cấp từ gen mà họ nhận được từ cha mẹ mình. Đặc điểm thành công ấy được khắc vào trong gen, và đó là lí do vì sao hậu duệ của họ bay lượn, bơi lội và ve vãn thật tài tình. Sai, hoàn toàn sai! Gen không cải thiện trong quá trình sử dụng, chúng chỉ được truyền đi, không thay đổi ngoại trừ một vài lỗi ngẫu nhiên cực kì hiếm. Không phải thành công đã tạo ra những gen tốt. Chính những gen tốt mới tạo ra thành công. Chẳng có điều gì một cá nhân làm được trong đời mình lại ảnh hưởng đến gen. Những cá nhân ấy được sinh ra với gen tốt và có khuynh hướng lớn lên để trở thành một tổ tiên thành công; do đó các gen tốt có khuynh hướng được truyền cho tương lai nhiều hơn các gen xấu. Mỗi thế hệ là một cái lọc, hay một cái sàng: những gen tốt có khuynh hướng lọt qua sàng để đi đến thế hệ kế tiếp; gen xấu có khuynh hướng dừng lại trên những cơ thể bị chết yểu hoặc không sinh sản được. Gen xấu cũng có thể vượt qua được cái sàng đến được một hay hai thế hệ, có thể bởi chúng may mắn ở cùng cơ thể với gen tốt. Nhưng may mắn thì chưa đủ để vượt qua được hàng ngàn cái sàng nối tiếp nhau, cái này dưới cái kia. Sau hàng ngàn thế hệ nối tiếp nhau phần lớn những gen vượt qua được là những gen tốt.

Tôi đã nói rằng những gien tồn tại qua các thế hệ là những gien thành công trong việc tào ra các tổ tiên. Điều này là sự thật, nhưng có một ngoại lệ rành rành mà tôi phải giải thích trước khi nó gây ra nhầm lẫn. Một số cá thể bị vô sinh vĩnh viễn, nhưng dường như chúng được thiết kế để hỗ trợ sự truyền gien của mình đến các thế hệ tương lai. Kiến thợ, ong thợ và mối thợ vốn vô sinh. Chúng làm việc không phải để trở thành tổ tiên, mà để những họ hàng có khả năng sinh sản, thường là anh chị em ruột của chúng, trở thành các tổ tiên. Có hai điểm cần phải hiểu ở đây. Thứ nhất, trong bất kì loài động vật nào, anh chị em ruột luôn có xác suất cao để có cùng một gien. Thứ hai, chính là môi trường, chứ không phải gien, sẽ quyết định việc một cá thể, con mối chẳng hạn, sẽ trở thành con sinh sản hay con thợ vô sinh. Mọi con mối đều mang gien có thể biến chúng thành các chú thợ vô sinh trong những điều kiện môi trường nhất định, và thành các con sinh sản trong các điều kiện khác. Những con sinh sản truyền đi những bản sao giống hệt các gien nằm trong người con thợ, và điều này đã khiến các con thợ hết lòng giúp đỡ chúng làm cái việc truyền đi ấy. Những con thợ làm việc cần cù dưới ảnh hưởng của các gien mang bản tương đương của chúng cũng nằm trong cơ thể của các con sinh sản. Những bản sao gien đó trong con thợ đang cố gắng để hỗ trợ chính các phiên bản sinh sản của chúng lọt qua cái sàng chuyển thế hệ. Nguyên lý này cũng đúng cho kiến và ong, chỉ khác là mối thợ có thể là đực hoặc cái, trong khi kiến thợ và ong thợ đều là cái. Ở một hình thức lỏng lẻo hơn, điều này cũng đúng cho một số loài chim, động vật có vú và một số loài động vật khác mà trong chúng ít nhiều có sự chăm sóc con nhỏ từ phía anh hoặc chị ruột. Tóm gọn lại, gien có thể luôn lách để lọt qua sàng, không chỉ bằng cách hỗ trợ chính cơ thể của mình trở thành tổ tiên mà còn bằng cách hỗ trợ cơ thể họ hàng mình trở thành tổ tiên nữa.

Dòng sông trong tựa đề cuốn sách này chính là dòng sông ADN, nó chảy qua thời gian chứ không phải không gian. Đó là dòng sông thông tin, không phải dòng sông của xương thịt hay cơ bắp: một dòng sông mang những chỉ dẫn ngắn gọn cho việc xây dựng cơ thể, chứ không phải dòng sông mang chính các cơ thể. Thông tin đó truyền qua các cơ thể, tác động lên các cơ thể mà không hề bị các cơ thể tác động ngược trở lại trên hành trình mà nó đi qua. Dòng sông này không chỉ không hề bị ảnh hưởng bởi kinh nghiệm và thành quả của chuỗi cơ thể mà nó chảy qua. Nó còn không bị ảnh hưởng bởi một nguồn tạp nhiễm tiềm ẩn đầy quyền năng: tình dục.

Trong mỗi tế bào của bạn, một nửa gien của mẹ kề vai sát cánh với một nửa gien của bố. Các gien từ bố và mẹ phối hợp với nhau mật thiết để tạo nên con người bạn, tinh tế và không thể bị chia nhỏ. Nhưng chính bản thân các gien lại không trộn lẫn với nhau. Chỉ có hiệu ứng của chúng mới trộn lẫn với nhau mà thôi. Bản thân các gien mang sự đồng nhất toàn vẹn như một phiến đá, khi đến lúc phải chuyển sang thế hệ tiếp theo, một gien sẽ truyền sang cơ thể đứa con hoặc không. Các gien từ bố và mẹ không trộn lẫn với nhau; chúng kết hợp một cách độc lập. Mỗi gien của bạn đều đến hoặc từ bố hoặc từ mẹ. Nó cũng đến từ một và chỉ một trong bốn ông bà nội ngoại; từ một, và chỉ một, trong số tám ông bà cố nội ngoại; và cứ như thế.

Tôi vừa đề cập đến hình ảnh dòng sông gien, chúng ta cũng có thể nói tương tự về hình ảnh một nhóm bạn cùng điểu hành qua dòng thời gian. Tất cả các gien trong một quần thể sinh sản, về lâu dài, là các bạn đồng hành của nhau. Nhưng xét trong ngắn hạn, chúng nằm trong các cơ thể sinh vật và tạm thời gắn gũi hơn với các gien trong cùng cơ thể đó. Gien có thể tồn tại qua năm tháng với điều kiện chúng giỏi trong việc xây dựng nên những cơ thể thích hợp cho việc sống và sinh sản theo cách riêng của loài đó. Nhưng còn nhiều hơn thế nữa. Để tồn tại giỏi, một gien phải hợp tác tốt với các gien khác cùng loài – chung một dòng sông. Để tồn tại được lâu dài, gien phải là những bạn đồng hành hợp ý với nhau. Chúng phải hoạt động tốt trong tập thể, hay là dựa trên tập thể, gồm các gien khác trong cùng một dòng sông. Gien của một loài khác nằm trong một dòng sông khác. Chúng không cần phải “hòa thuận” với nhau, tất nhiên, bởi vì chúng không cùng chia sẻ một cơ thể chung nào cả.

Đặc điểm phân định một loài và mọi thành viên của chúng có cùng dòng gien chảy qua, và các gien trong loài đó sẵn sàng làm bạn đồng hành tốt của nhau. Một loài mới xuất hiện khi một loài hiện tại chia ra làm hai. Dòng sông gien đó rẽ nhánh qua thời gian. Đứng từ phía các gien mà nói, *sự hình thành các loài*, sự khởi đầu các loài mới, chính là một “lời chia tay dài lâu”. Sau một giai đoạn ngắn bị phân cách, hai dòng sông mãi mãi đi theo hai con đường riêng, cho đến khi một trong chúng khô hạn đi. Luôn luôn nằm giữa hai bờ, nước sông được trộn đi trộn lại

bởi sự tái kết hợp qua sinh sản hữu tính. Nhưng nước trong dòng này không bao giờ tràn khỏi bờ để xâm nhiễm dòng sông kia. Sau khi một loài phân chia ra, hai tập hợp gen không còn là bạn đồng hành của nhau nữa. Chúng không còn gặp nhau trong cùng các cơ thể và chúng không còn nhất thiết phải phù hợp với nhau nữa. Giữa chúng sẽ không còn sự giao phối - ở đây chính xác là sự giao phối giữa các cỗ xe tạm thời của chúng, tức là các cơ thể.

Tại sao một loài lại phân chia? Điều gì tạo bước khởi đầu cho lời chia tay lâu dài giữa các gen? Điều gì đã làm cho một dòng sông phân nhánh làm hai và tách khỏi nhau, không bao giờ gặp lại nữa? Người ta vẫn đang tranh cãi về chi tiết, nhưng không ai nghi ngờ rằng yếu tố quan trọng nhất là sự chia cắt địa lý ngẫu nhiên. Dòng sông gen chảy trong thời gian, nhưng sự tái kết hợp giữa các gen xảy ra trong các cơ thể bằng xương bằng thịt, mà các cơ thể sinh vật lại chiếm cứ một địa điểm nào đó trong không gian. Một con sóc xám Bắc Mỹ có thể sinh sản cùng một con sóc xám nước Anh, nếu chúng gặp được nhau. Nhưng chuyện đó khó xảy ra. Tựa như dòng sông gen sóc xám ở Bắc Mỹ bị tách biệt khỏi dòng sông gen sóc xám ở nước Anh bởi một đại dương rộng ba ngàn dặm vậy. Thành ra, hai tập hợp gen không còn đồng hành với nhau nữa, mặc dù có lẽ chúng vẫn còn có khả năng làm bạn đồng hành tốt của nhau nếu như có chút cơ hội. Chúng đã nói lời chia tay, mặc dù đó không phải là lời chia tay không rút lại được. Nhưng sau khoảng vài ngàn năm chia cắt nữa, rất có thể đến lúc đó hai dòng sông đã dạt trôi quá xa đến mức cho dù các chú sóc gặp nhau, chúng cũng không còn có khả năng trao đổi gen cho nhau được nữa. “Dạt trôi” ở đây không có nghĩa là trong không gian mà là “dạt xa” trong độ tương hợp với nhau.

Chắc chắn đó cũng là nguyên nhân tiềm ẩn khiến sóc xám và sóc đỏ tách rời nhau trước đây. Bây giờ chúng không thể lai giống với nhau. Mặc dù sống cùng nhau ở vài vùng của Châu Âu, chúng gặp nhau, chắc cũng choảng nhau trong mấy vụ tranh giành hạt dẻ, nhưng chúng không thể giao phối để sinh ra những đứa con có khả năng sinh sản được. Hai dòng sông gen của chúng đã dạt khỏi nhau quá xa, nghĩa là gen của chúng không còn có thể hợp tác với nhau trong cùng cơ thể được nữa. Rất nhiều thế hệ trước, tổ tiên của sóc xám và tổ tiên của sóc đỏ là cùng chung một loài. Nhưng chúng bị chia cắt về mặt địa lý - có thể do một dãy núi, hay do sông suối, và cuối cùng là do Đại Tây Dương. Và rồi các tập hợp gen của chúng lớn lên trong sự riêng rẽ. Sự chia cắt địa lý đã sinh ra sự thiếu tương hợp. Bạn đồng hành hợp nhau trở nên kém ăn ý (nếu đem đi tranh tài trong cuộc thi phối ngẫu). Bạn đồng hành vốn kém ăn ý lại còn trở nên kém hợp nữa, cho đến khi chúng không còn là bạn đồng hành nữa. Lời chia tay đó là lần cuối. Hai dòng sông bị chia tách ra và được dự đoán là sẽ còn tách ra càng ngày càng xa. Kịch bản tương tự cũng là nền tảng cho sự chia cắt xa xưa hơn, ví dụ giữa tổ tiên của chúng ta và tổ tiên của loài voi. Hay là giữa tổ tiên của loài đã tuyệt chủng (mà cũng là tổ tiên của chúng ta) với tổ tiên của loài bò cạp.

Ngày nay, có khoảng ba mươi triệu nhánh của dòng sông ADN, đây là ước lượng về số loài sinh vật trên Trái đất. Người ta cũng ước đoán rằng các loài hiện đang sống chiếm một phần trăm của các loài đã từng tồn tại. Cũng có nghĩa là tính toàn bộ, đã có khoảng ba tỷ nhánh của dòng sông ADN. Ngày nay, ba mươi triệu nhánh sông đã tách rời một cách không thể thay đổi. Rất nhiều trong số đó đã được định đoạt là sẽ bị khô cạn vào hư không, vì hầu hết các loài sẽ trở nên tuyệt chủng. Nếu bạn ngược dòng ba mươi triệu nhánh sông này về quá khứ, bạn sẽ thấy rằng, từng cặp từng cặp một hợp lại với nhau. Nhánh sông gen người nhập lại với nhánh sông gen tinh tinh gần như cùng một lúc với nhánh sông gorilla, khoảng bảy triệu năm trước. Trở lại thêm một vài triệu năm nữa, nhánh sông gen của loài khỉ đã nhập Châu Phi nhập lại với nhánh của đười ươi. Xa hơn nữa, chúng ta có nhánh sông gen của vượn nhập vào một nhánh sông khác vốn sau này xuôi theo dòng đã tách ra thành các loài vượn (gibbon) và vượn mực (siamang) [3]. Khi chúng ta tiếp tục ngược dòng quá khứ, nhánh sông gen của chúng ta nhập lại với các nhánh sông mà sau này rẽ ra thành nhánh khỉ Cựu Thế giới, khỉ Tân Thế giới, và vượn cáo (lemurs) của Madagascar. Rồi xa hơn nữa, nhánh chúng ta nhập vào với những nhánh dẫn đến những nhóm chủ yếu trong lớp thú: các loài gặm nhấm, các loài mèo, loài dơi và voi. Sau đó, chúng ta sẽ gặp dòng sông dẫn đến rất nhiều loài bò sát, chim, động vật lưỡng cư, cá và các loài không xương sống.

Bây giờ, có một điều quan trọng ta phải thận trọng về hình tượng dòng sông gen. Khi nói tới

phân nhánh sông dẫn tới tất cả các loài thú – thay vì nhánh sông dẫn tới chẳng hạn loài sóc đỏ - ta dễ bị lôi cuốn vào việc tưởng tượng ra một hình ảnh vĩ đại, vào cỡ sông Mississippi hay Missouri. Xét cho cùng, nhánh sông cho ra lớp thú đã phân chia ra hết lần này đến lần khác, cho đến khi nó tạo ra toàn bộ lớp thú – từ loài chuột chù nhỏ choắt (pigmy shrew) đến voi khổng lồ, từ loài chuột chũi dưới đất cho đến những con khỉ trên cây. Nhánh thú của dòng sông có nhiệm vụ làm nguồn nước cho hàng ngàn con nước quan trọng, làm sao nó khác được một dòng chảy vĩ đại cuộn réo ầm ầm? Những hình ảnh này là một sai lầm lớn. Khi các tổ tiên của tất cả loài thú hiện đại tách rời từ những tổ tiên không phải là thú, sự kiện cũng chẳng mạnh mẽ dữ dội hơn bất kỳ một sự phân chia loài nào khác. Nếu có một nhà tự nhiên học nào tình cờ có mặt lúc đó, sự kiện này cũng chẳng mấy may làm ông để ý. Nhánh mới của dòng sông gien mới đầu chỉ là một dòng chảy nhỏ giọt, chứa một loài vật nhỏ xíu sống về đêm không khác những người anh em không phải thú của nó là mấy, như sự khác nhau giữa sóc đỏ và sóc xám. Chỉ với kiến thức hậu nghiệm[4], chúng ta mới xem tổ tiên của loài thú là thú. Vào thời kì đó, nó chắc cũng chỉ là một loài bò sát giống thú nữa, chẳng đáng kể gì so với vài chục loài (cỡ đó) có mũi ăn sâu bọ làm mồi cho khủng long mà thôi.

Sự phân chia trước đó giữa tổ tiên các đại nhóm động vật như động vật có xương sống, thân mềm, giáp xác, côn trùng, giun đốt, giun dẹt, sứa và nhiều nhóm khác... cũng kém kịch tính như vậy. Khi nhánh sông dẫn tới các loài thân mềm (và các loài khác) lìa xa nhánh sông dẫn tới động vật xương sống (và các loài khác), hai quần thể của các loài sinh vật (có lẽ là giống giun) chắc đã trông giống nhau đến mức chúng có thể giao phối với nhau. Lý do duy nhất khiến chúng đã không làm vậy là bởi chúng bỗng nhiên bị tách biệt bởi rào cản địa lý, có thể là một vạt đất khô chia rẽ mặt nước vốn liền nhau trước đó. Lúc đó không ai có thể biết được rằng một quần thể đang ở trên đường sinh ra loài thân mềm và quần thể còn lại thì thành động vật xương sống. Chỉ biết rằng hai dòng sông ADN lúc đó chỉ là những con lạch nhỏ hầu như chẳng tách rời là mấy, và hai nhóm sinh vật thì hầu như chẳng hề phân biệt.

Các nhà động vật học đều biết điều này, nhưng đôi khi họ quên khuấy đi suy ngẫm về hai nhóm động vật thực sự lớn, như là thân mềm và xương sống. Họ cứ bị cám dỗ vào ý nghĩ rằng sự phân chia giữa các nhóm lớn phải là một sự kiện dữ dội lắm. Lý do khiến cho các nhà động vật học mắc sai lầm như vậy là do họ được lớn lên trong niềm tin sùng kính rằng mỗi sự phân chia lớn trong giới động vật đều được trang bị một thứ gì đó độc nhất vô nhị, thường được gọi bằng một từ tiếng Đức là *Bauplan*. Mặc dù từ này chỉ có nghĩa là “bản thiết kế”, nó đã trở thành một từ chuyên môn được công nhận, và tôi sẽ biến nó thành tiếng Anh, mặc dù (tôi hơi sốc khi biết rằng) nó chưa được đưa vào ấn bản hiện thời của bộ *Từ điển tiếng Anh Oxford*. (Bởi tôi không khoái từ này như các đồng nghiệp của tôi, nên phải công nhận rằng tôi có chút ít “*frisson of Schadenfreude*” (sự sung sướng trên đau khổ của người khác) khi thấy nó vắng mặt trong từ điển; hai từ mượn này (*frisson* và *schadenfreude*, ND) đều có trong cuốn từ điển Oxford, cho nên chắc không ai có ý kiến gì cho việc dùng từ nước ngoài đâu). Theo nghĩa chuyên môn của nó, *bauplan* thường được dịch là “bản thiết kế nền tảng của cơ thể”. Chính việc sử dụng từ “nền tảng” (hay việc sính dùng tiếng Đức để tỏ vẻ thâm túy) đã làm hỏng ý nghĩa. Nó có thể khiến các nhà động vật học mắc những sai lầm nghiêm trọng.

Ví dụ, có một nhà động vật học có ý kiến rằng sự tiến hóa trong kỷ Cambri (nằm trong giữa khoảng sáu trăm triệu năm và năm trăm triệu năm về trước) chắc chắn phải là một dạng tiến hóa hoàn toàn khác so với quá trình ở những thời kỳ sau này. Lập luận của ông là ngày nay chỉ xuất hiện thêm loài mới, trong khi ở kỷ Cambri các nhóm lớn xuất hiện, như là thân mềm và giáp xác. Nhầm to! Ngay cả các sinh vật khác nhau về căn bản như là thân mềm và giáp xác mới đầu cũng chỉ là những quần thể cách nhau về mặt địa lý của cùng một loài mà thôi. Có lúc chúng còn có thể lai với nhau nếu tình cờ gặp nhau nữa kìa, nhưng chúng đã không gặp nhau. Sau hàng triệu năm với những sự tiến hóa riêng rẽ, chúng có những đặc tính mà chúng ta, với kiến thức hậu nghiệm của ngành động vật hiện đại, mới nhận thấy đó là các đặc tính của thân mềm và giáp xác mà thôi. Các đặc điểm đó được đề cao lên với một tên gọi rất long trọng là “bản thiết kế nền tảng của cơ thể” hay là “*bauplan*”. Nhưng thực tế các *bauplan* chính của giới động vật đã phân chia từ những nguồn gốc chung qua những bước bé nhỏ và chậm rãi.

Phải công nhận rằng người ta vẫn còn mâu thuẫn về việc: tiến hóa có mức độ từ từ hay là

“nhảy cóc” đến *mức nào*. Nhưng không có ai, tôi nói thực sự là không một ai, lại nghĩ rằng tiến hóa đã nhảy cóc đến mức tạo ra cả một bauplan mới chỉ trong một bước. Tác giả mà tôi trích dẫn đã phát biểu điều trên vào năm 1958. Rất ít nhà động vật học ngày nay lại chủ động đi theo vết xe của ông, nhưng đôi khi họ lại làm như vậy mà không hề nhận ra, khi phát biểu cứ như thể là các nhóm động vật chủ yếu đã xuất hiện một cách tự phát, như là nữ thần Athena xuất hiện từ trong đầu của thần Zeus[5], thay vì là phân ra từ một quần thể mẹ do sự phân cách địa lý ngẫu nhiên nào đó[6].

Ngành sinh học phân tử đã luôn chứng tỏ rằng các lớp động vật lớn gần với nhau hơn rất nhiều so với chúng ta vẫn thường nghĩ. Bạn có thể xem bộ mã gien là một từ điển mà trong đó sáu mươi tư từ của một ngôn ngữ (sáu mươi tư bộ ba có thể kết hợp ra từ một bảng chữ cái bốn ký tự A, T, C và G) được ánh xạ lên hai mươi mốt từ của một ngôn ngữ khác (hai mươi axit amin cộng với một dấu chấm câu). Xác suất ngẫu nhiên để có được hai lần cùng một ánh xạ 64:21 là nhỏ hơn một phần triệu triệu triệu triệu triệu. Thế mà bộ mã gien thực sự lại giống hệt ở mọi động vật, thực vật và vi khuẩn đã từng được nghiên cứu. Các sinh vật sinh sống trên Trái đất chắc chắn đã phải bắt nguồn từ một tổ tiên duy nhất. Không ai tranh cãi điều đó, nhưng rồi những sự tương tự đến mức sửng sốt, ví dụ như giữa côn trùng và động vật xương sống, đang ngày càng được tìm thấy khi người ta xem xét không chỉ bộ mã đó mà cả các chuỗi ADN cụ thể. Có một cơ chế gien khá tinh vi phức tạp đóng vai trò tạo ra bản thiết kế cơ thể có đốt của các loại côn trùng. Một cơ chế gien có đặc điểm tương tự đến mức thần kỳ cũng được tìm thấy ở lớp thú. Xét về mặt phân tử, mọi động vật là những họ hàng khá gần với nhau và thậm chí là cả với thực vật nữa. Ta phải đi tới vi khuẩn mới tìm được người họ hàng xa của mình, và ngay cả đến mức đó chính bộ mã gien cũng giống hệt với bộ mã của chúng ta. Lý do mà người ta có thể làm những phép tính chính xác đến vậy trên bộ mã gien, mà không phải trên giải phẫu học của các bauplan, chính là do bộ mã gien sử dụng kỹ thuật số một cách nghiêm ngặt, và các con số là những thứ mà bạn có thể đếm một cách chính xác. Dòng sông gien là một dòng sông số, và bây giờ tôi phải giải thích thuật ngữ kỹ thuật này có nghĩa gì.

Các kỹ sư phân biệt rõ hai loại mã: bộ mã kỹ thuật số và bộ mã analog. Máy hát đĩa, máy cát-xét – gần đây là điện thoại – sử dụng bộ mã analog, sóng dao động liên tục do áp suất không khí (âm thanh) được chuyển thành sóng dao động tương ứng của điện áp trong một đường dây điện. Một máy hát đĩa cũng hoạt động theo cách tương tự: các đường rãnh khiến cho đầu đọc rung động, và chuyển động của đầu đọc được chuyển thành các dao động trong điện áp. Ở đầu kia các sóng điện áp này được biến đổi trở lại, bởi một màng dao động trong tai nghe của điện thoại hay là cái loa của máy hát đĩa, thành các sóng áp suất không khí tương ứng, và bạn có thể nghe được. Bộ mã rất đơn giản và trực tiếp: dao động điện trong đường dây tỷ lệ với dao động trong áp suất không khí. Mọi điện áp nằm giữa những mức giới hạn nào đó có thể truyền qua đường dây, và sự chênh lệch giữa chúng là quan trọng.

Trong điện thoại kỹ thuật số, chỉ có hai hoặc là một số lượng rời rạc như 8 hay 256 mức điện áp khả dĩ truyền qua mạch điện. Thông tin không nằm trong chính các mức điện áp mà ở sự bố trí các mức riêng rẽ đó. Đây được gọi là sự Điều biến Mã xung (Pulse Code Modulation). Điện áp thực tế tại mọi thời điểm hiếm khi bằng chính xác bất kỳ một con số nào trong số giá trị quy ước (chẳng hạn 8 giá trị), nhưng thiết bị nhận sẽ làm tròn nó đến mức điện áp thiết kế gần nhất, để cho những gì xuất hiện ở đầu kia của đường dây trở nên chính xác ngay cả khi quá trình truyền dọc đường đi bị kém chất lượng. Vấn đề của ta chỉ là đặt các mức điện áp riêng rẽ này đủ xa nhau sao cho các thăng giáng ngẫu nhiên sẽ không bao giờ khiến thiết bị nhận diễn dịch sai thành một mức khác. Đây là một đặc điểm tuyệt vời của hệ thống mã kỹ thuật số, mà đây cũng chính là lý do vì sao mà các hệ thống âm thanh hình ảnh – và công nghệ thông tin nói chung – càng ngày càng phát triển theo hướng kỹ thuật số. Dĩ nhiên máy tính dùng mã kỹ thuật số trong mọi việc. Để cho tiện lợi thì đây là một mã nhị phân – có nghĩa là chỉ có hai mức điện áp riêng rẽ thay vì 8 hay 256.

Ngay cả trong một điện thoại kỹ thuật số, âm thanh đi vào ống nói và đi ra khỏi tai nghe thực ra vẫn là các rung động analog của áp suất không khí. Chỉ có thông tin chuyển từ bộ chuyển đổi này sang bộ chuyển đổi khác mới là kỹ thuật số. Thế thì ta cần xây dựng một loại mã nào đó để chuyển các giá trị analog, theo từng micro giây một, thành các xung rời rạc – các con số mã

hóa kỹ thuật số. Khi bạn thề thốt với người yêu qua điện thoại, mọi lời nũng nịu hay ghen ngào, mọi hơi thở nồng nàn, từng âm sắc của giọng nói đều được truyền đi qua hệ thống dây chỉ hoàn toàn dưới dạng các con số. Bạn có thể xúc động đến rơi nước mắt bởi các con số - miễn là chúng được mã hóa và giải mã đủ nhanh. Các hệ thống chuyển mã điện tử hiện đại nhanh đến mức thời gian truyền có thể được chia thành từng khoảng xen kẽ giống như kiểu một kiện tướng cờ vua có thể chia thời gian của mình cho 20 trận đấu khác nhau theo một vòng. Bằng cách này, hàng ngàn cuộc điện đàm có thể được xếp vào trong cùng một đường điện thoại, làm cho chúng cứ như là đồng thời nhưng lại tách biệt nhau về mặt điện tử mà không ảnh hưởng lẫn nhau. Rất nhiều trong số các đường truyền tín hiệu hiện nay không còn là đường dây mà là các chùm sóng radio, hoặc là các đường truyền trực tiếp từ đỉnh đồi này sang đỉnh đồi khác, hay từ vệ tinh này sang vệ tinh kia. Mỗi một đường truyền tín hiệu là một dòng sông khổng lồ các con số. Nhưng do sự tách biệt điện tử tài tình này, nó là hàng ngàn con sông số chia sẻ nhau hai bờ theo một nghĩa tượng trưng nào đó - những con sóng đỏ và sóng xám, chúng cùng chia nhau một cái cây nhưng không bao giờ hòa trộn gien với nhau.

Trở lại với thế giới của các kỹ sư, nhược điểm của các tín hiệu analog không đáng kể nếu như chúng không bị sao chép lặp đi lặp lại quá nhiều lần. Một đoạn ghi băng có thể có chút tiếng gió mà ta không nhận ra, trừ khi ta khuếch đại âm thanh. Nhưng khi ta khuếch đại, ngoài việc phóng lớn âm thanh chính và cả tiếng rè đó, ta cũng đồng thời tạo ra những tiếng ồn khác. Do vậy, nếu ta sao cuộn băng này ra một cuộn băng khác, rồi lại sao cuộn mới ra một cuộn băng khác nữa và cứ lặp lại như thế, sau một trăm "thế hệ", những gì còn lại chỉ là tiếng ù ù kinh khủng. Thời điện thoại còn dùng mã analog, người ta cũng gặp khó khăn tương tự. Mọi tín hiệu điện thoại đều bị suy yếu dần đi khi truyền qua đường dây dài, thế là cần phải tăng cường lên - hay là tái khuếch đại - sau mỗi chiều dài khoảng cỡ một trăm dặm. Mỗi quá trình khuếch đại đều làm tăng tiếng ồn lên, cho nên âm thanh càng ngày càng xấu đi... Nhưng khoan đã, ngay cả các tín hiệu số cũng phải cần đến sự khuếch đại ấy chứ. À, nhưng lý do mà ta đã thấy, khuếch đại không tạo ra sai số nào cả đối với các tín hiệu số: mọi thứ có thể được thiết kế sao cho thông tin được truyền đi một cách hoàn hảo, không cần biết đến bao nhiêu trạm khuếch đại tham gia vào quá trình truyền tín hiệu. tiếng ồn không tăng lên ngay cả khi tín hiệu truyền qua hàng trăm hàng ngàn dặm.

Hồi tôi còn là một cậu bé, mẹ tôi giải thích cho tôi hiểu rằng các tế bào thần kinh là các đường dây điện thoại của cơ thể. Nhưng chúng là analog hay kỹ thuật số? Câu trả lời là chúng là một hỗn hợp thú vị của cả hai loại. Một tế bào thần kinh không giống như một sợi dây điện. Nó là một cái ống mỏng và dài, dọc theo đó sóng thay đổi về mặt hóa học, giống như một ngòi pháo cháy xèo xèo - ngoại trừ là, không giống như ngòi pháo, tế bào thần kinh đó nhanh chóng hồi phục và lại cháy xèo xèo sau một quãng nghỉ ngắn. Biên độ tuyệt đối của sóng - nhiệt độ của ngòi pháo - có thể thăng giáng khi nó chạy dọc qua các tế bào, nhưng điều này không quan trọng. Quy luật mã hóa không để tâm đến điều đó. Nó chỉ để ý là có xung hóa học hay là không có mà thôi, giống như hai mức điện áp riêng rẽ trong một điện thoại số. Ở mức độ này, hệ thần kinh là kỹ thuật số. Nhưng các xung thần kinh không bị ép thành các byte: chúng không phân thành các con số mã hóa rời rạc. Thay vì thế, cường độ của thông tin (độ lớn của âm thanh, độ sáng của ánh sáng, thậm chí có thể là cường độ của cảm giác) được mã hóa thành nhịp độ của các xung. Giới kỹ sư gọi điều này là sự Điều Biến Tần Số Xung (Pulse Frequency Modulation), và họ thường dùng nó trước khi sự Điều Biến Mã Xung được chọn sử dụng.

Nhịp xung là một đại lượng analog, nhưng chính xác các xung lại là kỹ thuật số: chúng hoặc có hoặc không, chứ không nằm ở giữa. Nhờ vậy, hệ thần kinh cũng có những lợi điểm như một hệ thống kỹ thuật số thông thường. Với nguyên tắc hoạt động này của hệ thần kinh, ta cũng có hệ thống tương đương với hệ thống khuếch đại, nhưng không phải sau mỗi một trăm dặm mà là sau mỗi milimet - có tám trăm trạm khuếch đại giữa tủy sống và đầu ngón tay. Nếu độ lớn tuyệt đối của xung thần kinh - hay là sóng thuốc pháo - là quan trọng, thì thông tin chắc đã bị méo mó đi đến mức không thể nhận ra được nữa khi chạy qua một chiều dài cánh tay người, nói gì đến cả cái cổ dài của con hươu cao cổ. Mỗi giai đoạn trong quá trình khuếch đại đều tạo ra thêm sai số ngẫu nhiên, giống như khi ta sao một cuộn băng từ một cuộn băng khác thành một chuỗi tám trăm lần. Hay là khi ta photocopy một tờ photocopy từ một tờ photocopy khác.

Sau tám trăm “thế hệ” bản photocopy như vậy, tất cả còn lại chỉ là một trang giấy xám xịt mực. Sự mã hóa bằng số cho ta giải pháp duy nhất cho bài toán của hệ thần kinh, và chọn lọc tự nhiên đã chọn nó một cách thích đáng. Điều này cũng đúng cho gien.

Francis Crick và James Watson, hai nhà khám phá của cấu trúc phân tử của gien, theo tôi, phải được tôn vinh qua hàng nhiều thế kỷ như là Aristotle và Plato vậy. Họ đã được trao giải Nobel “ngành sinh lý và y học” là xác đáng nhưng như vậy vẫn còn chưa đủ. “Cuộc cách mạng liên tục” (thuật ngữ này bản thân nó đã có mâu thuẫn[7]), không chỉ y học mà toàn bộ những hiểu biết của chúng ta về sự sống, sẽ còn tiếp tục được cách mạng thêm nhiều lần, hết lần này qua lần khác như là kết quả trực tiếp của sự thay đổi trong tư duy mà hai con người trẻ tuổi đã khởi xướng năm 1953. Gien, và các bệnh về gien, chỉ là đỉnh của tảng băng trôi. Điều thực sự mang tính cách mạng trong ngành sinh học phân tử trong kỷ nguyên hậu Watson-Crick đó chính là ở chỗ nó đã trở thành kỹ thuật số.

Nhờ Watson và Crick, chúng ta biết rằng gien, trong cấu trúc nội tại tí hon của chúng, chính là những sợi dây dài chứa toàn thông tin số. Hơn nữa, nó thực sự là kỹ thuật số theo nghĩa đầy đủ và mạnh của máy vi tính, chứ không phải theo nghĩa yếu như trong hệ thần kinh. Mã gien không phải là mã nhị phân như trong máy tính, cũng không phải một mã tám mức như trong một số hệ thống điện thoại, mà là mã tứ phân với bốn ký tự. Thật thần kỳ là ngôn ngữ máy móc của gien rất giống với máy tính. Ngoại trừ những thuật ngữ khác nhau, nội dung tạp chí sinh học phân tử thậm chí chẳng khác gì tạp chí máy tính cả. Cuộc cách mạng số ở trong chính lõi của sự sống này đã ra một đòn cuối cùng chí mạng đối với thuyết sức sống – niềm tin cho rằng vật chất sống khác biệt sâu sắc với vật chất không sống. Cho mãi đến năm 1953, người ta còn có thể tin rằng có điều gì đó huyền bí về nguyên sinh chất. Không còn nữa rồi. Ngay cả những nhà triết học đã từng được kinh qua quan điểm của thuyết cơ giới về sự sống cũng không dám hy vọng rằng sẽ có ngày những giấc mơ dữ dội nhất của họ cũng được thỏa mãn một cách hoàn toàn đến vậy.

Nếu như kỹ thuật mới tăng tốc lên một chút so với kỹ thuật hiện đại, thì kịch bản khoa học viễn tưởng sau đây hoàn toàn có thể trở thành hiện thực. Giáo sư Jim Crickson bị bắt cóc bởi một thế lực ma quỷ xa lạ nào đó và bị ép phải làm việc trong phòng thí nghiệm vũ khí sinh học của chúng. Để cứu nhân loại, ông nhất thiết phải trao đổi một số thông tin tuyệt mật với thế giới bên ngoài, nhưng ông không được sử dụng mọi kênh thông tin thông thường. Ngoại trừ một kênh. Mã ADN bao gồm sáu mươi tư đơn vị mã bộ ba, vừa đủ cho toàn bộ bảng chữ cái tiếng Anh gồm chữ hoa và chữ thường, thêm mười con số, khoảng trắng và dấu chấm câu. Giáo sư Crickson lấy một loại virus cúm cực kỳ nguy hại ra từ phòng thí nghiệm, rồi tiến hành thiết kế vào trong hệ thống gien của nó toàn bộ thông điệp mà ông muốn gửi ra thế giới bên ngoài, gồm những câu văn được viết trọn vẹn bằng tiếng Anh. Ông cứ lặp đi lặp lại thông điệp này trên hệ gien đó rồi thêm vào một chuỗi chìa khóa để nhận biết, chẳng hạn như mười số nguyên tố đầu tiên. Rồi ông tự gây nhiễm cho mình và hắt hơi trong một căn phòng đầy áp người. Có một làn sóng cúm quét qua cả thế giới, và rồi những phòng thí nghiệm y học ở thế giới xa xôi kia bắt đầu làm việc với chuỗi gien này, với sứ mệnh tạo ra một loại vaccine. Chẳng bao lâu người ta nhận thấy rằng có một kiểu mẫu lạ lùng được lặp đi lặp lại trên gien đó, rồi bỗng một người nào đó nhận thấy chuỗi số nguyên tố - vốn không thể xuất hiện một cách tự phát được, thế là người này nảy ra ý định tạo ra một kỹ thuật đọc mã. Kể từ đó chẳng bao lâu người ta có thể đọc toàn bộ văn bản tiếng Anh của giáo sư Crickson, vốn đã được hắt hơi vòng quanh thế giới.

Vốn là một hệ thống phổ quát của toàn bộ sự sống trên hành tinh này, hệ thống gien của chúng ta mang tính kỹ thuật số từ trong cốt lõi. Ta có thể mã hóa, chính xác đến từng chữ một, toàn bộ cuốn Kinh Tân ước vào phần chỉ chứa những đoạn ADN “tạp nham” của hệ gien người. ADN tạp nham có nghĩa là ADN không được cơ thể dùng theo cách thông thường. Mỗi tế bào trong cơ thể bạn chứa một lượng tương đương với 46 cuộn băng dữ liệu khổng lồ, và chúng nhả ra những ký tự kỹ thuật số thông qua vô số những đầu lọc làm việc đồng thời với nhau. Trong mỗi tế bào, những cuộn băng này – tức là các nhiễm sắc thể - chứa đựng cùng một thông tin, nhưng các đầu đọc trong các loại tế bào khác nhau lọc ra những phần khác nhau của cơ sở dữ liệu, để phục vụ cho những mục đích chuyên biệt của chúng. Đó là lý do tại sao các tế bào cơ khác với các tế bào gan. Chẳng có sinh lực do linh hồn đưa đẩy nào, cũng không có một loại

chất thạch nguyên sinh kỳ bí, đập lên đập xuống pháp phòng nào cả. Sự sống chỉ bao gồm hàng byte hàng byte hàng byte dữ liệu số mà thôi.

Gien chính là thông tin, thông tin thuần túy – thông tin mà có thể được mã hóa, tái mã hóa, và giải mã mà không có sự suy giảm hay thay đổi nào trong ý nghĩa. Thông tin thuần túy thì có thể được sao chép và, do nó là thông tin số, độ trung thực của việc sao chép là cực kỳ tốt. Các ký tự ADN được sao chép ở một mức độ chính xác có thể thách thức mọi nỗ lực cao nhất của các kỹ sư hiện đại. Chúng được sao chép xuôi theo các thế hệ, với vừa đủ những sai sót thỉnh thoảng xảy ra để tạo nên những biến dị. Trong số những biến dị này, những tổ hợp mã hóa, vốn đã chiếm đa số trong môi trường, hiển nhiên và một cách tự động sẽ là những tổ hợp, mà khi được giải mã và tuân theo quy luật trong cơ thể, sẽ khiến cho cơ thể đó có những bước đi tích cực để bảo tồn và truyền đi chính những thông điệp ADN đó. Chúng ta – và cũng có nghĩa là toàn bộ sinh vật – là các cỗ máy sinh tồn được lập trình để truyền đi cơ sở dữ liệu kỹ thuật số mà đã thực hiện chính việc lập trình đó. Học thuyết Darwin bây giờ được hiểu là nói về sự sống sót và tồn tại của những sinh vật ở mức độ mã thuần túy và mang tính kỹ thuật số.

Giờ đây, sau khi đã hiểu vấn đề với kiến thức hậu nghiệm, ta thấy không thể có cách nào khác cho bài toán gien này. Ta cũng có thể tưởng tượng ra một hệ thống gien hoạt động theo kiểu analog. Nhưng ta thấy những gì xảy ra đối với thông tin dạng analog khi nó được sao chép lại qua nhiều thế hệ liên tiếp nhau. Đó chính là một dạng Tăm sao Thất bản[8]. Hệ thống điện thoại dùng khuếch đại, các băng ghi từ, các bản photocopy của các bản photocopy – các tín hiệu analog thật quá mỏng manh trước nguy cơ của sự suy giảm mang tính tích lũy, đến nỗi việc sao chép không thể thực hiện được nữa sau một số thế hệ nhất định. Ngược lại, gien có thể tự sao chép đến mười triệu thế hệ mà chẳng mấy khi bị suy giảm chút nào. Thuyết Darwin là hợp lý bởi vì – ngoại trừ những đột biến đơn lẻ, vốn được chọn lọc tự nhiên hoặc là quét sạch đi hoặc là bảo tồn lại – quá trình sao chép đó thật hoàn hảo. Chỉ có hệ thống gien kỹ thuật số mới có khả năng duy trì được cơ chế Darwin qua hàng thiên niên kỷ[9] của thời gian địa chất. Một ngàn chín trăm năm ba, năm của chuỗi xoắn kép, người ta sẽ coi nó không chỉ là dấu chấm hết cho quan điểm thần bí mê muội về sự sống; mà những người theo học thuyết Darwin sẽ còn xem nó như là năm mà chủ thể nghiên cứu của họ trở thành kỹ thuật số.

Hùng vĩ chảy qua thời gian địa chất và chia ra làm ba tỷ nhánh, dòng sông thuần chất thông tin kỹ thuật số ấy quả là một hình ảnh mạnh mẽ. Nhưng ở nơi đâu nó để lại thông tin của sự sống? Nơi đâu nó để lại cơ thể, tay rồi chân, con mắt rồi bộ não rồi chùm ria, lá rồi cành rồi rễ? Nơi đâu nó để lại cho chúng ta và các phần cơ thể của ta? Có phải chúng ta – động vật, thực vật, động vật nguyên sinh, nấm và vi khuẩn – chỉ là những đôi bờ mà qua đó các con lạch kỹ thuật số chảy qua? Vâng, ở một khía cạnh nào đó. Nhưng như tôi đã ngụ ý trước đây, thực ra còn có nhiều hơn thế nữa. Gien không chỉ tạo ra các bản sao của chính chúng, là những thứ sẽ chảy xuôi theo các thế hệ. Chúng thực sự nằm trong các cơ thể sống, và chúng ảnh hưởng lên hình dáng và hành vi của chuỗi cơ thể sống liên tiếp nhau mà chúng cư ngụ. Cơ thể cũng quan trọng nữa.

Chẳng hạn cơ thể của một con gấu Bắc Cực không chỉ là đôi bờ của con lạch số nhỏ. Nó cũng là một cỗ máy với mức độ phức tạp của một con gấu. Toàn bộ gien của cả một quần cư gấu Bắc Cực là một tập hợp những bản đồng hành hợp với nhau, chen chúc nhau vượt qua thời gian. Nhưng chúng không đồng hành với toàn bộ thành viên của tập thể trong suốt thời gian của chúng mà thay đổi tác nội trong tập thể gien đó. Tập thể gien được định nghĩa là một tập hợp những gien có *tiềm năng* gặp bất cứ một gien nào khác trong chính tập thể đó (chứ không phải là thành viên khác trong số ba mươi triệu tập thể gien khác trên thế giới). Các cuộc hội ngộ luôn luôn xảy ra bên trong một tế bào của một cơ thể gấu. Và cơ thể đó không phải là một cái thùng bị động chứa đựng ADN.

Đầu tiên, chỉ nói đến số lượng tế bào (mỗi tế bào là một tập hợp đầy đủ của bộ gien) cũng đủ làm ta chóng mặt khi tưởng tượng: khoảng chín trăm triệu triệu trong một con gấu đực lớn. Nếu ta xâu các tế bào của một con gấu trắng vào một chuỗi thì chuỗi này hoàn toàn có thể kéo dài từ đây đến tận Mặt trăng rồi quay lại. Các tế bào này được chia ra khoảng mấy trăm loại khác nhau, cơ bản cũng chính là mấy trăm loại tế bào cho mọi động vật có vú: tế bào cơ, tế bào thần kinh, xương, da và những loại khác nữa. Toàn bộ các tế bào này đều chứa những chỉ dẫn

của gien để làm ra bất kỳ một loại nào. Chỉ những gien phù hợp với đoạn mô ta cần mới được bật lên. Đó là lý do vì sao các tế bào của các mô khác nhau lại khác nhau về hình dạng và kích thước. Thú vị hơn, các gien được bật lên trên các tế bào của một loại nhất định nào đó lại làm cho các tế bào đó phát triển mô của chúng thành những hình dạng cụ thể. Xương không phải là những khối không hình thù làm từ những mô cứng và chắc. Mỗi xương đều có một hình dáng đặc trưng, như xương cán rỗng, xương đầu tròn và xương hốc, xương sống và xương gai. Các tế bào được lập trình, bởi các gien nằm trong chúng đã được bật lên, để hành động cứ như thể chúng biết mình ở vị trí nào trong mối quan hệ với những tế bào lân cận. Điều này chính là cách mà chúng xây dựng nên các mô của mình thành hình như dải tai và van tim, thủy tinh thể của mắt và các cơ vòng.

Sự tinh vi phức tạp của một con vật như con gấu trắng là đa tầng lớp. Cơ thể là một tập hợp phức tạp các cơ quan với những hình dạng thích hợp, như gan, thận hay xương. Mỗi cơ quan lại là một tòa biệt thự tạo dựng ra từ các mô nhất định, mà các viên gạch xây nên chúng lại là các tế bào, thường theo kiểu xếp nhiều lớp hay nhiều tấm nhưng cũng thường cả theo hình khối nữa. Ở một mức độ nhỏ hơn nhiều, mỗi tế bào lại có một cấu trúc bên trong rất tinh vi phức tạp gồm các màng được gấp nếp. Những màng này cùng với nước ở giữa chúng chính là hiện trường mà hàng loạt các loại phản ứng hóa học phức tạp xảy ra. Một nhà máy hóa học của ICI hay Union Carbide[10] có thể có mấy trăm phản ứng hóa học khác nhau diễn ra. Những phản ứng này sẽ được giữ riêng rẽ với nhau bởi các thành ống nghiệm và các thứ tương tự. Một tế bào cũng có thể có một số lượng tương tự các phản ứng hóa học diễn ra một cách đồng thời bên trong nó. Ở một mức độ nào đó, các màng tế bào cũng giống như các bình thủy tinh trong phòng thí nghiệm, nhưng sự tương tự là không nhiều lắm bởi hai lý do. Thứ nhất, mặc dù có rất nhiều phản ứng hóa học diễn ra giữa các màng, một số khá nhiều trong đó xảy ra *ngay* trên chất liệu của màng. Thứ hai, có một phương thức hiệu quả hơn để giữ cho các phản ứng riêng rẽ với nhau. Mỗi phản ứng được xúc tác bởi một enzym chuyên biệt của nó.

