

TỦ SÁCH
LINH HOA

JACQUES MONOD

Ngẫu nhiên và tất yếu

Hà Dương Tuấn, Đặng Xuân Thảo dịch



NHÀ XUẤT BẢN TRI THỨC

TỦ SÁCH TINH HOA TRI THỨC THẾ GIỚI

JACQUES MONOD

**NGẪU NHIÊN
VÀ
TẤT YẾU**

*Hà Dương Tuấn, Đặng Xuân Thảo dịch
(Tái bản lần thứ nhất)*

NHÀ XUẤT BẢN TRI THỨC

ebook©tudonald78 | 17-01-2021



CÙNG ĐỌC, CÙNG CHIA SẺ

Ebook này được thực hiện theo dự án “SỐ HÓA SÁCH CŨ” của diễn đàn
TVE-4U.ORG

TÁC GIẢ



Jacques Monod (1910-1976) là một trong những người tiên phong trong nghiên cứu sinh vật học ở cấp độ phân tử, đặc biệt về di truyền. Năm 1965,

cùng với hai cộng sự tại Viện Pasteur Paris là Francois Jacob và André Lwoff, ông được giải thưởng Nobel về công trình nghiên cứu các phân tử có vai trò thiết yếu trong di truyền là ADN và ARN. Ông từng là giáo sư của Học viện Pháp quốc (Collège de France, 1967), và Viện trưởng Viện Pasteur (1971).

QUOTES

Tất cả những gì hiện hữu trong vũ trụ đều là kết quả của ngẫu nhiên và tất yếu.

Démocrite

Ở thời điểm tẻ nhạt khi con người quay đầu nhìn lại cuộc đời mình, trở về núi đá cổ hữu, Sisyphé ngẫm lại chuỗi hành động tẻ nhạt đã trở thành định mệnh của hắn, do chính hắn tạo ra, kết hợp lại trong cảnh tượng của kí ức và không lâu nữa sẽ được cái chết của hắn niêm phong. Như thế đó, tin chắc rằng mọi chuyện của con người đều do con người tạo tác, kẻ mù loà muốn nhìn rõ và vẫn biết rằng đêm dài vô tận, vẫn cứ đi. Hòn đá vẫn lăn. Tôi để Sisyphé đó dưới chân núi đá! Ai rồi cũng sẽ nhận được gánh nặng của mình. Nhưng Sisyphé dạy ta sự trung kiên cao cả đã phủ nhận thần linh và đòi được núi. Sisyphé cũng thấy rằng mọi chuyện đều ổn. Cái vũ trụ từ nay không ai ngự trị, hắn không thấy là vô nghĩa hay vớ vẩn. Mỗi một thớ nhỏ của tảng đá này, mỗi mảnh vỡ của hòn núi đầy bóng tối này, chỉ riêng nó đã làm nên một thế giới. Sự cố gắng vất vả để trèo lên đỉnh núi, tự nó đủ để thoả mãn một con người. Phải nghĩ rằng Sisyphé hạnh phúc.

Albert Camus, Huyền thoại Sisyphé

LỜI NHÀ XUẤT BẢN

Xin bạn đọc lưu ý, Nhà xuất bản Tri thức trân trọng giới thiệu cuốn sách *Ngẫu nhiên và tất yếu* (Le hasard et la nécessité) của Jacques Monod, do Hà Dương Tuấn, Đặng Xuân Thảo dịch một cách đầy đủ và mạch lạc.

Chúng tôi tôn trọng, nhưng không nhất thiết đồng tình với quan điểm, cách tiếp cận và lí giải riêng của tác giả về các vấn đề được đề cập đến trong cuốn sách.

Chúng tôi mong độc giả đọc cuốn sách này như một tài liệu tham khảo với tinh thần phê phán và khai phóng.

Xin chân thành cảm ơn!

LỜI NÓI ĐẦU

Trong các ngành khoa học, sinh học chiếm một vị trí vừa ngoại vi, vừa trung tâm. Ngoại vi, trong nghĩa thế giới của sự sống chỉ hợp thành một phần rất nhỏ và rất “đặc biệt” của vũ trụ mà chúng ta biết, cho nên việc nghiên cứu về các sinh vật hình như sẽ không thể giúp cho sự phát hiện những quy luật tổng quát, áp dụng được bên ngoài sinh quyển. Nhưng, như tôi tin tưởng, nếu tham vọng tốt cùng của toàn bộ khoa học là làm sáng tỏ quan hệ từ con người đến vũ trụ, thì phải chấp nhận vị trí trung tâm của sinh học, bởi vì, trong tất cả các ngành học, ngành này nhằm tiến công trực tiếp nhất vào trung tâm của những vấn đề phải giải quyết trước khi có thể đặt vấn đề “bản chất của con người”, dù chỉ để nêu ra câu hỏi, mà không dùng ngôn ngữ siêu hình học.

Thành thử ra, trong các khoa học thì sinh học là khoa học có ý nghĩa nhất cho con người; ngành này chắc hẳn đã cống hiến nhiều hơn bất cứ ngành khoa học nào khác cho sự hình thành tư tưởng hiện đại. Khoa học này đảo lộn sâu rộng và đóng dấu ấn trên tư tưởng trong tất cả các lĩnh vực: triết học, tôn giáo, chính trị, thông qua sự xuất hiện của thuyết Tiến hóa. Tuy nhiên, dù cho hiệu lực của nó đã được đảm bảo thế nào đi nữa trên bình diện hiện tượng, ngay từ cuối thế kỉ 19; thuyết Tiến hóa, trong khi vẫn thống trị toàn bộ ngành sinh học, vẫn như còn tạm dừng chân, một khi nó còn chưa xây dựng được một lí thuyết *vật lí* về di truyền. Ba mươi năm trước đây, mặc cho những tiến bộ của ngành di truyền học cổ điển, hi vọng đạt đến một lí thuyết như thế còn như một ảo ảnh mờ hồ. Vậy mà, đó chính là điểu mà lí thuyết phân tử của mã di truyền đã mang lại. Ở đây tôi muốn nói đến “lí thuyết mã di truyền” trong nghĩa rộng, không những để bao gồm những khái niệm về cấu trúc hóa học của chất

liệu di truyền và thông tin do chúng chuyên chở; mà còn bao gồm những cơ chế phân tử để, từ thông tin nói trên, thể hiện sự phát sinh hình thái và chức năng sinh lí. Khi được định nghĩa như thế, lí thuyết mã di truyền hợp thành nền tảng cơ bản của sinh học. Dĩ nhiên đi đầu này không có nghĩa là những cấu trúc và chức năng phức tạp của sinh thể có thể được suy ra từ lí thuyết, và cũng không có nghĩa là những cấu trúc và chức năng đó có thể được phân tích một cách trực tiếp ở quy mô phân tử (Người ta cũng không thể tiên đoán hoặc giải thích tất cả hóa học bằng vật lí lượng tử, tuy không ai nghi ngờ rằng đó là cơ sở phổ quát của hóa học.)

Nhưng nếu lí thuyết phân tử của mã di truyền ngày hôm nay không thể (và có lẽ cũng mãi mãi không thể) tiên đoán và giải thích tất cả sinh quyển, ngay từ bây giờ nó đã là một lí thuyết tổng quát về các hệ thống sống. Không hề có một điều gì tương tự trong tri thức khoa học trước khi thuyết sinh học phân tử ra đời. Thửa trước đó, “bí mật của sự sống” có thể được coi là bất khả tri, ngay về mặt nguyên tắc. Ngày nay một phần lớn của bí mật đó đã được vén mở. Sự kiện đáng kể này có lẽ sẽ được rất coi trọng trong tư tưởng hiện đại, một khi mà, bên ngoài vùng miên của các chuyên gia thuần túy, người ta hiểu được và đánh giá đúng ý nghĩa chung và tầm tác động của nó. Hi vọng rằng tiểu luận này có thể đóng góp cho việc ấy. Thay vì những khái niệm của sinh học hiện đại, đi đầu tôi sẽ cố gắng rút ra chính là những “thể dạng” của chúng, cũng như là nêu rõ những quan hệ logic giữa chúng và những vùng miên khác của tư tưởng.

Ngày nay, trong tựa (hay ngay cả trong tiêu tựa) của một tác phẩm, ai làm khoa học mà dùng từ “triết học” là không thận trọng, dù cho viết “triết học của tự nhiên” đi nữa. Đó là bảo đảm cho nó được các nhà khoa học đón nhận với cái nhìn nghi ngờ, và từ các triết gia tốt nhất thì cũng

học đơn thuần với cái nhìn nghiêm ngặt, và từ các triết gia, tôi nhất định cũng được nhìn bằng nửa con mắt. Tôi chỉ có một lí do để tạ lỗi, nhưng tin rằng nó chính đáng: hơn bao giờ hết, hiện nay người làm khoa học có vai trò suy tư về chức nghiệp của mình trong toàn thể nền văn hóa hiện đại; để không chỉ làm phong phú những hiểu biết chuyên môn quan trọng, mà còn làm phong phú những ý tưởng xuất phát từ chuyên ngành mà mình nghĩ rằng có ý nghĩa cho con người. Chính sự chất phác của cái nhìn mới đôi khi có thể chiếu rọi một ánh sáng mới vào những vấn đề cũ.

Còn lại là hiển nhiên phải tránh đồng hóa những ý tưởng *được gọi ra* từ khoa học với bản thân khoa học; nhưng đồng thời cũng phải không do dự đẩy đến giới hạn tận cùng những kết luận mà khoa học cho phép, với mục đích hiển lộ toàn bộ ý nghĩa của chúng. Một hành xử khó khăn, mà tôi không dám tự cho là đã thực hiện không sai sót. Có thể nói rằng phần trình bày thuần túy sinh học của tiểu luận này là không có gì độc đáo; tôi đã chỉ tóm tắt những khái niệm được coi là vững chắc trong khoa học hiện đại. Đúng thế, tầm quan trọng tương đối được gán cho những triển khai khác nhau, cũng như việc chọn lựa các ví dụ được đề xuất, phản ánh khuynh hướng riêng của tôi. Ngay cả những chương mục quan trọng của sinh học cũng không được nói đến. Xin nhắc lại là tiểu luận này không hề có ý định thuyết trình về toàn bộ ngành sinh học, mà chỉ thẳng thắn toan tính rút ra cái cốt tuỷ của lí thuyết phân tử về mã di truyền. Dĩ nhiên tôi chịu trách nhiệm về những sự tổng quát hóa về mặt tư tưởng hệ, mà mình cho rằng có thể suy diễn từ lí thuyết mã di truyền. Nhưng tôi không tin rằng mình sai lầm khi phát biểu rằng những diễn giải đó, một khi không vượt quá phạm vi khoa học luận, sẽ được sự chấp nhận của đa số các nhà sinh vật học hiện đại. Tôi cũng chỉ có thể hoàn toàn chịu trách nhiệm về những phát triển có tính cách đạo lí, nếu không nói là chính trị, mà tôi không muốn lẫn tránh, mặc dù nguy hiểm

đến đâu, mặc dù, ngoài ý muốn của tôi, chúng có vẻ như quá ngây thơ, hay quá nhiều tham vọng: thái độ khiêm tốn thích hợp với một học giả, nhưng không thích hợp với những ý tưởng anh ta nuôi dưỡng, và *có nhiệm vụ* bảo vệ. Ở đây cũng vậy, đi đâu tôi tin chắc và cho tôi sự yên tâm là thấy mình hoàn toàn hòa hợp với nhiều nhà sinh vật học hiện đại mà sự nghiệp xứng đáng được tôn trọng nhất.

Xin các nhà sinh vật học lượng thứ khi phải đọc những triển khai chán ngán quá quen thuộc, và cũng xin những độc giả không chuyên sinh vật học lượng thứ trước những trình bày khô khan về một vài khái niệm “kỹ thuật” không thể thiếu. Một số độc giả sẽ thấy các phụ lục giúp mình vượt qua những khó khăn đó. Tuy nhiên xin nhấn mạnh là việc đọc các phụ lục hoàn toàn không cần thiết cho những ai không muốn trực tiếp đối diện với những sự thực hóa học của sinh vật học.

Tiểu luận này dựa trên một chuỗi bài thuyết trình (“Robbins Lectures”) trong tháng 2/1989 tại Đại học Pomona, California. Xin chân thành cảm tạ quý vị phụ trách đại học này đã tạo điều kiện cho phép tôi triển khai, trước một cử tọa trẻ trung và nồng nhiệt, một số chủ đề được nghiền ngẫm từ lâu nhưng chưa đưa vào giảng dạy. Tôi cũng đã thực hiện một khoá giảng tại Học Viện Pháp quốc¹ trong niên khoá 1969-1970 trên những chủ đề này. Thực là một cơ quan đẹp đẽ và quý hiếm, cho phép các thành viên vượt qua khỏi những hạn chế theo nghĩa hẹp của nhiệm vụ giảng dạy đại học được giao cho. Vì thế, xin tạ ơn Guillaume Budé và vua François đệ nhất.