Một enzym là một phân tử rất lớn mà hình dạng ba chiều của nó làm tăng tốc độ của một loại phản ứng nhất định do nó có bề mặt thuận lợi cho phản ứng đó. Bởi vì đặc điểm quan trọng của các phân tử sinh học chính là hình dạng ba chiều của nó, chúng ta có thể xem enzym như một cỗ máy lớn, được lắp ghép một cách khéo léo để tạo ra một dòng sản phẩm các phân tử với một hình dạng nhất định. Vì thế, bất cứ một tế bào nào cũng có thể có hàng trăm loại phản ứng riêng biệt diễn ra bên trong nó một cách đồng thời và tách biệt với nhau trên bề mặt của các enzym khác nhau. Phản ứng hóa học nào sẽ xảy ra trong một tế bào được quyết định bởi một loại enzym có mặt với số lượng lớn. Mỗi phân tử enzym, bao gồm cả hình dạng quan trọng hết thảy của nó, được lắp ghép dưới sự ảnh hưởng mang tính quyết định của một loại gien nào đó. Cụ thể hơn, chuỗi xác định của hàng trăm ký tự mã hóa của gien đó quyết định chuỗi axit amin của phân tử enzym thông qua một tập hợp quy tắc mà ta đã biết rõ (mã gien). Mỗi phân tử enzym là một chuỗi axit amin, và bất kỳ một chuỗi axit amin nào trong các cơ thể sống cũng tự động cuộn lại thành một hình dạng ba chiều đặc trưng và duy nhất, như một cái nơ, mà trong đó các phần tử của chuỗi tạo ra các liên kết đan chéo nhau với các phân tử khác của chuỗi. Cấu trúc ba chiều chính xác của cái nơ được quyết định bởi chuỗi một chiều các axit amin, và do đó được quyết định bởi chuỗi một chiều các ký tự mã trong gien. Và như vậy, các phản ứng hóa học xảy ra trong tế bào được quyết định bởi gien mà nó được bật lên.

Thế cái gì quyết định gien nào cần phải bật lên trong một tế bào nhất định? Câu trả lời là các chất hóa học đã có mặt trong tế bào. Có yếu tố của nghịch lý “con gà và quả trứng[11]” ở đây, nhưng không phải là không giải quyết được. Lời giải của nghịch lý này thật sự rất đơn giản về nguyên tắc, mặc dù phức tạp về mặt chi tiết. Đó chính là nguyên lý mà các kỹ sư máy tính gọi là kỹ thuật khởi tải[12]. Vào những năm 1960 khi tôi mới đầu dùng máy tính, mọi chương trình phải tải vào máy thông qua các băng giấy (các máy tính Mỹ thời kỳ đó thường dùng bìa đục lỗ, nhưng nguyên tắc cũng vậy). Trước khi có thể tải vào một cuộn băng lớn chứa một chương trình nghiêm chỉnh, người ta phải tải vào một một chương trình nhỏ hơn gọi là trình khởi tải. Trình khởi tải chính là một chương trình để làm một việc: bảo cho máy tính biết làm sao để tải băng giấy vào. Nhưng đây mới chính là nghịch lý “con gà – quả trứng”: bản thân trình khởi tải được tải vào như thế nào? Ở máy tính hiện đại, phần tương đương với trình khởi tải được làm

sẵn thành mạch vào trong máy tính. Nhưng ở những thời kỳ mới đầu của máy tính ấy, người ta phải bắt đầu bằng cách bắt những cầu dao theo một kiểu định sẵn trông rất nghi thức. Chuỗi này báo cho máy tính biết làm sao để đọc phần đầu tiên của cuộn khởi tải. Rồi phần đầu tiên này lại hướng dẫn một chút cho máy tính biết làm sao để đọc phần thứ hai, và cứ như vậy. Vào lúc mà cả cuộn khởi tải được nuốt hết vào, máy tính đã biết làm sao để đọc toàn bộ băng giấy chương trình, và có nghĩa là nó đã trở thành một máy tính có thể hoạt động được.

Khi một phôi thai bắt đầu hình thành, một tế bào duy nhất (trứng đã thụ tinh) phân chia ra làm đôi; mỗi cái lại phân đôi để thành bốn; rồi lại phân đôi để thành tám, và cứ như vậy. Chỉ mất khoảng ít chục thế hệ là có thể tạo ra số lượng tế bào lên đến hàng chục tỉ, thật ghê gớm thay sức mạnh của sự phân chia theo hàm mũ. Nhưng, nếu như tất cả chỉ có bấy nhiêu thôi, hàng chục tỉ tế bào đó sẽ giống nhau hết thảy. Làm sao thực tế chúng lại phân biệt nhau ra thành tế bào gan, tế bào thận, tế bào cơ và nhiều thứ khác, mỗi cái lại có những gien khác nhau được bật lên và những enzym khác nhau hoạt động? Tương tự như kỹ thuật khởi tải, nguyên tắc hoạt động như sau. Mặc dù quả trứng nhìn như một quả cầu, thực ra nó đã có sự phân cực trong nguyên liệu hóa học bên trong nó. Nó có phần trên phần dưới, và trong nhiều trường hợp, phần trước và phần sau (và có cả bên phải và bên trái) nữa. Các sự phân cực này thể hiện ra dưới dạng phân bố của các chất hóa học. Sự tập trung của những chất hóa học nào đó liên tục tăng lên khi ta đi từ trước ra sau, hay là từ trên xuống dưới. Những sự phân bố mào đầu này khá đơn giản, nhưng đủ để tạo nên giai đoạn đầu tiên của quá trình khởi tải.

Khi quả trứng phân chia ra, chẳng hạn ba mươi hai tế bào – tức là sau năm lần phân chia – một số trong ba mươi hai tế bào đó sẽ có các chất hóa học thuộc bên trên nhiều hơn mức trung bình, cái khác lại có nhiều các chất thuộc bên dưới nhiều hơn mức trung bình. Các tế bào cũng không cần nhau xét về khía cạnh các chất thuộc về phân bố trước – sau. Những khác biệt này đủ để khiến cho các tổ hợp gien khác nhau được bật lên ở các tế bào khác nhau. Cho nên các tổ hợp khác nhau của các enzym sẽ có mặt trong tế bào nằm ở các phần khác nhau của phôi. Rồi chính sự khác biệt này lại khiến cho các tổ hợp gien khác nữa được bật lên ở các tế bào khác nhau. Thế là các dòng tế bào trở nên càng ngày càng khác nhau, thay vì vẫn ở tình trạng giống hệt tế bào đầu tiên.

Sự phân ly ở tế bào này rất khác với sự phân kỳ giữa các loài mà ta đã nói trước đây. Những sự phân ly tế bào được lập trình sẵn và có thể dự đoán chi tiết được, trong khi sự phân kỳ của các loài là các kết quả ngẫu nhiên do địa lý địa hình và không thể đoán trước được. Hơn nữa, khi các loài phân kì nhau, chính các gien cũng phân kì, cái tôi đã gọi vui là “lời tam biệt dài lâu”. Khi các dòng tế bào nội trong phôi phân ly, mỗi phân nhánh đều nhận được cùng một hệ bao gồm tất cả các gien. Nhưng các tế bào khác nhau nhận được các chất hóa học khác nhau mà sẽ bật các tổ hợp gien khác nhau lên, và một số gien sẽ hoạt động để bật hay tắt các gien khác. Và thế là sự khởi tải cứ tiếp diễn, cho đến khi chúng ta có toàn bộ nguồn cung cấp của các loại tế bào khác nhau.

Một phôi thai đang phát triển không chỉ tạo ra hàng trăm loại tế bào khác nhau, và hình dạng bên trong và bên ngoài nó cũng thay đổi rất tài tình và sôi động. Sôi động nhất là quá trình được biết đến với tên gọi “sự hình thành phôi da”. Nhà phôi thai học xuất sắc Lewis Wolpert đã mạnh dạn phát biểu rằng, “Không phải lúc chào đời, lúc chết, hay lúc kết hôn, mà lúc hình thành phôi da mới là thời điểm quan trọng nhất trong đời người”. Khi hình thành phôi da, một quả bóng rỗng làm từ các tế bào lõm mạng vào từ một phía để biến thành một cái cốc với một lớp lót bên trong, về bản chất thì mọi phôi thai trong toàn bộ giới động vật đều trải qua quá trình hình thành phôi da này. Đó là nền tảng đồng nhất cho tính đa dạng của phôi thai. Ở đây sự hình thành phôi da chỉ là một ví dụ - một ví dụ đặc biệt ấn tượng – của những vận động không ngừng nghỉ tạo ra những tác phẩm xếp giấy origami từ toàn bộ những nền tảng tế bào mà chúng ta thấy trong sự phát triển của phôi.

Vào thời điểm kết thúc cuộc trình diễn origami lão luyện này; sau hàng loạt những thao tác gấp vào, đẩy ra, thổi phồng lên và làm duỗi các lớp tế bào; sau rất nhiều sự tăng trưởng nhịp nhàng và sôi động của các phần phôi trong đó phần này tăng trưởng nhanh hơn phần khác; sau sự phân kì thành hàng trăm loại tế bào chuyên biệt về mặt hóa học và lý học; khi tổng số tế bào đạt đến mức hàng chục tỷ, sản phẩm cuối cùng là một em bé sơ sinh. À không, ngay cả em bé

đó cũng chưa phải là cuối cùng, bởi vì toàn bộ sự lớn lên của cơ thể - cũng lại với một số phần lớn nhanh hơn các phần khác - biến sự trưởng thành ra sự lão hóa, cũng nên được xem là một sự mở rộng của chính quá trình phát triển phôi: quá trình hoàn toàn phôi thai - cả cuộc đời chỉ là một cái phôi mà thôi.

Mọi cá thể đều khác nhau nhờ sự định hướng khác biệt ở các chi tiết trong quá trình hoàn toàn phôi thai. Một lớp tế bào lớn thêm một chút trước khi tự gấp lại, và kết quả là - Cái gì đây nhỉ? - một cái mũi khoằm chứ không phải mũi thẳng; một đôi bàn chân bẹt, thế là chúng cứu mạng ta vì chúng khiến ta không thể nhập ngũ được; hay một kiểu xương vai khiến ta trở nên giỏi ném lao (hay là lựu đạn, hay là bóng cricket, tùy hoàn cảnh mỗi người). Đôi khi, một sự thay đổi trong miếng origami các lớp tế bào lại đưa đến một hậu quả bi thảm, chẳng hạn em bé sinh ra chỉ với phần gốc cách tay mà không có bàn tay. Những khác biệt không được thể hiện rõ ra ở hình dạng miếng origami lớp tế bào mà chỉ đơn thuần về mặt hóa học cũng có hậu quả trầm trọng không kém: không tiêu hóa sữa được, thích đồng tính luyến ái, dị ứng với đậu phộng, hay cho đến việc nghĩ rằng vị trái xoài thật kinh tởm và có mùi nhựa thông.

Sự phát triển phôi thai là một quá trình phức tạp về mặt vật lý và hóa học. Một thay đổi nhỏ tại bất cứ thời điểm nào trong quá trình đó có thể để lại hậu quả ghê gớm sau này. Điều này cũng không đến nỗi ngạc nhiên, nếu ta nhớ lại quá trình khởi tải nặng nề đến như thế nào. Nhiều điều xảy ra trong quá trình này là do môi trường, ví dụ do thiếu ô-xy hay do uống thuốc giảm đau. Nhưng nhiều sự khác biệt nữa là do gien gây ra - không phải các gien riêng rẽ mà các gien tương tác với nhau, tương tác với môi trường. Phải nói rằng một quá trình tinh vi phức tạp, nhiều màu sắc biến ảo, được khởi tải qua nhiều bước liên hệ chằng chịt đan chéo lẫn nhau như sự phát triển phôi thai thật mạnh mẽ và nhạy cảm trong môi trường. Mạnh mẽ ở chỗ nó có thể đấu tranh với những biến dạng tiềm tàng và những bất lợi lẫn át, để tạo ra một em bé trên đời; nhưng đồng thời nó cũng rất nhạy với những biến dạng ở chỗ không có hai cá thể nào, ngay cả song sinh cùng trứng, tuyệt đối giống hệt nhau trong mọi đặc điểm.

Và bây giờ điểm mấu chốt mà tôi muốn nói. Trong phạm vi sự khác biệt giữa các cá thể do gien (phạm vi có thể rộng, có thể hẹp), chọn lọc tự nhiên có thể sẽ ưu tiên những thay đổi ngẫu nhiên này trong miếng origami phôi mà lại không ưu tiên những cái khác. Trong phạm vi mà cách tay ném của bạn là do gien quyết định, chọn lọc tự nhiên có thể ưu tiên nó hoặc không. Có nghĩa là nếu khả năng ném giỏi tạo ra một tác động, cho dù nhỏ đến đâu, lên khả năng sống sót cho đến khi con cái của một cá thể, những gien quyết định khả năng ném giỏi ấy sẽ có cơ hội tương ứng để thắng lợi trong việc truyền sang thế hệ tiếp theo. Tất nhiên bất kì một cá thể nào cũng có thể chết vì những lý do không liên quan gì đến khả năng ném của mình. Nhưng một gien mà sự có mặt của nó có khả năng làm cho các cá thể giỏi hơn trong việc ném, so với khi không có nó, cả tốt lẫn xấu trong nhiều thế hệ. Chỉ xét riêng cho gien này, về mặt trung bình mọi nguyên nhân có thể dẫn đến cái chết khác đều có ảnh hưởng như nhau khi tác động lên cơ thể sinh vật. Từ quan điểm của gien, chỉ có một viễn cảnh lâu dài của một dòng sông ADN chảy xuôi theo các thế hệ. Các cơ thể chỉ là chỗ cư ngụ tạm thời của gien, nơi mà chúng có thể gặp những gien đồng hành khác vốn khiến cho chúng có thể thành công nhưng cũng có khi thất bại.

Về lâu dài, dòng sông đó sẽ chứa đầy những gien mà đã rất giỏi tồn tại nhờ những lý do như: hơi tăng tiến thêm khả năng ném lao, hơi tăng tiến thêm khả năng có thể ném được chất độc, hay là bất cứ thứ gì khác. Tính trung bình, khả năng tồn tại của gien kém yếu hơn - bởi vì chẳng hạn chúng có khuynh hướng gây ra chứng loạn thị trong chuỗi cơ thể mà chúng cư ngụ, vì thế những cá thể này trở nên kém thành công trong việc phóng lao; hay là chúng làm cho chuỗi cơ thể đó kém hấp dẫn nên không thể chọn được bạn đời - những gien đó sẽ có khuynh hướng biến mất khỏi dòng sông gien. Nói chung lại, nhớ lại điểm mà chúng ta đã nói trước đây: những gien đó sống sót trong dòng sông sẽ là những gien giỏi sống sót trong môi trường trung bình của loài, nhưng có lẽ phần quan trọng nhất của môi trường trung bình này lại chính là những gien khác trong loài; những gien có khả năng chia sẻ cùng một cơ thể với gien giỏi này; những gien bơi qua thời gian địa chất trong cùng dòng sông với gien đó.

CHƯƠNG 2

MẸ CHÂU PHI VÀ CON CHÁU CỦA BÀ

Người ta cho rằng sẽ là thông minh khi nói khoa học chẳng hơn gì một truyền thuyết hiện đại. Người Do Thái có Adam và Eva, người Xume có Marduk và Gilgamesh, người Hy Lạp có thần Zeus và những vị thần Hy Lạp, người Na-uy lại có Valhalla. Nhiều người được coi là khôn ngoan nói rằng: “tiến hóa” có gì hơn một truyền thuyết hiện đại, tương đương với các chúa trời và các anh hùng trong truyền thuyết, không hay hơn cũng không dở hơn, không đúng hơn cũng chẳng sai hơn? Có một loại triết học rất hợp thời gọi là thuyết tương đối văn hóa, ở dạng cực đoan, nó cho rằng khoa học chẳng có gì gần với chân lý hơn so với những truyền thuyết dân gian: khoa học chẳng qua chỉ là một dạng truyền thuyết được một bộ tộc hiện đại Tây phương ưa chuộng mà thôi. Một lần nọ tôi bị một đồng nghiệp nhân chủng học khích, khiến tôi phải đưa ra ý kiến thật rõ ràng: Giả dụ có một bộ tộc nào đó tin rằng Mặt trăng chỉ là một quả bầu cũ kĩ được tung lên trời cao, rồi treo lơ lửng quá tầm ngọn cây. Bạn có thực sự tin rằng chân lý khoa học của chúng ta – rằng Mặt trăng nằm cách Trái Đất một phần tư triệu dặm và có đường kính bằng một phần tư trái đất – là chẳng hề đúng hơn so với “quả bầu” của bộ tộc đó chẳng? “Có”, nhà nhân chủng học nói. “Chúng ta chỉ được lớn lên trong văn hóa vốn nhìn nhận thế giới theo cách khoa học. Còn những người của bộ tộc đó lớn lên để nhìn nhận thế giới theo một cách khác. Chẳng có cách nào đúng hơn cách nào cả”.

Hãy chỉ cho tôi một nhà tương đối văn hóa học ở độ cao ba mươi ngàn bộ[13] rồi tôi sẽ chỉ ngay cho bạn thấy một tay đao đức giả. Máy bay được chế tạo ra dựa theo những nguyên lý khoa học thì hoạt động được. Nó có thể bay trên trời, và nó có thể chở bạn đến chỗ này chỗ kia bạn muốn. Máy bay làm theo kiểu bộ tộc hay truyền thuyết, như máy bay hình nộm thần linh mang mọi thứ đến cho ta trong rừng nhiệt đới hay là những chiếc cánh bằng sáp ong của Icarus, thì không[14]. Nếu bạn bay đến một hội thảo quốc tế của những nhà nhân chủng học hay phê bình văn học, điều khiến bạn chắc chắn đến được, điều khiến bạn không lao nhào xuống – chính là do các kỹ sư được đào tạo theo khoa học Tây phương đã tính đúng các phép toán. Khoa học Tây phương, dựa trên quan sát chắc chắn rằng Mặt trăng quay quanh Trái đất ở một phần tư triệu dặm, sử dụng các máy tính và tên lửa thiết kế theo kiểu Tây phương, đã đưa được con người lên Mặt trăng. Khoa học bộ tộc, với niềm tin rằng Mặt trăng chỉ cao quá tầm ngọn cây, sẽ chẳng bao giờ chạm được vào đó ngoài những giấc mơ.

Hiếm khi nào tôi giảng bài cho công chúng mà lại không có khán giả nào đó tự nhiên đứng lên đưa ra ý tưởng tựa tựa như người đồng nghiệp nhân chủng học của tôi vừa rồi, cũng gọi lên những cái gật đầu trầm trồ tán thưởng. Chắc chắn là những người đồng tình đó thấy hay, rất độ lượng và không phân biệt chủng tộc gì cả. Điều còn gây được nhiều cái gật đầu thán phục hơn nữa là: “Nguyên tắc căn bản: niềm tin của anh vào sự tiến hóa cuối cùng cũng chỉ là đức tin, và do đó nó cũng chẳng còn gì tốt hơn niềm tin của ai đó vào Vườn Địa Đàng cả”.

Mọi bộ tộc đều có những truyền thuyết khởi nguyên – đó là câu chuyện của họ để giải thích về vũ trụ, sự sống và loài người. Về một khía cạnh nào đó, khoa học đúng là cũng tạo ra một điều tương đương, ít nhất là dành cho giới trí thức trong xã hội hiện đại chúng ta. Khoa học thậm chí có thể được mô tả như một tôn giáo; không đùa đâu, tôi đã kể một trường hợp nhỏ trong khoa học có thể trở thành chủ đề thích hợp cho các lớp học tôn giáo[15]. (Ở Anh, giáo dục tôn giáo là một phần bắt buộc của chương trình ở trường, không bị cấm như ở Mỹ vì sợ xúc phạm đến những người theo tôn giáo xung khắc khác). Khoa học cũng như tôn giáo tuyên bố rằng chúng trả lời được những câu hỏi sâu xa về nguồn gốc, về bản chất sự sống, và về vũ trụ. Nhưng sự giống nhau chỉ dừng ở đó mà thôi. Niềm tin khoa học được xác nhận bằng những căn cứ, và chúng mang đến kết quả. Truyền thuyết và đức tin tôn giáo thì không mang đến kết quả đó và cũng không thể.

Trong tất cả các truyền thuyết khởi nguyên, chuyện của người Do Thái về Vườn Địa Đàng thâm nhập khắp văn hóa của chúng ta đến nỗi nó truyền lại tên cho một lý thuyết khoa học quan trọng về tổ tiên của chúng ta, lý thuyết về “Eva Châu Phi”. Tôi giành chương này để nói về

Eva Châu Phi, một phần là do nó sẽ cho phép tôi phát triển sự tương đồng với dòng sông ADN, và cũng do tôi muốn tương phản bà, vốn là một giả định khoa học, với người phụ nữ huyền thoại của Vườn Địa Đàng. Nếu tôi thành công, bạn sẽ thấy chân lý hấp dẫn hơn, thậm chí có thể còn rất gọi về mặt văn chương hơn, so với truyền thuyết. Chúng ta sẽ bắt đầu với một bài tập lý lẽ đơn thuần với giấy và bút chì. Nguyên do của nó sẽ trở nên rõ ràng ngay thôi.

Bạn có bố mẹ (hai người), bốn ông bà nội ngoại, tám ông bà cố nội ngoại và cứ như vậy. Cứ mỗi thế hệ số lượng tổ tiên lại tăng lên gấp đôi. Trở lại g thế hệ thì số lượng tổ tiên của bạn là số 2 nhân với chính nó g lần: 2 mũ g. Nhưng khi vừa mới tính xong, chúng ta sẽ nhận ra ngay rằng không thể như vậy được. Để thấy điều này chúng ta chỉ cần quay lại một chút – ví dụ, đến thời của chúa Jesus, gần đúng hai ngàn năm trước. Nếu chúng ta giả dụ một cách không chặt chẽ lắm, rằng có bốn thế hệ trong mỗi thế kỷ - nghĩa là người ta sinh con cái ở tuổi hai mươi lăm – hai ngàn năm có nghĩa chỉ là gần tám mươi thế hệ. Con số thực tế chắc là lớn hơn thế (nhiều phụ nữ sinh con khi còn rất trẻ, điều này đúng đến mãi gần đây), nhưng ở đây ta chỉ nói nhanh thôi và kết quả không phụ thuộc những tiểu tiết đó. Hai nhân với chính nó 80 lần là một con số lớn kinh khủng, một số và theo sau là 24 số không. Bạn có tới một triệu triệu triệu triệu tổ tiên, cùng thời với chúa Jesus, và tôi cũng vậy. Nhưng tổng dân số vào lúc đó chỉ là một phần tỉ nhỏ hơn so với con số mà ta vừa mới tính ra.

Hiển nhiên là ta đã làm sai ở đâu đó, nhưng ở đâu nhỉ? Chúng ta đã làm phép tính đúng. Điều duy nhất ta làm sai là giả thuyết nhân đôi ở mỗi thế hệ. Thực tế ta đã quên rằng anh em họ có thể lấy nhau. Tôi đã giả thuyết là chúng ta có tám ông bà cố nội ngoại. Nhưng nếu con của hai anh em họ một đời lấy nhau thì họ chỉ có sáu ông bà cố mà thôi. Bởi vì ông bà nội ngoại chung của hai anh em họ này là ông bà cố của con họ theo hai cách khác nhau. “Thế thì đã sao nào?”, chắc bạn sẽ hỏi vậy. Người ta thỉnh thoảng lấy anh em họ của mình (Vợ của Charles Darwin, Emma Wedgwood là chị em họ một đời của ông), nhưng chắc chuyện này không phổ biến tới mức tạo ra một sự khác biệt đáng kể nào chứ? Có đấy, bởi vì “anh em họ” đối với tính toán của chúng ta bao gồm anh em họ hai đời, năm đời, sáu đời, và nhiều đời nữa. Khi mà ta tính anh em họ đến mức xa như vậy, mọi hôn nhân đều là hôn nhân giữa hai anh em họ. Thỉnh thoảng bạn nghe ai đó khoe rằng mình là bà con xa với Nữ hoàng, nhưng họ chỉ khoa trương vậy thôi, vì *tất cả* chúng ta đều là bà con xa của Nữ hoàng, và của bất cứ người nào khác, theo rất nhiều con đường mà không bao giờ ta có thể lần ra hết được. Đối với hoàng tộc hay quý tộc, điều đặc biệt duy nhất là họ có thể lần ra một cách rõ ràng. Như vị Bá tước Homenthwa mười bốn đã từng nói khi bị đối thủ chính trị chế giễu về tước vị của mình, “tôi cho rằng ông Wilson, nghĩ cho cùng, thì cũng là ông Wilson thứ mười bốn”.[\[16\]](#)

Kết quả cuối cùng là: chúng ta là anh em bà con gần hơn rất nhiều so với bình thường mà ta có thể nhận thấy, và chúng ta lại có ít tổ tiên hơn nhiều so với phép tính đơn giản vừa rồi. Một lần, để xem một sinh viên lý luận thế nào, tôi bảo cô ấy thử đoán bằng kinh nghiệm xem tổ tiên gần nhất của cô ấy và tôi sống cách đây bao lâu. Nhìn tôi một cách nghiêm nghị, không chút chần chừ, cô đáp bằng một giọng nói chậm rãi thôn quê, “Tận thời kỳ của khỉ giống người”. Đúng là một phỏng đoán dễ hiểu, nhưng nó sai tới khoảng 10.000 phần trăm. Thế có nghĩa là sự tách biệt được đo bằng hàng triệu năm. Sự thật là tổ tiên chung gần nhất của chúng tôi rất có thể đã sống không nhiều hơn vài thế kỷ trước, chắc là muộn hơn rất nhiều so với thời kỳ của William the Conqueror[\[17\]](#). Hơn nữa, chúng tôi chắc chắn còn là họ hàng với nhau đồng thời theo nhiều cách khác nhau.

Mô hình tổ tông với hình ảnh một cái cây phân nhánh ra mãi mãi, hết lần này đến lần khác, đã dẫn tới một tính toán sai lầm và phóng đại số tổ tiên lên. Lật ngược lại, và cũng sai lầm y hệt vậy, đó là mô hình cây của con cháu. Một người trung bình có hai con, bốn cháu, tám chắt và cứ như vậy đến mãi con số không tưởng là hàng ngàn tỷ hậu duệ chỉ qua vài thế kỷ. Mô hình tổ tông và con cháu đúng với thực tế hơn chính là mô hình dòng gien được giới thiệu ở chương trước. Giữa đôi bờ của nó, gien là những dòng chảy liên tục theo thời gian. Các dòng chảy tách ra rồi nhập lại khi các gien đan chéo qua lại xuôi theo dòng sông chảy qua thời gian. Thỉnh thoảng, ta lại múc một thùng nước đầy tại chỗ nào đó dọc theo dòng. Từng đôi phân tử chắc chắn đã cùng đồng hành trước đây trong suốt quá trình chảy xuôi theo dòng, giờ đây sẽ còn đồng hành thêm nữa. Chúng đã từng cách xa nhau nhiều trong quá khứ, và chúng cũng sẽ rất

tách biệt trong tương lai. Rất khó để lần ra những điểm gặp nhau, nhưng về mặt toán học chúng ta có thể chắc chắn rằng sự gặp nhau phải xảy ra – chắc chắn rằng hai gien đang gặp nhau tại một điểm nào đó, chúng không phải đi đâu xa dọc theo một trong hai hướng dòng sông cho đến khi chúng lại chạm nhau lần nữa.

Bạn có thể không biết mình là bà con của chồng hay vợ mình, nhưng về mặt thống kê mà nói, bạn chẳng phải đi ngược lại quá xa để tìm được điểm khác nhau giữa hai dòng dõi. Nhìn theo hướng ngược lại, về phía tương lai, ta thấy hiển nhiên rằng ta sẽ chia sẻ hậu duệ con cùng với chồng hoặc vợ ta. Suy nghĩ này mới thật hấp dẫn đây. Sắp tới nếu bạn có mặt trong đám đông – trong phòng hòa nhạc hay sân bóng đá chẳng hạn – hãy nhìn quanh khán giả và suy ngẫm điều này: nếu bạn có con cháu trong tương lai xa xôi, chắc chắn có người trong cùng buổi hòa nhạc hôm nay bạn sẽ bắt tay làm đồng tổ tiên của lớp hậu duệ đó. Những người cùng là ông bà nội ngoại thường biết rõ họ là đồng tổ tiên, và điều này cho họ một cảm giác gần gũi thân thuộc với nhau, cho dù có sống hợp với nhau hay không. Họ có thể nhìn nhau và nói, “À, tôi không ưa ống lắm, nhưng ADN của ống đã trộn lẫn với của tôi trong đứa cháu chung này rồi. Chúng tôi có thể sẽ có cùng hậu duệ trong tương lai nữa, rất lâu sau khi chúng tôi đều đã ra đi. Cho nên chắc chắn là chúng tôi phải thấy thân thuộc rồi”. Nhưng ý của tôi là, nếu bạn có phúc có con cháu trong tương lai xa, sẽ có ai đó xa lạ tuyệt đối với bạn trong phòng hòa nhạc sẽ là đồng tổ tiên với bạn. Bạn có thể quan sát trong hội trường và suy diễn ra xem những ai, đàn ông hay phụ nữ, có thiên mệnh chia sẻ hậu duệ mai sau và ai sẽ không. Cho dù bạn là bất kỳ ai, màu da nào và giới tính nào đi nữa, bạn và tôi rất rất có thể sẽ là đồng tổ tiên. ADN của bạn có thể có định mệnh sẽ hòa trộn với ADN của tôi. Xin chào trân trọng!

Bây giờ giả sử chúng ta đi ngược thời gian bằng một cỗ máy, chẳng hạn đến một đám đông trong Đấu trường La Mã, hay xa hơn, một phiên chợ Ba Tư, hay thậm chí còn xa hơn nữa. Hãy nhìn quanh đám đông, giống như ta đã tưởng tượng ra đối với đám đông khán giả thánh phòng hiện đại của ta. Hãy để ý rằng ta có thể chia những người đã quá cố từ rất lâu đó thành hai và chỉ hai phân loại mà thôi: những người là tổ tiên của ta và những người không phải. Điều này cũng khá hiển nhiên, nhưng bây giờ ta mới đi đến một sự thật rất đáng chú ý. Nếu cỗ máy thời gian có thể mang bạn về đủ sâu trong thời gian, bạn có thể chia những người bạn gặp ra thành những người là tổ tiên của mọi con người sống vào năm 1995^[18] và những người không là tổ tiên của ai sống vào năm 1995. Không ai ở trung gian cả. Bất cứ ai mà bạn gặp khi vừa bước chân ra khỏi cỗ máy thời gian hoặc là một trong số các tổ tiên của toàn bộ con người đang sống, hoặc chẳng là tổ tiên của ai cả.

Đây là một ý nghĩ như hút chúng ta vào, và nghe có vẻ rất xa xôi trừu tượng, nhưng ta có thể chứng minh một cách vô cùng dễ dàng. Ta chỉ cần di chuyển cỗ máy thời gian tưởng tượng ngược về một thời điểm lâu đến mức khó tưởng nào đó: ví dụ như ba trăm năm mươi triệu năm trước, khi mà tổ tiên ta còn là những con cá có vây giống chân và có phổi, trồi lên từ mặt nước và trở thành động vật lưỡng cư. Nếu một con cá nào đó là tổ tiên của tôi, chắc chắn không có cách chi mà nó lại không phải là tổ tiên của bạn. Nếu mà “ông cá” không đúng như vậy, thì suy ra dòng dõi dẫn đến bạn và dòng dõi dẫn đến tôi đã tiến hóa một cách độc lập, không bao giờ liên quan gì đến nhau, từ cá lên lưỡng cư, lên bò sát, động vật có vú, đến linh trưởng rồi họ người. nhưng cuối cùng, trên thực tế chúng ta tương tự nhau đến mức có thể nói chuyện với nhau, thậm chí là nếu chúng ta thuộc hai giới khác nhau, có thể giao phối với nhau nữa (như vậy suy ra “ông cá” chắc chắn phải là tổ tiên chung. ND). Điều gì đúng với bạn và tôi thì cũng đúng cho bất kỳ hai con người nào.

Chúng ta vừa chứng minh rằng nếu du hành ngược về thời gian đủ xa vào quá khứ, bất kỳ người nào mà ta gặp chắc chắn phải là tổ tiên của nhau, hoặc là toàn bộ chúng ta, hoặc không ai cả. Nhưng bao lâu thì gọi là đủ lâu? Rõ ràng là ta không cần phải đi ngược đến thời kỳ cá có vây giống chân – như trong phép phản chứng nói trên – nhưng chúng ta phải đi ngược thời gian bao lâu để gặp tổ tiên của toàn bộ con người đang sống vào năm 1995? Đó là một câu hỏi khó hơn rất nhiều và nó chính là câu hỏi mà tôi chuyển đến sau này. Câu hỏi này không thể trả lời được bằng giấy và bút chì. Chúng ta cần thông tin thực tế, những đo đạc từ thế giới với những dữ kiện nhất định.

Sir Ronald Fisher^[19], nhà di truyền học và toán học tài ba người Anh, người có thể được xem

là người nổi nghiệp vĩ đại nhất thế kỷ 20 của Darwin, cũng như cha đẻ của môn thống kê học hiện đại, đã phát biểu điều sau đây vào năm 1930:

Chỉ có địa lý và những rào cản khác ngăn trở sự giao phối giữa các chủng tộc lại với nhau... vốn đã ngăn chặn toàn bộ loài người có cùng một dòng dõi tổ tiên duy nhất, ngoại trừ trong mấy ngàn năm qua. Tổ tông của toàn bộ thành viên trong một nước chỉ còn khác biệt chút ít khi tính xa hơn cách đây 500 năm; và ở 2000 năm trước, sự khác biệt duy nhất còn tồn tại là giữa các chủng tộc riêng biệt theo như ngành dân tộc học; những chủng tộc này... có thể thực ra là cực kỳ cổ xưa; nhưng điều này có thể xảy ra chỉ khi trong thời gian dài sự khuếch tán của các dòng máu giữa các nhóm khác nhau là hầu như không tồn tại.[\[20\]](#)

Bằng ngôn ngữ tương tự như hình ảnh dòng sông của chúng ta, Fisher đã dùng dữ kiện rằng gien của mọi thành viên trong tất cả chủng tộc thống nhất về mặt địa lý đều đang chảy cùng một con sông. Nhưng khi nói đến những con số cụ thể của ông – năm trăm năm, hai ngàn năm, mức độ cổ xưa của sự chia tách các nhóm chủng tộc khác nhau – Fisher chắc hẳn đã có những ước đoán có cơ sở. Những dữ kiện cần thiết chưa có vào thời của ông. Bây giờ cùng với cuộc cách mạng sinh học phân tử, chúng ta có đầy đủ dữ kiện ra đó[\[21\]](#). Chính sinh học phân tử đã cho ta mẹ Eva châu Phi đầy quyền năng.

Dòng sông số không phải là cách hình tượng duy nhất đã được dùng đến. Chúng ta hoàn toàn có thể so sánh ADN của mỗi người với một quyển Kinh Thánh gia đình. ADN là một đoạn văn bản rất dài được viết bằng bảng chữ cái bốn ký tự như chúng ta đã thấy trong chương trước. Các chữ cái đã được sao chép vô cùng tỉ mỉ từ các tổ tiên của chúng ta, và chỉ từ các tổ tiên của chúng ta mà thôi, với một sự chính xác ghê gớm, ngay cả khi đó là từ một tổ tiên rất xa xôi. Bằng cách sao chép các đoạn văn bản lưu trữ trong những con người khác nhau, chắc chắn chúng ta có thể tái dựng lại mối tương quan họ hàng của họ và rồi tính ra được một người tổ tiên chung. Những người bà con xa mà ADN của họ đã phân ly ra lâu hơn – ví dụ như người thổ dân Naui và người Australia – chắc phải khác nhau bởi một số lượng từ ngữ rất lớn. Các học giả đã làm những phép tính toán kiểu này đối với rất nhiều phiên bản tài liệu thánh kinh. Xui xẻo thay, trong trường hợp bộ “sách” ADN này lại xuất hiện một cái dằm khó chịu. Tình dục.

Tình dục là một cơn ác mộng với tay lưu trữ “văn thư” ADN. Thay vì để lại các tài liệu của tổ tiên một cách nguyên vẹn, ngoại trừ chút sai sót không tránh khỏi, tình dục can thiệp và phá hủy mọi chứng cứ một cách lì lợm và thô bạo. Không một ai, dù ló ngó tới cỡ nào, lại từng phá hoại một tác phẩm tinh vi như tình dục đã làm hỏng kho lưu trữ ADN. Trong sự lưu truyền kinh thánh, chẳng có thứ gì có thể so sánh được với sự phá hoại đó. Phải thừa nhận là, khi một học giả cố gắng lần theo nguồn gốc, nói ví dụ như của như Kinh Ca Solomon (Kinh Cựu Ước) chẳng hạn, người này sẽ hiểu rằng mọi chuyện không đẹp như mơ tí nào. Bài Kinh Ca có nhiều đoạn được chấp nối một cách kỳ quặc, cho thấy rõ nó thực sự là phân mảnh của một số bài thơ khác nhau được nối liền với nhau, chỉ một số ít trong đó là các đoạn thơ tình. Nó có nhiều lỗi – hay còn gọi là biến dị - đặc biệt là trong phần dịch. “*Mang cho chúng con những con cáo, những con cáo nhỏ đã phá hết những cây nho*”, thực ra đó là một lỗi dịch, thế nhưng vì chúng đã được lặp đi lặp lại cả đời, nên chúng lại mang một nét đặc trưng đáng nhớ. Nhưng thật tình chẳng thể nào khớp chúng lại với bản gốc là “*Bắt cho chúng con những con dơi ăn hoa quả, những con dơi nhỏ...*”:

Ơ kìa, mùa đông đã xa, mưa đã tàn và lui đi mất. Chim sẽ hót, hoa lại nở rộn ràng trần thế; còn tiếng rùa sẽ vang vọng khắp nhân gian.

Đoạn thơ tuyệt đẹp, làm ta mê mẩn đến mức tôi nghi mình sẽ làm hỏng nó nếu giải thích ra rằng, một lần nữa, cũng có một biến dị rành rành ra đây. Chèn lại chữ “bồ câu” vào sau chữ “rùa”, như các bản dịch hiện đại đã làm, mới là chính xác nhưng lại rất nặng nề, ta sẽ nghe nhịp điệu hỏng hết cả (trở thành “...còn tiếng rùa, tiếng bồ câu sẽ vang vọng khắp nhân gian” ND). Đây là những lỗi rất nhỏ, những sơ sót nhỏ không thể tránh khỏi mà ta thường thấy khi các tài liệu không phải được in ra thành hàng ngàn bản từ trong đĩa máy tính có độ trung thực cao, mà lại được sao đi chép lại bởi những nhà sao chép bằng xương bằng thịt, qua những cuộn giấy cói khan hiếm và dễ hỏng.

Bây giờ ta hãy để tình dục xen vào bức tranh này. (Không, theo nghĩa tôi muốn nói thôi, chứ không phải tình dục xen vào bài Kinh Ca). Tình dục, theo cái nghĩa tôi nói, chẳng qua là: chon ngấu nhien những đoạn nhỏ từ một cuốn sách, giắt chúng ra để có được nửa cuốn, xong trộn lẫn những đoạn đó với một nửa được giắt từ một cuốn khác. Thật khó tin – thậm chí nghe có vẻ phá hoại nữa – nhưng đây chính xác là những gì xảy ra khi một tế bào sinh dục hình thành. Ví dụ, khi một người đàn ông tạo ra một tế bào tinh trùng, các nhiễm sắc thể anh thừa hưởng từ bố cặp đôi với các nhiễm sắc thể anh thừa hưởng từ mẹ, cùng những đoạn lớn của chúng thay đổi vị trí. Nhiễm sắc thể của một đứa trẻ là một mớ bòng bong đã bị xáo trộn lên tới mức không thể khôi phục lại như cũ từ những nhiễm sắc thể của ông bà nội ngoại và những tổ tiên xa hơn khác. Ở những tài liệu có thể trở thành đồ cổ này, từng chữ cái, và có thể là từng từ một, có thể tồn tại qua các thế hệ. Nhưng các chương, trang, thậm chí là đoạn văn bị xé ra rồi kết hợp với nhau một cách không thương tiếc đến mức chúng hầu như vô dụng trong việc dùng để lần lại lịch sử. Ở đâu có liên quan đến lịch sử tổ tông, tình dục là một trở ngại vô cùng lớn.

Chúng ta có thể hình dung kho lưu trữ ADN để tái dựng lịch sử bất cứ khi nào tình dục hoàn toàn nằm ngoài bức tranh. Tôi có thể tìm ra được hai ví dụ quan trọng. Một là mẹ Eva châu Phi, và tôi sẽ nói về bà sau. Trường hợp kia là sự tái dựng lại lịch sử của tổ tông xa xôi hơn rất nhiều – khi ta xem xét mối quan hệ giữa các loài chứ không phải nội bộ trong một loài. Như chúng ta đã thấy ở chương trước, những sự trộn lẫn do tình dục chỉ xảy ra nội trong một loài. Khi một loài mẹ đẻ ra hai loài con, dòng sông gien rẽ ra hai nhánh. Sau khi chúng đã phân ly ra trong một thời gian đủ dài, sự trộn lẫn do tình dục nội trong mỗi nhánh sông, thay vì là một vật cản với nhà lưu trữ gien học, lại thực sự giúp cho việc tái dựng lại nguồn gốc và quan hệ họ hàng giữa các loài với nhau. Chỉ đối với quan hệ họ hàng nội trong một loài, tình dục mới làm lộn xộn các dấu hiệu đi mà thôi. Ở đâu liên quan đến mối quan hệ họ hàng giữa các loài, tình dục lại hữu dụng bởi vì một cách tự động nó có khuynh hướng đảm bảo rằng mỗi cá thể là một mẫu khá đầy đủ của toàn bộ gien của một loài. Từ dòng sông đã được khuấy đều lên, không quan trọng thùng nước nào bạn múc ra vì nó sẽ là đại diện của nước trong dòng sông đó.[\[22\]](#)

Thực tế, con người đã rất thành công trong việc so sánh văn bản ADN, so sánh từng chữ từng chữ một, từ đại diện của nhiều loài để xây dựng phả hệ các loài. Thậm chí theo một trường phái có ảnh hưởng lớn, ta có thể tính được niên đại của các sự rẽ nhánh. Đó là nhờ khái niệm, dù vẫn chưa được thống nhất, đó là “đồng hồ phân tử”, trong đó giả thiết rằng các đột biến ở bất cứ vùng nào trên chuỗi văn bản gien xảy ra với một tốc độ cố định trên mỗi triệu năm. Chúng ta sẽ quay lại với giả thiết đồng hồ phân tử này thôi.

“Đoạn văn” trong gien của chúng ta dùng để mô tả một protein với tên gọi cytochrome c dài 339 kí tự. Mười hai kí tự thay đổi là cách biệt của cytochrome c của người với của ngựa, người họ hàng khá xa của chúng ta. Sự thay đổi chỉ một kí tự là khoảng cách giữa con người với khỉ (người họ hàng khá gần của chúng ta), một kí tự thay đổi tách rời ngựa với lừa (họ hàng gần của nhau) và ba kí tự làm cách rời ngựa với lợn (họ hàng hơi xa nhau hơn một chút). Bốn mươi lăm kí tự thay đổi làm cách biệt người với nấm men rượu và cũng chừng ấy kí tự làm tách biệt lợn với men. Tất nhiên ta không hề ngạc nhiên khi hai con số này giống nhau, bởi vì khi ta ngược dòng sông dẫn tới con người, nó sẽ nhập lại dòng sông dẫn tới lợn sớm hơn rất nhiều khi dòng sông chung của người và lợn nhập lại với men. Tuy nhiên, có một chút dễ dãi trong các con số này. Số kí tự thay đổi ở cytochrome c làm tách biệt ngựa với men không phải là bốn mươi lăm mà là bốn mươi sáu. Điều này không có nghĩa là lợn có họ hàng gần với men hơn ngựa với men. Một cách chính xác, chúng có liên quan với men như nhau, cũng như tất cả động vật có xương sống – và thực chất là toàn bộ động vật. Có lẽ một sự thay đổi phụ thêm đã len vào trong dòng dõi từ thời tổ tiên chung của ngựa với lợn (vốn cũng không xa) dẫn tới ngựa ngày nay. Nói chung, ý tưởng sự khác biệt số kí tự của cytochrome c tách biệt các cặp loài sinh vật là rất gần với hình ảnh cấu trúc phân nhánh của cây tiến hóa.

Như đã nói, lý thuyết đồng hồ phân tử phát biểu rằng tốc độ thay đổi của một văn bản trong mỗi triệu năm là hầu như cố định. Trong số bốn mươi sáu kí tự cytochrome c thay đổi phân hóa từ sinh vật tổ tiên chung của ngựa và men dẫn đến các loài ngựa hiện đại, và một nửa còn lại xảy ra trong quá trình tiến hóa từ sinh vật tổ tiên chung đó dẫn đến các loài men hiện đại (hiển nhiên là, hai con đường tiến hóa đã phải mất cùng một số tỉ năm như nhau để hình

thành). Mới đầu, giả định này cũng đáng ngạc nhiên. Bởi vì ta đoán là “vì” tổ tiên chung đó chắc phải giống men hơn là giống ngựa chừ (vậy mà nó lại cách men và ngựa cùng 23 kí tự. ND). Lời giải thích dựa trên một giả định đang ngày càng được chấp nhận rộng rãi do nhà gen học xuất chúng người Nhật Motoo Kimura đưa ra, rằng phần lớn của văn bản có thể tự do thay đổi mà không làm ảnh hưởng ý nghĩa của văn bản.

Một ví dụ rất hay là việc thay đổi kiểu chữ trong câu sau đây. **“Ngựa là một động vật có vú”**. **“Men là một dạng nấm”**. Ý nghĩa những câu này nghe rất trơn tru và rõ ràng, mặc dù mỗi chữ đều được in theo một phong khác nhau. Hàng triệu năm trôi qua, đồng hồ phân tử tích tắc trôi đi giống như những thay đổi phong chữ vô nghĩa đó. Những thay đổi dưới ảnh hưởng của chọn lọc tự nhiên cho ra sự khác nhau giữa ngựa và men – tức là *nghĩa* của các câu văn – chỉ là phần nổi của tảng băng trôi.

Một số phân tử có tốc độ đồng hồ nhanh hơn những phân tử khác. Cytochrome *c* tiến hóa khá chậm: khoảng một chữ cái trong mỗi hai mươi lăm triệu năm. Điều này chắc là do: sự quan trọng sống còn của cytochrome *c* đối với sự tồn tại của sinh vật phụ thuộc rất lớn vào hình dạng chi tiết của nó. Hầu hết những thay đổi của các phân tử mà hình dạng của chúng mang tầm quyết định như vậy thường không được chọn lọc tự nhiên chăm chú. Những protein khác, như những fibrinopeptide, mặc dù chúng cũng quan trọng, nhưng chúng mang nhiều hình dạng tương tự nhau và đều hoạt động tốt như nhau. Các fibrinopeptide thường “dùng” trong việc đông máu, và ta có thể thay đổi hầu hết các chi tiết của nó đi mà không làm thay đổi khả năng làm đông của nó. Tốc độ đột biến trong các protein này là khoảng một trong mỗi sáu trăm ngàn năm, lớn hơn bốn mươi lần so với tốc độ của cytochrome *c*. Vì vậy, fibrinopeptide không hữu ích trong việc tái dựng lại nguồn gốc tổ tiên cổ xưa, mặc dù chúng lại có ích trong việc tái dựng lại nguồn gốc tổ tiên gần đây hơn. Có hàng trăm loại protein, mỗi cái đều thay đổi theo tốc độ riêng của nó và đều có thể được độc lập sử dụng để tái dựng cây gia phả. Chúng đều cho ra các cây gia phả rất tương tự nhau – có nghĩa rằng đó là một bằng chứng rất xác thực cho thấy thuyết tiến hóa là đúng, nếu như người ta cần đến bằng chứng.