Clos Saint-Jacques,
tháng Tư, 1970

NHỮNG VẬT THỂ KÌ LẠ

Cái tự nhiên và cái nhân tạo

Đối với mỗi người chúng ta, khả năng phân biệt giữa những vật thể nhân tạo và những vật thể tự nhiên có vẻ như tức khắc và rành rọt. Mỏm đá, rặng núi, dòng sông hay đám mây là những vật thể tự nhiên. Con dao, cái khăn tay, xe hơi, là những vật thể nhân tạo, những nghệ phẩm.² Chúng ta hãy phân tích những phán đoán ấy, để thấy chúng không hề tức khắc, và cũng chẳng tuyệt đối khách quan. Ta biết rằng con dao được làm ra để sử dụng với một tính năng³ đã được tiên liệu. Vật thể đó đã vật chất hóa một ý định có trước nó, làm cho nó ra đời; và, được chờ đợi từ trước khi chế tạo vật thể, tính năng ấy giải thích được thể dạng của nó. Dòng sông hay mỏm đá không có gì giống như trên, vì chúng ta biết, hay nghĩ, rằng chúng được nhào nặn ra bởi những lực vật lí hoạt động một cách tự do, không thể gán cho bất cứ “dự định” nào. Ít ra có thể nói như thế nếu chúng ta chấp nhận định đề cơ bản của phương pháp khoa học: đó là việc Tự nhiên là *khách thể* và *không có dự phóng*.

Vậy thì, chính do quy chiếu về hoạt động của chúng ta, có ý thức và có dự phóng, chính vì bản thân chúng ta là kẻ chế tác các nghệ phẩm; mà chúng ta đánh giá một vật thể nào đó là “tự nhiên” hay “nhân tạo”. Một cách thực tế, liệu có thể định ra những tiêu chuẩn tổng quát và khách quan cho phép nêu lên những đặc tính của các vật thể nhân tạo, sản phẩm của một hoạt động có ý thức dự phóng; để đối lập với những vật thể tự nhiên, kết quả của những lực vật lí hoạt động một cách tự do? Để bảo đảm tính chất hoàn toàn khách quan của những tiêu chuẩn được chọn lựa, có lẽ tốt

hơn cả là ta nên tự hỏi, nếu viết một chương trình máy tính sử dụng các tiêu chuẩn ấy, liệu máy tính có thể phân biệt hay không một vật thể tự nhiên và một vật thể nhân tạo.

Một chương trình như vậy sẽ tìm được những áp dụng có hứng thú cực kì lớn. Giả sử sắp tới đây một phi thuyền không gian sẽ đổ bộ xuống Kim tinh (Venus) hay Hoả tinh (Mars); còn chuyện nào lí thú hơn là trả lời câu hỏi: liệu những hành tinh láng giềng này đang, hoặc đã ở một thời đại trước, cư mang những t ần tại⁴ có trí tuệ, có khả năng hành động theo dự phóng? Để phát hiện những hoạt động loại này, đang diễn ra hay đã diễn ra trong quá khứ, dĩ nhiên là phải nhận ra *những sản phẩm* của chúng, mặc dù những sản phẩm này có thể khác biệt tận gốc rễ với những sản phẩm do con người chế tác. Một khi hoàn toàn không biết gì về bản tính của những t ần tại nói trên, cũng không biết gì về những dự định mà họ có thể đã quan niệm, chương trình khảo sát chỉ có thể sử dụng những tiêu chuẩn rất tổng quát, tuyệt đối chỉ dựa trên cơ sở cấu trúc và thể dạng của những sự vật được quan sát, không hề quy chiếu về bất cứ chức năng giả định nào đó của chúng.

Ta thấy có lẽ đếm được hai tiêu chuẩn có thể sử dụng; 1° đầu đặn, và 2° được lặp lại.

Về tiêu chuẩn đầu đặn, người ta sẽ tìm cách sử dụng dữ kiện sau: những sự vật tự nhiên kết quả của sự nhào nặn bởi các lực vật lí thì hầu như không bao giờ mang những cấu trúc hình học đơn giản, chẳng hạn như: mặt phẳng, cạnh thẳng, góc vuông, đối xứng chính xác; trong khi đó những nghệ phẩm thường mang các tính chất trên, mặc dù có thể thô sơ và xấp xỉ.

Có lẽ tiêu chuẩn lặp lại chắc chắn sẽ mang tính quyết định nhất. Những nghệ phẩm giống nhau và mang cùng một tính năng đầu là sự vật chất hóa một dự định được tái tạo nhiều lần, không kể vài thay đổi xấp xỉ nào đó,

lặp lại những ý đồ bất biến của tác nhân. Vậy, khi ta để ý đến điều này, việc phát hiện ra nhiều phiên bản vật thể có hình dạng kha xác định sẽ rất có ý nghĩa.

Những tiêu chuẩn khả dụng có thể định nghĩa tóm tắt như trên. Ngoài ra, cần nói rõ là các vật thể sẽ được khảo nghiệm có kích *cỡ vĩ mô*, chứ không *vi mô*. Qua “*cỡ vĩ mô*” nên hiểu là vật thể có kích thước nói chung đo bằng xentimét, còn “*cỡ vi mô*” là kích thước đo bằng Angstrom ($1\text{cm} = 10^8$ Angstrom). Nhất thiết cần xác định rõ như vậy vì, ở kích thước vi mô, đối tượng sẽ là những cấu trúc nguyên tử hay phân tử, mà dạng hình học đơn giản, trùng điệp, dĩ nhiên không là bằng chứng cho một dự định có ý thức và thuần lí, mà chỉ là kết quả của các quy luật hóa học.

Những khó khăn của một chương trình không gian

Giả sử chương trình khảo sát đã được viết ra, và đưa vào máy tính. Để thử nghiệm tính năng của nó không gì tốt hơn là cho nó thao tác trên những vật thể của trái đất. Ta hãy đảo ngược hoàn cảnh giả định, và tưởng tượng rằng máy tính đã do những chuyên gia của một cơ quan loại NASA⁵ thuộc Hoả tinh thực hiện với ước muốn phát hiện trên trái đất những bằng chứng của một sinh hoạt có tổ chức, có tạo chế các nghệ phẩm. Và giả sử thêm rằng phi thuyền vũ trụ Hoả tinh lần đầu tiên hạ cánh xuống khu rừng Fontainebleau⁶, cứ cho là cạnh làng Barbizon. Máy tính khảo sát và so sánh hai tập hợp vật thể đáng lưu ý nhất xung quanh nó: một mặt là những ngôi nhà của làng Barbizon và mặt khác là những tảng đá của bãi đá Apremont. Áp dụng những tiêu chuẩn về sự đầu đặn, sự đơn giản hình học, và sự lặp lại, nó kết luận dễ dàng rằng các tảng đá là những vật thể tự nhiên, và các ngôi nhà là những nghệ phẩm.

Hướng sự chú ý sang những vật thể có kích thước nhỏ hơn, máy tính khảo sát vài hòn cuội nhỏ, bên cạnh đó có vài tinh thể, cứ cho là thạch anh. Vẫn theo những tiêu chuẩn cũ, hiển nhiên nếu máy quyết định đúng rằng những hòn cuội là vật thể tự nhiên, thì tinh thể thạch anh lại được cho là nhân tạo. Phán đoán này dường như chứng tỏ có một “sai lầm” trong cơ cấu của chương trình. “Sai lầm”, nhưng lại có nguyên nhân lí thú: nếu các tinh thể cho thấy những thể dạng hình học được xác định rõ rệt, chính vì cấu trúc vĩ mô của chúng phản ánh trực tiếp cấu trúc vi mô của những nguyên tử hay phân tử thành phần, đơn giản và trùng điệp. Nói cách khác, tinh thể là biểu hiện vĩ mô của một cấu trúc vi mô. “Sai lầm” này sẽ được chỉnh lí tương đối dễ dàng, bởi vì người ta đã biết tất cả những cấu trúc *có thể có* của các tinh thể.

Nhưng giả sử đến đây máy tính lại khảo sát một loại vật thể khác; một tổ ong đại chẳng hạn. Hiển nhiên là máy sẽ nhận ra tất cả những tiêu chuẩn xác định một nguồn gốc nhân tạo: cấu trúc đơn giản và trùng điệp của những bánh tổ và của những lỗ tổ, đơn vị cấu tạo của các bánh tổ; đó là lí do làm cho tổ ong sẽ được xếp vào cùng một loại vật thể như những ngôi nhà ở Barbizon. Nghĩ sao về phán đoán này? Ta biết rằng tổ ong cũng là “nghệ tạo”⁷, trong nghĩa nó biểu thị một sản phẩm, kết quả hoạt động của những con ong. Nhưng chúng ta cũng có lí do đúng đắn để nghĩ rằng hoạt động đó là thuần túy tự động, có hành động, nhưng không do một dự phóng có ý thức. Tuy vậy, là những người nghiên cứu tự nhiên nghiêm túc, chúng ta coi các con ong là những tồn tại “tự nhiên”. Phải chăng có một mâu thuẫn hiển nhiên khi coi là “nghệ tạo”, một sản phẩm của hoạt động tự động của những tồn tại “tự nhiên”?

Khi tiếp tục cuộc tra vấn, người ta sẽ sớm nhận ra rằng, nếu bảo là có mâu thuẫn, thì mâu thuẫn này không do một lỗi lập trình nào, mà nó đến từ

chính sự nhập nhằng trong phán đoán của chúng ta. Bởi vì, nếu hiện nay máy tính không khảo sát tổ ong mà chính bản thân những con ong, nó cũng sẽ chỉ thấy những t ờn tại nghệ tạo, được chế luyện cao độ. Sự quan sát dù rất phiến diện cũng cho thấy ở những con ong nhiều yếu tố hiển nhiên của tính đối xứng⁸ đơn giản: đối xứng phải trái và đối xứng tịnh tiến⁹. Thêm nữa, và nhất là, khi khảo sát từng con ong, chương trình sẽ ghi lại là cấu trúc vô cùng phức tạp của chúng (số lượng và vị trí các sợi lông bụng chẳng hạn, hay những đường gân cánh) được lặp lại từ con này đến con kia một cách chính xác phi thường. Đó là bằng chứng xác đáng nhất cho thấy những t ờn tại này đều là sản phẩm của một hoạt động rất có chủ ý, sáng tạo, và tinh tế bậc nhất. Máy tính, trên cơ sở những tài liệu quả quyết như thế, chỉ có thể báo cáo cho các quan chức NASA thuộc Hoả tinh về sự phát hiện Trên Trái đất một nền công nghệ mà chắc hẳn là so với nó thì nền công nghệ của Hoả tinh sẽ chỉ là sơ khai.

Chúng ta vừa rẽ qua một câu chuyện thật ra không mấy khoa học giả tưởng, nó nhằm minh họa cho khó khăn gặp phải khi người ta muốn xác định rõ rệt làn phân cách giữa hai loại vật thể mà trực giác vốn cho là hiển nhiên khác nhau: “tự nhiên” và “nhân tạo”. Trên thực tế, chắc chắn là từ những tiêu chuẩn về cấu trúc (vĩ mô) không thể đưa ra được một định nghĩa cho cái nhân tạo, một mặt bao gồm tất cả những nghệ phẩm “đích thực”, như những sản phẩm do con người chế tác, một mặt khác loại trừ được tất cả những sự vật tự nhiên một cách minh bạch như các cấu trúc tinh thể, và cũng loại trừ ngay chính bản thân các t ờn tại sống, mà tuy vậy chúng ta lại muốn xếp vào lớp các hệ thống tự nhiên.

Khi suy nghĩ về nguyên do của những nhầm lẫn (bề ngoài?) mà chương trình dẫn đến, chắc rằng ta sẽ nghĩ đến việc chúng ta đã hạn chế hoạt động của chương trình, một cách chuyên nhất, vào sự khảo sát hình thái, cấu

trúc, đặc tính hình học. Như thế là làm cho chương trình đánh mất nội dung cốt lõi của khái niệm vật thể nhân tạo; cụ thể là, trước hết một vật thể như thế được định nghĩa, hay được giải thích, qua chức năng mà nó được làm ra để thực hiện, bằng tính năng của nó trong nhiệm vụ mà người sáng tạo ra nó chờ đợi.

Tuy nhiên, như chúng ta sẽ nhanh chóng thấy, sau khi lập trình cho máy tính để nó quan tâm không những đến cấu trúc của vật thể được khảo sát, mà còn đến tính năng có thể của vật thể, kết quả sẽ chỉ làm chúng ta thất vọng hơn.

Những vật thể sinh ra cùng với một dự định

Để lấy ví dụ, hãy giả sử là chương trình mới đó thực sự phân tích chính xác những cấu trúc và tính năng của hai loại vật thể, chẳng hạn như những con ngựa chạy trên đồng cỏ và những chiếc xe hơi chạy trên đường. Việc phân tích sẽ đưa đến kết luận là cả hai loại vật thể này tương đồng rất sát với nhau, trong nghĩa cả hai đều được thiết kế để có khả năng di chuyển nhanh, mặc dù trên những mặt đường đất khác nhau, và đi đầu này giải thích sự khác biệt về cấu trúc. Và, lại để lấy một ví dụ khác, nếu chúng ta cho máy tính so sánh những cấu trúc và tính năng của con mắt một động vật có xương sống với một cái máy ảnh, máy tính không thể không nhận ra những tương đồng sâu sắc: thấu kính, màng đi đầu sáng, cửa trập, sắc tố; cũng vẫn những bộ phận ấy được sắp đặt trong hai loại vật thể để nhằm đạt đến những tính năng giống nhau.

Tôi chỉ muốn kể ra ví dụ này, giữa nhiều ví dụ cổ điển khác về sự thích ứng chức năng trong các sinh vật, để nhấn mạnh rằng sẽ thật là tùy tiện và vô bổ nếu như người ta muốn phủ nhận sự kiện: con mắt, một bộ phận tự nhiên, chính là biểu hiện của một “dự định” (ghi lại hình ảnh); trong khi

chúng ta lại đương nhiên phải công nhận nguồn gốc đó của máy ảnh. Phân tích đến cùng sự phủ nhận nói trên thì lại càng thấy nó phi lí hơn, cái dự định dùng để “giải thích” máy ảnh, chỉ có thể là chính cùng cái dự định vốn đã đem đến cho con mắt cùng một cấu trúc. Mọi nghệ phẩm là sản phẩm xuất ra từ hoạt động của một tồn tại sống, tồn tại ấy biểu đạt ra một cách đặc biệt hiển nhiên một trong những tính chất cơ bản đặc thù của tất cả những tồn tại sống, không có ngoại lệ: đó là những tồn tại *sinh ra với một dự định*, mà chúng vừa thể hiện qua cấu trúc, vừa thực hiện qua những tính năng (chẳng hạn như việc sáng tạo các nghệ phẩm).