Chúng ta bàn luận vấn đề này trên cơ sở rằng sự trộn lẫn do tình dục làm lộn xộn bản ghi chép về lịch sử. Chúng ta phân biệt rõ hai cách mà trong đó ta có thể thoát khỏi tác động của tình dục. Chúng ta mới chỉ giải quyết được một trong hai, dựa theo dữ kiện rằng tình dục không làm trộn lẫn gen giữa hai loài. Điều này mở ra khả năng sử dụng các chuỗi ADN để tái dựng nguồn gốc cổ xưa, từ thời tổ tiên của ta vẫn chưa thành hình người. Nhưng chúng ta đã đồng ý rằng, nếu đi ngược thời gian lâu đến vậy, thì tất cả con người chúng ta dứt khoát đều có nguồn gốc từ cùng một cá thể sinh vật duy nhất. Chúng ta đã đặt ra ý định xem tổ tiên chung gần nhất của mọi con người đã sống cách đây bao lâu. Để tìm ra được điều đó, chúng ta phải quay sang với một loại bằng chứng khác từ ADN. Và đây là khi mà Eva châu Phi xuất hiện trong câu chuyện của chúng ta.

Eva châu Phi có khi còn được gọi là Eva Ti Thể. Ti Thể là các cấu trúc hình bầu dục tí hon, tập hợp thành từng đàn vào cỡ vài ngàn trong mỗi tế bào của chúng ta. Chúng cơ bản là rỗng ruột, nhưng có cấu trúc trong rất tinh vi phức tạp với nhiều màng ngăn. Diện tích của các tấm màng này lớn hơn rất nhiều so với ta đoán khi nhìn từ bên ngoài, và nó có một mục đích sử dụng nhất định. Các tấm màng là các dây chuyền sản xuất của một nhà máy hóa chất, hay chính xác hơn là một trạm cung cấp năng lượng. Trên các màng là một dây chuyền phản ứng hóa học được điều khiển khéo léo – một phản ứng dây chuyền có nhiều giai đoạn hơn bất cứ một nhà máy hóa chất nhân tạo nào. Kết quả là năng lượng từ các phân tử thức ăn được giải phóng ra, được điều khiển và lưu trữ dưới dạng có thể tái sử dụng, ở bất cứ nơi nào cần thiết trong cơ thể. Nếu không có các ti thể, chúng ta sẽ chết chỉ trong một giây.

Đó là những thứ mà ti thể làm, thế nhưng ta dẫn dắt tới đây để xem chúng xuất hiện từ đâu thì hơn. Trong lịch sử tiến hóa cổ đại, chúng khởi đầu là những con vi khuẩn. Đây là một lý thuyết nổi trội do nữ giáo sư đáng kính Lynn Margulis của trường đại học Massachusetts tại Amherst đề ra. Lý thuyết bắt nguồn từ các giả thiết ngoài lề, rồi được công chúng quan tâm miễn cưỡng, cho đến thắng lợi ngày nay là được chấp nhận gần như phổ quát. Hai tỉ năm trước, tổ tiên xa xôi của ti thể là các vi khuẩn sống tự do. Cùng với những vi khuẩn khác, chúng tiến vào cư ngụ trong các tế bào lớn. Tập đoàn vi khuẩn (“nhân sơ”) này trở thành các tế bào lớn

("nhân chuẩn") mà chúng ta gọi là tế bào con người. Mỗi chúng ta đều là một tập đoàn hàng trăm triệu triệu tế bào nhân chuẩn sống phụ thuộc lẫn nhau. Mỗi tế bào đó lại là một tập đoàn hàng ngàn các vi khuẩn được "thuần hóa" một cách chuyên biệt, hoàn toàn bao gọn trong tế bào mà ở đó chúng cũng nhân lên như các vi khuẩn khác. Người ta tính rằng nếu toàn bộ ti thể của một người duy nhất được đặt cạnh nhau đầu này nối đầu kia, chúng có thể ôm trọn Trái đất không chỉ một lần mà là hai ngàn lần. Một cá thể động vật hay thực vật là một tập đoàn khổng lồ các tập đoàn nhỏ xíu được xếp theo nhiều tầng lớp, tương tác với nhau như một cánh rừng mưa nhiệt đới. Chính rừng mưa nhiệt đới lại là một tập đoàn sống động của hàng chục triệu loài sinh vật, mỗi cá thể của một loài lại là một tập đoàn các tập đoàn vi khuẩn đã thuần hóa. Khi cho rằng tế bào là một khu vườn khép kín của các vi khuẩn, thuyết của Tiến sĩ Margulis không chỉ đưa ra một lý thuyết truyền cảm hơn, hứng thú say mê hơn, bay bổng hơn rất nhiều so với câu chuyện Vườn Địa Đàng; mà nó còn vượt trội hơn bởi nó gần như chắc chắn là đúng.

Giống như hầu hết các nhà sinh học, bây giờ tôi giả định lý thuyết Margulis là đúng. Trong chương này tôi đề cập đến chuyện đó cũng chỉ để nói một ý đặc biệt: các ti thể cũng có ADN riêng[23], và chúng chỉ có một nhiễm sắc thể dạng vòng duy nhất, tương tự trong các vi khuẩn khác. Và bây giờ, điểm mấu chốt mà tôi muốn dẫn đến là đây. ADN ti thể không tham gia vào bất cứ quá trình trộn lẫn do tình dục nào: không trộn với ADN nhân tế bào mà cũng không trộn với ADN của các ti thể khác. Cũng giống như rất nhiều vi khuẩn khác, ti thể sinh sản bằng cách phân đôi. Khi một ti thể phân ra làm hai ti thể con, mỗi ti thể con nhận được một bản sao y hệt với bản gốc – ngoại trừ những đột biến. Bây giờ từ quan điểm của một nhà khoa học nghiên cứu dòng dõi lâu đời, bạn sẽ thấy được vẻ đẹp của điều này. Chúng ta đã thấy rằng ở đâu có văn bản ADN thông thường, cứ mỗi thế hệ, tình dục lại làm xáo trộn hết các dấu vết, làm lẫn lộn hết các phần từ dòng bố và dòng mẹ. May mắn thay ta có ADN ti thể là một kẻ bao giờ cũng độc thân.

Chúng ta nhận được ti thể của mình chỉ từ mẹ mà thôi. Tinh trùng quá nhỏ nên chỉ có thể chứa một số ít ti thể: vừa đủ cung cấp năng lượng cho phần đuôi để chúng bơi đến trứng, và rồi, khi đầu tinh trùng được hấp thụ vào trứng lúc thụ tinh, những thi thể này bị bỏ đi cùng với cái đuôi. Trứng lớn hơn đầu tinh trùng nhiều lần, phần bên trong cực lớn choán đầy chất lỏng và chứa một cụm lớn ti thể. Cụm ti thể này là những hạt giống đầu tiên cho đứa trẻ. Vậy nên dù bạn là nam hay nữ, các ti thể của bạn đều xuất phát từ một nhóm ti thể ban đầu do mẹ truyền cho. Không có cái nào từ bố, không có cái nào từ ông nội hay ông ngoại, mà cũng chẳng có cái nào từ bà nội. Ti thể tạo thành một bản ghi chép độc lập của quá khứ, không bị trộn lẫn với ADN nhân tế bào, vốn có thể bắt nguồn một cách như nhau từ mỗi một người trong số bốn ông bà nội ngoại, mỗi người trong số tám ông bà cố nội ngoại và cứ như vậy ngược về tổ tiên.

ADN ti thể tuy không làm lẫn các thứ khác, chúng cũng không được miễn khỏi sự đột biến, vốn là những lỗi sao chép ngẫu nhiên. Thực tế, nó đột biến ở một tốc độ còn cao hơn so với ADN "của chúng ta" (nghĩa là ADN nhân tế bào người), bởi vì (cũng giống như trường hợp của các vi khuẩn) nó thiếu những bộ máy tinh vi phức tạp để kiểm tra lỗi mà các tế bào của chúng ta đã tiến hóa ra trong suốt nhiều niên kỷ. sẽ có một ít khác biệt giữa ADN của bạn và của tôi, số lượng khác biệt cho ta một ước lượng về thời điểm tổ tiên của chúng ta đã phân nhánh ra trong quá khứ. Không phải *mọi* tổ tiên, mà chỉ những tổ tiên theo dòng nữ nữ nữ... mà thôi. Nếu mẹ bạn là người thuần bản xứ châu Đại Dương, hay thuần Trung Hoa, hay là người Kung San[24] của vùng Kalahari, chắc chắn có rất nhiều khác biệt giữa ADN ti thể của bạn và của tôi. Không quan trọng cha bạn là ai: ông ấy có thể là một hầu tước người Anh, hay một thủ lĩnh người da đỏ, những khác biệt đó vẫn là vậy thôi. Nó cũng không hề phụ thuộc vào bất kì, bất kì một ông tổ (đàn ông) nào của bạn.

Vì vậy ta có một bản "Kinh Dịch Bản[25]" do ti thể tạo ra, được trao lại cho chúng ta cùng với bản "Kinh Thánh" chính của dòng họ, nhưng nó có một giá trị rất lớn vì nó chỉ đi theo dòng mẹ mà thôi. Đây không phải là vấn đề phân biệt giới tính; vì nếu như nó chỉ đi theo dòng bố thì giá trị của nó vẫn cao như thế. Giá trị của nó nằm ở sự nguyên vẹn, hay là ở chỗ nó không bị cắt ra rồi nhập lại ở mỗi thế hệ. Những gì một nhà nghiên cứu dòng dõi theo ADN cần đến chính là sự truyền qua các thế hệ trước sau như một chỉ qua một giới tính. Giống như tên họ được truyền

xuôi theo các thể hệ chỉ theo dòng bố, nhiễm sắc thể Y về mặt lý thuyết cũng có giá trị như vậy, nhưng nó chứa quá ít thông tin để trở nên hữu dụng[26]. Bản “Kinh Dịch Bản” ti thể rất lý tưởng trong việc xác định niên đại của tổ tiên nội trong một loài.

ADN ti thể đã được một nhóm nghiên cứu cộng tác với Allan Wilson quá cố ở Berkeley, California ứng dụng. Trong những năm 1980, Wilson và cộng sự lấy mẫu các chuỗi ADN ti thể từ 135 phụ nữ đang sống trên khắp thế giới – thổ dân Australia, người Tân Ghinê, thổ dân châu Mỹ, châu Âu, Trung Quốc và đại diện của rất nhiều người từ châu Phi[27]. Họ xem xét các chữ cái tách biệt tách rời các phụ nữ với nhau. Họ đưa các con số này vào máy tính và yêu cầu nó dựng nên một cây phả hệ tiết kiệm nhất mà nó có thể tính được. “Tiết kiệm” ở đây có nghĩa là cố gắng loại bỏ càng nhiều càng tốt những trùng hợp ngẫu nhiên. Để tôi giải thích chuyện này một chút.

Hãy nhớ lại luận bàn của ta trước đây về ngựa, lợn và men, và phép phân tích các chuỗi ký tự của cytochrome *c*. Bạn sẽ nhớ rằng ngựa khác với lợn chỉ ở ba ký tự như vậy, lợn khác với men ở bốn mươi lăm ký tự, còn ngựa khác với men ở bốn mươi sáu ký tự. Chúng ta đi đến ý kiến rằng, vì mặt lý thuyết, vì ngựa và lợn nối với nhau thông qua một tổ tiên chung sống khá gần đây, chúng phải cách men một khoảng giống hệt nhau. Sự khác nhau giữa bốn mươi lăm và bốn mươi sáu chỉ là một di thường dễ gặp, tức là một thứ gì đó mà chỉ ở trong thế giới lý tưởng mới không có. Có thể nó được tạo ra do một đột biến thêm vào trên con đường dẫn tới ngựa, hoặc cũng có thể là một đột biến làm quay ngược lại cái đã có trước đây trên con đường dẫn đến lợn.

Nhưng trên thực tế, dù nghe rất phi lý, ta cũng có thể nói lợn thật sự gần với men hơn là gần với ngựa. Về mặt lý thuyết, lợn và ngựa đã tiến hóa đến mức rất gần giống nhau (văn bản cytochrome *c* của chúng chỉ khác nhau có ba chữ cái, còn cơ thể của chúng thì gần như giống hệt nhau theo mô hình động vật có vú) chỉ do một sự tình cờ cực lớn. Lý do mà chúng ta không tin vào điều này là sự giống nhau giữa lợn và ngựa lớn hơn rất nhiều so với sự giống nhau của lợn và men. Phải thừa nhận rằng có một chữ cái ADN duy nhất làm cho lợn có vẻ gần với men hơn là ngựa gần với men, nhưng điều này chỉ là chỉ là một khả năng nhỏ bé so với hàng triệu cách giống khác. Cho nên lập luận này chính là một sự tính toán tiết kiệm. Nếu chúng ta giả định lợn gần với ngựa, chúng ta chỉ phải chấp nhận một sự trùng hợp ngẫu nhiên. Nếu chúng ta vẫn cố đưa giả thiết lợn gần với men, chúng ta phải chấp nhận một sự chấp nối cực kỳ phi thực tế những sự trùng hợp ngẫu nhiên đã xảy ra một cách độc lập nhau.

Trong trường hợp ngựa, lợn và men, “lập luận tiết kiệm” là quá rõ ràng tới mức không còn chút gì đó nghi ngờ. Nhưng đối với ADN ti thể của các chủng người khác nhau, những sự tương đồng chẳng bao giờ rõ ràng đến mức lấn át tất cả như thế. Ta vẫn có thể dùng “lập luận tiết kiệm” ở đây, nhưng chỉ là những lập luận nhẹ mang tính định lượng và có tính chất lấn át hẳn những thứ khác. Về mặt lý thuyết, công việc mà máy tính phải làm là như sau. Nó phải tạo ra một danh sách tất cả những cây phả hệ khả dĩ này và chọn ra cây tiết kiệm nhất – có nghĩa là cây làm tối thiểu số lượng những sự trùng hợp ngẫu nhiên. Chúng ta phải chấp nhận rằng, ngay cả cây tốt nhất cũng buộc ta phải chấp nhận một số ít ngẫu nhiên, giống như chúng ta buộc phải chấp nhận điều là men gần với lợn hơn là gần với ngựa do một ký tự ADN khác biệt. Nhưng – về mặt lý thuyết, chí ít – máy tính phải có khả năng làm được điều đó một cách dễ dàng và thông báo với chúng ta cây nào trong rất nhiều cây khả dĩ là tiết kiệm nhất, cây chứa ít những sự trùng hợp ngẫu nhiên nhất.

Đó chỉ là về mặt lý thuyết thôi. Trong thực tế, có một cái dầm vướng víu ở đây. Số lượng những cây khả dĩ lớn hơn những gì bạn, hay tôi, hay bất kỳ nhà toán học nào có thể tưởng tượng ra. Đối với ngựa, lợn và men, chỉ có ba cây khả dĩ. Cây chính xác dễ thấy là $[[\text{lợn ngựa}]\text{men}]$, trong đó lợn và ngựa được nhóm với nhau ở trong hai dấu ngoặc trong cùng và men nằm trong “nhóm ngoài” không liên quan. Hai cây mang tính lý thuyết còn lại là $[[\text{lợn men}]\text{ngựa}]$ và $[[\text{ngựa men}]\text{lợn}]$. Nếu ta thêm vào một sinh vật thứ tư – ví dụ như mực – số lượng cây tăng lên tới mười lăm. Tôi sẽ không liệt kê ra cả mười lăm, mà chỉ có cây chính xác (tiết kiệm nhất): $[[[\text{lợn ngựa}]\text{mực}]\text{men}]$. Thêm một lần nữa, lợn và ngựa vốn là họ hàng gần của nhau được đặt gần nhau thoải mái trong dấu ngoặc trong cùng. Kế tiếp mực sẽ tham gia vào nhóm này, vì tổ tiên chung của nó với nhánh ngựa và lợn sống gần đây hơn so với tổ tiên chung của men với nhánh ngựa và lợn. Bất kỳ một cây nào trong số mười bốn cây còn lại – ví dụ như

[[[lợn mực][ngựa men]]] – chắc chắn là ít tiết kiệm hơn. Nếu lợn thực sự là một họ hàng gần hơn với mực và ngựa thực sự là một họ hàng gần hơn với men, thì việc cực kỳ khó xảy ra là lợn và ngựa một cách độc lập nhau đã tiến hóa ra hàng vô kể các sự tương đồng nhau như ta thấy trên thực tế.

Nếu ba sinh vật tạo ra được ba cây, bốn sinh vật tạo ra được mười lăm cây, vậy một trăm ba mươi lăm phụ nữ tạo ra được bao nhiêu cây? Trả lời: đó là một con số lớn khủng khiếp, lớn đến nỗi ta chẳng màng tới việc viết nó ra nữa. Ngay cả với nếu một máy tính lớn nhất và mạnh nhất trên thế giới làm chuyện này, thì đến ngày tận thế nó cũng chưa gọt dũa ra được một miếng ra hình thù.

Tuy nhiên, bài toán không đến nỗi vô vọng. Chúng ta đã quen với việc “thuần phục” những con số khổng lồ bằng các kỹ thuật lấy mẫu thông minh. Chúng ta không thể đếm hết số lượng côn trùng trong vùng Lòng Chảo Amazon, nhưng chúng ta có thể ước lượng số đó bằng cách lẫu mẫu trên những khoảng nhỏ ngẫu nhiên và giả định những khoảng này có thể đại diện cho toàn bộ Lòng Chảo. Máy tính của ta không thể xét hết các cây liên kết 135 phụ nữ với nhau, nhưng nó có thể lấy ra những mẫu ngẫu nhiên từ tập hợp toàn bộ những cây khả dĩ. Khi rút ra một mẫu từ con số hàng triệu tỷ các cây khả dĩ, nếu ta thấy rằng các cây thuộc hàng tiết kiệm nhất của mẫu có những đặc điểm chung nào đó, ta có thể kết luận rằng có thể cây tiết kiệm nhất cũng có những đặc điểm này.

Và người ta đã làm như vậy. Tất nhiên. Thế nhưng cách nào tốt nhất để làm việc này thì lại chẳng hiển nhiên lắm. Giống như các nhà côn trùng học không nhất trí với nhau về cách lấy mẫu nào để mang tính đại diện nhất cho rừng nhiệt đới Brazil, các nhà nghiên cứu dòng dõi dựa trên ADN cũng đã dùng nhiều cách lấy mẫu khác nhau. Xui xẻo là kết quả không phải lúc nào cũng thống nhất. Dù sao đi nữa cũng đáng để trình bày kết luận của nhóm Berkeley. Họ có được kết quả này do phân tích ADN ti thể của con người. Kết luận này cực kỳ lý thú và làm chúng ta phấn chấn hẳn lên. Theo họ, cây phả hệ tiết kiệm nhất có gốc chắc chắn nằm ở châu Phi. Điều này có nghĩa là: nhiều người châu Phi liên hệ xa nhau hơn bất kỳ ai trên thế giới ngoài châu Phi. Toàn bộ phần thế giới còn lại này – những người châu Âu, châu Mỹ bản xứ, thổ dân châu Đại dương, Trung Quốc, Tân Ghi-nê, Inuit và tất cả - tạo thành một nhóm có họ hàng gần nhau. Một số người châu Phi thuộc vào nhóm này. Nhưng nhiều người châu Phi khác thì không. Theo phép phân tích này, cây phả hệ tiết kiệm nhất trông như sau: [một số người châu Phi [những người châu Phi khác [thêm những người châu Phi khác [lại thêm những người châu Phi khác và mọi người khác]]]. Vì thế họ kết luận là bà tổ mẫu vĩ đại của tất cả chúng ta đã sống ở châu Phi: “Eva châu Phi”. Như tôi đã nói, kết luận này vẫn còn đang được tranh cãi. Những nhóm khác lại kết luận rằng có những cây phả hệ khác có độ tiết kiệm tương đương có nhánh lớn nhất nằm ngoài châu Phi. Họ cũng nói sơ dĩ nhóm Berkeley nhận được kết quả này một phần là do cách thức mà máy tính của họ xem xét các cây khả dĩ. Hiển nhiên, ta không thể để trật tự xem xét ảnh hưởng đến kết quả. Chắc chắn các chuyên gia đều muốn “đặt cược” vào chuyện Eva Ti Thể là người châu Phi, chỉ có điều họ không chắc chắn lắm [28].

Kết luận thứ hai của nhóm Berkeley thì ít gây tranh cãi hơn. Dù Eva Ti Thể có ở đâu đi nữa, họ vẫn ước tính được bà đã sống vào lúc nào. Người ta đã biết ADN ti thể tiến hóa nhanh chậm đến độ nào; vì thế có thể ước lượng niên đại của các điểm phân nhánh tại đó hợp nhất toàn bộ phụ nữ của loài người – hay chính là ngày sinh của Eva Ti Thể - là khoảng giữa một trăm năm mươi ngàn năm cho đến một phần tư triệu năm trước.

Dù Eva Ti Thể có là người châu Phi hay không, điều rất quan trọng là chúng ta phải tránh nhầm lẫn với việc tổ tiên chúng ta, không tranh cãi gì nữa, đã đi ra từ châu Phi. Eva Ti Thể là một tổ tiên gần đây của toàn bộ con người hiện đại. Bà là thành viên của loài *Homo sapiens*. Chúng ta cũng đã tìm thấy hóa thạch họ người sớm hơn rất nhiều, *Homo erectus*, ở ngoài cũng như ngay tại châu Phi. Các hóa thạch tổ tiên xa hơn cả *Homo erectus*, như *Homo habilis* và rất nhiều loài khác trong chi *Australopithecus* [29] (bao gồm một loài mới được phát hiện có niên đại hơn bốn triệu năm tuổi), chỉ được phát hiện ở châu Phi mà thôi. Nên nếu chúng ta là con cháu của những người tha hương di cư từ châu Phi trong vòng một phần tư triệu năm gần đây, thì đó chắc chắn là nhóm người tha hương châu Phi thứ hai. Có một cuộc di cư sớm hay, có lẽ là khoảng một triệu rưỡi năm về trước, khi mà *Homo erectus* lang bạt ra khỏi châu Phi để tìm

đến những vùng đất của Trung Đông và Châu Á. Lý thuyết về Eva châu Phi không phát biểu rằng những người châu Á sớm xưa này không tồn tại, mà chỉ nói rằng họ không để lại con cháu còn sống sót nào. Cho dù xem xét thế nào đi nữa, nếu quay lại hai triệu năm trước chúng ta đều là người châu Phi. Lý thuyết Eva châu Phi phát biểu thêm rằng, chúng ta, những người đang sống đều là châu Phi cả, nếu ta chỉ quay lại có một vài trăm ngàn năm. Về mặt lý thuyết, nếu có thêm các bằng chứng khoa học mới, ta cũng có thể truy toàn bộ các ADN ti thể hiện đại về một tổ mẫu không phải ở châu Phi (ví dụ như “Eva châu Á”), trong khi đó thì ta vẫn phải công nhận rằng những tổ tiên xa xôi hơn của chúng ta chỉ ở châu Phi mà thôi.

Bây giờ, hãy tạm giả định là nhóm Berkeley đúng và xem xét những hàm ý và cả những gì không phải là hàm ý của kết luận đó. Biệt hiệu “Eva” không may lại có những hệ quả không mong muốn. Có những người quá thích thú, vội cho rằng bà chắc chắn lúc đó phải là một người phụ nữ đơn độc, là người phụ nữ duy nhất trên Trái đất, điểm xuất phát của mọi nguồn gien, hay thậm chí còn cho rằng đây là minh chứng của kinh Cựu Ước. Không đúng, hoàn toàn nhầm. Phát biểu khoa học thật sự ở đây không có ý nói bà là người phụ nữ duy nhất trên Trái đất lúc đó, thậm chí không phải là dân số lúc đó rất ít. Những người cùng thời với bà, cả hai giới, cũng có thể có nhiều con cháu, có thể có nhiều con cháu còn sống cho tới ngày nay. Nhưng mọi bản sao ti thể của họ đều đã mất hết cả, bởi vì con đường nối họ với chúng ta đã đi qua những người đàn ông. Cùng một cách này, một cái tên-họ nào đó (tên-họ gắn liền với nhiễm sắc thể Y và chỉ di truyền theo dòng nam, đối lập giống như một hình ảnh qua gương của ti thể) có thể mất dần đi cho đến hết, nhưng không có nghĩa là những người mang họ đó (cho dù giờ đã mất cả rồi) không có con cháu. Họ có thể có rất nhiều thông tin qua nhiều con đường khác với con đường truyền theo dòng nam. Phát biểu chính xác chỉ là: Eva ti thể là người phụ nữ gần đây nhất mà chúng ta có thể nói rằng toàn bộ những con người hiện đại là con cháu của bà theo dòng hoàn toàn phụ nữ. Chắc chắn *phải* có một người phụ nữ như thế. Vấn đề còn lại là ở chỗ bà đã sống ở chỗ này hay là chỗ kia, vào lúc này hay lúc khác mà thôi. Điều bà thực sự đã sống, ở một nơi nào đó và vào một lúc nào đó, là hoàn toàn chắc chắn.

Điều hiểu nhầm thứ hai – phổ biến hơn, mà theo tôi biết ngay cả những nhà khoa học hàng đầu trong lĩnh vực ADN ti thể cũng mắc phải, đó chính là niềm tin rằng Eva ti thể là tổ tiên chung gần nhất của chúng ta. Điều này là do sự nhầm lẫn giữa hai khái niệm “tổ tiên chung gần nhất” và “tổ tiên chung gần nhất theo dòng chỉ có phụ nữ”. Eva Ti Thể là tổ tiên chung gần nhất của chúng ta theo dòng chỉ có phụ nữ, nhưng có cực kì nhiều cách khác để làm con cháu của tổ tiên nào đó theo dòng khác. Hàng triệu cách. Hãy trở lại với tính toán của ta về số tổ tiên (tạm thời quên đi sự phức tạp của việc họ hàng lấy nhau, vốn là tiêu điểm của lập luận trước đây). Bạn có tới tám ông bà cổ nội ngoại, nhưng chỉ có một trong số họ là theo dòng nữ. Bạn có mười sáu ông bà sơ nội ngoại, nhưng chỉ có một trong số họ là theo dòng nữ. Ngay cả khi tính đến việc họ hàng lấy nhau làm giảm số lượng tổ tiên, thì việc có rất nhiều, nhiều, nhiều cách hơn để làm một tổ tiên nói chung so với tổ tiên theo dòng nữ vẫn là đúng. Khi chúng ta ngược dòng sông gien về tới tổ tông xa xôi, hẳn phải có nhiều Adam và Eva những người là điểm hội tụ của các dòng dõi, mà ta có thể nói rằng mọi con người sống vào năm 1995 là con cháu của bà hay ông. Eva Ti Thể chỉ là một trong số họ. Không có một lý do gì để ta nghĩ rằng, trong số tất cả những Adam và Eva này, Eva ti thể là gần đây nhất cả. Ngược lại là đằng khác. Bà được xác định theo một cách *đặc biệt*: chúng ta được bắt nguồn từ bà thông qua một con đường đặc biệt qua dòng sông đời người. Số các con đường có thể có cạnh con đường chỉ độc phụ nữ là nhiều tới mức, về mặt toán học rất khó có khả năng để Eva Ti Thể là người sống gần đây nhất trong số rất nhiều các Adam và Eva này. Nó đặc biệt giữa những con đường theo một cách (đó là chỉ truyền theo dòng nữ). Sẽ là một sự trùng hợp ngẫu nhiên thần kì nếu nó cũng là đặc biệt trong số các con đường theo một cách khác (theo cách gần đây nhất).

Một điểm khá thú vị đó là tổ tiên chung gần nhất của chúng ta có khả năng là một Adam hơn là một Eva. Thường thì có nhiều gia đình với vợ lớn vợ bé hơn là có nhiều gia đình với chồng lớn chồng nhỏ chồng bé, bởi vì đàn ông về thực tế có khả năng sinh học để có tới hàng trăm, thậm chí là hàng ngàn con. Sách *Những Kỷ Lục Guinness* ghi kỉ lục hơn một ngàn con của Moulay Ishmael Khát Máu. (Moulay Ishmael cũng rất có thể được các nhà nữ quyền chọn là một biểu tượng của kẻ vũ phu. Người ta kể rằng, cách cưới ngạ của hắn là rút kiếm ra rồi nhảy

lên yên, cùng lúc đó, để giục ngựa chạy mà không mất thời gian, hắn ta chém phăng đầu người hầu đang cầm cương. Nghe thật khó tin, nhưng những đồn đại này, cộng với tiếng tăm của hắn là đã tự tay giết mười ngàn người, có lẽ ta cũng hình dung sơ sơ những “đặc điểm” khiến người ta chú ý đến. Phụ nữ, ngay cả trong điều kiện lý tưởng nhất, cũng không thể sinh nhiều hơn vài chục con. So với đàn ông, phụ nữ có khuynh hướng có số con vào cỡ trung bình hơn. Một số ít đàn ông có số lượng con cái nhiều đến kì quặc, và điều này có nghĩa là có nhiều đàn ông khác chẳng có đứa con nào. Như vậy, nếu ai đó không có được con, thì người đó có nhiều khả năng là đàn ông hơn là phụ nữ. Và nếu ai đó có đầy đàn hậu thế một cách mất cân đối và không cân bằng, người đó có nhiều khả năng cũng là một đàn ông. Cho nên, ta thấy tổ tiên chung gần nhất của toàn bộ loài người có nhiều khả năng là một Adam hơn là một Eva. Như ví dụ đặc biệt trên, ai sẽ có khả năng là tổ tiên của người Ma-rốc hiện đại, Moulay Ishmael Khát Máu hay một phụ nữ nào đó trong tam cung lục diện đáng tiếc của ông ta?

Chúng ta có thể đi đến những kết luận sau đây: Đầu tiên, nhất thiết phải từng tồn tại một người phụ nữ, mà chúng ta có thể gọi là Eva Ti Thể, người là tổ tiên gần nhất của toàn bộ loài người hiện đại theo dòng chỉ độc phụ nữ. Ta cũng chắc chắn rằng đã từng tồn tại một người, không biết giới tính nào, mà chúng ta có thể gọi là Hội Tổ, người là tổ tiên chung gần nhất của con người hiện đại theo bất cứ con đường nào. Mặc dù về mặt lý thuyết Eva Ti Thể và Hội Tổ có thể là một nhưng xác suất này cực kì nhỏ đến mức có thể bỏ qua. Thứ tư, khả năng mà Hội Tổ là một người đàn ông thay vì một phụ nữ là có phần nhỉnh hơn. Thứ năm, Eva Ti Thể rất có thể đã sống cách đây ít hơn một phần tư triệu năm. Thứ sáu, chưa có sự thống nhất về nơi mà Eva Ti Thể đã sống, trong số những học giả am hiểu, người ta vẫn có phần nghiêng về châu Phi hơn. Chỉ có kết luận thứ năm và thứ sáu mới cần đến việc xem xét kỹ các dữ kiện khoa học. Bốn kết luận đầu có thể được rút ra bằng những tính toán logic đơn giản với những kiến thức thông thường.

Nhưng tôi đã nói tổ tiên nắm giữ chìa khóa để hiểu về chính sự sống. Câu chuyện về Eva châu Phi chỉ là một tiểu vũ trụ nhỏ hẹp của con người, nằm trong một vũ trụ lớn hơn tới mức không thể sánh được của một thiên sử thi cổ đại. Chúng ta một lần nữa phải viến đến hình tượng dòng sông gien, dòng sông chảy ra từ Địa Đàng^[30]. Nhưng chúng ta sẽ ngược dòng của nó đến một thời gian cổ xưa hơn rất nhiều so với thời gian của Eva Truyền Thuyết (của kinh thánh) vốn chỉ dài mấy ngàn năm và Eva châu Phi vốn dài hàng trăm ngàn năm. Dòng sông ADN đã chảy qua những tổ tiên của ta theo một dòng liên mạch kéo dài không ngắn hơn ba tỉ năm.

CHƯƠNG 3

Kiến tha lâu đầy tổ

Thuyết chúa sáng tạo mang vẻ quyến rũ cổ điển, và lý do cũng dễ hiểu. Chẳng phải là do người ta, ít ra là những người tôi gặp tự nguyện tin vào Kinh Thánh hay các truyền thuyết khởi nguyên khác. Mà chính họ ngộ ra vẻ đẹp tinh tế của thế giới sống, thế nên họ kết luận rằng “hiển nhiên” thế giới phải được sáng tạo ra (thì mới đẹp được đến thế. ND). Những nhà theo thuyết (chúa) sáng tạo, những người thừa nhận rằng thuyết tiến hóa của Darwin cho ta điều gì đó thay thế thuyết kinh thánh, thường đưa ra một lời phản đối phức tạp. Họ phủ nhận khả năng tồn tại của các dạng tiến hóa trung gian. Họ nói: “A chắc hẳn *phải* được thiết kế ra bởi Đấng Tạo Hóa, bởi vì một nửa của A không cách chi mà hoạt động được. Tất cả mọi phần của A chắc chắn là phải được ráp lại đồng thời; chúng ta không thể nào tiến hóa lên dần dần được”.. Để tôi kể ra đây một ví dụ. Một ngày kia, khi tôi bắt đầu viết chương này, tôi bỗng nhận được một lá thư do một mục sư người Mỹ gửi. Trước đó ông là vô thần, nhưng rồi ông đổi niềm tin sau khi đọc một bài báo trên *National Geographic (Tạp chí Địa lý)*. Một đoạn trích lá thư như sau:

Bài báo này nói về sự thích nghi với môi trường đến mức kinh ngạc của hoa phong lan nhằm phát tán thành công. Khi đọc nó, tôi bị lôi cuốn đặc biệt bởi thủ thuật của một loài mà lôi kéo được cả sự hợp tác của con ong bắp cày đực. Rõ ràng là bông hoa có hình dáng rất giống với con ong bắp cày cái, bao gồm một khe hở ngay chỗ cho con đực chạm vào phần hoa khi giao phối với bông hoa. Khi con ong bay sang bông hoa khác, quá trình lặp lại và nhờ đó sự thụ phấn chéo được thực hiện. Điều khiến bông hoa lập tức hấp dẫn ngay con ong đực chính là do nó tiết ra pheromone [chất hóa học chuyên biệt được các loài côn trùng hay sử dụng để hấp dẫn giới tính] giống hệt với con ong bắp cày cái. Tò mò, tôi xem xét kỹ bức hình minh họa vài phút, Rồi vô cùng sùng sốt, tôi nhận ra rằng để cho thủ thuật sinh sản đó có thể hoạt động được, cho dù chỉ là chút ít, nó phải hoàn hảo ngay từ lần đầu tiên. Không có bước trung gian nào có thể làm tiền thân cho được, bởi vì nếu bông hoa phong lan không nhìn giống hay ngửi giống một con ong cái, và không có một khe hở thích hợp cho việc giao phối, trong đó phần hoa nằm hoàn toàn trong tầm với của cơ quan sinh sản của ong đực, thủ thuật này chắc chắn hoàn toàn thất bại.

Tôi sẽ không bao giờ quên được cái cảm giác nôn nao tràn ngập trong người lúc ấy, bởi vì trong vòng một phút tôi chợt nhận ra rằng một dạng Chúa sáng tạo nào đó chắc chắn phải tồn tại, và phải đang có một mối liên hệ với các quá trình mà nhờ đó mọi thứ trở nên tồn tại trên đời. Nói tóm lại, Chúa Sáng Tạo không phải là một chuyện thần thoại cổ lỗ sĩ, mà là một cái gì có thật. Và, dù miễn cưỡng, tôi thấy ngay rằng mình cần phải cất công tìm hiểu thêm về vị Chúa này.

Tất nhiên, người ta đến với niềm tin tôn giáo qua những con đường khác nhau, nhưng chắc chắn nhiều người đã trải nghiệm những điều tương tự như trên, điều đã làm thay đổi cuộc đời của vị mục sư ấy (mà theo phép lịch sự, tôi sẽ giữ kín danh tính). Họ đã thấy, đã đọc được, các kỳ công của tự nhiên. Rồi thông thường, điều này mang đến cho họ cảm giác đầy kinh ngạc, thích thú và thán phục, đến nỗi trở nên sùng kính. Cụ thể hơn, giống như vị mục sư, họ xác định rằng hiện tượng tự nhiên đặc biệt đó – cũng như mạng nhện, hay đôi mắt, hay đôi cánh của chim ó, hay bất cứ thứ gì khác – không thể nào tiến hóa dần dần qua giai đoạn, bởi vì dạng trung gian, hoàn thiện một phần, không thể làm được bất cứ việc gì cả. Mục đích của chương này là đánh đổ lập luận rằng những thiết kế chuyên biệt tinh vi phức tạp đó phải hoàn hảo mới có thể hoạt động được. Tôi cũng xin nói thêm rằng phong lan là một trong những ví dụ ưa dùng của Charles Darwin, và ông đã dành trọn một quyển sách để trình bày cách thức “nguyên lý tiến hóa dần dần nhờ chọn lọc tự nhiên” giải thích được việc “Các thiết kế chuyên biệt giúp cho phong lan được thụ tinh bởi côn trùng”.

Điểm mấu chốt trong lập luận của vị mục sư nằm ở sự quả quyết rằng “để cho thủ thuật sinh sản đó có thể hoạt động được, dù là chút ít nào đó, nó phải hoàn hảo ngay từ lần đầu tiên.

Không một bước nhỏ trung gian nào có thể tồn tại được”. Lý lẽ này cũng áp dụng cho sự tiến hóa của con mắt như trong một ví dụ mà người ta hay dùng, và tôi sẽ trở lại ví dụ đó ở phần sau của chương.

Người nói bao giờ cũng tự tin quả quyết, và điều đó luôn gây ấn tượng cho tôi mỗi khi nghe những lập luận kiểu này. Tôi muốn hỏi vị mục sư rằng, làm sao bạn có thể *chắc chắn* rằng phong lan giả dạng ong (hay là con mắt, hay bất cứ thứ gì khác) không thể hoạt động được trừ khi mọi phần của nó đều hoàn hảo và ở đúng chỗ? Thực sự, bạn đã bao giờ nghĩ lại vấn đề dù chỉ trong thoáng chốc? Bạn có thực sự biết những điều cơ bản về phong lan, hay ông bấp cày, hay là con mắt mà ông đực sử dụng để nhìn ong cái hay là phong lan không? Điều gì làm cho bạn mạnh dạn quả quyết rằng ông bấp cày thật khó bị lừa đến mức sự giả dạng của phong lan phải hoàn hảo trong mọi khía cạnh thì mới hiệu quả?

Hãy thử nhớ lại lần mới đây bạn nhìn nhầm ai đó do họ hơi giống người quen của mình mà xem. Bạn đã ngả mũ chào một người lạ trên phố phải không? Ngôi sao điện ảnh hay có các diễn viên đóng thế những cảnh nguy hiểm như ngã ngựa hay nhảy qua vách đá. Diễn viên đóng thế và diễn viên thật chỉ giống nhau chút ít bề ngoài, nhưng trong những hành động lướt qua nhanh như thế, điều đó cũng đủ để đánh lừa khán giả rồi. Có nhiều đàn ông bị kích thích đến mức ham muốn chỉ bởi hình chụp trong tạp chí. Hình chụp thì chẳng có gì ngoài mực in trên giấy. Nó cũng chỉ là hình phẳng chứ chẳng phải hình nổi ba chiều gì cả. Bức hình chỉ cao có vài inch mà thôi. Thậm chí cũng có thể chỉ là hình minh họa thôi sơ với vài đường nét chứ chẳng cần nhìn giống thật. Thế mà nó vẫn có thể kích thích đàn ông tới mức cương cứng. Có lẽ hình ảnh thoáng qua của một con ong cái là những gì mà một con ong bấp cày đực đang bay nhanh bắt được trước khi cố gắng giao phối với nó. Có lẽ ông đực chỉ để ý được một vài tác nhân kích thích chủ yếu mà thôi.

Ta có thừa lý do để cho rằng ong thậm chí còn dễ bị lừa hơn cả người. Cá gai thì chắc chắn là như thế, mà cá thì có bộ não lớn hơn và mắt tốt hơn ong bấp cày. Cá gai đực có bụng đỏ, nên để thị uy, chúng dọa dẫm không chỉ những con đực khác có bụng đỏ, mà cả những hình nộm thô sơ có “bụng” đỏ nữa. Nhà nghiên cứu hành vi sinh vật đạt giải Nobel, Niko Tinbergen, đã kể một câu chuyện nổi tiếng như sau. Một ngày nọ, một chiếc xe chở thư màu đỏ chạy ngang qua văn phòng ông, thế là toàn bộ cá gai đực dầm sầm vào thành bể phía cửa sổ và đe dọa cái xe một cách dữ dội. Cá gai cái đang mang trứng sẵn sàng sinh sản có cái bụng phồng lên một cách rõ rệt. Tinbergen thấy rằng, một hình nộm màu bạc cực kỳ thô sơ hình dạng hơi dài, chỉ với một cái “bụng” tròn lên và chẳng nhìn giống một con cá gai tí nào trong mắt chúng ta, đã có thể gọi lên hành vi, muốn giao phối của con đực. Gần đây hơn, những thí nghiệm theo trường phái nghiên cứu do Tinbergen khởi xướng đã chứng tỏ rằng, một vật gọi là “quả bom sex” - một vật hình quả lê hơi tròn, không dài và cũng không giống cá chút nào trong trí tưởng tượng (của con người) - thực tế còn hiệu quả hơn trong việc kích thích sự ham muốn của những con cá gai đực. “Quả bom sex” với cá gai đực là một ví dụ điển hình về một tác nhân kích thích bất thường - một tác nhân kích thích còn hiệu quả hơn cả vật thật. Ở một ví dụ khác, Tinbergen cung cấp một bức hình cho thấy một con chim ăn sò đang cố áp một trái trứng cỡ trứng đà điểu. Chim có não lớn hơn và tinh mắt hơn cá - huống hồ là ong - thế mà chim ăn sò rõ ràng đã “nghĩ” rằng quả trứng cỡ trứng đà điểu đó là vật có thể áp được.

Mòng biển, ngỗng trời và các loài chim làm tổ dưới đất khác có những phản ứng hệt như nhau đối với mỗi quả trứng vừa lăn khỏi tổ của nó. Chúng vươn ra rồi lăn nó trở lại tổ bằng mỏ. Tinbergen và các sinh viên của ông đã chứng tỏ rằng mòng biển làm vậy không chỉ với trứng của chính nó mà cả đối với trứng gà hay thậm chí là các miếng gỗ có hình ống hay các lon coca ai đó vứt ra. Các con non nhao nhao tìm cách lấy thức ăn bằng cách xin bố mẹ chúng; chúng mổ khê vào cái điểm đỏ ở mỏ bố mẹ, kích thích con chim mẹ bón cho một ít cá. Tinbergen và cộng sự đã chứng tỏ rằng các hình nộm bìa giấy thô sơ giống đầu chim mẹ rất hiệu quả trong việc tạo ra hành động đòi ăn của những con non. Tất cả chỉ cần một cái điểm màu đỏ là đủ. Chắc nó cũng thấy rõ được cả người con chim mẹ, nhưng phần còn lại đó chẳng có vẻ gì là quan trọng cả.

Thị lực hạn chế này không chỉ có ở chim mòng biển non mà còn ở con trưởng thành nữa. Chúng ta thường rất dễ nhận ra mòng biển đầu đen trưởng thành do “cái mặt nạ” đen của

chúng. Sinh viên của Tinbergen, Robert Mash, đã nghiên cứu kỹ tầm quan trọng của điều này ở những con trưởng thành khác bằng cách sơn những cái đầu hình nộm bằng gỗ rồi tất cả được gắn vào một mô-tơ điện trong một cái hộp sao cho Mash có thể điều khiển từ xa làm cho đầu nâng lên, hạ xuống và quay sang phải hay sang trái. Anh chôn cái hộp gần một tổ chim mòng biển rồi cẩn thận giấu cái đầu dưới cát. Rồi, ngày này qua ngày khác, anh đến ngồi trong cái chòi nguy trang để quan sát phản ứng của con mòng biển chủ nhân của chiếc tổ đối với cái đầu hình nộm khi nó được nâng lên hay quay bên này bên kia. Con chim đã phản ứng với cái đầu và những cử động giống như đó là một con mòng biển thật vậy. Nhưng đó chỉ là mô hình gắn trên một thanh gỗ, không có mình, không có chân, cánh hay đuôi, luôn im lặng và không có chuyển động gì ngoài những cái nâng lên hạ xuống, quay sang bên này bên kia như một cái máy mà không giống ngoài thật chút nào. Đối với một con mòng biển màu đen, dường như một tên hàng xóm với bộ dạng đe dọa chỉ nhiều hơn cái mặt đen lìa khỏi xác một chút ít. Cả cái mình, cánh hay bất cứ thứ gì khác có vẻ như chẳng còn cần thiết.

Để vào được cái chòi nguy trang, Mash, cũng như rất nhiều thế hệ các nhà điều học trước và sau anh cho đến nay, đã khai thác vào điểm yếu của hệ thần kinh chim đã được biết từ lâu nay: chim không phải là các nhà toán học của tự nhiên. Hai người đi vào chòi canh, và chỉ có một người đi ra. Không có mẹo này, con chim sẽ rất cảnh giác với cái chòi, vì “biết” rằng ai đó đã bước vào trong đó. Nhưng nếu nó thấy một người đi ra, nó sẽ “giả định” rằng cả hai đều đã đi[31]. Nếu như một con chim không thể phân biệt được một hay hai người, chúng ta có cần phải quá ngạc nhiên khi một con ong bắp cày đực có thể bị lừa bởi một bông hoa phong lan mang dáng vẻ giống một con ong cái một cách không lấy gì làm hoàn hảo?

Thêm một câu chuyện về chim nữa theo mạch suy nghĩ này, và là một bi kịch. Những con gà tây mẹ là những người bảo vệ con non một cách dữ dội. Chúng cần phải bảo vệ con cái khỏi những kẻ cướp như chồn hay chuột cống. Quy tắc nằm lòng mà một con gà tây mẹ dùng để nhận ra những tên kẻ cướp là một quy tắc kinh khủng: Trong phạm vi tổ của mình, hãy tấn công bất cứ thứ gì chuyển động, *ngoại trừ* thứ có thể tạo ra tiếng kêu như một con gà tây con. Điều này được nhà động vật học người Áo Wolfgang Schleidt phát hiện ra. Schleidt có một lần đã khiến một con gà mẹ giết hết các con non của chính nó một cách dã man. Lý do thật đơn giản ghê gớm: con gà mẹ bị điếc. Kẻ thù hay con săn mồi, theo như hệ thần kinh của gà tây, được định nghĩa là những vật thể chuyển động mà không tạo ra tiếng kêu của con non. Những con gà non đó, cho dù chúng nhìn giống (và thực sự là) những con gà tây non, và luôn tin tưởng chạy về phía mẹ để được che chở như những con gà tây non, lại có thể trở thành nạn nhân của chính định nghĩa hạn hẹp của mẹ nó về “con bắt mồi”. Nó đang bảo vệ con của nó bằng cách chống lại chính chúng, và rồi sát hại tất cả.

Loài côn trùng cũng vang vọng một bi kịch như loài gà tây. Có những tế bào giác quan trong râu (ăng-ten) của loài ong mật chỉ ngửi được một loại hóa chất duy nhất, axit aloaic. (Chúng cũng có những tế bào khác ngửi được các chất khác). Axit aloaic được giải phóng từ xác chết đang thối rữa của con ong, và nó gây ra “hành động đưa tang” của bầy ong, tức là mang cái xác chết ra khỏi tổ. Nếu một nhà thí nghiệm bôi một giọt axit aloaic lên một con ong sống, sinh vật khốn khổ này sẽ bị lôi đi để ném ra ngoài cùng với những con chết, trong khi cố gắng vật lộn chống lại và hiển nhiên là tỏ ra còn sống.