Thay vì từ chối khái niệm này (như nhiều nhà sinh vật học đã muốn làm), ngược lại không thể không chấp nhận nó như thiết yếu cho chính sự định nghĩa những tồn tại sống. Chúng ta sẽ nói rằng những tồn tại này tự phân biệt với tất cả những cấu trúc của tất cả những hệ thống hiện hữu trong vũ trụ qua đặc tính mà chúng ta sẽ gọi là *luật hướng đích*.¹⁰

Tuy nhiên, ta nên để ý rằng nếu nó là cần để xác định những tồn tại sống, điều kiện này là không đủ, chính vì nó không đề xuất được những tiêu chuẩn cho phép phân biệt bản thân những tồn tại sống với những nghệ phẩm, do chúng chế tác.

Nói rằng dự định khai sinh ra một nghệ phẩm là sở hữu của động vật đã sáng tạo ra nó, mà không thuộc về bản thân sự vật nhân tạo, thì chưa đủ. Khái niệm hiển nhiên này còn quá chủ quan, bằng có là có lẽ khó có thể sử dụng nó trong một chương trình máy tính: làm sao máy có thể nhận định là dự định ghi lại hình ảnh - dự định được thể hiện bằng cái máy ảnh - thuộc về một vật thể gì khác hơn là bản thân cái máy ảnh? Chỉ qua sự khảo sát cấu trúc đã hoàn thành và phân tích những tính năng của vật thể ấy, ta có thể xác định một dự định, nhưng không thể xác định tác giả của nó.

Để đạt được mục đích này, cần đến một chương trình không những biết khảo sát vật thể hiện hành, mà còn cả nguồn gốc của nó, lịch sử của nó, và, để bắt đầu, cách thức chế tác ra nó. Trên nguyên tắc, không có gì cản trở việc một chương trình như thế có thể được xây dựng. Dù cho tương đối sơ khai, chương trình chắc sẽ cho phép phân định ra một khác biệt gốc rễ giữa một tồn tại sống và một nghệ phẩm, dù hoàn chỉnh cỡ nào đi nữa. Thật thế, máy tính không thể nào bỏ qua không ghi nhận rằng cấu trúc vĩ mô của một nghệ phẩm (dù cho đó là một bánh tổ ong, một cái đập do loài hải li dựng lên, một cái rìu thời đồ đá cũ, hay một phi thuyền không gian) là kết quả của sự tác động lên nguyên vật liệu cấu thành vật thể, từ những lực *bên ngoài* bản thân vật thể. Một khi được hoàn thành, cơ cấu vĩ mô của vật thể không cho thấy những lực cấu kết nội tại giữa những nguyên tử hay phân tử cấu thành nguyên vật liệu (ở đó chúng chỉ tham dự vào những tính chất chung về tỉ trọng, về độ cứng, độ dẻo; v.v.).

Nhưng cơ cấu vĩ mô này lại là bằng chứng cho những lực bên ngoài đã *gia công* ra vật thể.

Những cỗ máy tự xây dựng bản thân chúng

Chương trình, ngược lại, sẽ phải ghi nhận thực tế là cấu trúc của một tồn tại sống được hình thành qua một quy trình hoàn toàn khác thế; trong nghĩa cấu trúc này gần như không bị ảnh hưởng gì từ những nguồn lực bên ngoài, mà tất cả mọi thứ, từ thể dạng chung chung cho đến những chi tiết nhỏ nhất, đều do những tương tác “phát sinh hình thái” nội tại trong bản thân vật thể. Cấu trúc đó làm bằng chứng cho một quy trình tất định tự chủ, chính xác, chặt chẽ, bao hàm một sự “tự do” gần như toàn vẹn trước những tác nhân hay điều kiện ngoại tại; đã hẳn, những yếu tố ngoại tại này có thể ngăn trở sự phát triển này, nhưng không thể định hướng cho nó, cũng

không thể áp đặt một cấu trúc tổ chức nào cho vật thể sống. Qua tính chất tự chủ và tự phát của tiến trình phát sinh hình thái, vốn kiến tạo cấu trúc vĩ mô của t ần tại sống, ta phân biệt được rất rõ những t ần tại này với các nghệ phẩm, cũng như với đa số các vật thể tự nhiên, mà hình thái vĩ mô phần lớn do những tác động từ bên ngoài tạo ra. Nói vậy cũng có một ngoại lệ: đó vẫn là *các* tinh thể, mà dạng hình học phản ánh những tương tác nội tại của bản thân vật thể. Phải chăng, nếu chỉ bằng tiêu chuẩn này, ta nên xếp các tinh thể vào cùng một lớp với các t ần tại sống; trong khi các nghệ phẩm và các vật thể tự nhiên, vì đều là thành quả của những lực tác động bên ngoài, phải được xếp chung trong một lớp khác.

Tiêu chuẩn này, cũng như các tiêu chuẩn v ề sự đều đặn và sự lặp lại, dẫn đến sự cần thiết phải xét chung các cấu trúc tinh thể và các t ần tại sống. Điều này có thể gợi ý cho người viết chương trình khảo sát, ngay cả một người không biết đến sinh học hiện đại. Người ấy phải tự hỏi, phải chăng những lực nội tại đã trao cho các t ần tại sống cấu trúc vĩ mô của chúng, lại cũng mang cùng bản chất với những lực tương tác vi mô tác giả của các hình thái tinh thể. Đúng như thế, và đó là một trong những chủ đề chính sẽ được triển khai trong những chương sắp tới của tiểu luận này. Còn lúc này, chúng ta tìm cách xác định qua những tiêu chuẩn tuyệt đối phổ quát, những tính chất vĩ mô nào cho phép phân biệt các t ần tại sống với tất cả các t ần tại khác trong vũ trụ.

Sau khi đã “khám phá” là có một diễn tiến tất định, nội tại, và tự tại, bảo đảm cho việc hình thành những cấu trúc rất phức tạp của các t ần tại sống, người lập trình của chúng ta, kẻ không biết gì v ề sinh học nhưng là chuyên gia tin học, tất yếu phải thấy rằng một cấu trúc như thế biểu thị một số lượng thông tin rất đáng kể, mà việc còn lại là phải tìm ra nguồn phát tin, bởi vì bất cứ một thông tin nào khi được biểu đạt, tức đã được nhận, thì tất phải có nguồn phát.

Những cỗ máy tự sao ra bản thân

Bây giờ ta chấp nhận rằng, khi tiếp tục tìm hiểu, người lập trình phát hiện một điều cuối cùng; đó là: ngu ần phát ra thông tin được biểu đạt trong cấu trúc của t ần tại sống, *luôn luôn* là một vật thể khác giống hệt t ần tại đã được biểu đạt. Người lập trình đã xác định được ngu ần thông tin, và nhận ra một đặc tính thứ ba rất đáng chú ý của những t ần tại này, đó là khả năng sao bản và chuyển giao *không thay đổi*¹¹ thông tin tương ứng với cấu trúc của bản thân những t ần tại đó. Thông tin đó rất phong phú vì lí do nó mô tả một tổ chức cực kì phức tạp, nhưng vẫn được bảo t ần toàn bộ từ thế hệ này sang thế hệ khác. Chúng ta sẽ đặt tên cho đặc tính này là *luật sinh sản*¹² *bất biến*, hay đơn giản hơn là *luật bất biến*.

Nên để ý ở đây rằng, do đặc tính sinh sản bất biến của chúng, một lần nữa các t ần tại sống và các cấu trúc tinh thể đứng cùng nhau và đối lập với tất cả những vật thể khác được biết đến trong vũ trụ. Thật vậy, chúng ta biết rằng, trong trạng thái dung dịch bão hòa, một số hóa chất không kết tinh trừ phi người ta rắc vào dung dịch những mầm tinh thể. Thêm nữa, nếu hóa chất có thể mang đặc tính kết tinh theo hai dạng khác nhau, thì cơ cấu của tinh thể, mà sẽ xuất hiện trong dung dịch, được xác định theo mầm được gieo. Tuy nhiên, các cấu trúc tinh thể mang một lượng thông tin nhỏ hơn nhiều cấp, so với thông tin được truyền từ thế hệ này sang thế hệ khác trong những t ần tại sống vào loại đơn giản nhất mà chúng ta được biết. Tiêu chuẩn này, cần nhấn mạnh là thuần túy định lượng, cho phép phân biệt các t ần tại sống với tất cả các t ần tại khác, kể cả các tinh thể.

*

* *

Bây giờ hãy để yên cho nhà lập trình của Hoả tinh, giả định là không biết gì về sinh học, để họ trầm tư. Kinh nghiệm giả tưởng vừa qua chỉ có mục đích buộc chúng ta phải “khám phá trở lại” những đặc tính tổng quát nhất dùng đặc trưng cho các tồn tại sống và cho phép phân biệt chúng với phần còn lại của vũ trụ. Hiện nay chúng ta chấp nhận đã hiểu rõ sinh học (đầy đủ nhất theo tình trạng hiện tại) để có thể phân tích sâu hơn và thử định nghĩa một cách chính xác hơn, định lượng nếu được, những đặc tính nói trên. Chúng ta đã tìm thấy ba đặc tính: luật hướng đích, luật phát sinh hình thái tự chủ, luật sinh sản bất biến.

Những đặc tính kì lạ: bất biến và hướng đích

Trong ba đặc tính đó thì định nghĩa bằng số lượng *luật sinh sản bất biến* có lẽ là dễ nhất. Bởi vì đi đầu nói đến ở đây là khả năng sao bản một cấu trúc có mức độ tổ chức cao, và bởi vì mức độ trật tự của một cấu trúc có thể được định nghĩa bằng đơn vị thông tin, chúng ta sẽ xác định như sau: “nội dung của luật bất biến”, của một loài nhất định, đồng nhất với lượng thông tin mà, khi được truyền từ một thế hệ sang thế hệ sau, bảo đảm được sự bảo tồn một chuẩn cấu trúc nhất định. Chúng ta sẽ thấy rằng người ta có thể ước tính được đại lượng này, với một số giả thiết.

Đó là một đi đầu, và đi đầu ấy lại cho phép tiếp cận sát hơn cái khái niệm vốn rất cần thiết, hiển nhiên và tức thì, khi người ta khảo sát các cấu trúc và tính năng của các tồn tại sống: khái niệm về luật hướng đích. Tuy nhiên, khi phân tích khái niệm này, nó trở nên mơ hồ một cách sâu xa, bởi vì nó đưa đến ý tưởng “dự định”, có màu chủ quan. Ta nhớ lại ví dụ cái máy ảnh: nếu chấp nhận rằng sự hiện hữu của vật thể này là biểu hiện của “dự định” ghi lại hình ảnh, thì ta cũng phải đương nhiên chấp nhận là có một “dự

định” tương tự được hoàn thành trong sự xuất hiện của con mắt động vật có xương sống.

Nhưng mọi dự định cụ thể, bất kể thế nào, chỉ có nghĩa như bộ phận của một dự định tổng quát hơn. Tất cả những thích nghi chức năng của các t ần tại sống, cũng như tất cả những nghệ phẩm do các t ần tại sống chế tác, đều hoàn thành những dự định đặc thù có thể được coi như những khía cạnh hay những bộ phận của một dự định nguyên thủy duy nhất, đó là việc bảo t ần và phát triển loài.

Để được chính xác hơn, chúng ta sẽ tự do chọn định nghĩa cho dự định hướng đích cốt yếu đó như là sự truy ền đạt, từ thế hệ này sang thế hệ khác, nội dung luật bất biến đặc trưng của loài. Tất cả những cơ cấu, tất cả những tính năng, tất cả những hoạt động tham dự vào thành công của dự định cốt yếu này đều được coi là “hướng đích”.

Làm như thế cho phép chúng ta đề xuất một định nghĩa lí thuyết cho “mức” hướng đích của một loài. Thực vậy, người ta có thể coi tất cả những cấu trúc và tính năng hướng đích như là tương ứng với một lượng thông tin cần được truy ền đạt để cho những cấu trúc đó được xây dựng và những tính năng đó được hoàn thành. Ta sẽ gọi định lượng đó là “thông tin của luật hướng đích”. Như vậy người ta có thể coi “mức hướng đích” của một loài là tương ứng với lượng thông tin, trung bình trên mỗi cá thể, phải được gửi đi để bảo đảm sự truy ền đạt cho thế hệ sau nội dung đặc thù của luật sinh sản bất biến.

Người ta sẽ dễ dàng thấy rằng việc hoàn thành dự định hướng đích cơ bản (tức là sự sinh sản bất biến), trong những giống loài khác nhau và ở những nấc thang khác nhau của giới động vật, vận dụng những cấu trúc và những tính năng đa dạng, ít hay nhiều tinh luyện và phức tạp. Cần nhấn mạnh sự kiện là những vận dụng nói trên không chỉ liên quan trực tiếp đến

việc sinh sản theo đúng nghĩa, mà còn bao gồm những hoạt động, đóng góp, dù cho gián tiếp nhất, vào sự sống còn và phát triển giống loài. Chẳng hạn như việc chơi đùa của những sinh vật non trong loài động vật có vú cao cấp, đó là một yếu tố quan trọng cho sự phát triển tâm lí và hội nhập xã hội. Cho nên nó có một giá trị hướng đích, hiểu như thành tố của sự gắn kết trong quần thể, đi đầu kiện cho sự sống còn của quần thể và phát triển giống loài. Chính mức độ phức tạp của tất cả những tính năng và cấu trúc đó, được quan niệm như có chức năng phục vụ cho dự định hướng đích, mà có lẽ ta nên ước lượng.