Não côn trùng nhỏ hơn rất nhiều so với não của gà tây hay của người. Mắt côn trùng, ngay cả con mắt to phức hợp của chuồn chuồn, cũng chỉ có được một phần nhỏ độ chính xác của mắt người hay mắt chim mà thôi. Ngoài những điều này, người ta còn biết được rằng mắt côn trùng nhìn sự vật theo một cách hoàn toàn khác với cách mắt chúng ta nhìn. Nhà động vật học vĩ đại người Áo Karl von Frisch khi còn trẻ đã phát hiện ra rằng côn trùng mù đối với màu đỏ nhưng lại thấy được tia cực tím - như là một màu riêng của nó - trong khi chúng ta lại mù với “màu” này. Mắt côn trùng luôn luôn bận tâm để ý đến cái gọi là “ánh lập lòe”, mà có vẻ như thay thế một phần cho cái chúng ta gọi là “hình dạng”, ít nhất là đối với một con côn trùng đang bay nhanh. Người ta đã từng thấy bướm đực “tán tỉnh” những chiếc lá lượn vòng rung xuống đất. Chúng ta thấy con bướm cái dưới dạng một đôi cánh lớn vỗ đập lên xuống. Một con bướm đực đang bay sẽ thấy nó, rồi tán tỉnh nó, dưới dạng những “ánh lập lòe”. Bạn có thể đánh lừa nó chỉ bằng một cái đèn chớp lên chớp xuống mà không cần phải chuyển động. Nếu như bạn tạo được

nhịp lập lòe đúng, nó sẽ xem như đó là một con bướm đang vỗ cánh. Các dải sọc, đối với chúng ta, chỉ là những hoa văn tĩnh. Nhưng đối với một con côn trùng, khi nó bay nhanh qua, những dải sọc đó lại giống như những “ánh lập lòe” và cũng có thể làm giả được bằng một bóng đèn chớp đúng nhịp. Sự vật nhìn qua con mắt của côn trùng thật sự xa lạ với chúng ta đến mức những phát biểu dựa trên kinh nghiệm của chúng ta về độ “hoàn hảo” mà phong lan phải giống con ong cái chỉ là những suy đoán của con người mà thôi.

Chính ong bắp cày là một chủ thể trong một thí nghiệm kinh điển, lần đầu tiên được thực hiện bởi nhà tự nhiên học vĩ đại người Pháp Jean-Henri Fabre và được lặp lại bởi rất nhiều người khác, bao gồm những thành viên của trường phái Tinbergen. Ở một loài ong đào hang, con ong cái thường quay về tổ với con mồi đã bị đốt và làm cho tê liệt. Nó để con mồi ngoài tổ rồi chui vào trong, chắc là kiểm tra xem mọi thứ có ổn không trước khi xuất hiện trở lại để kéo nó vào. Khi con ong đã chui vào tổ, nhà thí nghiệm di chuyển con mồi ra xa một vài inch từ chỗ con ong đặt. Khi con ong chui ra, nó phát hiện ngay sự khác lạ và nhanh chóng xác định lại vị trí con mồi. Rồi kéo con mồi lại gần cửa tổ. Chỉ mới có vài giây từ khi nó vào trong kiểm tra thôi. Chúng ta nghĩ rằng chẳng có lý do gì mà nó không thực hiện bước kế tiếp trong công việc của mình, đó là kéo con mồi vào trong tổ và thế là xong. Nhưng chương trình của nó đã được “vặn” về một giai đoạn trước đó. Rất nghiêm túc, nó đặt con mồi ở ngoài rồi chui vào trong tổ để kiểm tra lại một lần nữa. Nhà thí nghiệm có thể lặp lại bốn mươi lần, đến khi nào cảm thấy chán. Con ong hành động như một cái máy giặt vừa bị vặn nút cho quay lại một giai đoạn trước đó và không “biết” rằng nó đã giặt đồng quần áo đó bốn mươi lần không nghỉ chút nào. Nhà khoa học máy tính xuất chúng Douglas Hofstadter tạo ra một tính từ mới, “sphexish”, để mô tả cơ chế tự động máy móc không cần suy nghĩ kiểu như vậy. (*Sphex* là tên của một loài chi đại diện của loài ong bắp cày đào hang). Vậy thì, ít nhất trong một số khía cạnh, ong bắp cày rất dễ bị đánh lừa. Cơ chế đánh lừa do hoa phong lan thiết kế ra tất nhiên là một dạng hoàn toàn khác. Tuy vậy, chúng ta phải rất cẩn thận trong việc dùng trực quan con người mà kết luận rằng “để cho cái thủ thuật sinh sản đó hoạt động được cho dù là chút ít, nó phải hoàn hảo ngay từ lần đầu tiên”.

Có lẽ tôi thuyết phục bạn quá kỹ rằng ong bắp cày rất dễ bị lừa. Trong lòng bạn cũng ngầm ngấm một nghi ngờ ngược lại với suy nghĩ của người gửi thư cho tôi: Nếu thị lực của côn trùng kém đến vậy, và nếu ong dễ bị đánh lừa đến thế, tại sao phong lan lại phải mất công làm ra những bông hoa giống ong đến mức như vậy? À, thị lực của ong bắp cày không phải lúc nào cũng kém. Có những tình huống chúng thấy rất rõ: khi chúng đang định vị tổ của mình sau một chuyến đi săn dài chẳng hạn. Timberlan đã nghiên cứu kỹ vấn đề này trên ong bắp cày đào hang chuyên săn ong mật, có tên khoa học là *Philanthus*. Ông thường đợi cho con ong chui xuống hang. Trước khi nó xuất hiện lần nữa, Timberlan nhanh chóng đặt những “vật làm mốc” ở gần cửa hang - ví dụ như một cái que và một quả thông. Rồi ông rút lui và đợi cho con ong bay ra. Khi ra ngoài, nó thường bay hai ba vòng quanh hang, như thể đang chụp ảnh khu vực đó vào đầu, rồi bay đi kiếm mồi. Khi nó đi rồi, Timberlan dịch chuyển cái que và quả thông đi một vài feet. Khi con ong quay về, nó bay qua cái hang rồi bổ nhào xuống đất, ngay giữa vị trí mới của cái que và quả thông. Thêm một lần nữa, con ong đã bị “đánh lừa”, nhưng lần này chúng ta phải nể phục vì thị lực của nó. Có vẻ như thực sự nó đã “chụp ảnh tròn đầu” trong lúc bay vòng quanh tổ lúc đầu. Nó nhận ra được sự xấp xếp của cái que và quả thông đó. Timberlan đã lặp lại thí nghiệm này nhiều lần với nhiều kiểu “vật làm mốc” khác như một vòng quả thông và cũng thu được những kết quả nhất quán như vậy.

Còn bây giờ là một thí nghiệm mà người học trò Gerard Baerends của Timberlan đã thực hiện với kết quả tương phản một cách ấn tượng với thí nghiệm “máy giặt” của Fabre. Loài ong đào hang trong thí nghiệm của Baerends, tên khoa học *Ammophila campestris* (cũng được Fabre nghiên cứu), rất là thường khi đóng vai trò là một “nhà cung cấp lương thực theo nhu cầu”. Hầu hết ong đào hang cung cấp thức ăn cho tổ của nó và đẻ trứng, rồi nó bịt hang lại để cho ấu trùng tự ăn thức ăn đó. *Ammophila* thì khác. Giống như chim, nó thăm tổ hàng ngày để kiểm tra tình hình của ấu trùng, và cho thêm thức ăn nếu cần. Cũng chưa có gì đặc biệt. Nhưng mỗi con *Ammophila* trong mỗi lần bay thường thăm hai ba tổ. Một tổ có một ấu trùng khá lớn gần nở; một tổ chứa ấu trùng nhỏ hơn, mới sinh; và một tổ nữa, có ấu trùng ở độ tuổi trung gian. Ba ấu

trùng này theo tự nhiên có nhu cầu thức ăn khác nhau, và mẹ chúng chăm sóc theo đúng nhu cầu đó. Qua một chuỗi thí nghiệm vất vả, trong đó đánh tráo những gì chứa trong các tổ. Baerends đã chứng tỏ rằng con ong mẹ thực sự biết ghi nhớ nhu cầu thức ăn trong mỗi tổ. Điều này có vẻ rất khéo léo, nhưng theo Baerends, nó không còn khéo léo nữa khi một trường hợp bất ngờ xảy ra. Đầu tiên, mỗi buổi sáng, con ong mẹ bay một vòng kiểm tra những tổ ấu trùng của nó. Ong mẹ cần đánh giá tình trạng của mỗi tổ vào lúc bình minh, và điều này quyết định hành động cung cấp thức ăn của nó trong cả ngày. Nhưng Baerends đã đánh tráo những gì có trong tổ sau lần kiểm tra lúc bình minh của con ong mẹ, nó không chuẩn bị để “đối phó” điều này. Kết quả là, dù Baerends đã tráo bao nhiêu lần tùy thích, nó vẫn không hề thay đổi chút gì trong hành động cung cấp thức ăn. Điều này giống như nó bắt thiết bị đánh giá tổ lên chỉ vào lúc kiểm tra buổi sáng, rồi sau đó, toàn bộ thời gian trong ngày, chúng tắt đi để tiết kiệm điện.

Mặt khác, câu chuyện này cũng cho thấy rằng có một thiết bị tinh vi trong đầu con ong mẹ có thể dùng để đếm, đo đạc và thậm chí cả tính toán nữa. Cho nên, bây giờ ta dễ dàng tin rằng, não của con ong thực sự chỉ bị lừa phỉnh bởi một sự tương đồng kỹ lưỡng đến mức chi tiết giữa phong lan và con cái. Đồng thời, câu chuyện của Baerends cũng cho thấy mức độ bị lừa có chọn lọc, mà điều này cũng liên quan chặt chẽ đến thí nghiệm “máy giặt”, giúp ta tin rằng một sự tương đồng thô sơ giữa phong lan và ong cái cũng đủ rồi. Bài học mà chúng ta có thể rút ra là không bao giờ dùng phán xét của con người để đánh giá những vấn đề dạng này. Không bao giờ nói rằng “tôi không bao giờ tin rằng cái này cái kia lại có thể tiến hóa thông qua những chọn lọc dần dần được”, và cũng không bao giờ nên tin những lời nói đó. Tôi đã gán cho loại ảo tưởng sai lầm này một cái tên “Lý lẽ dựa trên ngờ vực cá nhân”. Rất nhiều lần, nó đã mở màn cho những sai lầm tiếp theo.

Lập luận mà tôi đang bỏ lại chính là phát biểu rằng: sự tiến hóa dần dà của cái này cái nọ không thể xảy ra được, bởi vì cái này cái nọ đó “hiển nhiên” là phải hoàn hảo và đầy đủ nếu muốn hoạt động được. Cho đến nay, tôi đã nói rất nhiều về việc ong và các động vật khác có cách nhìn sự vật khác với cách nhìn của chúng ta, và trong mọi trường hợp ngay cả chúng cũng khó bị đánh lừa. Nhưng có một lập luận khác mà tôi muốn phát triển lên, thuyết phục hơn và tổng quát hơn nữa. Chúng ta hãy tạm dùng từ “dễ hỏng” (hay đúng hơn là “dễ mất khả năng sử dụng”) để mô tả một thiết bị mà phải hoàn hảo mới có thể hoạt động - chẳng hạn như bông hoa phong lan giả dạng ong mà người bạn thư của tôi nhắc đến ở trên. Tôi lại thấy rằng, quá tình rất khó nghĩ ra một thiết bị dễ hỏng nào theo đúng nghĩa trên. Một cái máy bay cũng không phải dễ hỏng. Cho dù chúng ta luôn luôn thấp thỏm mong rằng chiếc Boeing 747 mình đang bay là hoàn thiện với vô số các bộ phận đều hoạt động hoàn hảo, thực tế thì, một máy bay mất đi một thiết bị chủ yếu, như là một hoặc hai động cơ, vẫn có thể bay được. Một cái kính hiển vi cũng không phải dễ hỏng, bởi vì với một cái kính kém chất lượng cho hình ảnh mờ và thiếu ánh sáng, bạn vẫn có thể thấy được những vật nhỏ, dù sao cũng khá hơn là khi không có kính. Một chiếc radio cũng không phải dễ hỏng; nó có thể thiếu hoàn thiện ở mặt nào đó, ví dụ âm thanh nhỏ, thiếu trung thực, méo mó, bạn vẫn có thể hiểu được lời phát ra. Từ này đến giờ tôi nhìn chăm chăm ra ngoài cửa sổ mười phút, cố nghĩ ra một ví dụ thật hay về một thiết bị nhân tạo dễ hỏng, và tôi chỉ nghĩ ra được một thứ duy nhất: cái cổng vòm kiểu La Mã. Cổng vòm dễ hỏng ở chỗ: khi hai nửa của nó được ghép lại với nhau, nó có độ chắc chắn và ổn định rất cao; nhưng trước khi hai nửa được ghép lại, không có nửa nào có thể đứng được. Một cái cổng vòm phải được xây dựng nhờ vào giá đỡ. Giá đỡ tạo ra lực đỡ tạm thời cho đến khi cả cái cổng hoàn thiện; rồi sau đó ta gỡ đi và cái cổng đứng yên ổn định trong một thời gian rất dài.

Tất nhiên, không có lý do gì trong công nghệ của con người lại không có một thiết bị dễ hỏng về mặt nguyên lý. Các kỹ sư có thể tự do thiết kế ra trên bản vẽ những thiết bị mà nếu chỉ hoàn thành một phần, sẽ không bao giờ có thể hoạt động. Tuy nhiên, thực tế thì ngay cả trong lĩnh vực kỹ thuật, chúng ta cũng rất khó khăn tìm được một thiết bị dễ hỏng đúng nghĩa. Tôi tin rằng, đối với các thiết bị sống, điều này còn đúng hơn nữa. Chúng ta hãy thử xem xét một thiết bị được cho là dễ hỏng trong thế giới sự sống mà các nhà theo thuyết sáng tạo luôn lớn tiếng bảo vệ. Ví dụ về ong bắp cày và hoa phong lan chỉ là một trong các hiện tượng giả dạng thú vị trong tự nhiên. Một số lượng lớn động vật và thực vật có lợi nhờ dáng vẻ tương tự với các vật thể khác, thường là các loài vật hay loài cây khác. Hầu như mọi khía cạnh của sự sống đây đó

đều được hoàn thiện thêm hay bị lật đổ bởi chính sự giả dạng: *bắt mồi* (hồ và báo gần như vô hình khi chúng rình mồi ở những nơi lổm đổm ánh nắng; cá cần câu trông gần giống như đáy biển nơi chúng nằm, và chúng dụ con mồi bằng cái “cần câu” dài của nó ở một đầu có miếng mồi giả dạng một con giun; con đom đóm “lừa tình” giả dạng điệu nháy sáng của một loài khác, nhờ đó dụ được con đực đến để bắt làm mồi; cá lon mây rằng kiếm bắt chước một loài cá chuyên làm vệ sinh cho các loài cá lớn rồi ngoạm lấy một ít vây của “khách hàng” (một khi đã được phép đến gần để làm công tác); *tránh bị ăn thịt* (các con mồi, theo nhiều cách khác nhau, giả dạng vỏ cây, nhành cây, lá xanh, lá rụng, hoa, gai hồng, lá tảo biển, đá, phân chim và nhiều loài động vật có độc hay có nọc); *nhử con săn mồi ra khỏi vùng có con non* (chim avocet mổ cứng và nhiều loài chim làm tổ dưới đất giả thái độ và dáng đi của một con chim gãy cánh); *“nhờ” con khác ấp hộ trứng* (trứng chim cúc-cu giống trứng của một loài khác mà nó ăn bằm; con cái của một số loài cá nuôi con trong miệng có hình những cái trứng giả ở sườn chúng thu hút con đực đến để ngậm trứng thật vào miệng và ấp).

Trong tất cả các trường hợp, người ta luôn bị lừa và suy nghĩ rằng sự giả dạng chẳng có ý nghĩa gì nếu như nó không hoàn hảo. Trong trường hợp đặc biệt giữa ong và phong lan, tôi đã nhấn mạnh vào sự không hoàn hảo trong giác quan của ong và nhiều nạn nhân khác của sự giả dạng. Trong mắt tôi, thực sự phong lan không quá giống với ong hay ruồi. Côn trùng giả dạng chiếc lá còn chính xác hơn nhiều, theo mắt của tôi, có lẽ mắt tôi giống mắt của loài chim hay bắt côn trùng đó làm mồi.

Nhưng trên một phương diện rộng hơn, ta sẽ sai khi nói rằng sự trá hình phải hoàn hảo mới có tác dụng. Ví dụ, cho dù mắt của con săn mồi tốt đến đâu đi nữa, môi trường nhìn không phải lúc nào cũng hoàn hảo. Hơn nữa, hiển nhiên môi trường nhìn thay đổi một cách liên tục từ rất xấu đến rất tốt. Hãy thử nghĩ về một vật mà bạn biết rất rõ, rõ đến mức không bao giờ có thể nhầm với thứ khác được. Hay là nghĩ về một người - ví dụ như là một người bạn thân, yêu quý và quen thuộc đến mức bạn không thể nhầm với ai khác. Nhưng bây giờ thử tưởng tượng rằng người ấy đi về phía bạn từ phía rất xa. Đầu tiên sẽ có một khoảng cách lớn đến mức bạn chẳng nhìn thấy người ấy chút gì cả. Rồi lại có một khoảng cách gần đến mức bạn nhìn rõ từng đặc điểm, từng sợi lông mi, từng lỗ chân lông. Ở những khoảng cách trung gian, không hề có một sự thay đổi đột ngột nào. Khả năng nhận ra người đó tăng lên hay giảm xuống dần dần theo khoảng cách. Quý tắc bắn súng trường trong quân sự có nói rõ: “Ở hai trăm yard^[32], mọi bộ phận cơ thể đều có thể nhận rõ. Ở ba trăm yard, đường viền trên khuôn mặt mờ đi. Ở bốn trăm yard, không thấy mặt nữa. Ở sáu trăm yard, đầu là một chấm còn mình là một vệt. Rõ chưa?”. Trong trường hợp người bạn đi đến từ từ, đúng là bạn có thể tự nhiên nhận ra người ấy. Nhưng trong trường hợp này, khoảng cách tạo ra một độ biến thiên trong *xác suất* của việc nhận ra này.

Có nghĩa là, khoảng cách tạo ra độ biến thiên trong khả năng thấy của ta. Về cơ bản nó là một đại lượng thay đổi từ từ. Ở bất kì một mức độ giống nhau nào giữa hình thật và hình giả dạng, dù là sự giống nhau đó là tuyệt vời hay là hầu như không đạt tí nào, phải có một khoảng cách mà trong đó mắt của kẻ săn mồi bị lừa rõ ràng, và một khoảng cách ngắn hơn, tại đó nó ít khả năng bị lừa hơn. Khi tiến hóa lên, sự giống nhau hoàn thiện hơn dần dần sẽ được chọn lọc tự nhiên ưu tiên, tức là khoảng cách tới hạn đến con săn mồi ngày càng ngắn hơn (có nghĩa là khả năng bị phát hiện nhỏ hơn). Ở đây tôi dùng “mắt của con săn mồi” thay cho “con mắt của bất cứ ai cần bị đánh lừa”. Trong một số trường hợp nó sẽ là mắt của con mồi, mắt của cha mẹ nuôi, mắt của con cá cái v.v...

Tôi đã thử các hiệu ứng sau đây trong các bài giảng trước công chúng trẻ em. Đồng nghiệp của tôi, Tiến sĩ George McGavin, thuộc Viện bảo tàng đại học Oxford, giúp tôi tạo một mô hình “vật đất” trên đó có rải mấy nhánh cây, lá khô và rêu. Ông còn đặt mấy chục con côn trùng (đã chết) một cách rất nghệ thuật. Một số con, chẳng hạn con bọ màu xanh kim loại, có thể nhận ra ngay; những con khác, gồm những con bọ hình que và bướm giả dạng lá được ngụy trang một cách rất khéo léo; vẫn còn những con khác, như là con gián màu nâu thì nằm giữa hai giới hạn này. Các em được mời lên và chậm chậm tiến gần bức tranh sinh động này, tìm các con sâu bọ này và kêu lên mỗi khi thấy một con. Khi còn cách khá xa, các em không thể nhận ra con nào ngay cả những con dễ thấy nhất. Khi tiến lại gần, các em thấy các con dễ thấy trước, rồi những

con như là gián có độ nổi bật ở mức trung gian, và cuối cùng là những con được nguy trang. Những con được nguy trang khéo léo nhất đều không bị phát hiện ngay cả khi các em nhìn chăm chăm vào chúng ở khoảng cách rất gần, khi tôi chỉ ra thì các em há miệng kinh ngạc.

Khoảng cách không phải là độ biến thiên duy nhất mà ta có thể dùng để lập luận như trên. Một yếu tố khác là ánh sáng. Trong đêm tối mịt, hầu như chẳng nhìn được thứ gì, thì ngay cả một sự giống nhau sơ sài cũng có giá trị. Vào buổi giữa trưa, một sự giả dạng chính xác đến từng chi tiết mới mong khỏi bị nhận dạng. Giữa hai thời điểm này, lúc rạng đông và lúc sẩm tối, hay trong một ngày trời u ám, trong sương mù hay dưới trời mưa, ta có được độ nhìn một cách thay đổi một cách liên tục và trơn tru. Bởi vì bất kì mức độ giống nhau nào cũng tạo ra sự khác biệt ở một điều kiện ánh sáng nhất định, thế nên một lần nữa, sự giống nhau với độ chính xác tăng dần lên sẽ được chọn lọc tự nhiên ưu tiên. Khi tiến hóa tiếp diễn, sự giống nhau được cải tiến một cách liên tục để tạo ra lợi thế trong việc sống sót, bởi vì cường độ ánh sáng tới hạn có thể bị đánh lừa cũng tăng lên.

Một sự biến thiên tương tự xuất phát từ góc nhìn. Một con côn trùng giả dạng, cho dù giỏi hay tồi, cũng có lúc bị con săn mồi nhìn từ góc độ ngoài rìa mắt. Có lúc khác, chẳng may con săn mồi nhìn mồi nhìn nó trực diện. Phải có một góc nhìn nằm ngoài rìa con mắt đến mức ngay cả sự giả dạng kém cỏi nhất cũng thoát khỏi bị phát hiện. Và cũng phải có một góc nhìn trực diện đến mức ngay cả sự giả dạng cừ khôi nhất cũng không thoát khỏi nguy hiểm. Giữa hai góc nhìn này là một độ biến thiên liên tục. Ở bất kì một mức độ hoàn thiện nào của sự giả dạng, phải có một góc nhìn tới hạn mà tại đó chỉ cần một sự tiến bộ hay thoái bộ nhỏ cũng đủ làm nên mọi sự khác biệt. Khi tiến hóa tiếp diễn lên, sự giống nhau có chất lượng tăng tiến dần lên sẽ được lợi thế hơn, bởi vì góc nhìn tới hạn đó dần dần dịch chuyển vào trong (có nghĩa là phải nhìn trực diện nữa thì mới phát hiện được).

Phẩm chất của mắt hay não của kẻ thù cũng có thể xem là một độ biến thiên nữa, và tôi đã gợi ý trong một phần trước của chương này. Ở bất kỳ một mức độ giống nhau nào giữa hình ảnh mẫu thật và cái giả dạng, chắc sẽ có những con mắt bị đánh lừa và những con mắt khác không bị đánh lừa. Một lần nữa, khi tiến hóa tiếp diễn lên, những độ tương tự với chất lượng tăng tiến dần lên có lợi thế hơn, bởi vì ngày càng có kẻ thù với con mắt tinh vi hơn cũng bị đánh lừa. Ý tôi không phải là kẻ thù cũng tiến hóa mắt của chúng cho tốt hơn song song với sự giả dạng đang ngày càng tiến bộ đó, mặc dù cũng có thể là như vậy. Ý tôi là phải tồn tại ở đâu đó những con săn mồi với mắt tốt và con săn mồi với mắt kém. Tất cả những con săn mồi này đều nguy hiểm. Một sự giả dạng tồi chỉ có thể lừa được những con mồi mắt kém. Một sự giả dạng cừ hơn lừa được hầu hết những con săn mồi. Và có một độ biến thiên liên tục giữa hai giới hạn này.

Nói chuyện mắt tốt và mắt kém làm tôi nhớ đến một câu đố rất ưa chuộng của các nhà theo thuyết chúa sáng tạo. Một nửa con mắt thì dùng vào việc gì? Làm sao mà chọn lọc tự nhiên lại lựa chọn một con mắt chưa hoàn hảo? Tôi đã xử lý câu hỏi này trước đây và đã trình bày ra một phổ biến thiên các con mắt, lấy từ những ví dụ có thật của rất nhiều ngành của giới động vật. Ở đây, tôi sẽ đưa con mắt vào bức tranh độ biến thiên lý thuyết mà tôi vừa đưa ra. Có một độ biến thiên liên tục các công việc mà có thể phải cần đến con mắt. Vào ngay lúc này tôi đang dùng mắt để nhận biết các chữ cái trên màn hình máy tính. Ta cần phải có con mắt tốt và tinh để làm việc này. Tôi đã đến độ tuổi mà không cách chi đọc được mà không có kính, tuy lúc này mới nhẹ độ thôi. Khi tôi già đi nữa, độ kính bác sĩ kê cho tôi sẽ cứ tăng đều đặn. Không có kính, tôi thấy dần dần càng ngày càng khó nhìn các chi tiết hơn. Ở đây ta lại có thêm một độ biến thiên nữa - độ biến thiên tuổi tác.

Bất kì một người bình thường nào, ở độ tuổi nào đi nữa, cũng có thị lực tốt hơn côn trùng. Có những việc mà con người hoàn thành được, cho dù có thị lực kém hay gần như mù. Bạn có thể chơi tennis với đôi mắt hơi mờ, vì quả banh tennis cũng khá lớn, và cho dù không nhìn thẳng, ta cũng có thể xác định được vị trí và sự chuyển động của nó. Mắt chuẩn chuẩn, dù kém theo tiêu chuẩn của chúng ta, lại rất tinh theo tiêu chuẩn của côn trùng, và chuẩn chuẩn có thể vừa bay vừa săn mồi, một công việc khó tương đương với việc đánh tennis. Những con mắt kém hơn nhiều vẫn có thể dùng trong việc tránh khỏi va vào tường, tránh không bước đến bờ vực hay tránh không rơi xuống sông. Mắt kém hơn nữa có thể nhận ra một cái bóng hiện ra trên đầu, có thể là bóng mây cũng có thể là bóng con săn mồi. Và mắt mắt còn kém hơn thế nữa vẫn

có thể dùng để phân biệt ngày với đêm, và nó có ích trong việc nhận biết được mùa sinh sản hay biết được khi nào phải đi ngủ, và nhiều việc khác nữa. Có một phổ liên tục các công việc mà con mắt có thể được dùng, mà trong đó ở bất kì một chất lượng mắt nào, từ cù khô đến tệ hại, phải có một mức độ công việc mà tại đó chỉ cần thị lực được cải tiến lên tí chút cũng tạo ra mọi sự khác biệt. Cho nên ta chẳng khó khăn gì trong việc hiểu được sự tiến hóa dần dần của con mắt, từ những dạng thô sơ nguyên thủy ban đầu, qua một phổ liên tục các dạng trung gian, đến một sự hoàn hảo mà chúng ta thấy ở một con chim ưng hay là ở một con người trẻ tuổi.

Cho nên câu hỏi của các nhà thuyết giáo sáng tạo - “Một nửa con mắt dùng vào việc gì?” - là một câu hỏi nhẹ kí, có thể trả lời dễ như chơi. Một con mắt là 1 phần trăm tốt hơn 49 phần trăm một con mắt, mà cái này lại 1 phần trăm tốt hơn 48 phần trăm một con mắt, sự khác biệt này là đáng kể. Một phát biểu bổ sung sau đây mang một sức nặng khá lớn: “Với tư cách là một nhà vật lý[33], tôi không thể tin rằng đã có đủ thời gian để một cơ quan phức tạp như là một con mắt có thể tiến hóa từ hư vô. Bạn có thực sự nghĩ rằng đã có đủ thời gian cho việc đó không?” Cả hai câu hỏi đều bắt nguồn từ “Lý lẽ dựa trên ngò vực cá nhân”. Tuy vậy, độc giả vẫn cảm kích nếu có một câu trả lời, và tôi vẫn thường dựa vào độ lớn của thời gian địa chất. Nếu một bước chân biểu thị một thế kỷ, toàn bộ thời gian sau công nguyên được thu gọn lại thành chiều dài sân chơi cricket (khoảng 22 mét, ND). Để đến được thời điểm khởi đầu của các động vật đa bào với cùng một tỉ lệ này, bạn phải đánh một cú bay từ New York cho đến tận San Francisco.

Bây giờ ta thấy rằng tầm vóc vĩ đại đến choáng người của thời gian địa chất dành cho sự tiến hóa này, chẳng qua giống như việc dùng một chiếc búa hơi công nghiệp để bóc một củ lạc. Một nghiên cứu mới đây của hai nhà khoa học Thụy Điển Dan Nilsson và Susanne Pelger cho thấy rằng, một phần nhỏ xiu đến khó tin của khoảng thời gian trên cũng là rất nhiều. À, nhưng mà, khi có người nói “con mắt” thì họ có ý nói đến con mắt của loài có xương sống, nhưng mắt có khả năng tạo được ảnh và dùng được thì đã tiến hóa từ 40 đến 60 lần độc lập này, ít nhất chính nguyên lý “thiết kế” đã được “khám phá” ra, bao gồm mắt chỉ là một lỗ kim, mắt kiểu máy ảnh có tròng (thủy tinh thể), mắt đĩa phản xạ (kiểu ăng-ten vệ tinh), và một số loại mắt phức hợp. Nilsson và Pelger đã tập trung vào dạng mắt kiểu máy ảnh có tròng, như những con mắt được phát triển rất cao trong động vật có xương sống và bạch tuộc.

Làm sao để ước tính thời gian cần thiết cho một mức độ thay đổi qua tiến hóa? Chúng ta phải tìm một đơn vị để đo độ lớn của mỗi bước tiến hóa, rồi biểu diễn nó thành số phần trăm của trạng thái đang có hiện thời. Nilsson và Pelger dùng số lượng các bước thay đổi để tạo được 1 phần trăm làm đơn vị đo sự thay đổi của các đại lượng giải phẫu. Đây chỉ là một quy ước - như là calorie - là năng lượng cần thiết để thực hiện một công nào đó. Khi sự thay đổi chỉ ở một đại lượng, việc đo sự thay đổi là dễ nhất và ta có thể dùng đơn vị 1 phần trăm. Ví dụ, chọn lọc tự nhiên thiên về phía những con chim thiên đường có đuôi dài ra không bao giờ ngừng, vậy thì cần bao nhiêu bước để đuôi có thể tiến hóa dài lên từ một mét cho tới một kilomet? Sự tăng lên 1 phần trăm chẳng gây được sự chú ý của một người bình thường. Tuy vậy, ta chỉ cần rất ít bước như vậy, ít đến ngạc nhiên, để làm cho đuôi dài ra đến một kilomet: ít hơn bảy trăm bước.

Kéo dài đuôi từ một mét ra đến một kilomet, tuy đúng là kỳ quặc, nhưng lại rất dễ tưởng tượng. Nhưng làm sao mà ta có thể đặt sự tiến hóa của con mắt trên cùng một thang đo này? Vấn đề ở đây là trong trường hợp con mắt, có rất nhiều sự thay đổi xảy ra trong rất nhiều bộ phận một cách song song với nhau. Công việc của Nilsson và Pelger là xây dựng các mô hình của sự tiến hóa mắt trên máy tính để trả lời hai câu hỏi. Câu hỏi thứ nhất đại thể chính là câu hỏi mà chúng ta đã đặt ra hết lần này đến lần khác ở các phần trước đây, nhưng họ phát biểu lại một cách hệ thống hơn, bằng cách sử dụng máy tính: Có hay không một độ biến thiên đều đặn, từ một miếng da lên đến con mắt máy ảnh đầy đủ, mà sao cho mỗi bước trung gian lại là một sự cải thiện? (Không giống như con người, chọn lọc tự nhiên không thể đi xuống dốc - ngay cả khi có một cái đỉnh cao hơn bên kia đang mời gọi). Thứ hai, chính là câu hỏi mà ta đã dùng để bắt đầu phần này, mất bao lâu để có được lượng thay đổi do tiến hóa cần thiết?

Trên máy tính, Nilsson và Pelger đã không mất công mô phỏng nguyên ký hoạt động bên trong của tế bào. Họ bắt đầu chuyển du hành của mình từ lúc có một tế bào nhạy sáng duy nhất

- ta gọi nó là quang tế bào. Trong tương lai, sẽ rất hay nếu ta thực hiện một mô phỏng máy tính nữa ở bên trong tế bào, để xem tế bào quang đầu tiên của sinh vật được sinh ra như thế nào qua những sửa đổi từng bước một từ một tế bào bình thường. Nhưng bạn phải xuất phát từ một điểm khác, còn ở đây Nilsson và Pelger đã xuất phát từ sau khi đã có quang tế bào. Họ làm việc ở cấp độ mô: cấp độ vật chất làm từ các tế bào chứ không phải từng tế bào riêng biệt. Da là một mô, một đoạn ruột cũng vậy, cả cơ và gan nữa. Mô có thể thay đổi theo rất nhiều cách dưới những ảnh hưởng do đột biến ngẫu nhiên. Các mảng mô có thể trở nên rộng hơn hay hẹp hơn về diện tích. Chúng cũng có thể trở nên dày hơn hoặc mỏng hơn. Trong trường hợp mô trong suốt như là mô thủy tinh thể, chúng có thể thay đổi chiết suất (khả năng bẻ đường đi của ánh sáng) trong các phần cục bộ của mô.

Vẻ đẹp của việc mô phỏng một con mắt, so với việc mô phỏng những thứ khác ví dụ như chân của một con báo, là ở chỗ chất lượng của nó có thể đo được dễ dàng bằng các định luật quang học cơ bản. Con mắt được biểu diễn là một mặt cắt hai chiều, và máy tính có thể dễ dàng tính được độ nét hình ảnh của nó ra một con số thực. Chắc là sẽ khó khăn hơn rất nhiều nếu ta muốn có một đại lượng số tương tự để đo độ hiệu quả của chân hoặc xương sống của một con báo. Nilsson và Pelger bắt đầu với một võng mạc phẳng, nằm trên một lớp sắc tố phẳng, bao quanh là một lớp trong suốt phẳng để bảo vệ. Lớp trong suốt được phép trải qua những biến đổi nhỏ ngẫu nhiên, với bắt buộc là mỗi cái thay đổi đều phải nhỏ và phải là một sự cải tiến từ cái đã có trước đó.

Kết quả có được thật nhanh chóng và dứt khoát. Khi hình dạng của con mắt mô hình tự biến dạng trên màn hình máy tính, một quỹ đạo của sự sắc nét luôn luôn tăng xuất phát từ một hình phẳng ban đầu, một cách không hề do dự, dẫn tới một hình lõm cạn rồi cho tới hình một cái cốc có độ sâu luôn luôn tăng lên. Lớp trong suốt cũng trở nên dày lên để lấp vào trong chiếc cốc và rồi phồng mặt ngoài của nó ra đều đặn để tạo thành mặt cong. Rồi, tựa như một trò ảo thuật, một phần của lớp trong suốt này tập trung lại ở một vùng cục bộ hình cầu có chiết suất cao hơn. Không phải là cao hơn một cách đồng đều khắp trong vùng, mà có một độ biến thiên đều đặn trong chiết suất trong đó vùng hình cầu hoạt động như một thấu kính biến chiết. Thấu kính biến chiết là một thứ xa lạ đối với các nhà chế tạo thấu kính, nhưng chúng lại phổ biến trong mắt sinh vật. Con người làm ra thấu kính bằng cách mài kính thành một hình dạng đặc biệt. Rồi làm kính phức, giống như các thấu kính phủ màu tím đất tiền trong các camera hiện đại, bằng cách lắp nhiều kính lại với nhau, nhưng mỗi một trong số thấu kính đó được làm từ một loại thủy tinh đồng nhất trong toàn thể tích của nó. Ngược lại, một thấu kính biến chiết lại có chiết suất thay đổi đều nội trong mình của nó. Thông thường, nó có chiết suất cao hơn ở vùng trung tâm. Mắt cá có các thấu kính (thủy tinh thể) biến chiết. Từ lâu người ta đã biết rằng, đối với một thấu kính biến chiết, để đạt được độ quang sai nhỏ nhất ta cần phải đạt được một giá trị tối ưu giữa tiêu cự và bán kính thấu kính. Đại lượng này được gọi là tỉ lệ Mattiessen. Mô hình máy tính của Nilsson và Pelger tiến đến chính xác tỉ lệ này.

Và bây giờ ta sẽ quay lại với câu hỏi rằng toàn bộ những thay đổi tiến hóa này mất bao lâu để hoàn thành. Để trả lời, Nilsson và Pelger phải đưa ra một số giả định về gien trong các quần thể tự nhiên. Họ phải đưa vào mô hình của mình các giá trị hợp lý của các đại lượng như là độ khả truyền (mức độ có thể di truyền). Độ khả truyền^[34] là một thước đo cho ta biết di truyền có thể điều khiển các biến dị tới bao xa. Cách người ta rất hay dùng để đo là xem xét mức độ “giống hệt nhau” của cặp song sinh cùng trứng so với cặp song sinh bình thường. Trong một nghiên cứu, người ta thấy rằng độ khả truyền của chiều dài ở chân đàn ông là 77 phần trăm. Độ khả dĩ 100 phần trăm nghĩa là ta có thể đo chân một người trong cặp song sinh cùng trứng để biết chính xác chiều dài chân người kia, mặc dù hai người được nuôi nấng riêng biệt nhau. Độ khả dĩ bằng 0 có nghĩa là chân của một cặp song sinh cùng trứng chẳng hề giống nhau nhiều hơn so với chân của những người mà ta chọn ngẫu nhiên trong một cộng đồng. Một số độ khả truyền khác đã đo được ở người là 95 phần trăm cho độ rộng của đầu, 85 phần trăm cho chiều cao khi ngồi, 80 phần trăm cho chiều dài cánh tay và 79 phần trăm cho chiều cao khi đứng.

Người ta thường xuyên đo được các độ khả truyền cao hơn 50 phần trăm, và Nilsson và Pelger cảm thấy an toàn khi đưa con số 50 phần trăm vào mô hình của họ. Đây là một giả định thận trọng, hay đúng hơn là “bi quan”. So với một giả định gần thực tế hơn, ví dụ 70 phần trăm,

giả định bị quan này có khuynh hướng làm ước lượng thời gian để con mắt tiến hóa tăng lên. Họ muốn sai số nằm ở chỗ ước đoán thời gian cao quá lên. Lý do bởi vì chúng ta nghi trực giác về những ước đoán nhỏ về thời gian cần thiết để tiến hóa một thứ phức tạp như là con mắt.

Cũng cùng một lý do đó, họ đã chọn các giá trị bị quan cho hệ số biến dị (nghĩa là mức độ biến dị thông thường trong một quần thể) và cường độ chọn lọc (mức độ lợi thế trong sống sót mà một thị lực được cải thiện có thể mang lại). Họ thậm chí còn giả định rằng thế hệ mới nào cũng khác thế hệ trước đó chỉ một phần của con mắt và không cho phép những sự thay đổi đồng thời ở nhiều phần của mắt vốn sẽ tăng tốc độ tiến hóa lên rất nhiều. Nhưng ngay cả với những giả định thận trọng này, thời gian cần thiết để tiến hóa ra mắt cá từ da phẳng là rất nhỏ: ít hơn bốn trăm ngàn thế hệ. Đối với các dạng sinh vật nhỏ mà chúng ta đang bàn đến, ta có thể giả định mỗi thế hệ là một năm, nên có vẻ như là chỉ cần ít hơn một nửa triệu năm để tiến hóa lên một con mắt kiểu máy ảnh có chất lượng.

Dưới ánh sáng mà Nilsson và Pelger mang lại, không còn nghi ngờ gì, “con mắt” mà người ta nói đến đã tiến hóa ít nhất bốn mươi lần một cách độc lập nhau trong giới động vật. Đã có đủ thời gian cho nó tiến hóa một ngàn năm trăm lần từ con số không liên tục, chỉ nội trong bất kỳ một giòong dõi nào. Khi giả định độ dài thời gian tiêu biểu của một thế hệ trong các loài động vật nhỏ, ta thấy thời gian cần thiết cho sự tiến hóa của mắt hóa ra quá ngắn để các nhà địa chất có thể đo được, chứ chẳng phải là lớn kinh khủng tới mức khiến ta phải phóng đại niềm tin của mình lên. Nó chỉ là một cái nháy mắt trong thời gian địa chất.

Kiến tha lâu đầy tổ. Một đặc điểm then chốt của tiến hóa là tính dần dà của nó. Điều này mang tính nguyên lý, tuy sự thật có thể thay đổi chút ít. Một số giai đoạn tiến hóa cũng có thể có mà cũng có thể không xuất hiện đột ngột. Có thể có những giai đoạn rời rạc với những bước tiến hóa nhanh chóng, thậm chí là những đột biến vĩ mô đột ngột - là những thay đổi lớn làm phân biệt hẳn con cái với cha mẹ. Chắc chắn là đã có những sự tuyệt chủng đột ngột - có lẽ là do thiên tai to lớn nào đó như sao chổi lao vào Trái đất - và chúng để lại những khoảng trống lớn mà sau đó được lấp đầy bởi những động vật đi sau phát triển một cách nhanh chóng, như trường hợp lớp thú đã thay thế cho khủng long. Trên thực tế, rất có thể rằng tiến hóa không phải luôn luôn mang tính dần dà. Nhưng nó buộc phải mang nguyên lý dần dà khi ta dùng nó để giải thích sự xuất hiện trên đời của các vật thể sống - vốn tinh vi phức tạp như thế được thiết kế ra, con mắt chẳng hạn. Bởi lẽ nếu không phải là dần dà, thì sẽ chẳng có một giá trị giải thích nào cả. Không có yếu tố dần dà trong những trường hợp này, chúng ta lại quay về với phép màu nhiệm, mà phép màu nhiệm thì vốn đồng nghĩa với việc không có lời giải thích nào cả.

Lý do mà con mắt và loài phong lan thụ phấn nhờ ong bắp cày tạo ấn tượng mạnh với chúng ta là do sự tiến hóa ấy ít khả năng xuất hiện. Khả năng chúng tự nhiên may mắn lắp ghép lại được như thế quá kì diệu đến mức không có thật trên đời. Việc tự tiến hóa dần dần qua các bước nhỏ, mỗi bước cũng mang tính may mắn, nhưng không *quá* may mắn, chính là lời giải để vượt qua câu đố này. Còn nếu như nói tiến hóa không phải là dần dần, thì sẽ chẳng phải là lời giải cho câu đố, mà chẳng qua là một hình thức khác của câu đố trên mà thôi.

Đôi khi, chúng ta chẳng thể nào đoán được các bước trung gian dần dần nào đã diễn ra. Đó là thách thức cho trí tưởng tượng của ta, nếu ta chịu, không nghĩ ra nổi thì đó là vấn đề của chúng ta chứ không phải của tự nhiên. Việc chúng ta không nghĩ ra được không phải là một bằng chứng để nói rằng chúng (từng bước trung gian) đã không xảy ra. Một trong những thách thức lớn nhất đối với trí tưởng tượng trong việc đoán ra các bước trung gian là trường hợp “ngôn ngữ múa” lừng danh của loài ong, từng được phát hiện trong một công trình kinh điển làm nên tên tuổi của Karl von Frisch. Ở đây, sản phẩm cuối cùng của sự tiến hóa có vẻ tinh vi phức tạp, tài tình và vượt xa những gì chúng ta thường nghĩ về khả năng của côn trùng, đến mức thật khó để hình dung ra các bước trung gian.

Ong mật thường báo hiệu cho nhau những khu vực có hoa bằng một điệu múa được mã hóa cẩn thận. Nếu như thức ăn rất gần với tổ, chúng thực hiện điệu “múa xoay vòng tròn”. Điều này làm các con ong khác rất hào hứng, và chúng đổ xô đi tìm thức ăn trong vùng quanh tổ. Không có gì đặc biệt lắm. Nhưng khi thức ăn ở xa tổ hơn, những gì xảy ra mới *vô cùng* ấn tượng. Những con ong phát hiện ra có thức ăn trình diễn một điệu tạm gọi là “múa lắc lư”, mà đáng

điều cũng như tốc độ múa nói cho con ong khác biết được phương hướng và khoảng cách từ tổ đến nguồn thức ăn. Điều lắc lư này được con ong trình diễn bên trong tổ trên một mặt phẳng thẳng đứng của tầng ong. Trong tổ tối đen nên các con ong khác không thấy được điệu múa lắc lư trên. Chúng chỉ cảm nhận và nghe được nhờ tiếng vo ve nho nhỏ nhịp nhàng mà con ong múa đang tạo ra. Điều múa ấy có hình số 8, cùng với một đường thẳng ở giữa. Chính hướng của đường thẳng này cho biết hướng thức ăn thông qua, đây là một sự mã hóa khôn ngoan.

Đường thẳng này không trực tiếp chỉ về hướng thức ăn. Không thể, bởi điệu múa được biểu diễn trên một mặt phẳng thẳng đứng, và hướng của bề mặt này cố định và không phụ thuộc vào nơi có thức ăn. Nguồn thức ăn đó phải được định vị theo chiều ngang. Bề mặt thẳng đứng đó giống như một bản đồ được ghim lên tường vậy. Một đường vẽ trên bản đồ đó không chỉ trực tiếp về một đích nào cả, nhưng bạn có thể đọc được hướng thông qua một quy ước bất kỳ nào đó.

Để hiểu được quy ước mà các chú ong đã dùng, đầu tiên ta phải biết rằng cũng giống như nhiều loài côn trùng khác, ong dùng mặt trời định hướng như một la bàn. Con người chúng ta cũng làm như vậy một cách gần đúng. Phương pháp này có hai nhược điểm. Thứ nhất, mặt trời thường bị mây che lấp. Ong giải quyết vấn đề này thông qua một giác quan mà chúng ta không có. Cũng chính von Frisch đã khám phá ra rằng ong thấy được chiều phân cực của ánh sáng và điều này cho chúng biết được mặt trời đang ở đâu ngay cả khi mặt trời bị khuất. Vấn đề thứ hai đối với la bàn mặt trời đó là nó “dịch chuyển” qua bầu trời theo thời gian, ong giải quyết vấn đề này bằng một đồng hồ nội tại. Von Frisch đã tìm ra rằng, gần như không thể tin được, con ong múa khi ở trong tổ hàng giờ sau khi quay về từ vùng có thức ăn thường quay hướng của đường thẳng giữa vòng số tám một cách chậm chạp, cứ như thể đường thẳng này là kim giờ của một đồng hồ hai mươi bốn giờ vậy. Chúng không thể thấy được mặt trời từ bên trong tổ, nhưng chúng chậm chạp quay hướng của bài múa để bắt kịp với sự chuyển động của mặt trời mà chính các đồng hồ nội tại mách bảo. Một điều cực kỳ lý thú đó là các loài ong ở nam bán cầu cũng làm y hệt thể nhưng hướng ngược lại, đúng như ta có thể đoán.

Bây giờ chúng ta sẽ nói đến mật mã của điệu múa này. Một vũ điệu theo phương thẳng đứng hướng lên báo hiệu rằng thức ăn ở cùng hướng với mặt trời. Vũ điệu theo phương thẳng đứng hướng xuống báo hiệu thức ăn ở hướng ngược lại. Các cấp độ trung gian báo hiệu những điều mà chúng ta có thể đoán được. 50 độ về phía bên trái của đường thẳng đứng báo hiệu hướng 50 độ về hướng bên trái của mặt trời trong mặt phẳng nằm ngang. Tuy nhiên độ chính xác của điệu múa không nằm ở mức thang chia độ này. Tại sao như thế? Bởi vì chúng ta có quy ước chia la bàn thành 360 độ, còn ong chia la bàn thành khoảng 8 độ (độ của ong). Thực ra đây gần như là cách mà chúng ta làm nếu không phải là những nhà định hướng chuyên nghiệp. Chúng ta chia la bàn thường dùng ra thành 8 góc: Bắc, Đông Bắc Đông, Đông Nam, Nam, Tây Nam, Tây và Tây Bắc.