Trên thực tế, đại lượng có thể được định nghĩa trên lí thuyết này lại không thể đo được. Nhưng ít ra nó cho phép sắp xếp một cách đại khái những loài hoặc nhóm khác nhau trên những “nấc thang của luật hướng đích”. Để lấy một ví dụ cực đoan, hãy tưởng tượng một chàng thi sĩ si tình và nhút nhát, không dám tỏ tình với người mình yêu, mà chỉ có thể biểu lộ ước mong một cách tượng trưng, qua những bài thơ đề tặng nàng. Lại giả sử người phụ nữ kia, cuối cùng cũng bị những sự tôn sùng tinh tế nọ quyến rũ, bằng lòng ngủ với chàng. Những bài thơ của thi sĩ đã tham dự vào dự định cơ bản, vì thế lượng thông tin nó đã chứa phải được tính vào tổng số những tính năng hướng đích bảo đảm cho việc truyền đạt luật sinh sản bất biến.

Rõ ràng là dự định đã thành công nhờ vào một tính năng không có trong bất cứ một động vật nào khác con người, chẳng hạn như chuột. Thế nhưng, và đây là điều quan trọng, nội dung của luật sinh sản bất biến là xấp xỉ như nhau giữa chuột và người (trên thực tế, giữa tất cả các loài có vú). *Do đó, hai đại lượng mà chúng ta đã tìm cách định nghĩa là thực sự khác nhau.*

Điều này đưa chúng ta tới một vấn đề rất quan trọng cần xem xét, liên quan đến những liên hệ giữa ba đặc tính mà chúng ta đã nhận ra là đặc

trung cho các tồn tại sống: luật hướng đích, luật phát sinh hình thái tự chủ, và luật sinh sản bất biến. Sự kiện chương trình máy tính có thể liên tiếp xác nhận chúng một cách độc lập với nhau lại không chứng tỏ được rằng chúng không đơn giản là ba biểu hiện của cùng một đặc tính cơ bản hơn và bí ẩn hơn, không thể tiếp cận bằng bất kì quan sát trực tiếp nào. Nếu quả đúng như thế, việc phân biệt các tính chất và tìm những định nghĩa khác nhau cho chúng sẽ chỉ là tùy tiện và ảo tưởng. Khi ấy, rất xa với việc soi sáng các vấn đề, tiếp cận “bí ẩn của sự sống”, phân tích để mổ xẻ nó, chúng ta sẽ chỉ đang làm phù thủy trừ tà cho nó.

Hoàn toàn đúng là ba đặc tính nói trên kết hợp chặt chẽ với nhau trong tất cả các tồn tại sống. Luật bất biến di truyền chỉ tự biểu thị và chỉ hiển lộ thông qua và nhờ ở sự phát sinh hình thái tự chủ của cấu trúc cấu thành bộ máy hướng đích.

Một nhận xét đầu tiên nổi bật cần nêu lên: vị thế của ba khái niệm đó không như nhau. Nếu luật bất biến và luật hướng đích thực sự là những “tính chất” đặc trưng cho các tồn tại sống, sự cấu trúc hóa tự phát của hình thái đúng hơn phải được coi như một cơ chế. Mặt khác, trong những chương sắp tới, chúng ta sẽ thấy rằng cơ chế này can thiệp vừa cả trong việc sao bản thông tin di truyền bất biến, vừa cả trong sự kiến tạo các cấu trúc hướng đích.

Tuy nhiên, sự kiện đích xác là cùng một cơ chế giải thích được cả hai đặc tính, không đưa tới hệ luận là cần phải nhất thể hóa chúng. Ta vẫn có thể, và thực ra về mặt phương pháp luận cần phải phân biệt chúng, có nhiều lí do cho việc này:

1. Ít ra người ta có thể tưởng tượng về những vật thể có khả năng sinh sản bất biến, nhưng lại không có một bộ phận có cơ chế hướng đích nào. Các cấu trúc tinh thể cho chúng ta một ví dụ, tuy rằng đúng

là ở một mức độ phức tạp thấp hơn rất nhiều so với mọi tồn tại sống được biết đến.

2. Sự phân biệt giữa luật hướng đích và luật bất biến không chỉ đơn giản là một sự trừu tượng hóa luận lí. Ở đây có lí do chính đáng dựa trên hóa học; Thật thế, trong hai lớp đại phân tử sinh học thì lớp thứ nhất, các protein, phụ trách hầu hết những cấu trúc và tính năng hướng đích, trong khi luật bất biến di truyền thì tuyệt đối chỉ gắn với lớp kia, các axit nucleic.

3. Cuối cùng, như chúng ta sẽ thấy trong chương kế tiếp, sự phân biệt này được tiền giả định, một cách hiển ngôn hay không, trong tất cả các lí thuyết, tất cả các xây dựng ý thức hệ (tôn giáo, khoa học hay siêu hình học) liên quan đến sinh quyển và các quan hệ của nó với phần còn lại của vũ trụ.

*

* *

Các tồn tại sống là những vật thể kì lạ. Có lẽ con người trong mọi thời đại đều đã ít nhiều nhận ra điều này một cách mơ hồ. Sự phát triển của khoa học tự nhiên kể từ thế kỉ 17, sự nở rộ của ngành này từ thế kỉ 19, không những không xoá đi được cảm giác kì lạ đó, mà còn làm cho nó trở nên gay gắt hơn nữa. Nếu nhìn từ những quy luật vật lí chi phối các hệ thống vĩ mô, ngay cả sự hiện hữu của các tồn tại sống hình như đã làm nên một nghịch lí, đã vi phạm một vài nguyên lí căn bản làm nền tảng cho khoa học hiện đại. Chính xác ra, đó là những nguyên lí nào? Câu hỏi này không thể trả lời tức thì. Vậy cho nên vấn đề là phân tích một cách chính xác bản chất của “nghịch lí” hay “những nghịch lí” ấy. Công việc này sẽ cho chúng ta một dịp để xác định vị trí, nhìn từ các quy luật vật lí, của hai tính chất

cốt lõi đặc thù của các t ồn tại sống: luật sinh sản bất biến và luật hướng đích.