Vũ điệu ong cũng mã hóa khoảng cách đến nguồn thức ăn. Hay đúng hơn, rất nhiều khía cạnh của điệu múa - tốc độ quay, tốc độ lắc lư, tốc độ đập cánh - liên quan mật thiết với khoảng cách của thức ăn, và một hay bất kỳ một tổ hợp của các khía cạnh này có thể được các chú ong dùng để đọc ra khoảng cách. Thức ăn càng gần, điệu múa càng nhanh. Một mẹo để nhớ được điều này là bạn hãy nghĩ rằng con ong khi tìm thấy được thức ăn gần tổ thường sẽ hứng khởi và ít mệt hơn so với con ong đã phải bay một quãng đường xa mới tìm được thức ăn. Đây không chỉ là một quy tắc giúp dễ nhớ; nó còn cho ta một manh mối để biết được điệu múa đã tiến hóa lên như thế nào, như chúng ta sẽ thấy sau đây.

Tóm lại, một con ong tìm thấy một nguồn thức ăn dồi dào. Nó quay về tổ, nặng trĩu mật và phấn hoa, giao kiện hàng cho những con ong thợ chuyên nhận hàng. Rồi nó bắt đầu múa. Ở một nơi nào đó trên tầng ong thẳng đứng, không quan trọng là nơi nào, nó hồi hải chạy vòng quanh theo hình số tám. Các con ong thợ khác tập trung quanh nó, cảm nhận và lắng nghe. Chúng đếm nhịp vỗ cánh, và có lẽ cả tốc độ quay vòng. Chúng đo góc của đường ở giữa, rồi xét vị trí tương đối của đường đó với đường thẳng đứng, trong khi con ong múa đang lắc lư cái bụng của nó. Thế là chúng di chuyển đến cửa tổ và túa từ bóng tối ra ánh mặt trời. Chúng quan sát vị trí mặt trời - không phải theo độ cao thẳng đứng mà theo hướng la bàn của nó trong mặt phẳng nằm ngang. Rồi chúng bay đi theo một đường thẳng, đường thẳng này có góc tương đối

so với mặt trời bằng đúng góc đường giữa so với đường thẳng đứng trong điệu múa khi này trên mặt phẳng của tầng ong. Chúng cứ thế bay theo những gì đã biết, không phải đến một đoạn vô định mà là một khoảng cách tỷ lệ (nghịch) với (loga) vận tốc đập cánh của con ong khiêu vũ ban đầu. Thú vị thay, nếu như con ong đầu tiên phải bay theo một hướng khác mới tìm được thức ăn ở chỗ này, nó sẽ hướng điệu múa không phải theo hướng khác đó, mà theo hướng nó đã tính toán lại.

Câu chuyện về loài ong múa này thật khó tin, và một số người đã không còn tin nó. Tôi sẽ quay lại với những nghi ngờ này và sẽ nói về những thí nghiệm gần đây mà cuối cùng đã mang lại các bằng chứng khoa học trong chương tiếp theo. Trong chương này, tôi chỉ muốn thảo luận quá trình tiến hóa dần dần của điệu múa ong. Những giai đoạn trung gian của quá trình tiến hóa này đã hiển thị như thế nào, và chúng đã hoạt động ra sao khi điệu múa vẫn chưa hoàn thiện?

À, cách thức diễn tả câu hỏi chưa được chính xác lắm. Không có sinh vật nào có thể sinh tồn mà lại ở trong giai đoạn “trung gian” hay là “chưa hoàn thiện” cả. Các loài ong cổ xưa đã sinh tồn rất giỏi chỉ với các điệu múa mà với kiến thức giờ đây có được, chúng ta có thể diễn giải chúng là các giai đoạn trung gian trên con đường tiến tới điệu múa của loài ong hiện đại. Chúng đã sống một cuộc đời trọn vẹn của một con ong và chẳng hề nghĩ rằng mình đang “trên con đường” đi đến điều gì đó “tốt đẹp hơn”. Hơn nữa, điệu múa ong “hiện đại” của chúng ta cũng có thể chẳng phải là điệu múa tối ưu sau cùng mà nó có thể sẽ tiến hóa lên một cái gì đó ngoạn mục hơn nữa khi chúng ta và loài ong của chúng ta đều chìm sâu vào quá khứ. Nhưng dù sao đi nữa vẫn có một câu đố, đó là điệu múa ong hiện giờ đã tiến hóa thông qua những bước dần dần như thế nào. Những bước trung gian dần dần đó đã có kiểu dáng thế nào và chúng đã hoạt động ra sao?

Chính von Frisch cũng đã chú tâm đến câu hỏi này, ông đã giải quyết bằng cách xem xét trong gia phả loài ong, ở những họ hàng xa của loài ong mật. Những loài ong này không phải là tổ tiên của loài ong mật bởi chúng sống cùng thời. Nhưng chúng có thể còn giữ lại một vài đặc điểm của tổ tiên. Ong mật là một loài côn trùng ôn đới, làm tổ trong những hốc cây hay hang đá. Họ hàng gần nhất của nó là những con ong nhiệt đới có thể làm tổ ngoài trời, treo tổ lên những chạc cây hay móm đá. Vì thế chúng có thể thấy được mặt trời khi đang múa, và không phải nhờ vào quy ước mà trong đó phương thẳng đứng “biểu thị” cho hướng mặt trời. Mặt trời đã tự biểu thị nó.

Một trong những người bà con họ hàng nhiệt đới của ong mật, loài ong lùn *Apis florea*, múa trên mặt phẳng nằm ngang trên đỉnh của tầng ong. Đường thẳng của điệu múa chỉ trực tiếp về hướng thức ăn. Chẳng cần phải dùng đến một quy ước bản đồ nào cả; việc chỉ hướng trực tiếp là quá đủ. Đây chắc chắn là một giai đoạn chuyển tiếp hợp lý trên con đường đi đến điệu múa của loài ong mật, nhưng chúng ta vẫn phải suy nghĩ về các giai đoạn trung gian khác đi trước và các giai đoạn theo sau. Cái gì có thể là tiền thân của điệu múa loài ong lùn này? Tại sao một con ong vừa mới tìm thấy thức ăn lại chạy vòng quanh theo một hình số 8 có đường ở giữa chỉ về hướng thức ăn. Gợi ý trả lời nằm ở trình tự lúc sắp cất cánh. Von Frisch cho rằng trước khi điệu múa tiến hóa, một con ong vừa mới dỡ thức ăn xuống, đơn giản sẽ cất cánh theo cùng hướng bay trở lại về nguồn thức ăn đó. Để chuẩn bị cất cánh lên không trung, nó phải quay mặt về đúng hướng và có thể bước một vài bước. Chọn lọc tự nhiên có khuynh hướng phóng đại hoặc kéo dài giai đoạn cất cánh nếu như nó khuyến khích các con ong khác bay theo. Có lẽ điệu múa là một dạng lấy đà được lặp lại thành một trình tự. Điều này rất hợp lý, bởi vì cho dù có dùng điệu múa hay không, ong thường dùng một chiến thuật trực tiếp hơn, đó là theo nhau đi đến nguồn thức ăn. Một điều nữa khiến ý kiến này nghe hợp lý là ở chỗ, con ong đang múa giương cánh ra chút ít như thể đang chuẩn bị bay, và nó rung cơ cánh, không quá mạnh để bay lên mà chỉ đủ để tạo ra âm thanh vốn là một phần quan trọng trong tín hiệu múa.

Dễ thấy rằng, một cách để kéo dài và phóng đại quá trình lấy đà chính là lặp lại nó. Lặp lại nghĩa là quay trở lại điểm xuất phát và bước đi vài bước theo hướng thức ăn. Có hai cách để trở lại điểm xuất phát: nó có thể rẽ phải hay rẽ trái ở cuối đường chạy. Nếu trước sau nó đều chỉ quay sang phải hoặc sang trái, hướng lấy đà và hướng quay trở lại điểm xuất phát sẽ bị nhập nhằng, cách tốt nhất để khỏi có sự nhập nhằng là lần lượt quay trái rồi quay phải. Cho nên

, chọn lọc tự nhiên đã chọn ra hình số 8.

Nhưng mối liên hệ giữa khoảng cách nguồn thức ăn và tốc độ múa tiến hóa lên như thế nào? Nếu như tốc độ múa liên hệ thuận chiều với khoảng cách thức ăn, ta sẽ rất khó giải thích. Nhưng bạn nhớ lại rằng, thực tế nó là cách ngược lại: thức ăn càng gần, điệu múa càng nhanh. Điều này ngay lập tức gợi ý cho chúng ta một con đường tiến hóa có thể có. Trước khi điệu múa tiến hóa hình thành, con ong chắc đã lặp lại việc lấy đà, nhưng không ở một tốc độ đặc biệt nào cả. Chắc lúc đó, tốc độ múa chỉ là tùy hứng. Ta thử nghĩ xem, nếu con ong mới bay về cách hàng dặm đường chất đầy mình với mật và phấn hoa, nó còn hứng thú chạy thật nhanh vòng quanh tảng ong không? Không, chắc chắn là nó sẽ kiệt sức ngay. Ngược lại, nếu như phát hiện ra một nguồn thức ăn dồi dào khá gần với tổ, sau chuyến bay ngắn trở về nhà, chắc chắn nó vẫn còn khỏe khoắn và xông xáo. Cũng không khó để ta tưởng tượng ra quá trình làm sao một mối liên hệ ngẫu nhiên ban đầu giữa khoảng cách nguồn thức ăn và độ chậm chạp của điệu múa đã được lặp lại nhiều lần thành một dạng mã thông tin chính thức và đáng tin cậy.

Bây giờ là một giai đoạn trung gian thách thức sự tưởng tượng nhiều nhất: làm sao điệu múa cổ đại mà trong đó đường thẳng chỉ trực tiếp về hướng thức ăn đã được chuyển thành điệu múa có góc của đường giữa so là góc giữa thức ăn đối với mặt trời? Sự chuyển đổi đó chắc chắn một phần phải do bên trong tổ không thể thấy được ánh mặt trời, và một phần bởi khi múa trên mặt phẳng thẳng đứng, nó không thể chỉ trực tiếp về hướng thức ăn, trừ khi đó chính là thức ăn mà thôi. Nhưng điều đó chưa đủ để chứng tỏ rằng sự chuyển đổi như thế là cần thiết. Chúng ta vẫn còn phải giải thích làm sao có thể đạt được sự chuyển đổi khó khăn này thông qua một chuỗi các giai đoạn trung gian hợp lý.

Gây go đây. May mắn, một cứu cánh xuất hiện nằm ngay trong một tính chất là thường của hệ thần kinh côn trùng. Người ta đã thực hiện thí nghiệm sau đây trên một loạt các loại côn trùng từ bọ đến kiến. Trong thí nghiệm, chúng ta để một con bọ đi trên một tấm gỗ nằm ngang dưới một bóng điện. Điều đầu tiên mà ta có thể chứng tỏ là con côn trùng này biết dùng la bàn ánh sáng. Khi ta dịch chuyển bóng đèn, con côn trùng sẽ thay đổi hướng theo. Chẳng hạn nó đang đi về hướng 30^0 so với bóng đèn, nó sẽ thay đổi hướng để duy trì góc 30^0 này so với vị trí mới của bóng đèn. Như vậy bạn có thể lái con bọ đi theo hướng nào tùy thích bằng cách dùng bóng đèn như một bánh lái. Từ lâu nay người ta đã biết điều này ở côn trùng: chúng dùng Mặt trời (hay Mặt trăng, hoặc Sao) làm la bàn, và bạn có thể dễ dàng lừa chúng bằng một bóng đèn. Tốt rồi. Bây giờ đến thí nghiệm rất thú vị, tắt bóng đèn đi và cùng lúc đó xoay cái bảng thành hướng thẳng đứng. Không hề nản chí, con bọ vẫn tiếp tục bước đi. Tuyệt diệu thay, nó đã sửa hướng đi sao cho đường đi so với phương thẳng đứng bằng với đường đi so với bóng đèn trước đây: 30^0 trong ví dụ của chúng ta. Chẳng ai biết vì sao điều này xảy ra, nhưng nó vẫn xảy ra. Có vẻ như điều này phản ánh một tật ngẫu nhiên của hệ thống thần kinh côn trùng - một sự nhầm lẫn trong giác quan, một sự "chạm mạch" giữa cảm giác trọng lực và thị giác, có lẽ giống như việc chúng ta nhìn thấy một chớp sáng khi bị đánh vào đầu. Dù thế nào đi nữa, đây có vẻ như là chiếc cầu nối cần thiết của sự tiến hóa trong điệu múa loài ong mật mà trong đó mặt trời được diễn giả theo phương thẳng đứng.

Thú vị thay, khi ta bật một bóng đèn trong tổ ong, những chú ong sẽ từ bỏ cảm giác về trọng lực để dùng hướng của bóng đèn đại diện cho hướng mặt trời. Người ta đã khai thác điều này, vốn được biết đến từ lâu, trong một thí nghiệm thuộc loại tài tình nhất, chính thí nghiệm đã cho thấy điệu múa ong thực sự hữu dụng. Tôi sẽ trở lại điểm này ở chương sau. Còn bây giờ, chúng ta đã tìm thấy một chuỗi khả dĩ các bước trung gian dần dần mà thông qua đó điệu múa ong hiện đại có thể đã tiến hóa từ những bước giản đơn ban đầu. Câu chuyện tôi vừa kể ra dựa trên ý tưởng của Von Frisch có thể không phải là những gì thực sự xảy ra. Nhưng chắc chắn một điều tương tự như thế đã xảy ra. Tôi chỉ kể chuyện để trả lời cho chủ nghĩa hoài nghi tự nhiên - hay là lý lẽ dựa trên ngờ vực cá nhân - xuất hiện ở nhiều người khi họ phải đối diện với hiện tượng tự nhiên thật sự tinh vi hoặc tài tình. Những người ngờ vực sẽ nói: "tôi không thể tưởng tượng nổi một chuỗi các bước trung gian khả dĩ, do đó chẳng có cái nào cả, và hiện tượng đó xuất hiện là do phép màu mà có". Von Frisch đã đưa ra một chuỗi các bước trung gian khả dĩ. Cho dù các chuỗi đó cũng không hoàn toàn là sự thật, khả năng mà nó có thể là sự thật cũng đủ đập tan các lý lẽ dựa trên ngờ vực cá nhân rồi. Tất cả các ví dụ khác mà chúng ta

đã xem xét qua, từ phong lan giả dạng ong, cho đến con mắt kiểu máy ảnh cũng đều như vậy cả. Những người theo trường phái nghi ngờ thuyết tiến hóa từ từ của Darwin có thể tập hợp được không biết bao nhiêu những trường hợp gây tò mò nhất và lời cuốn của tự nhiên. Có lần người ta đã yêu cầu tôi giải thích sự tiến hóa dần dần của những loài sinh vật sinh sống ở trong rãnh sâu của Thái Bình Dương mà tại đó không có ánh sáng, còn áp suất của nước có thể vượt quá 1000 atmosphere. Có hẳn cả một quần thể động vật sống chung quanh những mạch núi lửa nóng sâu giữa những khe nứt của Thái Bình Dương. Có cả những nguyên lý sinh hóa khác thường được những con vi khuẩn sử dụng bằng cách lấy nhiệt từ những dòng chảy nóng từ núi lửa và trao đổi lưu huỳnh thay vì oxy. Quần thể các động vật lớn hơn phụ thuộc hoàn toàn vào những con vi khuẩn tiêu thụ lưu huỳnh này, cũng giống như sự sống bình thường phụ thuộc vào cây xanh lấy năng lượng từ Mặt trời vậy.

Các động vật sống trong quần thể trao đổi lưu huỳnh này đều là họ hàng của các động vật sống theo kiểu thông thường ở những nơi khác. Thế thì chúng đã tiến hóa lên như thế nào và đã trải qua những bước trung gian nào? Vâng, kiểu lập luận cũng chính xác như vậy. Tất cả những gì chúng ta cần để giải thích là có ít nhất một độ biến thiên tự nhiên, vốn chẳng thiếu gì khi chúng ta đi sâu xuống biển. Một ngàn atmosphere là một áp suất khủng khiếp, nhưng nó cũng chỉ lớn hơn 999 atmosphere về mặt định lượng, cái này cũng chỉ lớn hơn 998 như thế. Đáy biển tạo ra độ biến thiên về độ sâu, từ 0 feet qua tất cả các giá trị trung gian cho tới 33000 feet. Áp suất biến đổi một cách đều đặn từ 1 atmosphere cho tới 1000 atmosphere. Cường độ ánh sáng biến đổi đều đặn từ ánh sáng ban ngày gần mặt nước cho đến bóng đêm hoàn toàn dưới đáy sâu, vốn chỉ được sáng lên phần nào nhờ những cụm khuẩn phát sáng hiếm hoi trong những cơ quan phát sáng của cá. Chẳng có một sự ngắt ngang đột ngột nào cả. Đối với bất kỳ một mức áp suất nào mà đã có sinh vật sinh sống, khi ta đi xuống sâu thêm một sải tay hay môi trường tối đi thêm 1 Lumen[35], luôn có một kiến trúc của loài động vật có thể tồn tại ở môi trường này mà chỉ khác chút ít so với những loài sinh vật đã có trước đó. Đối với bất kỳ... nhưng mà chương này đã quá đủ rồi. Bạn đã biết phương pháp của tôi rồi đấy, *Watson*. *Áp dụng đi*[36].

CHƯƠNG 4

HÀM THỎA DỤNG CỦA CHÚA

Người trao đổi thư với tôi ở chương trước tìm thấy đức tin qua một loài ong. Charles Darwin đã mất đức tin với sự giúp đỡ của một loài khác. Darwin viết: “Tôi không thể nghĩ rằng, một đức Chúa nhân từ và quyền năng đến thế lại có thể tạo ra con tò vò với ý định để nó kiếm ăn ngay bên trong cơ thể một con sâu đang sống”. Thực ra, sự mất dần đức tin của Darwin, mà ông đã làm nhẹ đi vì sợ làm phiền lòng đến người vợ sùng đạo Emma của mình, mang những nguyên nhân phức tạp hơn nhiều. Con tò vò trong ví dụ ông nói ở trên là một ví dụ điển hình. Thói quen rùng rợn mà ông đã nói đến cũng có trong họ hàng của loài tò vò là loài ong bắp cày đào hang mà chúng ta đã gặp ở chương trước. Một nàng ong bắp cày đào hang không chỉ để trứng trong người một con sâu (hay châu chấu, hay một con ong mật) để ấu trùng của nó có sẵn thức ăn trên người của các con côn trùng kia, mà theo Fareb và những người khác, nó còn châm nọc một cách khéo léo vào hạch của hệ thần kinh trung ương của con mồi để làm tê liệt mà *không giết nó*. Bằng cách này, thịt được giữ tươi. Người ta không biết đây có phải là một chất gây mê hoàn toàn, hay một chất chỉ làm mất khả năng di chuyển của nạn nhân hay không. Nếu như là cách thứ hai, con mồi có thể cảm nhận được nó đang bị ăn từ bên trong nhưng không thể di chuyển bất kỳ cơ nào để chống lại cả. Điều này nghe có vẻ quá man rợ. Nhưng như chúng ta sẽ thấy sau đây, Thiên Nhiên chẳng bao giờ ác độc mà chỉ trung lập đến mức không xót thương. Đây là một trong những bài học khó khăn nhất mà con người cần phải học. Vì vốn dĩ chúng ta không thể chấp nhận rằng, có những thứ không tốt cũng chẳng xấu, không độc ác cũng chẳng nhân từ, mà chỉ đơn giản là sự trơ cứng - trung lập, thờ ơ với mọi khổ đau và không có một mục đích gì cả.

Là con người, chúng ta luôn có mục đích nào đó trong đầu. Chúng ta cảm thấy khó chịu khi nhìn thấy một sự việc nào đó mà không tự hỏi nó “để làm gì”, có động cơ gì, hoặc mục đích nào đằng sau nó. Nỗi ám ảnh phải có một mục đích trở thành bệnh lý, được gọi là bệnh paranoia, tức là một mục đích xấu cho những vận đen xảy ra chỉ do ngẫu nhiên. Nhưng đây chỉ là một dạng phóng đại của một ảo tưởng rất phổ biến: đối diện với bất kỳ một sự vật hoặc sự việc nào đó, ta khó cưỡng lại được câu hỏi “tại sao” - tức là câu hỏi “dùng để làm gì?”

Mong muốn thấy được mục đích ở mọi nơi là một điều tự nhiên trong loài động vật sống giữa máy móc, công trình nghệ thuật, công cụ và những đồ đạc nhân tạo khác; hơn nữa, đó là một loài sinh vật có ý thức bị chi phối bởi sở thích cá nhân. Một cái xe hơi, một cái khay nắp hộp, một cái tuốc-nơ-vít, một cái cào rơm, tất cả đều đảm bảo hợp lệ câu hỏi: “dùng để làm gì”. Các bậc tiền bối vô thần ngày xưa chắc đã có cùng câu hỏi như thế về sấm chớp, nhật thực, nguyệt thực, đá và các dòng nước. Ngày nay, chúng ta tự hào rằng mình đã giữ bỏ được thuyết tâm linh nguyên thủy đó. Nếu như chẳng may có một viên đá nằm giữa dòng được dùng làm chỗ đặt chân để bước sang sông, chúng ta chỉ xem nó là một lợi ích ngẫu nhiên chứ không hề có mục đích từ trước nào. Nhưng sự cảm dỗ cũ đó vẫn quay lại như một sự báo thù khi bị kích tấn công ta - thực ra từ “tấn công” là một tiếng vọng tâm linh: “trời ơi, tại sao căn bệnh ung thư/trận động đất/con bão quái ác lại đánh vào *con tôi*?” Chính sự cảm dỗ này cũng được gia thêm hương vị mỗi khi chủ đề bàn về nguồn gốc sự vật hay bàn về các định luật vật lý cơ bản, mà cực điểm của nó nằm trong câu hỏi trống rỗng về sự tồn tại: “Tại sao phải có thứ hơn là không có?”

Tôi không thể nhớ có bao nhiêu lần trong các buổi diễn thuyết của tôi có người đứng lên và nói điều đại khái như sau: “Các nhà khoa học các ngài rất giỏi trong việc trả lời câu hỏi ‘làm sao’. Nhưng ngài phải thừa nhận rằng ngài sẽ bất lực khi phải đối mặt với câu hỏi ‘tại sao’”. Hoàng tử Philip, công tước Edinburgh đã phát biểu điều này khi dự bài diễn thuyết của đồng nghiệp tôi, tiến sĩ Peter Atkins ở Winsor. Đằng sau câu hỏi luôn luôn có một ngầm ý rằng, bởi vì khoa học không thể trả lời câu hỏi “tại sao”, phải có ngành khác nào đó *đủ* phẩm chất để trả lời câu hỏi này. Tất nhiên, điều này là hoàn toàn phi logic.

Tôi e rằng tiến sĩ Atkins đã không quan tâm lắm đến “câu hỏi hoàng gia” đó. Sự thật đơn thuần là, đặt ra được một câu hỏi không có nghĩa là làm cho câu hỏi đó có nghĩa. Có rất nhiều

thứ mà ta có thể đặt câu hỏi: “nó bao nhiêu độ” hay “nó màu gì”. Nhưng ta không thể hỏi nhiệt độ hay màu sắc của những thứ như sự ghen tuông hay lời cầu nguyện. Tương tự như vậy, ta có thể đặt câu hỏi “tại sao” đối với cái chần bìn xe đạp hay đối với con đập Kariba[37], nhưng ít nhất bạn cũng chẳng có quyền gì để *cho rằng* câu hỏi “Tại sao” xứng đáng một câu trả lời khi chúng được đặt ra cho một hòn đá cuội, một sự rủi ro, núi Everest, hay là về vũ trụ. Câu hỏi có thể đơn giản là không thích hợp, cho dù nó có hay ho đi chăng nữa.

Nơi nào đó giữa một bên là cái gạt nước và cái mở hộp, với bên kia là đá sỏi và vũ trụ tồn tại những sinh vật sống. Không giống như đá, các cơ thể sống và các cơ quan của chúng ta là những vật thể mà bất kì chỗ nào của chúng dường như cũng có mục đích để hiện ra. Hầu như ai cũng rõ, đương nhiên cái vẻ của các cơ thể sống như có mục đích hiện rõ ra ngoài đã bao trùm lên “Luận Cú về sự Thiết Kế”, đã được các nhà thần học từ Aquinas sang William Paley cho đến các nhà thuyết “khoa học” (chúa) sáng tạo hiện đại viện dẫn ra.

Quá trình đích thực, vốn đã mang lại cho đôi cánh, con mắt, cái mỏ, bản năng làm tổ và bất kì cái gì khác của sự sống một ảo ảnh mạnh mẽ về sự thiết kế mang rõ mục đích, bây giờ được chúng ta hiểu rõ một cách tường tận. Đó chính là sự chọn lọc tự nhiên theo thuyết Darwin. Sự hiểu biết của chúng ta cuối cùng cũng đến từ khoảng một thế kỷ rưỡi trở lại đây, muộn màng đến ngạc nhiên. Trước Darwin, ngay cả những trí thức đã từ bỏ câu hỏi “Tại sao” về đá, dòng nước và nhật thực vẫn ngầm chấp nhận câu hỏi “Tại sao” ở những nơi có liên quan đến sinh vật sống. Bây giờ chỉ những người thiếu kiến thức khoa học mới làm vậy. Nhưng chữ “chỉ” này mang một sự thật không hề dễ chịu rằng chúng ta đang nói về đại đa số con người.

Thực ra, những người theo học thuyết Darwin cũng đặt ra một dạng câu hỏi “tại sao” về các sự vật sống, nhưng họ làm vậy với một nghĩa đặc biệt mang tính hình tượng. Tại sao chim lại hót và cánh để làm gì? Những câu hỏi này được chấp nhận như là một dạng câu hỏi cho tiện[38] của các nhà Darwin hiện đại và sẽ xứng đáng nhưng câu trả lời có nghĩa, thông qua sự chọn lọc tự nhiên của loài chim thủy tổ. Ảo ảnh về mục đích mạnh đến mức chính những nhà sinh học dùng giả định về “sự thiết kế tốt” làm một công cụ làm việc của họ. Như chúng ta đã thấy ở chương trước, rất lâu trước công trình điệu múa ong mở ra cả một kỷ nguyên của riêng mình, Karl von Frisch đã phát hiện ra rằng một số loài côn trùng có thị lực màu đầy đủ, ngược hẳn với quan điểm chính thống mạnh mẽ lúc bấy giờ. Ý tưởng về thí nghiệm mang tính quyết định của ông đã được khơi gợi từ một quan sát đơn giản rằng các loài hoa thụ phấn nhờ ong đã rất tốn công sức để tạo ra các chất màu. Nếu như ong mù màu thì tại sao các loài hoa lại phải làm điều này? Phép hình tượng về việc có mục đích ở đây - hay chính xác hơn, sự giả định rằng chọn lọc kiểu Darwin đã can thiệp vào - được dùng để tạo ra những suy luận rất có giá trị về thế giới sinh vật. Von Frisch sẽ hoàn toàn sai lầm nếu nói rằng “Hoa có màu, nên ong nhất định phải có thị lực màu”. Nhưng ông đã đúng khi nói: “Hoa có màu, nên chí ít thì việc tôi nỗ lực thí nghiệm để kiểm chứng giả thiết ong có thị lực màu là cũng xứng đáng”. Khi nghiên cứu vấn đề đến mức chi tiết, ông phát hiện ra rằng ong có thị lực màu rất tốt, nhưng phổ màu của chúng bị dịch đi tương đối so với phổ màu của chúng ta. Chúng không thấy ánh sáng đỏ (và vì màu vàng là màu kế tiếp, loài ong có thể đưa ra từ “hoàng ngoại” cho cái mà ta gọi là màu đỏ). Nhưng chúng có thể thấy những bước sáng ngắn hơn mà ta gọi là tia cực tím như một màu riêng biệt, mà đôi khi được gọi là màu tím ong.

Khi nhận ra ong nhìn được phần cực tím của phổ màu, Von Frisch một lần nữa đã có những lập luận dùng phép hình tượng về sự có mục đích. Ông tự hỏi: ong dùng giác quan cảm nhận tia cực tím để làm gì? Suy nghĩ của ông quay hẳn một vòng trở về với hoa. Mặc dù không thể nhìn thấy tia cực tím, chúng ta có thể tạo ra những loại phim ảnh nhạy với tia cực tím, và những kính lọc trong suốt đối với tia cực tím nhưng lại chặn hết những ánh sáng “thấy được”. Dựa trên suy luận này, Von Frisch đã chụp ảnh hoa bằng tia cực tím. Thực sự vui sướng ông nhìn thấy hoa vẫn gồm những đốm, những dải mà chưa từng được nhìn thấy bởi một đôi mắt người nào. Những bông hoa đối với ta chỉ có màu trắng và vàng, hóa ra lại được trang điểm bởi những hoa văn màu cực tím, vốn đóng vai trò như ánh đèn hiệu thấp sáng con đường dẫn tới mật hoa. Giả định rằng chắc hẳn phải có mục đích, một lần nữa có giá trị: nếu như hoa thực sự được “thiết kế” một cách kĩ lưỡng, chúng phải tận dụng việc ong có thể nhìn thấy được những bước sóng tím.

Khi Von Frisch đã về già, công trình nổi tiếng nhất của ông nghiên cứu điệu múa ong mà chúng ta thảo luận ở chương trước bị nghi ngờ bởi một nhà sinh học người Mỹ tên là Adrian Wenner. May thay, ông đã sống đủ lâu để thấy công trình cả mình được làm sáng tỏ bởi một nhà khoa học Mỹ khác, James L. Gould, hiện đang làm việc ở Princeton, thông qua một trong những thí nghiệm có kết quả mỹ mãn nhất trong toàn bộ ngành sinh học. Tôi sẽ kể lại ngắn gọn câu chuyện này, bởi vì nó có ý nghĩa cho luận điểm của tôi về sức mạnh của giả thiết “cứ như được thiết kế”.

Wenner và các cộng sự của mình đã không phủ nhận sự tồn tại của điệu múa ong. Họ thậm chí không phủ nhận rằng nó chứa đựng những thông tin mà von Frisch đã phát hiện. Họ chỉ không công nhận rằng con ong khác đọc được điệu múa. Vâng, Wenner nói, đúng là hướng của những đường giữa trong vũ điệu lắc lư so với phương thẳng đứng có liên quan đến hướng của thức ăn so với phương mặt trời. Nhưng không, những con ong khác không nhận được thông tin này từ điệu múa. Vâng, đúng là rất nhiều thứ trong điệu múa có thể đọc ra làm thông tin về khoảng cách đến nguồn thức ăn. Nhưng không có chứng cứ thuyết phục nào chứng tỏ những con ong khác đọc thông tin này. Thậm chí chúng còn bỏ qua. Những người hoài nghi này nói: bằng chứng của von Frisch là sai lầm, và khi họ lặp lại thí nghiệm của ông với những đối chứng thích hợp (tức là tính đến những phương pháp khác mà ong dùng để tìm đến được nguồn thức ăn), các kết quả không còn ủng hộ giả thiết của Frisch nữa.

Và đây là chỗ mà Jim [39] Gould xuất hiện trong câu chuyện này với những thí nghiệm tài tình sắc sảo của mình. Gould khai thác một thực tế đã được biết đến từ lâu về loài ong mật, mà bạn sẽ nhớ lại từ chương trước. Mặc dù chúng thường múa trong bóng tối, và dùng đường thẳng đứng trên một mặt phẳng thẳng đứng làm ký hiệu hướng mặt trời trong một mặt phẳng nằm ngang, chúng có thể dễ dàng chuyển sang cách cổ xưa hơn nếu ta bật một ngọn đèn trong tổ. Chúng sẽ quên trọng lực đi và dùng bóng đèn để quy ước mặt trời, qua đó cho phép nó xác định hướng của điệu múa một cách trực tiếp. May thay, không có hiểu lầm nào khi vũ công chuyển sự trung thành của nó từ trọng lực sang bóng đèn. Những con ong đọc điệu múa cũng chuyển lòng trung thành của chúng theo cùng một cách, vì thế điệu múa ong cũng mang cùng một thông điệp: Những con ong khác cũng sẽ bay đi tìm thức ăn theo hướng đúng như ý của con ong vũ công sư.

Bây giờ là nước bài xuất sắc của Jim Gould. Ông phủ nhựa sen-lắc lên mắt của con ong vũ công để nó không thấy được bóng đèn nữa. Vì thế nó vẫn múa theo quy ước trọng lực chuẩn. Nhưng những con ong khác theo dõi điệu múa của nó, vì không bị bịt mắt, vẫn có thể thấy được bóng đèn. Chúng diễn giải điệu múa như thể trọng lực đã được bãi bỏ và thay bằng quy ước bóng đèn. Chúng đo góc của điệu múa so với bóng đèn trong khi con vũ công lại hướng nó so với phương trọng lực (tức là phương thẳng đứng). Xét về mặt hiệu ứng, Gould đã bắt con ong vũ công phải nói dối về hướng thức ăn. Không phải nói dối theo nghĩa chung chung, mà nói dối theo cách mà Gould có thể điều khiển chính xác được. Tất nhiên, ông làm thí nghiệm không phải với duy nhất con ong bị bịt mắt mà với một tập hợp thống kê các con ong và theo rất nhiều hướng khác nhau. Và ông đã thành công. Giả thiết ban đầu của von Frisch về ngôn ngữ múa đã được xác minh với một thắng lợi rực rỡ.

Ý tôi chẳng phải kể chuyện này cho vui tai. Tôi muốn nói đến các khía cạnh tích cực và tiêu cực về sự giả định của sự thiết kế tốt. Khi mới đọc các bài báo đặt nghi vấn của Wenner và các cộng sự, một cách vô tư tôi nghĩ thật nực cười. Và điều này chẳng tốt chút nào, cho dù thực tế chúng ta thấy Wenner đã sai. Sự chủ quan của tôi chẳng qua là do dựa vào giả định “thiết kế tốt”. Rốt cuộc thì Wenner chẳng phải phủ nhận sự tồn tại thực sự của điệu múa ong, cũng không phủ định rằng nó chứa đựng thông tin về hướng và khoảng cách đến nguồn thức ăn mà von Frisch đã phát biểu. Wenner chỉ đơn thuần phủ nhận các con ong khác đọc được thông tin này. Và điều này khó nghe cho tôi và các nhà sinh học Darwin khác. Điệu múa tinh vi đến thế, được tính toán đầy đủ, được điều chỉnh đến mức tinh xảo đến thế, nhằm mục đích rõ ràng là thông báo cho các con ong khác về khoảng cách và hướng của nguồn thức ăn. Theo quan điểm của chúng ta, sự điều chỉnh tỉ mỉ này chắc đã không thể có được ngoài sự chọn lọc tự nhiên. Ở một mức độ nào đó, chúng ta cũng đã mắc vào cùng một cái bẫy như những nhà theo thuyết sáng tạo khi họ ngắm nhìn các kỳ quan của sự sống. Nhất định điệu múa phải tạo ra một điều

gì đó có ích, và chắc là phải giúp các con ong khác tìm thức ăn. Hơn nữa, chính các đặc điểm của điệu múa đã được điều chỉnh tinh xảo - mối quan hệ giữa góc và tốc độ với hướng và khoảng cách đến nguồn thức ăn - cũng phải tạo ra một cái gì đó có ích. Vì thế, theo quan điểm của chúng ta, Wenner chắc chắn là phải sai. Tôi đã tự tin đến mức, ngay cả nếu tôi đủ tài tình để nghĩ ra thí nghiệm bịt mắt của Gould (mà chắc chắn là tôi không đủ tài rồi), tôi cũng chẳng màng đến việc tiến hành nó.

Gould không chỉ đủ tài tình để nghĩ ra thí nghiệm đó mà còn cất công tiến hành, bởi vì ông không bị mờ mắt bởi giả định thiết kế tốt. Tuy nhiên, chúng ta vẫn cần phải xem xét cho kỹ, bởi tôi nghĩ rằng Gould - cũng giống như Von Frisch trước ông trong thí nghiệm thị lực màu - chắc đã có đủ giả định thiết kế tốt trong đầu để tin rằng thí nghiệm rục rờ của ông phải có một xác xuất thành công đáng kể. Và như thế cần phải bỏ thời gian và công sức vào đó.

Bây giờ tôi muốn đưa ra hai thuật ngữ kỹ thuật, “thiết kế ngược[40]” và “hàm thỏa dụng”. Trong mục này tôi bị ảnh hưởng bởi cuốn sách tuyệt vời của Daniel Dennett, cuốn *Ý tưởng nguy hiểm của Darwin*. Thiết kế ngược là một kỹ thuật lập luận có kiểu như sau. Bạn là một kỹ sư, đối diện với một vật nhân tạo mới tìm được và không hiểu gì về nó. Bạn đặt giả thiết là nó được thiết kế cho một mục đích nào đó. Bạn mổ xẻ và phân tích vật thể đó với ý định tìm ra xem nó được dùng để giải quyết vấn đề nào một cách thích hợp: “Nếu như tôi muốn chế tạo một cỗ máy để làm việc A nào đó, tôi có nên làm giống như thế này không nhỉ? Hay tốt hơn tôi có nên giải thích nó là một cỗ máy được thiết kế ra để làm việc B nào đó không?”

Thước lôga[41] mãi gần đây vẫn là thứ thiết bị nhiệm màu đáng trọng vọng của ngành kỹ sư. Thế mà đến thời điện tử này, nó cũng trở thành lạc hậu chẳng khác gì di vật thời Đồ Đồng. Một nhà khảo cổ học trong tương lai, khi tìm thấy chiếc thước lôga và tìm hiểu xem chúng dùng để làm gì, và phát hiện rằng nó rất thuận tiện để ... kẻ đường thẳng hoặc để phết bơ lên bánh mì! Nhưng giả định nó dùng để kẻ đường thẳng hay phết bơ là không đúng giả định kinh tế. Một cạnh thẳng đơn thuần hoặc một con dao phết bơ sẽ không cần thêm mảnh trượt giữa thân để làm gì. Hơn nữa, nếu kiểm tra khoảng cách giữa các vạch chia độ, nhà khảo cổ tương lai sẽ thấy chúng tuân theo tỷ lệ lôga. Quả là một sự sắp đặt kỹ lưỡng đến mức không thể ngẫu nhiên mà có được. Nhà khảo cổ này sẽ phát hiện ra rằng, vào thời đại trước thời máy tính điện tử, dụng cụ này chắc là một mẹo tài tình để nhân chia nhanh chóng. Bí ẩn của chiếc thước trượt sẽ được khám phá vào quy tắc thiết kế ngược, sử dụng giả định rằng đó luôn là một thiết kế thông minh và kinh tế.

“Hàm thỏa dụng” không phải là một thuật ngữ của các kỹ sư, mà là của các nhà kinh tế. Nó có nghĩa là “cái được tối ưu hóa”. Các nhà hoạch định kinh tế và nhà quản lý xã hội khá giống với các kiến trúc sư và các kỹ sư ở chỗ họ luôn cố gắng tối ưu hóa một cái gì đó. Người theo thuyết thực lợi thì cố gắng để tối ưu hóa “niềm hạnh phúc lớn nhất cho nhiều người nhất” (thật tình, đây là một cụm từ nghe có vẻ thông minh và sâu sắc hơn thực tế của nó). Với quan điểm này, những người theo thuyết thực lợi sẽ xem xét dành cho việc ổn định lâu dài hay cho sự thỏa mãn ngắn hạn. Các nhà theo thuyết thực lợi khác nhau ở chỗ họ đo mức “thỏa mãn” bằng của cải, bằng sự thỏa mãn về công việc, sự đầy đủ về văn hóa hay về các quan hệ các nhân. Những người khác công khai tối ưu hóa hạnh phúc riêng của họ hơn cả sự thịnh vượng chung, và họ đề cao chủ nghĩa cá nhân bằng thứ triết học nói rằng “hạnh phúc chung sẽ được tối ưu khi mọi người tự chăm sóc lấy bản thân mình”. Bằng cách quan sát hành vi cá nhân trong suốt cuộc đời của một người, bạn sẽ có thể “thiết kế ngược” ra hàm thỏa dụng của họ. Nếu bạn thiết kế ngược hành vi của một chính phủ, bạn sẽ kết luận rằng những gì được tối ưu hóa chính là công việc và sự thịnh vượng của đất nước đó. Đối với một đất nước khác, hàm thỏa dụng có thể là sự duy trì quyền lực của tổng thống, hay tài sản của một gia đình trị nào đó, hay là hậu cung vua chúa, sự ổn định của vùng Trung Đông, hay là bình ổn giá dầu. Vấn đề ở chỗ chúng ta có thể tưởng tượng ra nhiều hơn một hàm thỏa dụng. Không phải lúc nào chúng ta cũng có thể thấy rõ ràng những gì mà các cá nhân, công ty hoặc các chính phủ đang cố gắng để tối ưu hóa. Nhưng chắc chắn họ đang cố gắng để tối ưu hóa một cái gì đó. Bởi *Homo sapiens* là một loài luôn mang nặng trong đầu những mục đích. Nguyên lý này cũng áp dụng được ngay cả khi hàm thỏa dụng hóa ra là một tổng trung bình có hệ số hay là một hàm phức tạp có nhiều đối số.

Chúng ta hãy thử quay lại với các cơ thể sống và thử tìm ra hàm thỏa dụng của chúng.

Thường thì ta nghĩ có rất nhiều, nhưng hóa ra ta sẽ thấy tất cả cuối cùng đều giảm xuống thành một. Cách hay ho để làm cho việc này trở nên to chuyện là tưởng tượng là có một vị Thần Kỹ Sư nào đó đã tạo ra các cơ thể sống. Rồi sau đó, thông qua thiết kế ngược, ta thử tìm hiểu xem vị Kỹ Sư này đang cố gắng tối ưu hóa điều gì: Hàm Thỏa Dụng của Chúa là gì?

Con báo cheetah có đầy đủ các đặc điểm cho thấy nó đã được thiết kế tuyệt hảo cho một mục đích nào đó, và để tìm ra hàm thỏa dụng của nó bằng thiết kế ngược cũng không đến nỗi khó. Nó được thiết kế dễ dàng để giết các con linh dương. Từ nanh, vuốt, mắt, mũi, cơ chân, xương sống cho tới não của báo cheetah đúng chính xác là những gì chúng ta mong đợi: mục đích của Chúa Trời khi thiết kế ra báo cheetah là để cực đại hóa số linh dương bị chết. Ngược lại, nếu làm phép thiết kế ngược ở con linh dương, ta cũng thấy những dấu vết ẩn tượng không kém: chúng được thiết kế cho mục đích hoàn toàn ngược lại: sự sống sót của linh dương và sự chết đói của báo cheetah. Cứ như thể cheetah được thiết kế bởi một vị thần, còn linh dương lại được thiết kế bởi một vị thần đối thủ vậy. Ngược lại, nếu chỉ có duy nhất một Đấng Tạo Hóa làm ra cả hổ và cừu, cheetah và linh dương, thì Ngài đang chơi trò gì đây? Phải chăng Ngài là một người khát máu thích chiêm ngưỡng những môn thể thao đẫm máu? Có phải ngài đang tránh sự quá tải của dân số thú rừng châu Phi? Hay chẳng nhẽ Ngài đang dùng cực đại hóa fan hâm mộ cho chương trình David Attenborough^[42]? Đây là những hàm thỏa dụng dễ thấy và hoàn toàn thực tế. Tất nhiên, sự thật thì chúng đều vớ vẩn cả. Bây giờ chúng ta đã hiểu chi thiết Hàm Thỏa Dụng duy nhất của sự sống, và nó chẳng có chút gì giống với những cái ở trên.

Chương 1 đã giúp cho độc giả nhìn nhận rằng hàm thỏa dụng chân chính của sự sống, điều được cực đại hóa trong thế giới tự nhiên, chính là sự tồn tại của ADN. Nhưng ADN không trôi nổi tự do; nó được khóa kỹ trong các cơ thể sống và nó phải tranh thủ tối đa đòn bẩy quyền lực mà nó có được. Các chuỗi ADN trong cơ thể các con cheetah cực đại hóa sự tồn tại của chúng bằng cách khiến cho các cơ thể đó giết những con linh dương. Còn những chuỗi biết mình nằm trong cơ thể con linh dương lại cực đại hóa sự tồn tại của mình bằng cách cố gắng làm điều ngược lại. Vậy là sự tồn tại của ADN mới chính là cái được cực đại hóa trong cả hai trường hợp. Trong chương này, tôi sẽ làm một số phép thiết kế ngược trên một số ví dụ thường gặp và cho thấy rằng mọi thứ đều trở nên sáng tỏ khi ta giả định rằng sự sống còn của ADN chính là những gì được cực đại hóa.

Tỷ lệ giới tính - tức là tỷ lệ số con đực và cái - trong các quần thể tự nhiên thông thường là 50:50. Điều này không có ý nghĩa về mặt kinh tế trong rất nhiều loài mà trong đó thiếu số con đực có độc quyền về số lượng “thê thiếp”: hệ thống “tam cung lục điện”. Trong quần thể voi biển được nghiên cứu kỹ, 4 phần trăm con đực thực hiện với 88 phần trăm tổng số cuộc giao phối. Ta không phải bận tâm rằng, Hàm Thỏa Dụng của Chúa trong trường hợp này có vẻ không công bằng với những con đực đa số kém may mắn. Hơn nữa, một vị thần có đầu óc kinh tế một chút chắc chắn sẽ nhận ra ngay rằng 96 phần trăm con đực kém may mắn đó đang tiêu thụ mất một nửa thức ăn của cả quần thể (thực tế là hơn một nửa, vì voi biển đực lớn hơn voi biển cái rất nhiều). Các con đực độc thân dư thừa đó chẳng làm gì ngoài việc ngồi chờ, để khi cơ hội tới, chúng sẽ chiếm một chỗ trong số 4 phần trăm những anh chàng chủ hậu cung may mắn kia. Lý do nào lý giải sự tồn tại của bầy độc thân lớn quá đáng đó? Bất kỳ một hàm thỏa dụng nào, chỉ cần chú ý một chút tới hiệu quả kinh tế của cả quần thể, điều sẽ dẹp bỏ những con độc thân này đi, chỉ cho sinh ra vừa đủ con đực để thụ tinh những con cái mà thôi. Thêm một lần nữa, sự di thường bề ngoài này có thể được giải thích một cách đơn giản và đẹp mắt một khi bạn hiểu được Hàm Thỏa Dụng kiểu Darwin: cực đại hóa sự tồn tại của ADN.

Sau đây, tôi sẽ đi vào ví dụ tỷ lệ giới tính chi tiết hơn, bởi vì hàm thỏa dụng của nó phù hợp cho phép nghiên cứu kinh tế một cách chuẩn xác. Charles Darwin thừa nhận thất bại rằng: “Trước đây tôi cứ nghĩ rằng, nếu như có một khuynh hướng tạo ra hai giới tính có số lượng bằng nhau để tạo thuận lợi cho cả loài, thì ta cứ dùng chọn lọc tự nhiên là giải thích được. Nhưng bây giờ tôi thấy toàn bộ vấn đề phức tạp đến mức... thôi, tốt hơn hết là dành lời giải cho thế hệ tương lai”. Và một lần nữa, trong thế hệ tương lai của Darwin, chính Sir Ronald Fisher vĩ đại đã đứng lên. Fisher đã lập luận như sau:

Mọi cá thể sinh ra đều có duy nhất một mẹ và một bố. Cho nên tổng mức độ sinh sản thành công (tức là số con cái) của toàn bộ con đực bằng mức độ thành công các cá thể cái. Tôi không có ý nói mỗi cá thể đực và cái, bởi vì có những cá thể rõ ràng thành

công hơn những cá thể khác. Tôi đang nói về tổng cộng của cả giống đực so với tổng cộng của cả giống cái. Bây giờ, ta chia toàn bộ hậu thế ra thành các cá thể đực và cái riêng biệt - không phải chia đều, mà chỉ chia ra. Miếng bánh sinh sản dùng cho toàn bộ số cá thể đực sẽ bằng với miếng bánh sinh sản dùng chia cho số cá thể cái. Cho nên, chẳng hạn có nhiều con đực hơn con cái trong quần thể, lát bánh trung bình của mỗi con đực phải nhỏ hơn lát bánh trung bình của mỗi con cái. Suy ra: mức độ thành công sinh sản trung bình (có nghĩa là số lượng con cháu trong kỳ vọng) của một con đực so với mức độ thành công sinh sản trung bình của một con cái được quyết định chỉ bằng tỷ số giữa con đực và con cái. Trung bình, một thành viên bên giới tính chiếm thiểu số sẽ có mức sinh sản thành công lớn hơn một thành công của bên giới tính chiếm đa số. Chỉ khi chỉ số giới tính là cân bằng, không giới tính nào là thiểu số, thì cả hai giới mới được hưởng mức độ thành công sinh sản bằng nhau, tính trung bình trên mỗi cá thể. Nhưng vì sao lại cần phải bằng nhau ở đây? Những phần sau đây sẽ giúp ta hiểu rõ hơn. Còn bây giờ ta thấy, kết luận đơn giản đến tuyệt vời được suy ra từ một phép logic đơn giản. Nó không phụ thuộc vào dữ kiện quan sát thực tế nào cả, ngoại trừ dữ kiện nền tảng rằng mọi đứa trẻ sinh ra đều có một bố và một mẹ.

Giới tính thường được xác định khi thụ thai, cho nên chúng ta có thể giả định rằng một cá thể chẳng có chút quyền lực nào để quyết định giới tính của mình. Cùng với Fisher, chúng ta sẽ giả định rằng bố hoặc mẹ có quyền xác định giới tính cho con mình. Tất nhiên “quyền” ở đây không phải là thứ quyền lực được sử dụng một cách tính toán có ý thức. Nhưng chẳng hạn người mẹ có thiên hướng tự nhiên tạo ra các hóa chất trong âm đạo hơi khắc nghiệt đối với các tinh trùng tạo ra con trai nhưng lại không vấn đề gì đối với các tinh trùng tạo ra con gái. Một người bố có thể có khuynh hướng gien sản xuất ra tinh trùng tạo con gái nhiều hơn con trai. Bây giờ, bỏ qua chuyện thực tế phải làm sao, hãy thử tưởng tượng chính mình là một người bố hoặc mẹ đang cố gắng quyết định xem nên có con trai hay gái. Ở đây, ta không nói chuyện quyết định bằng ý thức mà là sự chọn lọc gien ảnh hưởng lên giới tính của con cái.

Nếu bạn đang cố gắng để tối đa hóa số lượng con cháu của mình, bạn nên có con trai hay con gái đây? Chúng ta đã thấy rằng bạn nên có một đứa con thuộc giới tính nào nằm bên phía thiểu số của quần thể. Bằng cách này, con của bạn sẽ có được hoạt động sinh sản lớn hơn mức trung bình và bạn sẽ có nhiều cháu chắt. Nếu như không có giới tính nào là thiểu số hay đa số - nói cách khác, nếu tỉ lệ giới tính đã là 50:50 - bạn không có lợi gì trong việc chọn giới tính cả. Trai hay gái cũng không thành vấn đề. Do đó, tỉ lệ giới tính 50:50 được xem là ổn định về mặt tiến hóa. “Ổn định tiến hóa” là một thuật ngữ được một nhà tiến hóa người Anh vĩ đại John Maynard Smith đưa ra. Chỉ khi tỉ số giới tính khác 50:50 thì sự thiên vị trong việc chọn giới tính mới có giá trị. Đối với câu hỏi tại sao các cá thể lại cố gắng cực đại hóa số lượng cháu chắt của mình, cái này dường như chúng ta chẳng cần thắc mắc. Những gien mà chúng ta sẽ thấy trên đời này chắc chắn là các gien khiến các cá thể tối đa hóa số lượng cháu chắt. Những động vật mà chúng ta nghiên cứu đã thừa hưởng những gien của những tổ tiên thành công đi trước.

Ta dễ bị rơi vào bẫy khi phát biểu lý thuyết của Fisher rằng 50:50 là tỉ số giới tính “tối ưu”, điều này hoàn toàn khôn chính xác. Giới tính tối ưu cho một đứa con là đực nếu như con đực là thiểu số trong quần thể, là cái nếu như con cái là thiểu số. Nếu không có giới tính nào là thiểu số, thì chẳng có điều gì là tối ưu cả: một cá thể bố hoặc mẹ được thiết kế kỹ lưỡng sẽ hoàn toàn trung lập đối với việc nên có một đứa con trai hay một đứa con gái. Năm mươi-năm mươi được cho là tỉ số ổn định tiến hóa bởi vì chọn lọc tự nhiên không ủng hộ một khuynh hướng nào đi chệch khỏi nó, và nếu có bất kỳ sự đi chệch nào, chọn lọc tự nhiên sẽ ủng hộ một khuynh hướng để khôi phục lại sự cân bằng.

Hơn nữa, Fisher nhận thấy rằng, một cách nghiêm ngặt thì số lượng đực cái ở mức 50:50 không phải do chọn lọc tự nhiên thiết lập, mà do điều ông gọi là “công lao cha mẹ”. Công lao cha mẹ là tất cả số lượng thức ăn vất vả kiếm được để rót vào miệng một đứa bé, cung toàn bộ thời gian và năng lượng bỏ ra để chăm sóc nó, lẽ ra có thể dùng làm việc khác, ví dụ chăm sóc một đứa bé nữa. Ví dụ, ta *giả sử* rằng cha mẹ trong một loài hải cẩu nọ trung bình bỏ ra gấp hai lần thời gian và năng lượng để nuôi một đứa con trai so với một đứa con gái. Hải cẩu đực đồ sộ so với hải cẩu cái đến nỗi ta dễ tin điều này là sự thật (mặc dù không hẳn là chính xác). Chúng ta hãy xem điều này có ý nghĩa gì. Bây giờ, cha mẹ phải lựa chọn, không phải là “tôi có nên có một đứa con trai hay một đứa con gái đây”, mà là “tôi nên có một đứa con trai hay *hai* đứa con gái đây. Bởi vì số thức ăn và các thứ khác cần đủ để nuôi một đứa con trai, bạn có thể dùng để nuôi hai đứa con gái. Tỷ số giới tính ổn định tiến hóa, đo theo số lượng các cá thể, sẽ là 2 cái

cho mỗi 1 đực. Nhưng *đo theo số lượng công lao cha mẹ* (thay vì số lượng các cá thể), tỷ số ổn định về mặt tiến hóa vẫn là 50:50 (50% công lao động cho con trai trên 50% công lao động cho con gái. ND). Lý thuyết của Fisher chung quy là một sự cân bằng công lao cho hai giới. Như ta thấy trên thực tế, điều này hóa ra chẳng khác nào sự cân bằng số lượng của hai giới.

Như tôi đã nói, ngay cả với hải cẩu, có vẻ như công sức cha mẹ cho con trai chẳng khác biệt là mấy so với con gái. Sự mất cân bằng lớn ở hải cẩu xảy ra sau khi công lao cha mẹ đã hết, tức là từ khi con non tự sống được một mình mà không cần đến cha mẹ nữa. Nên quyết định mà cha mẹ đối diện vẫn là: “Tôi có nên có một con trai hay một con gái đây?” Mặc dù tổng chi phí để lớn lên đến trưởng thành của một con đực có thể lớn hơn rất nhiều so với tổng chi phí cho một con cái lớn lên đến trưởng thành, nếu như phụ phí này không phải do người quyết định (cha hoặc mẹ) gánh chịu thì cũng không có ý nghĩa gì theo lý thuyết của Fisher.

Quy tắc của Fisher về việc cân bằng hóa công sức vẫn đúng trong trường hợp một giới có tỉ lệ chết cao hơn giới kia. Giả dụ, những con đực sơ sinh dễ tử vong hơn con cái. Nếu tỉ lệ giới tính lúc thụ thai chính xác là 50:50, số lượng con cái lớn đến tuổi trưởng thành sẽ vượt xa số lượng con đực lớn đến tuổi trưởng thành. Vì thế, các con đực sẽ thuộc giới thiếu số, và chúng ta sẽ mách móc cho rằng chọn lọc tự nhiên sẽ tạo ưu thế cho những cha mẹ chuyên tạo ra con trai. Fisher cũng nghĩ như vậy, nhưng chỉ đến một thời điểm nhất định - và đó là một giới hạn được xác định cụ thể. Ông không kì vọng rằng cha mẹ sẽ thụ thai một lượng dư thừa con trai đủ làm cân bằng tỉ lệ tử vong sơ sinh và dẫn đến sự cân bằng trong quần thể. Không, tỉ lệ giới tính lúc thụ thai đúng là có thiên về con đực hơn, nhưng chỉ đến một thời điểm mà tổng công sức cho con trai bằng với tổng công sức cho con gái.

Một lần nữa, cách dễ nhất để hiểu vấn đề này là bạn hãy tự đặt mình vào vị trí cha mẹ phải quyết định và tự hỏi mình “Tôi nên có con gái để nó dễ sống sót hơn hay có con trai tuy nó có thể sẽ chết yếu?” Quyết định muốn có cháu thông qua con trai sẽ dẫn đến khả năng bạn sẽ phải bỏ thêm nguồn lực vào những đứa con trai dôi ra để thay thế những đứa có thể bị chết đi. Bạn có thể tưởng tượng mỗi đứa con trai sống sót như đang gánh thêm phần những người anh em đã mất. Nó đang gánh theo nghĩa rằng: quyết định đi theo đường con trai đến cháu chắt khiến cha mẹ mất thêm một phần công sức bị phí phạm trên những đứa bé trai bị chết. Quy luật nền tảng của Fisher vẫn đúng. Tổng lượng vật chất và năng lượng đầu tư vào những đứa con trai (bao gồm việc nuôi những đứa bé trai sơ sinh cho đến lúc chúng chết đi) sẽ bằng với tổng lượng đó đầu tư vào những đứa con gái.

Chuyện gì xảy ra nếu thay vì tỉ lệ bé trai sơ sinh chết cao hơn, ta có tỉ lệ đàn ông chết cao hơn sau khi đã dùng hết công lao cha mẹ? Điều này thực tế hơn, bởi vì con đực trưởng thành hay đánh nhau và bị thương. Chính trường hợp này dẫn đến việc con cái dư thừa ra trong số con đực cái sinh sản được. Vì thế, bề ngoài có vẻ như cha mẹ nào tập trung chuyên sinh ra con trai thì có lợi hơn, do tận dụng được lợi thế của con đực trong quần thể sinh sản. Tuy nhiên, nghĩ kỹ hơn một chút, bạn sẽ nhận ra đây là một lập luận sai lầm. Quyết định mà cha mẹ phải đưa ra là như sau: “Tôi có nên có một con trai, mà rất có khả năng nó bị chết trong một trận đánh nhau sau khi tôi đã nuôi nấng nó trưởng thành, nhưng nếu nó sống sót, nó sẽ cho tôi nhiều cháu chắt hơn? Hay là tôi nên có một đứa con gái, mà chắc chắn nó sẽ cho tôi số lượng cháu ở mức trung bình?” Số lượng cháu mà bạn có thể mong đợi thông qua một đứa con gái. Và chi phí để tạo ra một đứa con trai vẫn là chi phí nuôi nấng bảo vệ nó cho đến ngày nó rời tổ ấm. Việc nó có thể bị chết chẳng bao lâu sau khi rời tổ không làm thay đổi phép tính này.

Trong toàn bộ lập luận này, Fisher đã giả định rằng “người ra quyết định là cha mẹ” Kết quả tính toán sẽ thay đổi nếu đó là một người khác. Giả dụ, một cá thể nào đó có thể ảnh hưởng đến chính giới tính của mình. Một lần nữa tôi không có ý nói “ảnh hưởng” theo phương diện “có chủ tâm” (mà chỉ theo phương diện tự nhiên thông qua di truyền - ND). Tôi đang hình dung rằng gien có thể chuyển một cá thể thành con đực hay cái phụ thuộc vào tín hiệu môi trường. Theo quy ước lâu nay của chúng ta, để ngăn gọn tôi sẽ dùng từ “sự lựa chọn có tính toán” của một cá thể - ở đây là sự lựa chọn có tính toán về giới tính của chính nó. Nếu những loài thú theo chế độ “tam giác lực điện” như loài hải cẩu voi được trao quyền lựa chọn này, hiệu quả sẽ rất dữ dội. Các cá thể sẽ vô cùng khao khát làm con đực để được thành bá chủ hậu cung, nhưng nếu chúng thất bại trong việc lập hậu thì chúng sẽ mong muốn trở thành con cái

thay vì một con đực độc thân. Tỷ lệ giới tính trong quần thể sẽ nghiêng về nữ rất mạnh. Thật không may cho loài hải cẩu voi, chúng không thể xem xét lại giới tính của mình - vốn đã được xác định lúc thụ thai. Nhưng một số loài khác lại có thể. Những con cá hàng chài đực (wrasse) đầu xanh vốn rất lớn và có màu sắc sặc sỡ, chúng nắm giữ tam cung lục diện gồm những con cái có màu sắc mờ nhạt. Có những con cái lớn hơn và chúng thống trị những con khác. Nếu một con đực chết, vị trí của nó sẽ bị con cái lớn nhất chiếm giữ và nó sẽ nhanh chóng biến thành con đực với màu sắc sặc sỡ. Những con cá này giành được thứ tốt nhất từ cả hai giới. Thay vì bỏ phí cuộc đời chờ đợi dưới dạng những con đực độc thân chờ một con đực thống trị hâu cung mất đi. Chúng trải cuộc đời thành những con cái hữu ích. Hệ thống tỷ lệ giới tính của con cá hàng chài đầu xanh là một hệ thống rất hiếm, trong đó hàm thỏa dụng của Chúa trung với những gì mà các nhà kinh tế xã hội học xem là khôn ngoan.

Như vậy, ta vừa xem xét hai tình huống: bố mẹ cá thể đưa ra quyết định và chính cá thể đưa ra quyết định. Những ai khác có thể quyết định nữa đây. Trong những loài côn trùng sống theo bầy, quyết định đầu tư phần lớn được những con đực vô sinh thực hiện. Những con thợ này thông thường là những người chị (cũng có thể là anh, trong trường hợp của mối) của con non đang được nuôi nấng. Trong số những loài côn trùng quen thuộc, ta có những con ong mật. Những nhà nuôi ong đang đọc cuốn sách này có thể đã nhận ra rằng tỷ lệ giới tính trong tổ có vẻ như không tuân theo những tính toán của Fisher. Điều chú ý đầu tiên là không nên tính những con thợ là những con cái. Về mặt giải phẫu chúng là cái, nhưng chúng không sinh đẻ, cho nên tỷ lệ giới tính được điều hòa theo như lý thuyết của Fisher là tỷ lệ giữa những con ong đực với những con ong chúa mới được “đúc” ra từ tổ. Trong trường hợp ong và kiến mà tôi đã thảo luận trong cuốn *Gien Ích Kỷ* nên không lặp lại ở đây, có những lý do về mặt kỹ thuật để ta nghĩ rằng tỷ lệ giới tính là 3:1 nghiêng về phía các con cái. Nhưng thực tế khác xa như vậy, như bất cứ người nuôi ong nào cũng biết tỷ lệ giới tính nghiêng về phía con đực rất nhiều. Một tổ ong sum suê chỉ có thể tạo ra nửa tá con ong chúa trong một mùa nhưng tạo ra hàng trăm, thậm chí hàng ngàn con ong thợ.

Chuyện gì đang xảy ra thế nhỉ? Trong lý thuyết tiến hóa hiện đại, chúng ta nợ câu trả lời của W.D. Hamilton, hiện đang theo học ở đại học Oxford. Câu trả lời rất sáng tỏ và tạo thành chuẩn mực cho toàn bộ lý thuyết bắt nguồn từ Fisher về tỷ lệ giới tính. Chìa khóa cho câu đố tỷ lệ giới tính của ong nằm ở hiện tượng chia tổ rất đặc biệt. Về nhiều mặt, tổ ong giống như một cá thể duy nhất. Nó lớn lên đến độ trưởng thành, sinh đẻ rồi chết đi. Sản phẩm sinh sản của một tổ ong là một đàn ong con. Vào đỉnh điểm của mùa hè, khi một tổ ong đã trở nên rất phát triển, nó quang ra một đàn ong nhỏ. Việc tạo ra những đàn ong con ở tổ ong là tương đương với sự sinh đẻ ở một cá thể sinh vật thông thường. Nếu tổ ong là một nhà máy, các đàn nhỏ kia là sản phẩm cuối cùng và chúng sẽ mang theo những gien quý của cả tập đoàn. Một bầy ong con bao gồm một con ong chúa và mấy ngàn con ong thợ. Chúng rời tổ ong mẹ theo một khối duy nhất và tụm lại thành một đám dày đặc treo trên một nhánh cây hay một mỏm đá. Đây là điểm đóng quân tạm thời của chúng trong khi chúng xây dựng một ngôi nhà mới. Nội trong vài ngày, chúng tìm ra một cái hang hoặc một hốc cây (hoặc bị bắt bởi một người nuôi ong, cũng là người đã nuôi đàn ong mẹ, rồi cho vào một tổ mới - chuyện này hiện đại và thực tế hơn.)

Công việc của một tổ ong phồn thịnh là cho ra những bầy ong con. Bước đầu tiên trong việc này là tạo ra một ong chúa mới. Thông thường, một nửa tá ong chúa mới được tạo và chỉ có một con đực xác định sẽ sống sót. Con đầu tiên nở ra đốt những con khác cho đến chết. (Chắc là lượng ong chúa dôi ra chỉ để phòng hờ mà thôi). Những con ong chúa xét về gien là hoàn toàn giống như những con ong thợ, nhưng chúng được nuôi trong một ngăn đặc biệt treo bên dưới tầng ong và được bón loại thức ăn giàu dưỡng chất dành cho ong chúa. Thức ăn bao gồm sữa ong chúa, chất mà nhà văn Dame Barbara Cartl ADN lãng mạn cho rằng cuộc đời và phong cách nữ hoàng của mình là do nó mà có. Những con ong thợ được nuôi trong những ô nhỏ hơn, chính là những ô sau này dùng đựng mật. Ong đực xét về gien là khác hẳn. Chúng sinh ra từ những chính không được thụ tinh. Đáng chú ý thay, việc chuyển một quả trứng thành một con ong đực hay một con ong cái (ong chúa hoặc ong thợ) là do con ong chúa quyết định. Con ong chúa chỉ giao phối trong một lần “bay giao phối” duy nhất, vào lúc bắt đầu trưởng thành, rồi lưu trữ tinh trùng cho toàn bộ cuộc đời của nó. Khi trứng đi xuống ống dẫn trứng, nó có thể

giải phóng hoặc không giải phóng ra từ kho một bao kiện tinh trùng nhỏ để thụ tinh. Vì vậy, con ong chúa hoàn toàn điều khiển tỷ lệ giới tính ở trứng. Tuy nhiên, sau đó những con ong thợ có vẻ như có toàn bộ quyền lực bởi chúng có thể điều khiển được nguồn thức ăn cho ấu trùng. Ví dụ chúng có thể bỏ đói những con ấu trùng đực nếu con ong chúa đẻ ra quá nhiều (theo quan điểm của chúng). Và trên hết, các con ong thợ có quyền chuyển một trứng cái (trứng đã được thụ tinh) thành một ong thợ hay ong chúa, bởi vì việc này phụ thuộc hoàn toàn vào việc nuôi, đặc biệt là thức ăn.

Bây giờ chúng ta hãy trở lại vấn đề tỷ lệ giới tính và tìm hiểu vấn đề mà các con ong thợ phải đối diện. Như chúng ta vừa thấy, không giống như con ong chúa, chúng không chọn lựa việc tạo ra các con trai hay con gái mà là việc tạo ra các em trai (con ong đực) hay là các em gái (những con ong chúa trẻ). Và bây giờ trở lại với câu đố của chúng ta. Bởi vì tỷ lệ giới tính thực tế có vẻ nghiêng hoàn toàn về phía con đực, và nó có vẻ không hợp lý theo quan điểm của Fisher. Chúng ta hãy xem xét kỹ quyết định mà các con ong thợ phải đưa ra. Tôi cho rằng đó là sự lựa chọn giữa em trai và em gái. Nhưng đợi đã. Quyết định nuôi một em trai chỉ là quyết định khiến cho tổ chức chi ra thức ăn và những thứ khác để nuôi một ong đực. Nhưng quyết định tạo ra một ong chúa mới sẽ khiến cả tổ bỏ ra nhiều hơn những gì cần thiết để nuôi chính cơ thể một con ong chúa mà thôi. Bởi quyết định nuôi một ong chúa mới tương đương với quyết định nuôi một bầy ong con (tức là bao gồm cả ong chúa và ong thợ. ND). Nuôi một ong chúa chỉ tốn không đáng kể lượng mật ong chúa và các thức ăn khác. Chi phí chủ yếu để tạo ra hàng ngàn các con ong thợ sẽ ra đi cùng con ong chúa đó.

Điều này chắc chắn là lời giải thích thực về sự nghiêng về phía con đực vốn trông có vẻ khác thường trong tỷ lệ giới tính. Đây chính là một ví dụ đỉnh điểm cho những gì tôi đã nói trước đây. Quy tắc của Fisher nói rằng lượng công sức phải bỏ ra trên con đực và con cái phải bằng nhau, chứ không phải số lượng dân số của các cá thể đực và cái. Công sức bỏ ra nuôi một con ong chúa sẽ làm tốn một công sức to lớn các con ong thợ sẽ ra đi cùng với ong chúa. Giống như quần thể hải cẩu mà chúng ta *giả dụ ở trên*, một giới nuôi tốn gấp hai lần so với giới còn lại và kết quả là giới đó chỉ đông bằng một nửa giới kia. Trong trường hợp của ong, một ong chúa tốn gấp hàng trăm hay thậm chí hàng ngàn lần một con ong đực, bởi vì nó mang trên lưng của mình chi phí của toàn bộ ong thợ phụ thêm cần thiết cho bầy ong con. Vì thế, ong chúa sẽ hàng trăm lần ít hơn ong đực. Nhưng chưa hết, vẫn còn một cái “nọc ong” trong câu chuyện gây tò mò này: thật kỳ lạ, khi bầy ong con dời đi, nó lại mang theo con ong chúa *cũ*, không phải con ong chúa mới. Tuy vậy, các phép tính kinh tế vẫn giữ nguyên. Quyết định tạo ra một ong chúa mới vẫn dẫn đến kinh phí cho bầy ong con cần thiết để hộ tống cho ong chúa cũ đến nhà mới của nó.

Để gói gọn lại lý thuyết về tỷ lệ giới tính, chúng ta quay lại câu đố về hậu cung khởi đầu của ta: sự sắp đặt hoang phí cho ra một bầy lớn các ong đực độc thân, vốn tiêu tốn gần một nửa (thậm chí hơn một nửa) thức ăn của toàn bộ quần thể, mà không bao giờ sinh đẻ cũng chẳng làm gì có ích cả. Rõ ràng sự thịnh vượng cho cả quần thể không được tối đa hóa ở đây. Điều gì thế này nhỉ? Một lần nữa thử đặt mình vào vị thế người ra quyết định - ví dụ như một người mẹ đang cố gắng “quyết định” xem nên có một con trai hay con gái để tối đa hóa số cháu chắt. Với một suy nghĩ máy móc, con hải cẩu sắp làm mẹ này sẽ hỏi “tôi có nên có một con trai mà rốt cuộc nó sẽ trở thành độc thân và chẳng cho tôi đứa cháu nào, hay một đứa con gái mà rồi nó sẽ ở trong một hậu cung nào đó và cho tôi một số lượng cháu đáng kể”. Câu trả lời thích hợp cho con hải cẩu sắp làm mẹ này là: “nhưng nếu bạn có một con trai, nó *có thể* tạo ra một hậu cung, và trong trường hợp đó nó sẽ cho ra số cháu lớn hơn rất nhiều so với một đứa con gái”. Để đơn giản, giả sử rằng mọi con cái đều sinh ra một lượng con trung bình, và rằng chín trong số 10 con đực chẳng bao giờ sinh đẻ, trong khi một trong mười con đực đó làm chủ toàn bộ con cái. Nếu bạn có một con gái, bạn có thể vững tin một số lượng cháu vào hàng trung bình. Nếu như bạn có một con trai, bạn có 90% xác suất là không có đứa cháu nào cả, nhưng có 10% cơ hội để có 10 lần nhiều hơn số lượng cháu trung bình. Vậy, số lượng cháu trung bình mà bạn vẫn có thể có thông qua một đứa con trai vẫn bằng số lượng cháu trung bình thông qua những đứa con gái. Chọn lọc tự nhiên vẫn ưu tiên tỷ lệ 50:50 cho giới tính, cho dù hiệu quả kinh tế của cả loài trông có vẻ thảm hại do một số lượng con đực dư thừa. Vậy là quy luật của Fisher vẫn đúng.

Tôi vừa diễn tả toàn bộ những lập luận này theo dạng “những quyết định” của các cá thể động vật. Nhưng nói rõ lại, đó chỉ là cách nói cho dễ hiểu. Điều thực sự diễn ra là: những gen nào đó có khả năng làm tối đa hóa lượng con cháu sẽ trở nên đông đúc trong tập hợp gen. Theo dòng thời gian, thế giới của chúng ta sẽ chiếm đầy các gen thành công. Bởi vì, làm sao một gen có thể đi qua nhiều thế hệ thành công mà lại không phải việc thông qua việc gây ảnh hưởng lên quyết định của các cá thể để tối đa hóa số lượng cháu chắt của mình? Lý thuyết về tỷ lệ giới tính của Fisher nói cho chúng ta biết việc tối đa hóa ấy diễn ra như thế nào, và nó khác hoàn toàn với việc tối đa hóa nền kinh tế của loài hoặc của quần thể. Có một hàm thỏa dụng ở đây, nhưng nó khác xa với hàm thỏa dụng mà nảy sinh từ cái đầu kinh tế của loài người.

Sự lãng phí của nền kinh tế có hậu cung được tóm tắt như sau: các con đực, thay vì cống hiến mình cho những công việc có ích, lãng phí năng lượng và sức lực của chúng vào những công việc đấu tranh phù phiếm chống lại nhau. Điều này đúng, ngay cả khi chúng ta định nghĩa “tính hữu dụng” theo thuyết Darwin, khi nói về việc nuôi nấng con cái. Nếu các con đực dùng năng lực mà chúng phí phạm để đánh nhau vào những việc hữu ích, toàn bộ loài sẽ nuôi được nhiều con cháu hơn tốn ít công sức hơn và tiêu thụ ít thức ăn hơn.

Một chuyên gia lao động sẽ nhìn thế giới loài hải cẩu voi đầy kinh ngạc. Ta có sự so sánh tương đương như nhau: một xưởng làm việc cần 10 người đàn ông để vận hành, vì xưởng chỉ có 10 máy tiện. Thay vì đơn giản thuê 10 người, ban quản lý quyết định thuê 100 người. Mỗi ngày toàn bộ 100 người có mặt và lĩnh lương, xong họ quay ra đánh đấm nhau để chiếm được 10 cái máy tiện đó. Họ vẫn chế ra được sản phẩm từ các máy tiện đó nhưng không nhiều hơn so với khi 10 người làm ra, thậm chí còn ít hơn bởi 100 người đó bận đánh nhau và các máy tiện không được dùng hiệu quả. Theo chuyên gia nghiên cứu lao động đó thì không còn nghi ngờ gì: 90% lao động là dư thừa, ta phải thông báo rõ và cho nghỉ việc ngay.

Không chỉ trong những lần cạnh tranh sức mạnh các con đực lãng phí sức lực của chúng - “lãng phí” ở đây là theo quan điểm của nhà kinh tế học con người hay từ chuyên gia nghiên cứu lao động. Trong rất nhiều loài còn có thi sắc đẹp nữa. Điều này tạo ra một hàm thỏa dụng nữa mà con người chúng ta thường thức cho dù nó không có ý nghĩa kinh tế trực tiếp: vẻ đẹp thẩm mỹ. Điều này rõ ràng nhất ở các loài chim như gà gô hay loài bồ câu áo dài. Một cái “lek” (hay là “sới tình”) là một khoảnh đất thường được các con chim trống dùng để diễu hành trước các con mái. Các con mái đến xem sới tình và xem một số con trống trình diễn điệu bộ trước khi lựa chọn cho mình một con và giao phối với nó. Các con trống trong những loài có tập tục sới tình như thế thường có những trang trí rất kỳ quái, mà chúng phô ra cùng với những chuyển động kiểu cúi chào và nhảy nhót, thêm vào những âm thanh lạ tai cũng nổi bật không kém. Tất nhiên, chữ “kỳ quái” là một nhận xét có tình chủ quan; chắc là những con gà gô trống khôn ngoan đứng đắn, với những điệu nhảy mạnh mẽ đi kèm những âm thanh rộn ràng của gà trống, trông không có vẻ gì là kỳ quái đối với các con mái cùng loài, và đó chính là những gì quan trọng nhất. Trong một số trường hợp, ý niệm về sắc đẹp của các con gà mái lại trùng với ý niệm về sắc đẹp của chúng ta, và kết quả là chúng ta có con công hay con chim thiên đường.

Những điệu hát của chim sơn ca, đuôi chim trĩ, ánh đèn đom đóm và sắc cầu vồng của con cá vùng đá ngầm nhiệt đới đều được cực đại hóa cho vẻ đẹp thẩm mỹ, nhưng nó không phải là - hay chỉ là trùng hợp ngẫu nhiên với - vẻ đẹp mà con người thích thú. Đây chỉ là một sản phẩm phụ nhưng cũng là một phần thưởng nếu nó trở nên ngoạn mục đối với ta. Các gen làm cho các con đực trở nên hấp dẫn hơn so với các con cái tự động trôi đi dọc dòng sông đến tương lai. Chỉ còn một hàm thỏa dụng duy nhất giải thích cho những vẻ đẹp này, cũng chính là thứ giải thích cho tỷ lệ giới tính ở loài hải cẩu voi, loài báo cheetah và loài linh dương chạy những cuộc đua có vẻ thật phù phiếm chống lại nhau, chim cú-cu và chấy rận, mắt và tai và khí quản, các con kiến thợ vô sinh và các con kiến chúa siêu mắn đẻ. Hàm thỏa dụng phổ quát vĩ đại, đại lượng đã được cực đại hóa hết mình trong mọi góc ngách, trong mọi trường hợp của thế giới sinh vật, là sự sống còn của ADN có vai trò chính tạo ra đặc điểm mà chúng ta đang cố gắng giải thích.

Những con công mang những đồ trang trí nặng nề vương vীu đến mức cản trở chúng làm những việc hữu ích ngay cả khi chúng cảm thấy sẵn sàng - thực tế nhìn chung thì đúng là chúng chẳng làm gì hữu ích cả. Những loài chim biết hót bỏ rất nhiều thời gian và năng lượng để hót.

Điều này chắc chắn đẩy chúng đến tình trạng nguy hiểm, không chỉ vì nó lôi kéo sự chú ý của kẻ thù, mà là bởi vì chúng rút cạn năng lượng và thời gian để nạp đầy lại năng lượng cho mình. Có một sinh viên ngành sinh học kể rằng con chim hồng tước trống của anh thực sự đã hót cho đến chết. Bất kỳ hàm thỏa dụng nào khi nghĩ về lợi ích lâu dài của loài, ngay cả sự sống còn lâu dài của con trống cụ thể này, sẽ cắt giảm việc hát, trình diễn điệu bộ và việc đánh nhau giữa các con đực. Nhưng cái được cực đại hóa ở đây chính là sự sống còn của ADN. Không gì có thể cản trở sự bùng nổ của ADN, những ADN vốn chẳng có một ích lợi gì hơn là làm cho các con trống đẹp ra trước con mái. Sắc đẹp tự thân không phải là một phẩm chất tuyệt đối. Nhưng một cách tất yếu, nếu một số gen nào đó thực sự trao cho con đực bất kỳ phẩm chất nào mà các con cái cùng loài thấy khao khát, những gen đó dù muốn dù không chắc chắn sẽ tồn tại.

Tại sao các cây trong rừng lại cao đến vậy? Chỉ đơn giản là để vượt lên đầu những cây khác mà thôi. Một hàm thỏa dụng dễ thấy đó là giả sử chúng đều thấp cả. Chúng sẽ nhận được một lượng ánh sáng mặt trời như nhau với một công sức ít hơn rất nhiều so với khi phải xây dựng ra những thân trụ lớn. Nhưng nếu như chúng đều thấp cả, chọn lọc tự nhiên không thể nào không ưu tiên một vài cá thể biến dị làm cho cao nhỉnh hơn một chút. Thế là tiền đấu giá đã lên, mọi người cứ phải hòa theo như thế. Không gì có thể ngăn chặn toàn bộ trò chơi leo thang mãi cho đến lúc tất cả mọi cây đều cao một cách lãng phí và lỗ bịch. Nó lãng phí và lỗ bịch chỉ theo quan điểm của một nhà hoạch định kinh tế có lý trí suy nghĩ theo kiểu lối cực đại hóa mức độ hiệu quả. Nhưng ta sẽ thấy mọi cái đều hợp lý khi hiểu được hàm thỏa dụng chân chính của nó - các gen được cực đại hóa sự tồn tại của chính chúng. Những điều tượng tự như thế vốn đầy nhan nhản.

Trong một buổi tiệc bạn phải hét thật lớn, lý do là bởi vì mọi người khác cũng nói to hết cỡ. Nếu tất cả mọi người đặt thỏa thuận là chỉ nói thì thầm thôi, họ vẫn sẽ nghe được rõ như thế mà tốn ít công sức và năng lượng hơn nhiều. Nhưng thỏa thuận đó chẳng bao giờ đạt được, trừ phi họ ở dưới tầm giám sát. Ai đó luôn luôn có thể làm hỏng nó bằng cách nói lớn lên một chút một cách ích kỷ, và rồi từng người từng người một đều phải làm theo như vậy nếu như muốn người khác nghe mình. Sự ổn định đạt được chỉ khi mọi người đều hét lớn hết mức có thể, và mức này lớn hơn rất nhiều so với mức cần thiết theo quan điểm có lý trí. Hết lần này đến lần khác, những sự kiềm chế mang tính hợp tác luôn luôn bị phá ngang bởi chính sự mất ổn định nội tại của nó. Hàm Thỏa Dụng của Chúa hiếm khi trở thành điều thiện lớn lao nhất cho một số lượng người lớn nhất. Hàm Thỏa Dụng của Chúa bộc lộ rõ nguồn gốc của nó qua sự xáo trộn thiếu tính hợp tác chỉ vì những lợi ích vị kỷ.

Nhân loại có một khuynh hướng dễ chịu khi giả định rằng sự thịnh vượng là thịnh vượng cho cả nhóm, rằng “tốt” nghĩa là tốt đẹp cho cả xã hội, sự thịnh vượng tương lai của cả loài hoặc thậm chí cả hệ sinh thái. Hàm Thỏa Dụng của Chúa, khi được dẫn ra từ những suy ngẫm bằng thuyết chọn lọc tự nhiên ở mức độ chi tiết, buồn thay lại không hợp với cách nhìn không tưởng như vậy. Tất nhiên, có những lần khi gen cực đại hóa phúc lợi ích kỷ của chúng ở cấp độ gen, bằng cách lập trình những sự hợp tác không ích kỷ, hay thậm chí là tự hy sinh bởi các cơ thể sống ở cấp độ của nó. Nhưng phúc lợi của cả nhóm luôn luôn là một hệ quả tình cờ không phải là nguyên nhân cơ bản. Đây là ý nghĩa của “loài gen ích kỷ”.

Chúng ta hãy xen xét một khía cạnh nữa của Hàm Thỏa Dụng của Chúa thông qua một ví dụ sau đây. Nhà tâm ký học theo trường phái Darwin Nicholas Humphrey đã tưởng tượng ra một câu chuyện cho ta thấy rất rõ về Henry Ford. “Người ta kể rằng” Ford, cha đẻ của công nghệ sản xuất hiệu quả, một lần đã giao nhiệm vụ tiến hành một cuộc khảo sát xe hơi trong nghĩa địa của Mỹ để tìm thử xem có những bộ phận của xe Ford Mẫu T mà không bao giờ hư hỏng không. Các nhà khảo sát của ông quay về và báo cáo đủ loại hỏng hóc: trục, phanh, pis-tông - tất cả mọi cái đều rất có khả năng bị hỏng. Nhưng họ chú ý đến một ngoại lệ nổi bật, những *chốt cái* của những xe phế liệu luôn luôn có thể dùng được rất nhiều năm nữa. Bằng logic thẳng thừng, Ford kết luận rằng chốt cái của Mẫu T là quá tốt so với bộ phận thật sự của chúng, và ra lệnh rằng trong tương lai nó phải được chế tạo theo một tiêu chuẩn kém hơn.

Cũng giống như tôi, bạn có thể hơi mơ hồ một chút về chốt cái nhưng điều này không quan trọng. Nó là một thứ gì đó mà các xe động cơ cần đến, và sự nhần tâm của Ford đã hoàn toàn hợp logic. Một giải pháp khác chắc chắn sẽ cải tạo toàn bộ những bộ phận khác của cái xe để

nâng nó lên tiêu chuẩn của chốt cái. Nhưng như thế thì không còn là Mẫu T nữa mà là một chiếc Rolls Royce, và không phải là mục đích của công việc này. Rolls Royce là một chiếc xe hơi rất đáng nể, Mẫu T cũng vậy nhưng với một giá khác. Ở đây bí quyết là đảm bảo rằng hoặc toàn bộ xe hơi được xây dựng theo tiêu chuẩn của Rolls Royce hoặc là toàn bộ theo tiêu chuẩn của Mẫu T. Nếu bạn làm ra một chiếc xe lai, với một bộ phận thuộc chất lượng của Mẫu T và một số bộ phận khác thuộc chất lượng của một chiếc Rolls Royce, bạn sẽ có một thứ tồi tệ nhất cho cả hai mô hình. Bởi vì chiếc xe bị quăng đi khi mà bộ phận yếu nhất hỏng đi, và số tiền bỏ vào những bộ phận có chất lượng cao mà chẳng có thời gian để hao mòn chỉ đơn thuần là lãng phí.

Bài học của Ford thậm chí còn đúng đắn hơn rất nhiều ở cơ thể sống, bởi vì các bộ phận của xe hơi trong một chừng mực nào đó có thể thay thế bằng phụ tùng được. Khỉ và vượn chuyên kiếm sống trên cây và luôn luôn có nguy cơ bị ngã gãy xương. Giả sử chúng được giao nhiệm vụ khảo sát các xác khỉ để đếm tần số bị gãy ở mỗi xương trọng yếu của cơ thể. Giả dụ ta phát hiện ra rằng mỗi xương đều bị gãy lần này hay lần khác, với một ngoại lệ: xương mác (xương chạy song song với xương ống chân) chưa bao giờ bị phát hiện bị gãy ở bất kì con khỉ nào. Yêu cầu ngay tức khắc của Henry Ford sẽ là thiết kế lại xương mác để cho nó có chất lượng xấu hơn, và điều này cũng chính xác là những gì mà chọn lọc tự nhiên cần phải làm. Các cá thể mang đột biến với một xương mác kém chất lượng hơn - các cá thể đột biến mà các quy luật tăng trưởng của nó khiến cho lượng can-xi quý hiếm không tập trung nhiều cho xương mác nữa - có thể sử dụng lượng chất tiết kiệm được này để làm dày các xương khác và đạt được tính lý tưởng là làm cho mọi xương đều có xác suất gãy như nhau (đồng đều chất lượng). Hoặc các cá thể đột biến có thể dùng lượng can-xi tiết kiệm được để làm ra nhiều sữa hơn và nuôi nhiều con hơn. Chất tạo xương hoàn toàn có thể lấy khỏi xương mác, ít nhất cho đến lúc mà ở đó nó có khả năng bị gãy bằng với xương có độ chắc chắn kề nó. Giải pháp kia - giải pháp "Rolls Royce" nâng chất lượng của các bộ phận khác lên ngang bằng với xương mác - khó đạt được hơn.

Tuy nhiên, việc tính toán không hoàn toàn đơn giản như vậy, bởi vì có những xương quan trọng hơn những xương khác. Tôi đoán là một con khỉ nhện dễ sống sót với cái xương gót bị gãy hơn là một cái xương cánh tay bị gãy. Cho nên chúng ta không nên nghĩ một cách đơn giản là chọn lọc tự nhiên sẽ làm cho mọi xương đều dễ gãy như nhau. Nhưng bài học chủ yếu mà chúng ta thu được từ giai thoại về Henry Ford là hoàn toàn đúng đắn. Có khả năng mà trong đó một bộ phận nào đó của một sinh vật là quá tốt, và chúng ta có thể kỳ vọng rằng chọn lọc tự nhiên sẽ ưu tiên sự làm giảm chất lượng bộ phận này đi đến mức độ cân bằng với chất lượng của các bộ phận khác trong cơ thể. Chính xác hơn, chọn lọc tự nhiên sẽ ưu tiên sự san bằng chất lượng theo cả hai hướng lên và xuống, cho đến khi một sự cân bằng thích hợp đạt được ở tất cả các phần của cơ thể.

Đặc biệt, chúng ta dễ hiểu được điều này khi sự cân bằng đạt được giữa hai khía cạnh riêng biệt của sự sống: sự sống còn của con công trống đối lại với vẻ đẹp của con công mái là một ví dụ. Thuyết Darwin cho ta biết rằng sự sống còn chỉ là phương tiện cuối cùng của sự phát tán gien, nhưng nó không cấm chúng ta phân cơ thể ra thành những bộ phận có liên quan đến sự sinh sản như là dương vật. Hay là những bộ phận mà chỉ có nhiệm vụ để đấu tranh với các đối thủ như là sừng (hươu), đối lại với những bộ phận mà sự quan trọng của chúng không phụ thuộc vào sự tồn tại của các cá thể đối thủ như là chân tay hay dương vật. Rất nhiều loài côn trùng tạo ra sự phân cách rõ rệt giữa các giai đoạn phát triển khác nhau một cách căn bản trong suốt cuộc đời của chúng. Những con sâu có nhiệm vụ góp nhặt thức ăn và lớn lên. Những con bướm, cũng giống như những bông hoa mà chúng viếng thăm, có nhiệm vụ sinh sản. Chúng không tăng trưởng lên, và chúng hút mật hoa chỉ để đốt ngay sau đó giống như xăng máy bay vậy. Khi một con bướm sinh sản thành công, nó phát tán ra những gien không chỉ thích hợp tạo ra một con bướm bay giỏi và tìm kiếm bạn tình giỏi, mà cả cho việc tạo ra một con sâu ăn giỏi như nó đã từng trước đây. Con phù du kiếm ăn và lớn lên dưới hình dạng như những con nhộng dưới nước với thời gian có thể lên đến ba năm. Rồi chúng nổi lên mặt nước dưới hình dạng những con trưởng thành biết bay mà chỉ có thể sống được vào cỡ mấy giờ. Rất nhiều trong số chúng bị cá ăn, nhưng ngay cả khi không bị ăn chúng cũng sẽ chết chẳng bao lâu sau đó vì chúng không thể ăn được mà thậm chí còn không có ruột nữa (Henry Ford chắc chắn

là mê chúng lắm[43]). Nhiệm vụ của chúng là bay cho đến khi tìm được một bạn tình. Rồi, sau khi đã truyền gien của mình đi được - bao gồm cả gien tạo ra một con nhộng nước hiệu quả có khả năng sống và kiếm ăn dưới nước ba năm - chúng sẽ chết. Con phù du giống như một cái cây mất gần cả đời để lớn lên, rồi nở hoa trong duy nhất một ngày rực rỡ nào đó rồi chết. Con phù du trưởng thành là bông hoa chỉ nở trong một quãng ngắn ở cuối một cuộc đời và vào lúc bắt đầu một cuộc đời mới.

Con cá hồi di cư xuôi theo dòng sông mà nó sinh ra, rồi trải qua phần lớn cuộc đời mình kiếm ăn và lớn lên ngoài biển. Khi nó lớn đến độ trưởng thành một lần nữa, chắc chắn là bằng khứu giác, nó tìm được cửa sông quê hương của nó. Thông qua một chuyến hành trình hùng tráng trứ danh, con cá hồi bơi ngược dòng sông, nhảy qua nhiều thác ghềnh, tìm đường về nhà tới đầu nguồn con nước nơi nó đã chào đời trước đây. Ở đó nó đẻ trứng và một chu trình mới lại bắt đầu. Ở điểm này, có một sự khác biệt đặc trưng giữa cá hồi Đại Tây Dương và cá hồi Thái Bình Dương. Cá hồi Đại Tây Dương, sau khi đẻ trứng có thể quay trở lại biển và có cơ may để lặp lại chu trình lần thứ hai. Cá hồi Thái Bình Dương chết đi sau khi đẻ trứng một số ngày.

Con cá hồi Thái Bình Dương như một con phù du nhưng không có sự phân chia rõ ràng về mặt giải phẫu giữa thời kỳ nhộng và thời kỳ trưởng thành trong cuộc đời. Nỗ lực bơi ngược dòng là lớn đến mức nó không thể đủ sức làm được hai lần. Thế nên chọn lọc tự nhiên ưu tiên những cá thể mà có thể dồn hết mọi gram sinh lực của nó vào một lần sinh sản tựa như một “vụ nổ lớn” (big bang). Mọi tài nguyên còn sót lại sau khi đã sinh sản là lãng phí - tương đương với cái chốt thiết kế quá tốt của Henry Ford. Con cá hồi Thái Bình Dương đã tiến hóa về phía xén gọt hết sự sống còn sau sinh sản của chúng cho tới mức gần zero, còn tài nguyên có được thì chuyển hết sang cho trứng và tinh trùng. Con cá hồi Đại Tây Dương lại được kéo theo một con đường khác. Có lẽ bởi những dòng sông mà chúng phải cuội lên thường ngắn hơn và bắt nguồn từ những đồi núi ít dữ dội hơn, những cá thể giữ lại được một lượng tài nguyên để lặp lại một chu trình sinh sản nữa đôi khi cũng tốt. Cái giá mà những con cá hồi Đại Tây Dương này phải trả là chúng không thể dồn quá nhiều vào trứng của mình. Có một sự đánh đổi giữa tuổi thọ và mức độ sinh sản, và các loài cá hồi khác nhau đã chọn cho mình những trạng thái cân bằng khác nhau. Điểm đặc biệt về chu trình vòng đời của cá hồi là ở chỗ chuyển hành trình di cư kì vĩ vắt kiệt sức lực của chúng tạo ra một sự không liên tục. Không có một sự liên tục đơn giản nào giữa một mùa sinh sản và hai mùa. Để có được lần sau chúng cũng phải cắt đi rất nhiều mức độ hiệu quả của lần trước. Cá hồi Thái Bình Dương đã tiến hóa về phía tận lực một cách dứt khoát cho mùa sinh sản thứ nhất, với kết quả là một cá thể đặc trưng của loài dứt khoát chết đi sau một nỗ lực phi thường duy nhất để đẻ trứng của nó.

Kiểu đánh đổi tương tự cũng ghi dấu lên mọi cuộc đời, nhưng thường thì ít khi ghê gớm như vậy. Sự chết của chính chúng ta có lẽ được lập trình ra theo một nghĩa nào đó tương tự như sự chết của cá hồi, nhưng theo một cách ít thẳng thừng và rõ ràng như vậy. Ta không nghi ngờ gì việc một nhà theo thuyết cải thiện giống có thể lai ra một giống người sống lâu đến tốt bậc. Cách làm là chọn ra và lai giống thành những cá thể có thể dùng hết tài nguyên bản thân cho chính cơ thể của mình chứ không phải cho con cái: ví dụ các cá thể có xương được gia cố lên một cách quy mô đến mức khó gãy nhưng lại có quá ít can-xi còn lại để tạo ra sữa. Việc sống lâu thêm một chút cũng khá dễ thực hiện, nếu bạn chăm chút mình kỹ và để cho con cái mình phải chịu thiệt. Nhà cải thiện giống có thể làm việc chăm chút và khai thác sự đánh đổi nói trên theo hướng kéo dài tuổi thọ. Nhưng Tự Nhiên sẽ không chăm bẵm theo cách này, bởi vì gien nào bủn xỉn và keo kiệt với thế hệ sau sẽ không thể xuyên tới tương lai được.

Hàm Thỏa Dụng của Tự Nhiên không bao giờ đánh giá cao tuổi thọ vì chính giá trị của nó, mà chính là vì giá trị của sự sinh sản trong tương lai. Bất kì một sinh vật nào, giống chúng ta hơn là giống cá hồi Thái Bình Dương, khi sinh sản nhiều lần, đều đối diện với sự đánh đổi giữa đứa con (hay lứa con) hiện tại và những đứa con tương lai. Một con thỏ nếu dành hết năng lượng và tài nguyên của mình cho lứa con đầu tiên chắc chắn sẽ có được một lứa con tuyệt vời. Nhưng nó sẽ chẳng có gì còn lại để đi tiếp đến lứa thứ hai. Những gien giữ lại được một chút gì dự trữ sẽ có khuynh hướng lan rộng ra trong quần thể thỏ, được mang theo trong cơ thể của những lứa con thứ hai và thứ ba. Nhưng ta lại không thấy chính loại gien này trải rộng ra trong quần thể cá hồi Thái Bình Dương, bởi vì sự gián đoạn giữa một mùa sinh sản và hai mùa là lớn

khủng khiếp.

Khi chúng ta lớn lên, khả năng chết đi, sau khi giảm dần vào lúc mới đầu rồi ổn định trong một thời gian, sẽ đi lên theo một con dốc dài. Điều gì nằm sau sự tăng lên theo một con dốc dài của khả năng chết đi này? Về cơ bản thì nó vẫn cùng nguyên lý với cá hồi Thái Bình Dương, nhưng dần trải ra trong một thời gian dài thay vì tập trung lại thành một quãng ngắn đột ngột - một cái chết tập thể - sau một sự sinh sản tập thể. Nguyên lý tiến hóa của sự già đi lần đầu tiên được người nhận giải Nobel, nhà khoa học y khoa, Sir Peter Medawar, khám phá ra vào đầu những năm 1950, rồi sau đó có rất nhiều sự chỉnh lý từ ý tưởng ban đầu nhờ các nhà khoa học theo thuyết Darwin lỗi lạc G.C William và W.D Hamilton.

Luận cứ cốt lõi như sau: Đầu tiên, như chúng ta thấy ở chương 1, mọi hiệu ứng do gen gây ra đều thông thường được bật lên trong một khoảng thời gian nhất định nào đó trong cuộc đời của sinh vật. Rất nhiều gen được bật lên trong giai đoạn phôi ban đầu, nhưng nhiều gen khác - như là gen gây bệnh múa giật (hay bệnh múa Huntington) - cần bệnh đã gây nên cái chết thảm hại cho nhà thơ dân gian kiêm ca sĩ Woody Guthrie - không được bật lên cho đến tuổi trung niên. Thứ hai, chi tiết của một hiệu ứng do gen, bao gồm cả thời điểm cho nó được bật lên, có thể thay đổi được bởi các gen khác. Một người mang gen bệnh múa giật có thể chết vì bệnh này, nhưng việc người này chết vào lúc bốn mươi hay bốn mươi lăm tuổi (như Woody Guthrie) có thể bị ảnh hưởng bởi các gen khác. Như vậy bằng sự chọn lọc các “gen điều chỉnh”, thời gian hoạt động của một gen nào đó có thể hoặc được làm trì hoãn lại hoặc được làm xảy ra sớm hơn trong thời gian tiến hóa.

Một gen như là gen gây bệnh múa giật, được bật lên ở lứa tuổi từ bốn mươi đến năm lăm, có rất nhiều khả năng để được truyền cho thế hệ sau trước khi nó làm cho cơ thể mang nó chết đi. Ngược lại, nếu nó được bật lên ở khoảng tuổi hai mươi, nó sẽ được truyền đi chỉ bởi những người đã sinh sản khá trẻ, và do đó nó sẽ bị chọn lọc tự nhiên chống lại rất mạnh (tức là càng ngày càng có ít người mang gen này.ND). Nếu được bật lên ở tuổi lên mười, nó hầu như sẽ không bao giờ được truyền đi. Chọn lọc tự nhiên sẽ ưu tiên những gen điều chỉnh nào có hiệu ứng làm chậm tuổi mà ở đó gen bệnh múa giật được bật lên. Theo như lý thuyết của Medawar hay William, điều này chính là lý do vì sao gen này bình thường không được bật lên cho đến tuổi trung niên. Vào một thời gian xa xưa nào đó, chắc nó hoàn toàn có thể là một gen chín muồi vào lúc trẻ, nhưng chọn lọc tự nhiên lại thiên về phía làm chậm hiệu ứng chết người của nó cho đến tuổi trung niên. Dĩ nhiên là vẫn còn một áp lực tiến hóa nhẹ nào đó đẩy nó lên đến tuổi già, nhưng áp lực này là yếu bởi vì có rất ít nạn nhân chết đi trước khi sinh con cái và truyền gen này đi.

Gen gây bệnh múa giật là một ví dụ rất rõ ràng về gen gây chết người. Còn rất nhiều gen khác tuy không phải tự chúng là gây chết nhưng lại có hiệu ứng làm tăng khả năng chết do một nguyên nhân khác, và được gọi là gen gây chết thứ cấp. Một lần nữa, thời điểm bật lên của chúng cũng có thể bị ảnh hưởng bởi các gen điều chỉnh và do đó được làm chậm lại hay tăng nhanh lên bởi chọn lọc tự nhiên. Medawar nhận thấy rằng sự yếu đi của tuổi già có thể là biểu hiện của sự tích lũy các hiệu ứng của các gen gây chết và các gen gây chết thứ cấp. Các hiệu ứng này đã được đẩy lùi càng ngày càng lâu hơn trong chu trình cuộc đời, và việc chúng có thể lọt qua chiếc lưới sinh sản tới các thế hệ tương lai chỉ đơn thuần là do chúng hoạt động trễ mà thôi.

Sự phát triển mà G.C William, vị “lão trượng” của những nhà theo thuyết Darwin người Mỹ, đưa vào câu chuyện năm 1950 là một kết quả quan trọng. Nó đưa ta trở lại vấn đề đánh đổi về mặt kinh tế. Để hiểu nó, đầu tiên chúng ta phải đưa ra một số thông tin cơ bản cần thiết. Một gen thường có nhiều hơn một hiệu ứng, thường trên những phần cơ thể rất phân biệt ở vẻ bề ngoài. Hiện tượng gọi là “đa tác động” (pleiotropy) này không chỉ là một thực tế, mà còn là một thứ mà chúng ta thấy rất dễ xảy ra khi biết rằng gen thường gây hiệu ứng lên sự phát triển phôi và sự phát triển này là một quá trình rất phức tạp. Như vậy, mọi đột biến nào cũng có nhiều khả năng sẽ có không phải là một mà là một số hiệu ứng. Dù một trong một số các hiệu ứng của nó có thể có lợi, có rất ít khả năng để nhiều hơn một hiệu ứng là có lợi. Điều này đơn giản chỉ do hầu hết các hiệu ứng do đột biến đều xấu. Ngoài việc đây là một thực tế, ta cũng hoàn toàn có thể hiểu là về nguyên tắc nó rất dễ xảy ra: nếu ta có một cơ cấu làm việc hết sức

tinh vi phức tạp - như một cái radio chẳng hạn - sẽ có rất nhiều cách hơn để làm cho nó trở nên tồi đi so với số cách để làm cho nó tốt hơn.

Bất cứ khi nào chọn lọc tự nhiên ưu tiên một gen do hiệu ứng của nó lên sinh vật lúc còn trẻ - chẳng hạn như độ hấp dẫn tình dục của một con đực lúc trẻ trai - đều có khả năng có mặt trái của nó: chẳng hạn như một bệnh nào đó vào lúc trung niên hay lúc về già. Về mặt lý thuyết, các hiệu ứng theo tuổi tác cũng có thể là theo cách ngược lại, nhưng theo như logic của Medawar, chọn lọc tự nhiên hầu như sẽ không ưu tiên (gen gây) bệnh tật ở tuổi trẻ chỉ bởi vì hiệu ứng có lợi của chính gen đó vào lúc tuổi già. Hơn nữa, ở đây chúng ta lại có thể để ý đến vấn đề về gen điều chỉnh. Mỗi một trong các hiệu ứng của một gen, những hiệu ứng xấu và tốt của nó, có thể có thời gian bật lên của nó thay đổi trong quá trình tiến hóa. Theo nguyên lý Medawar, các hiệu ứng có lợi đều có khuynh hướng chuyển lên thời kỳ đầu của cuộc đời, trong khi các hiệu ứng có hại sẽ có khuynh hướng bị trì hoãn lại cho đến sau này. Hơn nữa, trong một số trường hợp sẽ có một sự đánh đổi trực tiếp giữa các hiệu ứng sớm và muộn. Điều này đã được nói tới trong bàn luận của ta về cá hồi. Nếu một sinh vật có nguồn tài nguyên hữu hạn để dùng, ví dụ như vào việc trở nên khỏe mạnh về thể chất hơn là có khả năng nhảy thoát khỏi nguy hiểm, mọi “sở thích” dùng các tài nguyên đó sớm sẽ được ưu tiên hơn so với “sở thích” dùng chúng về sau. Những cá thể dùng muộn hơn đều có khả năng chết do các nguyên nhân khác trước khi có cơ hội để dùng các tài nguyên đó. Nếu diễn giải luận điểm tổng quát của Medawar theo một kiểu ngược từ sau ra trước dùng ngôn ngữ mà ta đã giới thiệu trong Chương 1, thì mọi người đều bắt nguồn từ một dòng dõi liên tục các tổ tiên mà tất cả họ đều trải qua thời trẻ tuổi và rất nhiều trong số họ đã không quá già vào lúc sinh con. Cho nên chúng ta có khuynh hướng thừa hưởng tất cả những phẩm chất của một con người trẻ, nhưng không nhất thiết là tất cả những phẩm chất của một người già. Chúng ta có khuynh hướng thừa hưởng những gen làm cho chúng ta chết chỉ rất lâu sau khi chúng ta sinh ra, mà không phải những gen làm cho chúng ta chết chẳng bao lâu sai khi chúng ta sinh ra.

Trở lại với phần mở đầu bi quan của chương này ta thấy, khi hàm thỏa dụng - cái mà được cực đại hóa - là sự tồn tại của ADN, nó sẽ không phải là một công thức cho ra hạnh phúc. Miễn làm sao cho ADN được truyền đi, còn việc ai hay cái gì bị thiệt hại trong quá trình đó là không quan trọng. Sẽ tốt hơn cho gen của con tò vò của Darwin khi con sâu vẫn còn sống, và do đó thịt vẫn còn tươi khi bị ăn, bất chấp mọi sự đau đớn của con sâu. Gen chẳng bao giờ quan tâm đến sự đau đớn của ai cả, bởi vì chúng chẳng quan tâm đến thứ gì.

Nếu (Đức Mẹ) Tự Nhiên mà nhân từ, thì ít nhất bà sẽ làm giảm đi chút nào nỗi đau đó bằng cách gây mê những con sâu trước khi chúng bị ăn sống từ bên trong. Nhưng Tự Nhiên không nhân từ cũng không ác độc. Bà cũng không chống lại sự đau đớn mà cũng không ủng hộ nó. Tự Nhiên không để ý đến sự đau đớn theo bất cứ cách nào, ngoại trừ khi nó ảnh hưởng đến sự tồn tại của ADN. Ta có thể dễ dàng tưởng tượng ra một gen, ví dụ như gen gây mê con linh dương trước khi nó sắp sửa hứng chịu nỗi đau của một cú tát. Một gen như thế có được ưu tiên bởi chọn lọc tự nhiên không? Không, trừ khi hành động an thần con linh dương làm tăng cơ hội truyền sang các thế hệ tương lai của gen đó. Thật khó để ta nghĩ có thể nghĩ là điều này lại xảy ra, và thế là chúng ta có thể đoán là những con linh dương luôn hứng chịu những cơn đau kinh hoàng và nỗi sợ ghê gớm khi chúng bị săn đến chết - như hầu hết trong số chúng cuối cùng đều như vậy. Tổng lượng đau đớn trong một năm trong thế giới tự nhiên vượt ra ngoài mọi suy tư một cách nghiêm chỉnh của chúng ta.

Các nhà thần học đang phải bận tâm đến “vấn đề của cái ác” và cái liên quan là “vấn đề của sự đau đớn”. Vào cái ngày tôi bắt đầu đặt bút viết đoạn này, các báo chí Anh đều đưa tin một xe buýt chở đầy học sinh của trường Roman Catholic (Công Giáo La Mã) bị tai nạn dường như không vì một lý do nào cả, và kết quả là toàn bộ người trên xe đều chết. Và đó không phải là lần đầu tiên, các giáo sĩ bùng nổ trước câu hỏi về niềm tin mà phóng viên một tờ báo ở Luân Đôn (*The Sunday Telegraph* - *Điện Báo Chủ Nhật*) đặt ra thế này: “Làm sao có thể tin vào Thượng Đế đầy tình thương và quyền lực khi mà Người đã cho phép một thảm kịch như vậy xảy ra?” Bài báo tiếp tục với phần trích dẫn câu trả lời của một linh mục: “Câu trả lời đơn giản là chúng ta không biết tại sao lại phải có một Thượng Đế, người đã để cho những điều tồi tệ như thế xảy ra. Nhưng sự kinh hoàng của tai nạn, đối với một người Công Giáo, xác nhận sự thật rằng ta

đang sống trong một thế giới với những giá trị: tích cực và tiêu cực. Nếu vũ trụ chỉ toàn electron mà thôi, thì sẽ chẳng có vấn đề của cái ác hay đớn đau”.

Ngược lại, nếu như vũ trụ chỉ toàn là electron và các anh chàng gien ích kỷ, những thảm kịch vô nghĩa như là tai nạn của chiếc xe buýt đó chính xác là những gì chúng ta có thể trông chờ, cùng với những vận *may* cũng vô nghĩa không kém. Một vũ trụ như thế sẽ chẳng có một mục đích xấu xa hay tốt đẹp gì cả. Ta sẽ không thấy ở nó một mục đích thuộc bất cứ kiểu gì. Trong một vũ trụ của những động lực vật lý vô tri và của sự nhân bản gien, sẽ có ai đó chịu thiệt, những người khác sẽ gặp may, và ta không thể thấy một ý nghĩa hay một lý do nào trong đó cả, mà cũng chẳng có cái gọi là lẽ phải hay công bằng. Vũ trụ mà ta đang thấy đang có đúng những tính chất mà ta có thể trông chờ về mặt bản chất: không phải do ai thiết kế ra, không có mục đích, không xấu và không tốt, không có gì ngoài sự vô tri, sự dửng dưng tuyệt đối. Như nhà thơ sầu A.E. Housman đã diễn tả:

Hỡi Tự Nhiên, vô tâm, vô tri, ời Tự Nhiên

Không bao giờ biết cũng chẳng màng để tâm

ADN không hiểu cũng không để tâm.

ADN chỉ tồn tại.

Và chúng ta múa theo điệu nhạc của nó.

CHƯƠNG 5

QUẢ BOM NHÂN BẢN

Hầu hết các vì sao - điển hình là mặt trời của chúng ta - cháy sáng ổn định qua hàng tỷ năm. Vào những lúc cực kỳ hiếm hoi, ở một nơi nào đó trong thiên hà, một vì sao bỗng rực sáng rồi hóa thành một siêu sao mới[44] mà không hề có tín hiệu báo trước. Khoảng vài tuần, nó tăng độ sáng lên gấp hàng tỷ lần rồi lại dần đi thành một tàn dư tăm tối. Suốt những ngày ngắn ngủi trong vai siêu sao, nó phát ra năng lượng nhiều hơn tổng năng lượng mà nó phát ra trong suốt hàng trăm triệu năm trước đó trong vai một ngôi sao bình thường. Nếu mặt trời của ta bỗng “vụt thành siêu sao”, toàn bộ hệ mặt trời sẽ bốc hơi ngay tức khắc. May thay điều này cực kỳ khó xảy ra. Trong thiên hà hàng trăm tỷ ngôi sao của chúng ta, chỉ có ba vụ nổ siêu sao mới từng được các nhà thiên văn ghi chép lại: năm 1054, 1572 và năm 1604. Đám Tinh Vân Con Cua là tàn tích của vụ nổ năm 1054, ghi nhận bởi các nhà thiên văn Trung Hoa. (Khi tôi nói đến sự kiện “năm 1054” thì tất nhiên tin tức của nó đến được Trái Đất vào năm 1054, chứ bản thân sự kiện thì đã xảy ra sáu ngàn năm trước đó. Bề mặt sóng ánh sáng từ đó đến được chúng ta vào năm 1054). Từ năm 1604 lại đây, những vụ nổ như thế chỉ quan sát được ở các thiên hà khác.

Có một kiểu nổ khác mà các ngôi sao có thể trải qua. Thay vì “vụt thành siêu sao” nó “vụt thành bom thông tin”. Vụ nổ bắt đầu chậm hơn, mất nhiều thời gian hơn để hình thành, chậm tới mức không thể so sánh được với vụ nổ siêu sao. Chúng ta có thể gọi nó là một quả bom thông tin hay một quả bom nhân bản. Trong vài tỷ năm đầu hình thành, ta chỉ có thể phát hiện ra một quả bom nhân bản khi ở gần sát nó. Cuối cùng, những biểu hiện tinh tế của vụ nổ bắt đầu rò rỉ ra ngoài đến những vùng xa xôi hơn trong không gian, và rồi nó có thể được phát hiện từ một khoảng cách xa hơn. Chúng ta không thể biết được kiểu nổ này sẽ kết thúc ra sao. Có thể cuối cùng nó cũng lui đi như một siêu sao, nhưng chúng ta không biết được nó sẽ lên đến mức nào. Có lẽ là đến một vụ sụp đổ dữ dội. Hay có lẽ đến mức các vật thể phát ra một cách lặp đi lặp lại, di chuyển theo một quỹ đạo có điều khiển, thay vì một quỹ đạo kiểu đường đạn đơn giản, đi xa khỏi ngôi sao ấy để đến những vùng không gian xa xôi hơn, ở đó nó lại gieo mầm mống bùng nổ lên các hệ ngôi sao khác.

Lý do mà ta biết quá ít về quả bom nhân bản trong vũ trụ là bởi vì chúng ta chỉ mới biết được một trường hợp, và một trường hợp thì không đủ để tổng quát hóa nó lên. Trường hợp ấy vẫn còn đang tiếp diễn. Nó đã tiếp diễn được ba bốn tỷ năm rồi, và nó mới chỉ đạt đến ngưỡng tràn từ vùng xung quanh ngôi sao đó ra ngoài không gian. Ngôi sao đang nói là Sól, một ngôi sao lùn vàng nằm gần phía rìa của thiên hà chúng ta, ở trong một cánh tay xoắn ốc. Chúng ta gọi nó là mặt trời. Vụ nổ thực ra bắt nguồn từ một vệ tinh có quỹ đạo gần đó, nhưng năng lượng dẫn đến vụ nổ lại bắt nguồn từ toàn bộ mặt trời. Vệ tinh này, tất nhiên rồi, là Trái Đất. Còn vụ nổ đã bốn tỷ năm nay, hay còn gọi là quả bom nhân bản, được gọi là sự sống. Chúng ta, những con người, là một biểu hiện cực kỳ quan trọng của quả bom nhân bản, bởi vì chính vì thông qua chúng ta - qua bộ não, qua nền văn minh biểu tượng và công nghệ của chúng ta - mà vụ nổ này mới có thể đi đến giai đoạn tiếp theo và vang vọng ra không gian sâu thẳm.

Như tôi vừa nói, cho đến tận ngày nay quả bom nhân bản đó là quả bom duy nhất ta biết đến trong vũ trụ này, nhưng điều này không có nghĩa là những vụ nổ kiểu này hiếm hơn vụ nổ siêu sao. Phải công nhận là siêu sao được phát hiện ba lần trong thiên hà của chúng ta, nhưng chính do khối năng lượng khổng lồ phóng ra, siêu sao dễ được nhận thấy hơn rất nhiều từ xa. Trong khi đó, đến mãi tận vài thập kỷ trước, các làn sóng radio do con người tạo ra mới bắt đầu phát ra từ hành tinh này. Nếu không, vụ nổ sự sống của chúng ta sẽ tiếp diễn mà cả những quan sát viên trên những hành tinh gần đây cũng không thể nào phát hiện được. Trước đó, có lẽ biểu hiện duy nhất của “quả bom sự sống” của chúng ta chỉ là Rạn san hô Great Barrier[45].

Nổ siêu sao là một vụ nổ khổng lồ, bất ngờ và đường đột. Bất kỳ vụ nổ nào cũng được khơi mào bởi một đại lượng nào đó vượt quá ngưỡng giới hạn, rồi sau đó mọi thứ tăng lên đến mức không thể kiểm soát được, từ đó tạo ra kết quả lớn hơn rất nhiều so với sự kiện khơi mào đầu

tiên. Sự kiện khởi mào của quả bom nhân bản là sự xuất hiện của các thực thể nhân bản. Lý do khiến sự tự nhân bản có tiềm năng bùng nổ, giống như mọi vụ nổ khác, chính là sự tăng trưởng theo hàm mũ - vật chất càng nhiều cường độ càng lớn. Một khi đã có một vật thể tự nhân bản, chẳng bao lâu ta sẽ có hai. Rồi hai bản sao đó lại tạo ra những bản sao của chính nó, và chúng ta có bốn. Rồi tám, rồi mười sáu, rồi ba mươi hai, sáu mươi tư... Chỉ cần sau 30 thế hệ nhân đôi này ta đã có nhiều hơn một tỷ. Sau 50 thế hệ, ta có một triệu tỉ. Và sau 200 thế hệ, ta sẽ có 1 triệu triệu triệu triệu triệu triệu triệu triệu triệu triệu. Đó là về mặt lý thuyết. Trong thực tế, nó không bao giờ vượt qua ngưỡng đó. Bởi đó là một con số còn lớn hơn cả số nguyên tử trong vũ trụ. Quá trình bùng nổ của sự tự sao chép, phải bị giới hạn lại rất lâu trước khi nó đạt đến 200 thế hệ nhân đôi một cách tự do.

Chúng ta không có bằng chứng về sự kiện nhân bản khởi đầu trên hành tinh này. Chúng ta có thể suy ra rằng chắc chắn nó đã xảy ra, bởi vì những thành quả của nó đang ở đây, mà chúng ta là một phần trong đó. Chúng ta không biết chính xác điều gì dẫn tới việc khởi đầu của sự tự nhân bản, nhưng chúng ta có thể suy ra nó thuộc loại nào. Nó là một phản ứng hóa học.

Hóa học là một vở kịch đang diễn ra trên mọi ngôi sao và mọi hành tinh. Các diễn viên trong vở kịch này là các nguyên tử và các phân tử. Ngay cả những nguyên tử hiếm nhất cũng đông hơn những gì mà ta quen đo đếm. Issac Asimov tính toán rằng số lượng phân tử của các nguyên tố hiếm astatine-215 trên toàn bộ vùng đất bắc và nam Mỹ, sâu xuống 10 dặm, là “chỉ có một ngàn tỉ”. Đơn vị nền tảng của hóa học là những đối tác trao đổi với nhau để tạo ra một tập hợp các đơn vị lớn hơn: Phân tử. Không giống như các cá thể của một loài hay các cây đàn violon Strat[46], dù có đông đúc bao nhiêu đi nữa các phân tử cùng loại cũng luôn luôn giống hệt nhau. Các vũ điệu nguyên tử khiến một số phân tử trở nên đông đúc hơn là “thành công”. Nhưng đấy chỉ là bị dụ dỗ mà thôi. Bởi vì, sự thành công, theo đúng nghĩa của từ này, là một tính chất chỉ xuất hiện ở giai đoạn sau này trong câu chuyện của chúng ta.

Thế thì, sự kiện nào dẫn tới giới hạn trọng yếu để bắt đầu vụ nổ sự sống? Tôi đã nói rằng đó chính là sự xuất hiện của các thực thể tự nhân bản, một cách tương đương, chúng ta cũng có thể coi nó là sự khởi đầu của hiện tượng di truyền - một quá trình mà ta có thể gắn mác “cha nào con nấy”. Đây không phải là điều các phân tử thể hiện ra theo cách thông thường. Các phân tử nước, mặc dù tập hợp thành những phân tử khổng lồ, chúng lại chẳng thể hiện điều gì giống sự di truyền cả. Quần thể các phân tử nước (H_2O) tăng lên khi hydro (H) cùng cháy với oxy (O). Quần thể các phân tử nước giảm xuống khi nước bị điện phân tách ra thành các bong bóng hydro và oxy. Nhưng mặc dù có sự vận động trong quần thể phân tử nước, ta vẫn chưa thấy có sự di truyền nào. Điều kiện tối thiểu cho sự di truyền sẽ là phải có ít nhất hai loại phân tử nước H_2O riêng biệt, cả hai đều cho ra những bản sao của chính chúng.

Thỉnh thoảng phân tử tồn tại dưới dạng hai loại đối xứng nhau như hình ảnh gương. Có hai loại phân tử đường glucose, cả hai đều có những nguyên tử giống hệt nhau được ghép lại với nhau giống như đồ chơi Lego, chúng giống hệt nhau, chỉ khác là chúng là hình ảnh gương của nhau. Các loại phân tử đường khác cũng vậy, và ngoài ra còn rất nhiều các phân tử khác nữa, bao gồm cả các phân tử quan trọng bậc nhất: axit amin. Có lẽ ở đây có một cơ hội nào đó cho sự “cha nào con nấy” - cho sự di truyền hóa học chẳng? Các phân tử có chiều tay phải có thể đẻ ra các phân tử con chiều tay phải và các phân tử chiều tay trái có thể sinh ra các anh chàng chiều tay trái không? Trước hết, ta cần một số thông tin cơ sở về các phân tử đối xứng gương cái đã. Hiện tượng này đầu tiên được nhà khoa học vĩ đại người Pháp thế kỉ mười chín Louis Pasteur phát hiện ra khi ông xem xét cấu trúc tinh thể của tartrate, một loại muối của axit tartaric, vốn là một hợp chất quan trọng trong rượu vang. Một tinh thể là một khối rắn, đủ lớn để có thể thấy bằng mắt thường (nhiều khi còn có thể xâu lại để đeo quanh cổ nữa!). Nó được tạo thành từ các nguyên tử hay phân tử cùng loại xếp chồng lên nhau tạo ra một thể rắn. Chúng không xếp chồng lên nhau vô trật tự mà theo những chuỗi hình học trật tự, như những anh lính diễu hành giống hệt nhau và theo một kỉ luật sắt. Các phân tử là một phần của tinh thể tạo ra một khuôn mẫu để các phân tử mới bên ngoài thêm vào. Những phân tử này xuất phát từ trong dung dịch và có thể lắp vừa khớp vào, nên toàn bộ tinh thể lớn lên thành một mạng lưới hình học rất rõ ràng. Vì thế nên các tinh thể mới có mặt hình vuông và tinh thể kim cương có dạng

tứ diện (hình kim cương). Khi một hình mẫu nào đó đóng vai trò khuôn mẫu để tạo ra một hình khối khác giống như nó, chúng ta có ý niệm sơ khai về khả năng tự nhân bản.

Bây giờ chúng ta quay trở lại với các tinh thể tartrate của Pasteur. Pasteur để ý rằng khi ông để dung dịch tartrate vào trong nước, *hai* loại tinh thể xuất hiện, giống hệt nhau ngoại trừ việc chúng là các hình ảnh gương của nhau. Rất công phu, ông phân hai loại tinh thể ra hai nhóm riêng rẽ nhau. Khi tái hòa tan chúng riêng rẽ, ông có được hai dung dịch khác nhau, hai loại tartrate trong dung dịch. Mặc dù hai dung dịch này tương tự nhau ở hầu hết mọi khía cạnh, Pasteur nhận thấy rằng chúng quay ánh sáng phân cực theo hai hướng ngược nhau. Chính điều này đã cho hai loại phân tử các tên quy ước của chúng: chiều tay trái và chiều tay phải, vì chúng quay ánh sáng phân cực theo hướng ngược và xuôi kim đồng hồ. Như bạn cũng có thể đoán được, khi hai dung dịch này lại được tinh thể hóa một lần nữa, mỗi một trong hai sẽ tạo ra một tinh thể tinh khiết làm hình ảnh gương của tinh thể tạo ra bởi dung dịch kia.

Các phân tử hình ảnh gương của nhau được phân biệt ở chỗ, giống như giày trái và giày phải, cho dù cố gắng xoay chúng theo bất cứ hướng nào đi nữa, bạn cũng không thể nào khiến chúng trùng lên nhau được. Dung dịch ban đầu của Pasteur là một quần thể hỗn hợp hai loại phân tử, và mỗi loại luôn nhất nhất chỉ kết hợp với loại của chúng khi tinh thể hóa. Sự có mặt của hai (hay nhiều hơn) loại riêng biệt của một thực thể là điều kiện cần để có được sự di truyền đích thực, nhưng nó không đủ. Vì để có được sự di truyền đích thực, các tinh thể mỗi chiều phải phân đôi ra khi chúng đạt tới kích thước tới hạn và mỗi một nửa đóng vai trò khuôn mẫu để lớn thêm lên đến mức đầy đủ (kích thước tới hạn đó). Dưới các điều kiện này chúng ta thực sự sẽ có một cộng đồng tăng trưởng của hai loại tinh thể đối nghịch nhau. Chúng ta thực sự có thể nói về “sự thành công” trong quần thể, bởi vì - do cả hai loại đấu tranh với nhau để dành được cùng các nguyên tử cấu thành - một loại có thể trở nên đông hơn trước sự thiệt hại của loại kia, nhờ vào sự “giỏi” tạo ra các bản sao của chính nó. Thật không may, đại đa số các phân tử đã biết không có được tính chất phi thường này của sự di truyền.

Tôi nói “thật không may” bởi vì như sau. Khi các nhà hóa học cố gắng tạo ra các phân tử, ví dụ như toàn bộ là chiều trái, họ thật sự muốn có thể “gây giống” chúng lên. Nhưng, mặc dù các phân tử các phân tử có thể đóng vai trò cái khuôn để tạo ra các phân tử khác, thường chúng lại tạo ra hình ảnh gương của mình mà không tạo ra loại cùng chiều. Điều này gây rất nhiều khó khăn, bởi vì xuất phát với loại chiều trái bạn sẽ thu được một hỗn hợp của các phân tử chiều trái và chiều phải với số lượng như nhau. Các nhà hóa học làm việc trong lĩnh vực này vẫn đang cố gắng đánh lừa các phân tử để chúng “để” ra các phân tử con cùng loại. Nhưng đây là một mảnh lừa rất khó thực hiện trọn vẹn.

Trên thực tế, mặc dù có lẽ không liên quan đến chiều phải hay chiều trái, một kiểu đánh lừa như thế này đã được thực hiện tự nhiên và tự phát từ hàng tỷ năm trước, khi thế giới đang rất mới và vụ nổ hình thành sự sống và thông tin đang bắt đầu. Nhưng ta cần một cái gì đó nhiều hơn sự di truyền giản đơn để cho vụ nổ có thể khởi đầu một cách chính thức được. Ngay cả khi một loại phân tử có sự di truyền đích thực giữa các dạng chiều trái và chiều phải, bất kì một sự cạnh tranh nào giữa chúng đều không tạo ra một hệ quả thú vị nào, vì rốt cuộc cũng chỉ có hai loại. Ví dụ, khi một loại tay trái dành thắng lợi trong cuộc cạnh tranh, đó là lúc vấn đề kết thúc. Sẽ chẳng có thêm tiến trình nào nữa.

Các phân tử lớn hơn có thể cho thấy tính phải trái ở các phần khác nhau trên mình của nó. Chẳng hạn, phân tử kháng sinh monensin có mười bảy tâm á xứng. Tại mỗi một trong số mười bảy tâm này, có một dạng tay trái và dạng tay phải. Hai nhân với chính nó 17 lần là 131072, và vì thế có 131072 dạng khác biệt của các phân tử này. Nếu cả 131072 dạng này có được tính chất của sự di truyền đích thực, với mỗi một dạng chỉ giống với loại của chính nó, sẽ có một cuộc cạnh tranh khá phức tạp, và các thành viên thành công nhất của tập hợp 131072 phân tử này dần dần khẳng định mình thông qua những lần “điều tra dân số” liên tiếp. Nhưng ngay cả điều này cũng chỉ có một loại di truyền hạn hữu, bởi vì 131072, dù là một số lớn, vẫn là hữu hạn. Để vụ bùng nổ sự sống xứng đáng với tên gọi của nó, di truyền là cần thiết nhưng ta cũng phải cần đến sự đa dạng kết thúc mở và không hạn định.

Ở vấn đề di truyền hình ảnh gương, chúng ta đã đi đến cuối con đường với monensin và

không tiến thêm được nữa. Nhưng kiểu chiều phải đối lại với chiều trái không phải là kiểu tạo khác biệt duy nhất mà có thể thích hợp với việc sao chép mang tính di truyền. Julius Rebek và các cộng sự của ông ở Viện Công Nghệ Massachusetts (MIT) là các nhà hóa học đã đương đầu với những thử thách nghiêm túc trong việc tạo ra các phân tử tự nhân bản. Các biến thể mà họ sử dụng không phải là các hình ảnh gương của nhau. Rebek và các cộng sự lấy hai phân tử nhỏ - tên cụ thể không quan trọng, nên ta cứ gọi chúng là A và B. Khi A và B được trộn với nhau trong dung dịch, chúng hợp lại để tạo ra một hợp chất thứ ba gọi là - bạn đoán được rồi - C. Mỗi một phân tử C hoạt động như một cái khuôn. Các phân tử A và B, vốn trôi nổi tự do trong dung dịch, tự động đi vào khuôn. Một A và một B phải chen vào khuôn theo đúng vị trí, và bằng cách đó chúng được sắp xếp một cách chính xác để tạo ra một C mới, giống như cái trước. Các C này không dính lại với nhau để tạo ra tinh thể, mà tách rời nhau ra. Cả hai C bây giờ đều có thể làm khuôn để tạo ra các C mới, cho nên dân số của C tăng theo hàm mũ.

Theo như mô tả cho đến giờ, hệ thống này không cho thấy một sự di truyền theo đúng nghĩa, nhưng cho thấy một khả năng tạo ra nó. Phân tử B tồn tại ở một số dạng, mỗi một trong số chúng kết hợp với phân tử A để tạo ra phiên bản C của riêng chúng. Nên ta có C_1 , C_2 , C_3 và vân vân. Mỗi một trong số các phiên bản của phân tử C này lại hoạt động như một cái khuôn để tạo ra các C của riêng mình. Quần thể C do đó không thuần nhất. Hơn nữa, các loại khác nhau của C không hiệu quả như nhau để tạo ra các phân tử con. Cho nên ta có một sự cạnh tranh giữa các phiên bản đối nghịch nhau của C trong cộng đồng các phân tử C. Hay hơn nữa, ta có thể tạo ra "các đột biến tự phát" của phân tử C bằng bức xạ tử ngoại. Loại đột biến này cho thấy nó có thể "tự sinh đẻ" khi cho ra các phân tử con chỉ giống như nó. Tuyệt vời thay, biến thể mới này vượt trội loại cha mẹ và nhanh chóng chiếm lĩnh thế giới trong ống nghiệm mà các loài tiền-sinh này tồn tại. Tổ hợp A/B/C không phải là tập hợp phân tử duy nhất có tính chất này. Ví dụ còn có D,E và F nữa, là một bộ ba tương đương. Nhóm của Rebek thậm chí còn có thể tạo ra các loại lai tự nhân bản giữa các tổ hợp A/B/C và D/E/F.

Các phân tử tự sao chép đích thực mà ta biết trong tự nhiên - các axit nucleic ADN và ARN - có một tiềm năng biến đổi phong phú hơn nhiều. Trong khi các nhân bản tử Rebek là một chuỗi (dây xích) với chỉ hai mối nối (mắt xích), một phân tử ADN là một chuỗi với độ dài không giới hạn; mỗi một trong số một hàng trăm mắt xích của chuỗi có thể là một trong bốn loại; và một đoạn ADN hoạt động như một khuôn mẫu để tạo ra phân tử ADN mới, mỗi một trong số bốn loại đóng vai trò là một khuôn mẫu cho một loại nhất định khác nó trong bốn. Bốn đơn vị này, được gọi là cơ sở, là các hợp chất adenine, thymine, cytosine và guanine, theo quy ước được gọi tắt là A,T,C và G. A luôn luôn là khuôn của T, và ngược lại. Còn G luôn luôn làm khuôn cho C và ngược lại. Bất kì một trật tự nào của A,T,C và G đều có thể được và sẽ nhân đôi một cách trung thực. Hơn nữa, vì các chuỗi ADN có độ dài bất kì, chuỗi các biến thể có thể có trên thực tế là vô hạn. Đây là một công thức tiềm tàng cho một vụ nổ thông tin mà sự vang vọng của nó cuối cùng có thể vượt khỏi hành tinh nhà để đến các vì sao.

Những tiếng vang vọng của vụ nổ các nhân bản tử của hệ mặt trời chúng ta lâu nay vẫn chỉ giới hạn trên hành tinh nhà trong hầu hết thời gian bốn tỉ năm từ khi nó xuất hiện. Chỉ trong khoảng một triệu năm trở lại đây một hệ thần kinh có khả năng phát minh ra công nghệ sóng radio mới bắt đầu xuất hiện. Và chỉ trong vài thập kỷ qua hệ thần kinh đó mới thực sự phát triển công nghệ sóng radio. Bây giờ, một lớp vỏ những làn sóng radio giàu thông tin đang nở ra bên ngoài từ hành tinh đó với tốc độ ánh sáng.

Tôi nói "giàu thông tin" để phân biệt với hàng bao nhiêu loại sóng radio đã có từ trước đó và đang vang vọng khắp vũ trụ. Các ngôi sao bức xạ ra các sóng với tần số radio và cả tần số mà ta gọi là ánh sáng khả kiến. Thậm chí còn có cả tiếng ồn tàn dư từ vụ nổ lớn ban đầu mà đã khai sinh ra thời gian và vũ trụ. Nhưng sóng radio đó không mang những kiểu mẫu có ý nghĩa: nó không giàu thông tin. Một nhà thiên văn chuyển về tín hiệu radio trên một hành tinh quay quanh Proxima Centauri^[47] cũng có thể thu nhận được cùng tiếng ồn do bức xạ tàn dư như những nhà thiên văn của ta, nhưng cũng có thể nhận thấy một kiểu mẫu tinh vi phức tạp hơn rất nhiều trong các sóng radio phát ra từ hướng ngôi sao Sol.

Nhà thiên văn này sẽ không nhận dạng kiểu mẫu thông tin ấy như một hỗn hợp các chương

trình tivi đã bốn năm tuổi (ngôi sao cách chúng ta bốn năm ánh sáng, ND), mà *chắc* lẽ sẽ nhận diện nó là một thứ có cấu trúc và giàu thông tin hơn nhiều so với tiếng ồn tàn dư thường gặp. Những nhà thiên văn của chòm sao Nhân Mã sẽ reo lên sung sướng và báo cáo rằng ngôi sao Sol đã bùng ra một vụ nổ về mặt thông tin tương đương với vụ nổ siêu sao (họ sẽ đoán, nhưng không lấy làm chắc chắn, nhưng cái đó bắt nguồn từ một hành tinh quay quanh sao Sol).

Như chúng ta đã thấy, những quả bom nhân bản đi theo một quá trình thời gian chậm hơn rất nhiều so với các siêu sao. Quả bom nhân bản của chúng ta đã mất một số tỷ năm để đạt đến ngưỡng radio - thời điểm mà một phần thông tin về nó bắt đầu chảy tràn ra từ thế giới nhà và bắt đầu bao trùm những xung radio mang ý nghĩa lên các hệ thống và vì sao lân cận. Nếu vụ nổ thông tin của chúng ta là điển hình, ta có thể đoán rằng các vụ nổ thông tin đều trải qua một loạt các ngưỡng tới hạn từ thấp đến cao. Ngưỡng radio và, trước đó, ngưỡng ngôn ngữ đến khá trễ trên con đường hình thành của quả bom nhân bản. Trước những ngưỡng này, ít nhất là trên hành tinh này, có thể gọi là ngưỡng để có tế bào thần kinh. Còn trước đó thì có ngưỡng đa bào. Ngưỡng số một, ngưỡng mẹ của tất cả, chính là ngưỡng nhân bản tử, sự kiện khơi mào nào đã làm cho cả vụ nổ trở nên khả dĩ.

Điều gì quan trọng đến vậy ở những nhân bản tử? Làm sao mà sự xuất hiện ngẫu nhiên của một phân tử với tính chất đường như tế nhạ, là có thể làm một cái khuôn để tổng hợp ra một phân tử khác giống như chính nó, lại là ngôi của vụ nổ mà những tiếng vang vọng tốt cũng của nó có thể vượt xa ra khỏi giới hạn của các hành tinh? Như chúng ta vừa thấy, một phần sức mạnh của các nhân bản tử nằm ở sự tăng trưởng theo hàm mũ. Sự tăng trưởng theo hàm mũ này có một hình thái đặc biệt rõ ràng. Ta có thể thấy sơ tăng trưởng theo hàm mũ qua một ví dụ đơn giản gọi là thư chuối. Bạn nhận được một bưu thiếp có ghi rằng: “Hãy sao bưu thiếp này ra làm sáu bản rồi gửi đi cho sáu người bạn trong vòng một tuần. Nếu không làm điều này, bạn sẽ bị bùa mê rồi sẽ chết trong một cơn đau kinh khủng trong vòng một tháng”. Nếu là một người tỉnh táo bạn sẽ vất lá thư đi ngay. Nhưng cũng có nhiều người không tỉnh táo; họ hơi bị lồi cuồn, hay cảm thấy sợ bởi lời đe dọa nên gửi đi sáu bản sao đến những người khác. Nếu tính trung bình một phần ba số người nhận bưu thiếp này tuân theo lời hướng dẫn ghi trên đó, số lượng bưu thiếp gửi đi sẽ nhân đôi mỗi tuần. Về mặt lý thuyết, điều này có nghĩa là số lượng bưu thiếp được gửi đi sau một năm sẽ là 2 mũ 52, tức là bốn triệu tỉ. Biển bưu thiếp ấy là đủ để nhận chìm mọi đàn ông, phụ nữ và trẻ em trên thế giới này.

Một khi không chịu sự thiếu hụt nguồn cung cấp, sự tăng trưởng theo hàm mũ luôn luôn dẫn đến những kết quả có số lượng lớn đến mức sừng sốt, trong một thời gian ngắn đến ngạc nhiên. Nhưng trên thực tế, các nguồn cung cấp có giới hạn, cả những nhân tố khác cũng làm giới hạn sự tăng trưởng đó. Như trong ví dụ trên của ta, người ta chắc sẽ bắt đầu đặt dấu hỏi và do dự khi lá thư chuối đó quay trở lại lần thứ hai. Trong cuộc cạnh tranh để có được nguồn cung cấp, các biến thể của các nhân bản tử, một cách ngẫu nhiên, trở nên hiệu quả hơn trong việc làm cho chúng được nhân ra. Những nhân bản tử hiệu quả hơn này sẽ có khuynh hướng thay thế những đối thủ kém hiệu quả của chúng. Ở đây điều rất quan trọng là chúng ta cần hiểu rằng không một thực thể nhân bản nào lại muốn làm cho mình được nhân lên một cách có ý thức. Nhưng một cách tất yếu, những nhân bản tử hiệu quả hơn luôn vượt qua các đối thủ mình về số lượng để chiếm đầy thế giới này.

Trong trường hợp thư chuối, trở nên hiệu quả hơn nghĩa là có những câu chữ thuyết phục hơn trên tấm thiệp. Thay vì lời nói đáng ngờ “nếu bạn không làm theo những lời trên tấm thiệp này bạn sẽ chết trong một cơn đau đớn kinh khủng trong vòng một tháng”, thông điệp có thể chuyển thành “Xin hãy làm ơn, tôi xin bạn hãy cứu lấy linh hồn của bạn và của tôi, đừng mạo hiểm: dù bạn có chút nào nghi ngờ đi nữa, hãy tuân theo lời hướng dẫn và gửi lá thư đi tiếp đến sáu người nữa”. Những “đột biến” như vậy có thể xảy ra hết lần này đến lần khác, và kết quả cuối cùng sẽ là một quần thể không đồng nhất các thông điệp cùng lưu thông, tất cả đều bắt nguồn từ thông điệp gốc ban đầu nhưng khác về cách diễn lời chi tiết ở độ mạnh và tính chất của những lời van lơn. Các biến thể thành công hơn sẽ tăng lên về số lượng trước sự thiệt thòi của các đối thủ kém thành công hơn. Ở đây thành công chỉ đơn thuần là đồng nghĩa với tần số lưu thông. “Thư St.Jude” là một ví dụ được biết đến rất nhiều cho sự thành công như thế; nó đã đi vòng quanh thế giới một số lần, chắc là tăng lên trong quá trình lưu thông đó. Khi tôi viết

cuốn sách này, Tiến sĩ Oliver Goodenough, Đại học Vermont, đã chuyển cho tôi một phiên bản sau đây và chúng tôi đã cùng viết một bài báo về nó, miêu tả nó là một “virus tinh thần” cho tạp chí *Nature*:

“VỚI TÌNH THƯƠNG YÊU MỌI THỨ ĐỀU CÓ THỂ”

(lá thư được giữ nguyên các lỗi chính tả. ND)

Tờ giấy này được gửi đến bạn để được may mắn. Bản gốc là ở New England. Nó đã được gửi vòng quanh thế giới 9 lần. Sự May Mắn đã được gửi tới bạn. Bạn sẽ nhận được vận may trong vòng 4 ngày sau khi nhận được lá thư này, chỉ chờ bạn tiếp tục gửi nó đi. Đây không phải trò đùa. Bạn sẽ nhận được vận may trong lá thư. Đừng gửi tiền. Gửi những bản sao đến những người mà bạn cho là cần vận may. Đừng gửi tiền dè niềm tin là vô giá. Đừng giữ lá thư này, nó phải rời khỏi tay bạn trong vòng 96 giờ. Một viên chức A.R.P Joe Elliott nhận được 40.000.000 đô. Geo. Welch mất vợ mình 5 ngày sau lá thư này. Ông ta đã không chịu gửi lá thư đi. Tuy nhiên trước cái chết của bà ông nhận được 75.000 đô. Làm ơn gửi các bản sao và bạn sẽ thấy những gì xảy ra sau 4 ngày. Chuỗi thư đến từ Venezuela và được viết bởi Saul Anthony Degnas, một nhà truyền đạo từ N.Mỹ. Bởi vì bản đó phải quay vòng trên thế giới. Bạn phải sao ra 20 bản và gửi đến bạn bè và các cộng sự sau một ít ngày bạn sẽ nhận được bất ngờ. Đây là tình yêu ngay cả khi bạn không mê tín. Hãy ghi chú điều sau đây: Cantonare Dias nhận lá thư này năm 1903. Ông yêu cầu T. ký sao chép ra và gửi đi. Mấy ngày sau ông trúng số 20 triệu đô. Carl Dobbit, một nhân viên văn phòng nhận được lá thư và quên rằng nó phải rời khỏi tay mình trong vòng 96 giờ. Ông ra mất việc. Sau khi tìm được lá thư ông ta sao ra và gửi đi 20. Một ít ngày sau ông ta nhận được công việc tốt hơn. Dolan Fairchild đã nhận được lá thư và không tin nên ném nó đi. Chín ngày sau ông ta chết. Năm 1987 một phụ nữ trẻ ở cali nhận được lá thư. Nó đã mờ và hầu như không đọc được. Cô tự hứa là sẽ gõ lại lá thư và gửi nó đi, nhưng cô để nó qua một bên để làm sau. Cô ta gặp phải vô số vấn đề, kể cả biết bao nhiêu rắc rối với chiếc xe hơi đắt tiền. Lá thư này đã không rời tay cô ấy trong vòng 96 giờ. Cô ấy cuối cùng gửi lại lá thư như đã hứa và cú một chiếc xe hơi mới. Nhớ không gửi tiền. Đừng bỏ qu cái này - nó có tác dụng đấy.

St. Jude

Lá thư nức cười trên có tất cả mọi dấu ấn của sự tiến hóa, qua một số lần đột biến. Có vô số lỗi chính tả và những điều vụng về, và người ta cũng biết là có nhiều phiên bản khác đang quay lòng vòng. Một số phiên bản khác biệt đáng kể cũng được gửi cho tôi từ khắp thế giới khi bài báo của chúng tôi được công bố trên *Nature*. Ví dụ một trong những phiên bản này, “viên chức A. R. P” được viết thành “viên chức R.A.F”. Lá thư St. Jude rất nổi tiếng đối với Bưu Điện Hoa Kỳ (USPS), họ cho biết nó đã từng quay vòng nhiều lần trước khi họ bắt đầu theo dõi chính thức và nó thường bùng phát trở lại như bệnh dịch.

Ta có thể thấy rằng, thứ may mắn cho những người tuân theo hay những tai họa cho những người bác bỏ được kể ra ở trong thư này chắc chắn không phải do chính nạn nhân hay người gặp may (nếu có) viết ra. Vận may đó không đến với người may mắn trước khi lá thư rời tay họ. Còn nạn nhân thì chẳng bao giờ gửi thư đi. Những chuyện này chắc chỉ được bịa ra - người ta cũng dễ dàng đoán ra từ sự vô lý trong nội dung của chúng. Đây chính là khía cạnh chính yếu cho thấy sự khác nhau giữa các thư chuỗi và các nhân bản tử tự nhiên đã khởi đầu vụ bùng nổ sự sống. Các thư chuỗi đầu tiên được khai sinh ra bởi con người và những thay đổi trong cách diễn đạt xuất phát từ bộ não con người. Khi vụ nổ sự sống khởi đầu, không có một đầu óc nào, không có sự sáng tạo nào và cũng không có ý định nào cả. Chỉ có hóa học mà thôi. Tuy vậy, một khi các chất hóa học tự nhân bản có cơ hội xuất hiện, sẽ có một khuynh hướng tự động để tạo ra các biến thể thành công hơn để tăng tần suất trên sự thiệt thòi của những biến thể kém thành công.

Cũng như trong trường hợp thư chuỗi, sự thành công của các nhân bản tử hóa học chỉ đơn giản là đồng nghĩa với tần suất lưu thông. Những đó chỉ là định nghĩa, và gần như là một phép

lập thừa. Sự thành công gặt hái được là nhờ có sự cạnh tranh trong thực tế, và có sự cạnh tranh là một thứ gì đó cụ thể và chắc chắn. Nó có thể mang nhiều tính chất, nhưng chắc chắn không phải là một phép lập thừa. Một phân tử nhân bản tử thành công là một phân tử có được những gì cần thiết giúp nó nhân bản lên. Trong thực tế, những thứ cần thiết này có thể biến đổi một cách vô hạn, ngay cả khi tính chất của chính các nhân bản tử có vẻ như đồng nhất một cách bất ngờ.

ADN đồng nhất đến mức nó hoàn toàn chỉ bao gồm những chuỗi biến đổi của cùng bốn “ký tự” - A, T, C, G. Bằng phép so sánh như chúng ta đã thấy trong các chương trước đây, các phương tiện mà các chuỗi ADN sử dụng để làm cho chính chúng được nhân lên có thể đa dạng đến chóng mặt. Bao gồm việc xây dựng những quả tim hiệu quả hơn cho những con hà mã, những cẳng chân đàn hồi hơn cho những con bọ, những đôi cánh có dáng khí động hơn cho những con chim én, những bong bóng nổi hơn cho cá. Mọi cơ quan và chi của động vật; gốc, rễ, lá và hoa của thực vật; mọi con mắt và bộ não và trí thông minh; và ngay cả những nỗi sợ hãi, những niềm hy vọng là các công cụ mà các chuỗi ADN thành công dùng để đưa mình tới tương lai. Chính các công cụ thì gần như đa dạng một cách vô hạn, nhưng các công thức để xây dựng các công cụ, ngược lại, lại đồng nhất đến mức kỳ quái. Chỉ là những phép hoán vị tiếp sau những phép hoán vị của A, T, C, G mà thôi.

Cũng có thể không phải lúc nào cũng vậy. Không có căn cứ cho thấy khi vụ nổ thông tin mới bắt đầu, các mã hạt giống đã được viết bằng ký tự ADN. Thực ra, toàn bộ nền công nghệ thông tin với ADN và protein làm nền tảng là rất tinh vi phức tạp - hay là “high tech”, như nhà hóa học Graham Cairns-Smith đã gọi - đã đến mức bạn không thể tưởng tượng được rằng nó đã xuất hiện một cách tình cờ, mà không có một hệ thống tự nhân bản nào đó làm tiền thân. Hệ thống tiền thân đó có thể là ARN; hay có thể là một thứ gì đó như là các phân tử tự nhân bản đơn giản của Julius Rebek; hay cũng có thể là thứ gì đó khác xa thế: một khả năng trớ trêu, mà tôi đã bàn đến một cách chi tiết trong cuốn *Tạo hóa vô tri*^[48], chính là đồ thuyết của Cairns-Smith (xem cuốn *Bảy manh mối về sự sống* của ông) nói rằng các tinh thể đất sét hữu cơ có thể là các nhân bản tử nguyên thủy. Mà cũng có thể chúng ta không bao giờ biết chắc được.

Bây giờ, những gì chúng ta có thể làm là đoán ra một bảng niên đại tổng quát của vụ nổ sự sống trên bất cứ hành tinh nào, bất cứ nơi đâu trong vũ trụ. Các chi tiết sẽ phụ thuộc vào các điều kiện tại chỗ. Hệ thống ADN/protein sẽ không thể hoạt động trong một thế giới với amoniac lỏng lạnh cóng, nhưng có lẽ một hệ thống gen và phôi thai nào đó lại có thể. Dù sao đi nữa, đó cũng chỉ là những chi tiết mà tôi muốn bỏ qua, bởi vì tôi muốn tập trung vào các nguyên lý không phụ thuộc vào hành tinh. Bây giờ tôi sẽ điếm qua một cách có hệ thống hơn danh sách các ngưỡng tới hạn mà bất kỳ một quả bom nhân bản trên hành tinh nào cũng chắc sẽ phải trải qua. Một số trong những ngưỡng này rất có thể thực sự là mạng tính phổ quát trong toàn vũ trụ. Cũng có thể không dễ xác định xem cái nào rất có thể là phổ quát, cái nào rất có thể là cục bộ địa phương, và chính câu hỏi này cũng đã thú vị rồi.

Ngưỡng tới hạn 1 chính là, tất nhiên rồi, Ngưỡng Nhân Bản Tử: sự xuất hiện kiểu hình của một hệ thống tự sao chép, trong đó có ít nhất một dạng sơ khởi ban đầu của sự biến dị di truyền, với những lỗi sao chép ngẫu nhiên thỉnh thoảng xuất hiện. Hệ quả của sự vượt Ngưỡng 1 là hành tinh sẽ có một quần thể hỗn hợp, trong đó các biến thể cạnh tranh nguồn cung cấp với nhau. Nguồn cung cấp sẽ hiếm - hay trở nên hiếm một khi cuộc cách tranh nóng lên. Một số phiên bản biến dị sẽ trở nên thành công trong việc giành được nguồn cung cấp hiếm đó. Một số khác trở nên kém thành công hơn. Và bây giờ ta có dạng căn bản của sự chọn lọc tự nhiên.

Đầu tiên, sự thành công giữa các nhân bản tử - đối thủ của nhau - chỉ đơn thuần ở tính chất trực tiếp của chúng - ví dụ, hình dạng của chúng phù hợp để làm khuôn mẫu đến mức nào.

Nhưng giờ đây, sau nhiều thế hệ tiến hóa, chúng chuyển lên Ngưỡng 2, Ngưỡng Kiểu Hình. Các nhân bản tử sống sót được không phải nhờ vào tính chất của riêng chúng mà nhờ vào các hiệu ứng lên một thứ khác, thứ này chúng ta gọi là kiểu hình. Trên hành tinh của chúng ta, kiểu hình dễ dàng được nhận thấy dưới dạng những bộ phận của cơ thể động và thực vật mà gen gây ảnh hưởng lên. Có nghĩa là toàn bộ mọi phần trên cơ thể. Hãy xem các kiểu hình như là những đòn bẩy quyền lực mà nhờ đó các nhân bản tử thành công có thể điều khiển được cách thức chúng đi sang thế hệ kế tiếp. Tổng quát hơn, kiểu hình có thể được định nghĩa là các sản phẩm của các nhân bản tử ảnh hưởng lên sự thành công của chính các nhân bản tử, nhưng tự các sản phẩm này thì không nhân bản. Ví dụ, một gen nào đó trong một loài ốc sên đảo Thái Bình Dương quyết định vỏ ốc xoắn chiều trái hay xoắn phải. Chính các phân tử ADN thì không có tính phải trái, nhưng sản phẩm kiểu hình thì có. Các vỏ ốc xoắn trái và xoắn phải có sự thành công khác nhau trong việc bảo vệ con ốc. Bởi vì gen nằm trong vỏ ốc các ảnh hưởng lên hình dạng vỏ ốc, nên những gen nào tạo ra các vỏ ốc cứng hơn (thành công hơn) sẽ trở nên vượt trội về số lượng hơn so với gen tạo vỏ ốc kém thành công. Các vỏ ốc, vốn là các kiểu hình, không tự sinh ra các con ốc con. Mỗi một vỏ ốc đều được làm ra bởi ADN, và chính ADN thì đẻ ra ADN.

Các sản phẩm của ADN ảnh hưởng lên kiểu hình của chúng (như là hướng xoắn của vỏ ốc) thông qua một chuỗi phức tạp các sự kiện trung gian, tất cả đều được gộp vào dưới tiêu đề chung là “hệ phôi thai”. Trên hành tinh chúng ta, mắt xích đầu tiên trong chuỗi này luôn luôn là sự tổng hợp một phân tử protein được xác định một cách chính xác, thông qua mã gen nổi tiếng, bằng trật tự của bốn loại ký tự trong ADN. Nhưng các chi tiết này chỉ có ý nghĩa cục bộ thôi. Tổng quát hơn, một hành tinh sẽ đến lúc chứa những nhân bản tử mà sản phẩm của chúng (kiểu hình) mang những hiệu ứng có lợi cho sự thành công của các nhân bản tử. Một khi Ngưỡng Kiểu Hình đã vượt qua, các nhân bản tử đã sống sót nhờ vào các tác nhân gián tiếp, hay là hệ quả của chúng lên thế giới bên ngoài. Trên hành tinh chúng ta, những hệ quả này giới hạn trên cơ thể mà gen cơ ngự. Nhưng không nhất thiết lúc nào cũng vậy. Thuyết về Kiểu Hình Mở Rộng (mà tôi đã dành cả một cuốn sách với tiêu đề đó) phát biểu rằng đòn bẩy quyền lực thông qua kiểu hình, mà qua đó các nhân bản tử thiết kế ra sự sống sót lâu dài của chúng, không bị giới hạn ở cơ thể “của” chính nhân bản tử. Gen có thể vươn ra ngoài các cơ thể và gây ảnh hưởng lên thế giới rộng lớn bên ngoài, bao gồm cả các cơ thể khác nữa.

Tôi không rõ Ngưỡng Kiểu Hình có tính phổ quát đến mức nào. Tôi nghi rằng nó sẽ phải vượt qua những hành tinh mà trên đó vụ nổ sự sống đã đi quá giai đoạn sơ khởi ban đầu. Tôi cho rằng điều này cũng đúng đối với ngưỡng tiếp theo trong danh sách của tôi. Đây là Ngưỡng 3, Ngưỡng Tập Thể Nhân Bản Tử, mà trên hành tinh nào khác nó có thể vượt qua hay cùng thời với Ngưỡng Kiểu Hình. Trong thời gian đầu, chắc nhân bản tử chắc là những thực thể tự thân trôi nổi bập bềnh, cùng với các nhân bản tử đối thủ không có gì bao bọc, ở đầu nguồn của dòng sông gen. Nhưng một đặc điểm của hệ thống công nghệ thông tin ADN/protein hiện đại trên Trái Đất đã khiến không một gen riêng rẽ nào đó có thể hoạt động được khi cách ly với gen khác. Thế giới hóa học mà trong đó một gen làm công việc của nó không phải là thế giới hóa học của môi trường bên ngoài không chút ảnh hưởng gì lên nó. Nói cho đúng ra, cái này tạo ra một phong nền, nhưng nó là một phong nền khá xa xôi. Thế giới hóa học trực tiếp và cần thiết một cách sống còn mà nhân bản tử ADN sống sót đó, là một túi hóa chất nhỏ hơn và tập trung hơn rất nhiều - tế bào. Gọi tế bào là một túi hóa chất là gây nhầm lẫn, bởi vì rất nhiều tế bào đã ra công ra một cấu trúc bên trong gồm những các màng gấp mà trên đó, trong đó và giữa chúng các phản ứng hóa học tối quan trọng xảy ra. Thế giới vi mô hóa học, hay là tế bào, được xây dựng nên bởi một hiệp hội hàng trăm gen, hay là hàng trăm ngàn gen ở các tế bào cao cấp. Mỗi gen đóng góp vào môi trường đó, và rồi chúng đều dựa vào nó để sống sót. Các gen làm việc theo tập thể. Chúng ta đã thấy điều này từ một góc nhìn hơi khác trong Chương 1.

Các hệ thống sao chép ADN tự động đơn giản nhất trên hành tinh của chúng ta là tế bào vi

khuẩn, và chúng cần đến ít nhất vài trăm gen để tạo ra các thành phần chúng cần. Những tế bào không phải tế bào vi khuẩn được gọi là tế bào nhân chuẩn. Tế bào của chúng ta, và của tất cả các động vật, thực vật, nấm và động vật nguyên sinh là tế bào nhân chuẩn. Thông thường chúng có hàng chục hay hàng trăm ngàn gen, tất cả đều làm việc như một đội ngũ. Như chúng ta đã thấy ở Chương 2, có vẻ như giờ đây người ta thấy rằng tế bào nhân chuẩn thực ra lại bắt đầu từ một đội ngũ gồm khoảng nửa tá tế bào vi khuẩn hợp lại với nhau. Nhưng đó là một dạng cao cấp hơn và không phải cái tôi đang nói ở đây. Tôi đang nói rằng thực tế mọi gen làm việc trong môi trường hóa học được xây dựng bởi một hiệp hội các gen trong tế bào.

Khi đã nắm bắt được hình ảnh gen làm việc theo nhóm, chúng ta dễ bị cám dỗ vào việc nhảy lên một bước và giả định rằng sự chọn lọc theo thuyết Darwin ngày nay chọn lọc trong số những đội ngũ gen cạnh tranh nhau - rồi cho rằng chọn lọc đã chuyển lên một cấp độ tổ chức cao hơn. Hấp dẫn đấy, nhưng theo quan điểm của tôi thì sai một cách sâu sắc. Sẽ rõ ràng hơn khi nói rằng chọn lọc kiểu Darwin vẫn chọn giữa các gen cạnh tranh nhau, nhưng các gen được ưu tiên là các gen phát đạt lên *trong sự có mặt của các gen khác*, vốn cũng đồng thời được ưu tiên trong sự có mặt của nhau. Đây chính là điểm chúng ta đã gặp ở Chương 1, ở đó chúng ta đã thấy rằng những gen cùng nằm trong một nhánh của dòng sông số có khuynh hướng trở thành những “bạn đồng hành tốt” của nhau.

Ngưỡng lớn kế tiếp phải vượt qua khi quả bom nhân bản đã thu lượm được xung lượng trên một hành tinh là Ngưỡng Đa Bào, và tôi gọi đây là Ngưỡng 4. Mỗi một tế bào của sự sống, như đã thấy, là một biển các chất hóa học tí hon mà đội ngũ gen đắm mình trong đó. Mặc dù chứa toàn bộ đội ngũ gen, nó được làm ra chỉ bởi một tập hợp nhỏ trong cả đội ngũ ấy. Rồi chính các tế bào lại phân đôi, mỗi nửa lại lớn lên đến kích thước đầy đủ. Khi điều này xảy ra, mọi thành viên trong đội gen được nhân đôi lên. Nếu hai tế bào này không hoàn toàn tách rời nhau ra à vẫn còn dính lại với nhau, những tòa nhà lớn có thể được tạo thành, với các tế bào đóng vai trò là các viên gạch. Khả năng có thể tạo ra các cấu trúc đa bào cũng rất có thể là rất quan trọng ở những thế giới khác với thế giới chúng ta. Khi Ngưỡng Đa Bào đã vượt qua, các kiểu hình có thể xuất hiện với hình dạng và chức năng mà ta chỉ có thể nhận biết được ở mức độ lớn hơn mức độ của một tế bào đơn nhất. Một cái gạch nai hay một chiếc lá, một thủy tinh thể của mắt hay là vỏ của một con ốc sên - tất cả những hình dạng này được xây dựng nên bởi các tế bào, nhưng các tế bào không phải là phiên bản tí hon của hình dạng cỡ lớn đó. Hay nói cách khác, các cơ quan đa bào không lớn lên theo cách như tinh thể. Ít nhất trên hành tinh của chúng ta, chúng lớn lên giống như những ngôi nhà hơn. Mà như ta thấy các ngôi nhà không phải có hình dạng như một viên gạch phóng lớn lên. Một bàn tay có một hình dạng đặc trưng, nhưng nó không được làm từ các tế bào có hình bàn tay. Lại cũng giống như các tòa nhà, các cơ quan đa bào đạt được hình dạng và kích thước đặc trưng của chúng là do các lớp tế bào (các viên gạch) tuân theo những quy luật vốn quy định khi nào thì chấm dứt việc xây dựng lại. Theo một nghĩa nào đó, tế bào cũng phải biết chúng sẽ nằm ở vị trí tương đối nào so với các tế bào khác. Các tế bào gan biểu hiện như thế chúng biết được rằng chúng là các tế bào gan và hơn nữa còn biết được chúng đang ở ngoài rìa của lá gan hay ở giữa. Làm sao chúng biết được như vậy là một câu hỏi khó trả lời, và đã có rất nhiều nghiên cứu. Các câu trả lời có được có lẽ chỉ đúng cho hành tinh của chúng ta và tôi sẽ không xem xét thêm ở đây nữa. Tôi cũng đã bàn đến một chút ở Chương 1. Cho dù chi tiết thế nào đi nữa, cách thực hiện những điều trên đã được hoàn thiện bởi cùng một quá trình tổng quát cho tất cả những quá trình hoàn thiện khác trong sự sống: sự sống sót của các gen thành công được xác định bởi hiệu ứng của chúng - trong trường hợp này là hiệu ứng lên hành vi của tế bào trong mối quan hệ của chúng với các tế bào lân cận.

Ngưỡng lớn chủ yếu tiếp theo mà tôi muốn xem xét, vì tôi cho rằng nó cũng có ý nghĩa không chỉ riêng cho hành tinh của ta, đó là Ngưỡng Xử Lý Thông Tin Tốc Độ Cao. Trên hành tinh của ta, Ngưỡng 5 này đạt được bởi một lớp tế bào đặc biệt gọi là nơ-ron thần kinh, hay là tế bào thần kinh, và chúng ta có thể gọi đại diện là Ngưỡng Hệ Thần Kinh theo như những gì xảy ra

trên Trái đất. Cho dù đạt được thể nào trên một hành tinh đi nữa, nó cũng rất quan trọng, bởi vì bây giờ các hành động xảy ra trên một thang thời gian ngắn hơn rất nhiều so với thang mà gen, cùng với đòn bẩy quyền lực bằng hóa học của chúng, thực hiện được một cách trực tiếp. Các con săn mồi có thể bắt xa vì bữa tối, còn các con mồi có thể lẩn tránh vì mạng sống, bằng cách dùng các thiết bị cơ bắp và thần kinh có thể hoạt động và phản ứng ở tốc độ nhanh khủng khiếp so với tốc độ của miếng origami phôi thai mà các gen đã lắp nên các thiết bị ban đầu. Tốc độ và thời gian phản ứng tuyệt đối có thể khác rất nhiều trên các hành tinh khác. Nhưng trên bất cứ một hành tinh nào, ta lại vượt qua một ngưỡng quan trọng nữa khi các thiết bị xây dựng nên bởi các nhân bản tử bắt đầu có được thời gian phản ứng nhanh hơn nhiều cấp độ so với những vận động của bộ máy phôi thai của chính các nhân bản tử. Các thiết bị có nhất thiết phải giống như các vật thể mà chúng ta, trên hành tinh này, gọi là các tế bào nơ-ron và cơ bắp hay không thì không rõ. Nhưng trên hành tinh đó, khi điều gì đó tương đương với Ngưỡng Hệ Thần Kinh được vượt qua, các hệ quả quan trọng chắc chắn sẽ tiếp bước và quả bom nhân bản sẽ tiếp diễn trên chuyến hành trình hướng ra ngoài không gian của nó.

Trong số những hệ quả này có sự tập trung lớn của các đơn vị xử lý dữ liệu – hay “bộ não” – có khả năng xử lý các kiểu hình dữ liệu phức tạp được thu tóm bởi các “cơ quan cảm giác” và có khả năng lưu trữ thông tin của chúng trong “bộ nhớ”. Một hệ quả phức tạp và kì bí của việc vượt qua ngưỡng nơ-ron là sự nhận thức có ý thức, và tôi gọi đây là Ngưỡng 6, Ngưỡng Ý Thức. Chúng ta không biết điều này có thường xuyên đạt được trên hành tinh này hay không. Một số nhà triết học tin rằng nó gắn liền mật thiết với ngôn ngữ vốn đạt được chỉ một lần duy nhất, bởi loài khỉ đi trên hai chân *Homo sapiens*. Cho dù ý thức có cần đến ngôn ngữ hay không, chúng ta cũng nên xem rằng Ngưỡng Ngôn Ngữ cũng là một Ngưỡng chủ yếu, Ngưỡng 7, có thể nhất thiết mà cũng có thể không nhất thiết phải vượt qua trên một hành tinh bất kỳ. Các chi tiết của ngôn ngữ, ví dụ như có phải nó được truyền đi bằng âm thanh hay các môi trường vật lý khác hay không, là những chi tiết có ý nghĩa cục bộ của hành tinh.

Từ quan điểm này, ngôn ngữ là một hệ thống mạng lưới mà thông qua đó các bộ não (như chúng được gọi trên hành tinh này) trao đổi thông tin đủ để cho phép phát triển công nghệ mang tính hợp tác. Bản thân công nghệ mang tính hợp tác, bắt đầu với sự phát triển ra các công cụ đá và tiếp diễn qua các thời kì luyện kim, các xe cộ có bánh, máy hơi nước và bây giờ là điện tử, cũng có rất nhiều thuộc tính của vụ nổ. Và như vậy sự khởi đầu của nó xứng đáng một tên gọi, Ngưỡng Công Nghệ Hợp Tác, hay Ngưỡng 8. Thực ra, hoàn toàn có thể là văn hóa của loài người đã khơi mào một quả bom nhân bản hoàn toàn mới, với một loại mới các thực thể tự nhân bản – meme – như tôi đã gọi nó trong cuốn *Gen Ích Kỷ* - và chúng sinh sôi nảy nở rồi Darwin hóa trong dòng sông văn minh hóa. Hiện giờ cũng có thể có một quả bom meme vừa xảy ra, song song với quả bom gen mà trước đây đã tạo ra các điều kiện về não bộ hay văn hóa làm khả thi hóa sự khởi đầu đó. Nhưng đó lại là một chủ đề quá lớn đối với chương này. Tôi phải quay lại với chủ đề chính của vụ nổ trên hành tinh và chú ý rằng một khi giai đoạn của công nghệ mang tính hợp tác đã đạt đến, rất có khả năng là ở đâu đó dọc theo con đường này, quyền năng tạo ra ảnh hưởng lên thế giới bên ngoài hành tinh nhà rồi sẽ đạt được. Ngưỡng 9, Ngưỡng Radio, đã được vượt qua và bây giờ nó đã trở nên hoàn toàn khả dĩ để các quan sát viên bên ngoài nhận thấy một hệ sao vừa mới nổ ra dưới dạng một quả bom nhân bản.

Điều mơ hồ đầu tiên mà các quan sát viên nhận được, như chúng ta vừa thấy, có thể là các làn sóng radio rò rỉ ra ngoài từ việc thông tin liên lạc nội trong hành tinh nhà. Sau đó, chính những nhân vật thừa tự của quả bom nhân bản, với công nghệ của mình, hướng ra các vì sao khác một cách có mục đích. Các bước đi ngập ngừng của chúng ta theo hướng này gồm việc chiếu những chùm sóng vào không gian với những thông điệp được đặc biệt dành cho các nền văn minh bên ngoài. Làm sao bạn có thể làm ra các thông điệp cho các nền văn minh mà bạn chẳng có một ý niệm nào về bản chất của họ cả? Hiển nhiên điều này là rất khó, và hoàn toàn có thể là các cố gắng của chúng ta cho tới nay đã bị hiểu sai.

Hầu hết các chú ý cho đến nay đã được dồn vào việc thuyết phục các quan sát viên ngoài hành tinh rằng chúng ta thực sự tồn tại, thay vì gởi cho họ những thông điệp với nội dung đáng kể. Sứ mệnh này cũng giống như sứ mệnh mà Giáo Sư Crickson giả tưởng trong Chương 1 đã đối mặt. Ông đã sử dụng các số nguyên tố để làm mã ADN, và nguyên tắc song song dùng sóng radio là một cách dễ thấy để đánh dấu sự hiện diện của chúng ta đối với thế giới khác. Âm nhạc dường như có thể là một thông điệp quảng cáo tốt hơn về loài chúng ta, và ngay cả khi nếu khán giả không có tai, họ cũng có thể thưởng thức nó theo cách riêng của họ. Nhà khoa học và nhà văn nổi tiếng Lewis Thomas đã đề nghị rằng chúng ta phát nhạc của Sebastian Bach, tất cả là Bach và không có gì ngoài Bach, mặc dù ông cũng sợ là nó có thể là một sự khoe khoang. Nhưng cũng tương tự, âm nhạc cũng có thể bị một trí tuệ khá ngoại lai nhầm với sự phát xạ có nhịp điệu của một ẩn tinh (pulsar). Các ẩn tinh là các ngôi sao phát ra các xung sóng radio có nhịp điệu trong những khoảng một vài giây hoặc ngắn hơn. Khi một nhóm các nhà thiên văn radio Cambridge lần đầu tiên phát hiện ra chúng năm 1967, người ta đã rất hào hứng trong một thời gian ngắn khi thắc mắc liệu đó có phải là những tín hiệu mang thông điệp từ không gian hay không. Nhưng rồi chẳng bao lâu người ta nhận thấy rằng, cách giải thích tiết kiệm hơn ở đây là có một vì sao nhỏ quay cực nhanh và quét ra một chùm sóng radio vòng quanh giống như một cây đèn biển. Cho đến ngày nay, chúng ta vẫn chưa nhận được thông điệp thực sự nào từ bên ngoài hành tinh của mình.

Sau sóng radio, bước duy nhất tiếp theo mà chúng ta đã hình dung ra trong tiến trình hướng ra ngoài của vụ nổ chính là sự du hành thực sự trong không gian: Ngưỡng 10, Ngưỡng Du Hành Không Gian. Các nhà văn khoa học viễn tưởng đã mơ về sự sinh sôi nảy nở trong không gian những tập đoàn con của con người, hay là của tác phẩm robot của họ. Các tập đoàn con này có thể được xem là các hạt giống, hay là tác nhân gây nhiễm, với các túi thông tin tự nhân bản mới – các túi mà sau đó chính chúng có thể mở rộng một cách bùng nổ ra ngoài một lần nữa, theo dạng những quả bom nhân bản vệ tinh, phát đi cả gen và meme. Nếu viễn cảnh này có bao giờ được hiện thực hóa, có lẽ cũng không đến nỗi quá bất kính khi tưởng ra một Christopher Marlowe^[49] của tương lai khi quay lại với hình ảnh của dòng sông số: “Nhìn kìa, xem kìa, thật là những dòng chảy như thác lũ của sự sống từ trên trời cao kia!”.

Cho đến nay hầu như chúng ta vẫn chưa đi được bước nào trong quá trình vượt ra ngoài. Chúng ta đã đến Mặt trăng. Nhưng sự tuyệt vời của thành quả này chỉ dừng ở chỗ, Mặt trăng, cho dù không phải là quả bầu di nữa, cũng thật quá gần và quá địa phương để có thể coi đó là du hành, nếu nhìn từ quan điểm của những sinh vật ngoài hành tinh mà cuối cùng chúng ta có thể liên lạc được. Chúng ta đã gửi đi một ít vỏ con nhộng^[50] vào không gian sâu thẳm, trên những quỹ đạo mà chúng ta không biết chúng sẽ kết thúc thế nào. Một trong những vỏ nhộng này, là kết quả từ cảm hứng của nhà thiên văn có tầm nhìn xa trông rộng người Mỹ tên Carl Sagan, mang theo một thông điệp được thiết kế để có thể giải mã bởi bất kì nền văn minh ngoài vũ trụ nào nhận được nó. Thông điệp được tô điểm bằng một hình ảnh của loài đã tạo ra nó, hình ảnh của một người đàn ông và một người đàn bà khóa thân.

Điều này mang chúng ta đi đủ một vòng, đến với những truyền thuyết xa xưa chúng ta đã bắt đầu. Nhưng cặp đôi này không phải là Adam và Eva, và thông điệp khắc dưới dáng hình thanh nhã của họ là một thông điệp có giá trị đối với vụ nổ sự sống của ta hơn hẳn bất cứ thứ gì trong Sách Sáng Thế (Genesis). Được viết bằng một ngôn ngữ hình ảnh có thể hiểu được một cách phổ quát mà, tám thế bài ghi ra Sách Sáng Chế của riêng nó trên hành tinh thứ ba của một ngôi sao mà tọa độ của chúng trong thiên hà được ghi lại một cách chính xác. “Quốc (tế) như” của chúng ta còn được củng cố thêm bằng một vài biểu diễn hình tượng các nguyên lý nền tảng của hóa học và toán học. Nếu những thực thể thông minh nào đó nhận được con nhộng này, họ sẽ dùng một thứ gì đó tốt hơn sự mê tín bộ lạc để ghi nhận nền văn minh đã tạo ra nó. Đọc theo vịnh không gian, họ đã biết rằng sẽ có, rất lâu trước đây, một vụ nổ sự sống mà đã đạt đến cực điểm là nền văn minh ấy.

Nhưng than ôi, cơ hội để con nhộng này xượt qua một quả bom nhân bản nào nữa trong vòng một parsec[51] là nhỏ đến mức đau đớn. Một số nhà bình luận chỉ xem giá trị của nó là một thứ gây cảm hứng cho chúng ta ngay tại hành tinh nhà. Một bức hình của một người đàn ông và một người đàn bà khỏa thân, tay giơ lên theo một cử chỉ hòa bình thân thiện, được gửi đi một cách có ý thức ra ngoài trên một hành trình bất tận giữa các vì sao, thành quả xuất khẩu đầu tiên của tri thức của vụ nổ sự sống của chúng ta – chắc chắn tư duy sâu thẳm của điều này có thể tạo ra những hiệu ứng cổ lợi nào đó lên ý thức nhỏ bé hạn hẹp thông thường của ta; nó là một tiếng vang vọng nào đó của sự ảnh hưởng mang tính thơ văn của bức tượng Newton ở Trinity College, Cambridge, lên ý thức có thể nói là khổng lồ của William Wordsworth:

*Và từ trên gối, qua cửa sổ nhờ ánh sáng
Của vầng trăng hay các vì sao âu yếm, tôi chiêm ngưỡng
Nhà nguyện nơi đứng bức tượng
Của Newton với lăng kính và vẻ mặt lặng yên,
Như dấu ấn hoa cương[52] vĩnh cửu của trí tuệ
Bằng qua những đại dương Tư Duy xa lạ, một mình.*

[1] Ý của đoạn văn là mô tả hai điểm đặc biệt của sự sống: sự tinh vi, hiệu quả hoàn thiện và sự đa dạng. (ND)

[2] Nghiêm ngặt mà nói thì cũng có những ngoại lệ. Một vài loài động vật, như rệp vừng (aphids), sinh sản không cần giới tính. Các kĩ thuật như thụ tinh nhân tạo làm cho con người hiện đại có thể có con mà không cần giao hợp, và thậm chí là không cần đạt đến tuổi trưởng thành vì trứng của một bào thai bé gái có thể được lấy ra làm thụ tinh trong ống nghiệm. nhưng trong hầu hết các tình huống, sức mạnh của luận điểm tôi nói không hề giảm đi.

[3] Dạng thấp nhất của loài khỉ dạng người.

[4] Nguyên văn là “hindsight” trái nghĩa với “foresight” là nhìn thấy trước trong tương lai (tiên tri, tiên liệu), hindsight là hiểu được những gì đã xảy ra trong quá khứ nhờ những kiến thức hiện đại. (ND)

[5] Theo Thần thoại Hy Lạp, Athena là con của thần Zeus với Metis. Zeus nuốt Athena vào bụng do sợ lời sấm truyền rằng con người này sẽ lật đổ mình. Nhưng sau đó Hephaestus chẻ trán của Zeus ra bằng rìu và Athena từ đó đã vọt ra với đầy đủ vũ khí, y phục do Metis chuẩn bị cho nàng trước khi sinh.

[6] Bạn đọc có thể cần nhớ những điều này khi đọc cuốn *Sự sống diệu kỳ (Wonderful Life)* của Stephen J.Gould, một cuốn sách rất đẹp về quần động vật kỷ Cambri.

[7] Mâu thuẫn ở chỗ: nếu phát triển “liên tục” (đều đặn) thì không thể được coi là “cách mạng” (có bước nhảy vọt). (ND)

[8] Nguyên bản: Chinese whisper, tức Lờ thì thầm Trung Hoa.

[9] Nguyên bản: aeon. Ý tác giả nói trải qua những thời gian lớn, hàng triệu, hàng tỷ năm.

[10] Hai công ty hóa chất lớn và lâu năm của Anh và Mỹ.

[11] Thực ra cái gọi là nghịch lý “con gà và quả trứng” trên thực tế không phải là một nghịch lý. Lý do là vì tiến hóa, không tự nhiên sinh ra một con gà để đẻ ra quả trứng, cũng không có ngay một quả trứng để sinh ra một con gà. Con gà và quả trứng là sản phẩm của sự tiến hóa dần dần, từ bò sát mà lên, mà chính bò sát thì lại tiến hóa từ động vật trước đó, cứ như vậy cho đến thời điểm đầu của sự sống, như chính tác giả đã trình bày rất rõ trong chương này. Thành ra, nó chỉ mang ý nghĩa như một thành ngữ, để chỉ những sự việc liên quan qua lại nhân quả với nhau mà ta không thể hoặc khó xác định chính xác cái nào là nguyên nhân, cái nào là kết quả.

[12] Tiếng Anh là bootstrap.

[13] Bộ, hay là foot, số nhiều tiếng Anh là feet, 1 foot bằng khoảng 30cm. Foot có nghĩa gốc là bàn chân. Bàn chân người (phương Tây) có chiều dài trung bình vào cỡ 30cm, nên rất có thể người thời xưa đã lấy nó làm một đơn vị đo chiều dài . “Ba mươi ngàn bộ” là một cụm từ quen thuộc cho những ai thường đi máy bay và nghe cơ trưởng thông báo: “Máy bay của chúng ta đang bay qua địa phận XYZ ở độ cao ba mươi tư ngàn bộ, tức là khoảng 11km, nhiệt độ bên ngoài là -20⁰C...”. (ND)

[14] Đây không phải là lần đầu tiên tôi sử dụng lập luận theo kiểu đánh gục như thế này, và tôi phải nhấn mạnh rằng đây hoàn toàn chỉ dành cho những người nghĩ về quả bầu giống như đồng nghiệp của tôi ở trên. Nhưng thật trớ trêu, cũng có những người

gọi là nha tương đối văn hóa trong khi quan niệm của họ là hoàn toàn khác và rất có ý nghĩa. Đối với họ, thuyết tương đối văn hóa chỉ có nghĩa là ta không thể hiểu một văn hóa nếu cố gắng diễn giải những tín ngưỡng của họ theo văn hóa của chính mình. Bạn phải xem xét mỗi một tín ngưỡng của nền văn hóa đó trong bối cảnh của các tín ngưỡng khác của nền văn hóa đó. Tôi ngờ rằng dạng có ý nghĩa này của thuyết tương đối văn hóa là dạng nguyên thủy, và dạng mà tôi vừa phê bình chỉ là một dạng xuyên tạc một cách cực đoan của nó, mà thực sự báo động là nó đang rất phổ biến. Những nhà tương đối văn hóa chính tông phải mạnh mẽ hơn nữa với việc phân biệt họ với những kẻ giả danh đó.

[15] Báo *The Spectator* (London), ngày 06 tháng 08 năm 1994.

[16] Wilson là tên họ, như vậy ông Wilson này không chính thức mang họ Wilson, mà chỉ là bà con thứ mười bốn của một ông Wilson nào đó. Ý nói khôì hài. Điều ông Bá tước này bị chế giễu là: thứ mười bốn, chứ có phải thứ một gì đâu, ông chỉ là họ hàng xa vời mà thôi.

[17] Vào giữa thế kỷ 11.

[18] Năm tác giả viết cuốn sách này

[19] Cũng được đề cập trong cuốn Bảy nàng con gái của Eva cùng dịch giả, nhà xuất bản Trẻ 2008. (ND)

[20] Đoạn văn được trích nguyên để cho thấy sự uyên bác đến mức đau đầu của Fisher. (ND)

[21] Tác giả dùng từ embarrassment of riches – nghĩa đen là thừa mứa đến xấu hổ. (ND)

[22] Ý là: cho dù bạn giật ra đoạn nào từ cuốn sách ADN, bạn cũng biết đoạn đó thuộc về cuốn sách nào nếu nó là một loài khác. (ND)

[23] ADN của ti thể không giống ADN của người mà giống dạng của vi khuẩn, điều đó ủng hộ cho lý thuyết ti thể là một dạng vi khuẩn đã được “thuần hóa” sống trong cơ thể người và phục vụ cho việc tạo ra năng lượng. (ND)

[24] Là một dân tộc sống ở vùng sa mạc Kalahari nằm trên ba nước Namibia, Botswana và Angola. (ND)

[25] Tiếng Anh là Apocrypha, theo nghĩa gần đây vẫn được hiểu là “Kinh ngụ tác”, là những bản kinh tồn tại không chính thống ít người biết đến mà đã được gán cho giá trị tiêu cực (“ngụ” tức là giả, là xấu). Tuy nhiên ở đây tác giả dùng từ này theo nghĩa gốc trong sáng của nó (tức chỉ nói là một dị bản song song, không có hàm ý xấu) mà tiếng Việt do ND hiểu thì chưa có từ tương đương. Vậy nên tạm dịch là “Kinh dị bản”, tức là một dị bản của kinh chính thống. (ND)

[26] Bạn đọc có thể tìm hiểu thêm về việc nghiên cứu dòng dõi thông qua nhiễm sắc thể Y, ví dụ như trong cuốn *Bảy nàng con gái của Eva* của cùng dịch giả do NXB Trẻ phát hành năm 2008. (ND)

[27] Đến những năm 2000, giáo sư Brian Sykes đã lấy được 6000 mẫu phục vụ cho nghiên cứu ADN ti thể.

[28] Tác giả viết cuốn sách này vào đầu những năm 1990, lúc đó thế giới khoa học vẫn còn chưa ngã ngũ hẳn trong chuyện này. Ngày nay, với những máy tính hiện đại cộng thêm các dữ liệu của ADN ti thể lấy được trên thế giới lớn hơn rất nhiều so với con số 135 phụ nữ, người ta đã có thêm nhiều phân tích và chắc chắn rằng Eva Ti Thể chính là ở châu Phi. Độc giả có thể xem thêm ở cuốn *Bảy nàng con gái của Eva* của cùng dịch giả.

[29] Vượn người phương Nam.

[30] Đây cũng là tựa đề của cuốn sách (*River out of Eden*), là câu trích từ Sách Sáng Thế (Kinh Cựu Ước). Tựa đề được chuyển thành *Dòng sông trôi khuất địa đàng* cho mượt mà và cũng đúng ý tác giả và nội dung sách là gợi lên một ý rời bỏ, từ bỏ (những gì không đúng). (ND)

[31] Một số tài liệu gần đây cho thấy một số loài chim thông minh hơn (như quạ) đã phân biệt được đến ba người. Nghĩa là nếu đi vào chòi canh là 5 người, đi ra 4 người thì chúng không phân biệt được. Nhưng chúng sẽ nhận ra ngay sự khác biệt nếu đó là 1,2 hay 3 người.

[32] 1 yard bằng 0,9144 mét.

[33] Tôi hy vọng điều này không xúc phạm ai. Để củng cố điều tôi nói, tôi trích dẫn phát biểu sau đây từ tạp chí *Khoa học và Niềm tin Thiên Chúa giáo*, do nhà vật lý nổi tiếng, Đức Cha John Polkinghorne (1994, trang16): “Người như Richard Dawkins có thể trình bày thuyết phục vấn đề làm sao những sự tích lũy dần sàng từ từ của những khác biệt nhỏ có thể tạo ra những phát triển vĩ mô, nhưng theo bản năng, một nhà khoa học vật lý rất muốn xem một ước lượng cho dù là thô sơ đến đâu, về số bước cần thiết để dẫn ta từ một tế bào hơi nhậy sáng chút ít cho đến con mắt đầy đủ của côn trùng, và về số gần đúng các thể hệ cần có để các đột biến cần thiết có thể xảy ra”.

[34] Khả năng có thể di truyền được. (ND)

[35] Kí hiệu 1m.

[36] Câu nói nổi tiếng của thám tử Sherlock Holmes với bác sĩ Watson.

[37] Đập thủy điện ở giữa Zambia và Zimbabwe, là một trong những đập lớn nhất thế giới với chiều cao 128m và chiều dài

579m.

[38] Tức là đặt ra câu hỏi tại sao nhằm mục đích dựng tiền để cho lý giải khoa học, chứ không phải ỏi theo cách thần học bên trên.

[39] Tên thân mật, thay cho James.

[40] Cũng có thể gọi là “công nghệ đảo ngược”.

[41] Là thước có một miếng trượt trên đường rãnh ở giữa, có chia độ lôga để tính toán nhanh.

[42] Tên đầy đủ Sir David Attenborough với rất nhiều huân huy chương cao quý của Hoàng gia Anh Quốc. Ông là một nhà tự nhiên học và là phát thanh viên truyền hình với sự nghiệp hơn 50 năm làm việc trong các chương trình lịch sử tự nhiên nước Anh. Công trình được biết đến nhiều nhất của ông là chuỗi phim tài liệu Sự sống cộng tác với Ban Lịch sử Tự nhiên đài BBC. (ND)

[43] Ý nói thiết kế của con phù du quá tối ưu, không lãng phí cái gì cả, đúng với cách thức mà Henry Ford muốn.

[44] Supernova: Tên gọi siêu tân tinh hay siêu sao mới xuất phát từ việc quan sát trong lịch sử những hiện tượng hiếm có, khi một ngôi sao đột ngột bùng sáng như thể vù sinh ra. Dựa theo cường độ sáng chúng được ghi nhận là tân tinh hoặc siêu tân tinh. Tuy nhiên, bản chất của hiện tượng siêu tân tinh là điểm kết cục của một số loại sao của quá trình tiến hóa của chúng. (Theo Wikipedia).

[45] Rạn san hô Great Barrier là hệ thống đá ngầm san hô lớn nhất thế giới, bao gồm khoảng chừng 3000 tảng đá ngầm riêng rẽ và 900 hòn đảo, kéo dài khoảng 2600 km, bao phủ một vùng có diện tích xấp xỉ 344400 km². Phần đá ngầm ở khu vực Biển San Hô, cách bờ biển Queensland về hướng đông bắc Australia.

Rạn san hô Great Barrier có thể nhìn thấy được từ ngoài không gian và được cho là đơn thể lớn nhất thế giới. Trong thực tế, nó được hình thành từ hàng triệu sinh vật nhỏ, là những polyp san hô. Rạn san hô Great Barrier cũng được công nhận là Di sản thiên nhiên thế giới vào năm 1981. Đài CNN đã gọi nó là một trong bảy kỳ quan thiên nhiên của thế giới. Tổ chức Tín Quốc Queensland coi nó là biểu tượng của bang Queensland. (Wikipedia)

[46] Là một loại đàn violon cho âm thanh tốt nhất trên thế giới, chỉ do chính Antonio Stradivari người Ý chế tạo vào khoảng đầu thế kỷ 18. Hiện nay, những cây đàn này trở nên cực kỳ hiếm trên thế giới. Vì nghệ nhân giấu kín bí quyết làm đàn của mình, đã có rất nhiều cố gắng nghiên cứu để tái tạo loại đàn trứ danh này nhưng đến nay vẫn chưa ai thành công. (ND)

[47] Là ngôi sao trong vũ trụ gần chúng ta nhất, cách Trái Đất hơn 4 năm ánh sáng và nằm trong chòm sao Nhân Mã

[48] *The Blind Watchmaker* của cùng tác giả. (ND)

[49] Christopher Marlowe (cuối thế kỷ 16) là một nhà viết kịch, nhà thơ và dịch giả người Anh, nổi tiếng với thể thơ không vần.

[50] Đầu mang khí cụ khoa học trên tên lửa vũ trụ, giống như con nhộng.

[51] Đơn vị đo khoảng cách tinh tú trong không gian.

[52] Ở đây, “dấu ấn hoa cương” được dịch thoáng từ “the marble index” (là thước đo bằng đá, chắc chắn như đá). Ngoài ra nguyên bản với từ “index” có thể là một phép tu từ của tác giả: nó còn có ngầm ý là “refractive index”, hay là “chiết xuất” (của khối lăng kính nổi tiếng của Newton. Chắc hẳn ai cũng nhớ thí nghiệm tách ánh sáng thường thành ra 7 màu đơn sắc của Newton với một lăng kính).

Chia sẻ ebook : <http://downloadsachmienphi.com/>
Tham gia cộng đồng chia sẻ sách : Fanpage : <https://www.facebook.com/downloadsachfree>
Cộng đồng Google : <http://bit.ly/downloadsach>