Nghịch lí của luật bất biến

Thực thế, thoạt nhìn thì luật bất biến có vẻ như là một đặc tính nghịch lí một cách sâu sắc, bởi vì sự bảo t ồn, sự sinh sản, sự bội tăng các cấu trúc có trật tự rất cao, đầu hiện ra như có vẻ không tương thích với nguyên lí thứ hai của nhiệt động học. Đúng vậy, nguyên lí này áp đặt rằng mọi hệ thống vĩ mô chỉ có thể tiến triển theo chiều hướng thoái biến của trật tự đặc trưng cho hệ thống.¹³

Tuy nhiên, tiên liệu này của nguyên lí thứ hai chỉ có giá trị, và chỉ có thể được kiểm nghiệm, khi người ta khảo sát sự tiến hóa của tổng thể một hệ thống *đóng kín về mặt năng lượng*. Bên trong một hệ thống như thế, người ta có thể quan sát thấy một pha trong đó những cấu trúc có trật tự được hình thành và phát triển, và không vì thế mà sự tiến hóa của tổng thể hệ thống vi phạm nguyên lí thứ hai. Sự kết tinh của một dung dịch bão hòa mang đến ví dụ tốt nhất. Người ta hiểu rõ nhiệt động học của một hệ thống như vậy. Sự tăng trưởng cục bộ của trật tự của hệ thống, biểu hiện qua việc những phân tử hỗn độn tụ lại với nhau thành một mạng tinh thể rất xác định, được “trả giá” bằng sự chuyển dịch năng lượng từ pha kết tinh sang dung dịch: entropi (độ hỗn loạn) của tổng thể hệ thống vẫn tăng một đại lượng đúng như nguyên lí thứ hai đòi hỏi. Ví dụ này cho thấy, sự tăng trưởng cục bộ của trật tự, trong một hệ thống đóng kín, là vẫn tương thích với nguyên lí thứ hai. Tuy nhiên chúng ta đã nhấn mạnh rằng mức độ tổ chức của một sinh vật, dù đơn giản nhất, cũng vô cùng lớn so với mức độ tổ chức của một tinh thể. Cần tự hỏi liệu sự bảo t ồn và sự bội tăng bất biến của những cấu trúc như thế có còn tương thích với nguyên lí thứ hai hay

không. Người ta có thể kiểm nghiệm điều này bằng một thí nghiệm tương tự rất sát với thí nghiệm về sự kết tinh.

Ta hãy lấy một mililit nước, trong đó chứa vài mili-gram một chất đường đơn, ví dụ như glucoza, cùng với những muối khoáng chứa các nguyên tố cơ bản có trong các hợp chất hóa học của các t ần tại sống (chất đạm, phốt-pho, lưu huỳnh, v.v.). Ta gieo vào trong môi trường đó một vi khuẩn thuộc giống *Escherichia coli*, chẳng hạn (độ dài 2μ trọng lượng khoảng 5×10^{-13} g). Trong vòng 36 giờ, dung dịch sẽ chứa vài tỉ vi khuẩn. Chúng ta sẽ nghiệm thấy rằng 40% đường đã được chuyển hóa thành những thành phần của tế bào, trong khi phần còn lại đã được oxy-hóa thành CO_2 và H_2O . Khi thực hiện toàn bộ thí nghiệm này trong một nhiệt lượng kế, người ta có thể xác định cân cân nhiệt động của thao tác và ghi nhận được là, cũng như trong trường hợp kết tinh, entropi của tổng thể hệ thống (vi khuẩn + môi trường) đã tăng lên, nhiều hơn một chút so với mức tối thiểu do nguyên lí thứ hai tiên liệu. Như thế là, trong khi cấu trúc cực kì phức tạp biểu hiện qua tế bào vi khuẩn không những được bảo t ần mà còn được nhân lên nhiều tỉ lần, món nợ nhiệt động tương ứng với thao tác đã được thanh toán sòng phẳng.

Vậy thì, không có sự vi phạm nguyên lí thứ hai nào có thể quan niệm hay đo đạc được. Tuy nhiên, khi chứng kiến hiện tượng này trực giác vật lí học của chúng ta không khỏi bị rối loạn sâu sắc, và ta không khỏi nhận ra tất cả cái lạ lùng của hiện tượng, còn hơn trước thí nghiệm. Tại sao? Bởi vì chúng ta thấy rõ rằng quy trình này bị uốn cong, bị định hướng theo một con đường chuyên nhất: sự bội biến của các tế bào. Các tế bào này, hẳn r ồi, không vi phạm các quy luật nhiệt động học, ngược lại là khác. Không chỉ tuân theo những quy luật này, các tế bào sử dụng chúng như một kĩ sư

giỏi biết sử dụng để hoàn thành, với hiệu quả cao nhất, “giấc mơ” (chữ của F. Jacob¹⁴) của mỗi tế bào: trở thành hai tế bào.

Luật hướng đích và nguyên lí khách thể¹⁵

Trong một chương sắp tới, chúng ta sẽ thử đề xuất một ý tưởng về sự phức tạp, sự tinh tế và tính hiệu quả của bộ máy hóa học cần thiết cho việc thực hiện dự định nói trên. Một dự định đòi hỏi tổng hợp được hàng trăm thành phần hữu cơ khác nhau; lắp ghép chúng trong nhiều loại đại phân tử; huy động và sử dụng, ở mỗi nơi mỗi lúc cần đến, hiệu thế hóa học do sự oxy-hóa đường giải phóng ra; xây dựng các bào quan của tế bào. Tuy nhiên không có một nghịch lí vật lí học nào trong sự sinh sản bất biến của những cấu trúc này: cái giá nhiệt động học đã được trả một cách chính xác nhất cho luật bất biến, nhờ vào độ hoàn hảo của một bộ máy hướng đích. Bộ máy này rất tiết kiệm năng lượng trong những nhiệm vụ vô cùng phức tạp, đạt được hiệu suất hiếm thấy ở các máy móc do con người làm ra. Bộ máy này hoàn toàn logic, duy lí một cách diệu kì, hoàn toàn thích hợp cho dự định của nó: bảo tồn và sinh sản chuẩn mực cấu trúc. Và điều này không xâm phạm mà lại khai thác các quy luật vật lí để chuyên nhất có ích cho cảm ứng đặc thù của, nó. Chính bản thân sự hiện hữu của dự định ấy, được bộ máy hướng đích vừa hoàn thành vừa tiếp tục đeo đuổi, làm nên “phép lạ”. Phép lạ chẳng? Không phải thế, câu hỏi đích thực được đặt ra trên một bình diện khác và sâu xa hơn bình diện của các quy luật vật lí. Điều cần bàn đến ở đây là sự nhận thức của chúng ta, là trực giác của chúng ta. Không hề có nghịch lí và cũng không có phép lạ; ở đây chính là có một *mâu thuẫn* hiển nhiên trong nhận thức luận.

Nền tảng của phương pháp khoa học là định đề về tính khách thể của tự nhiên. Điều đó có nghĩa sự chối bỏ, một cách có hệ thống, việc coi bất cứ

diễn giải về các hiện tượng bằng ngôn ngữ của thuyết cứu cánh, tức của “dự định”, là có khả năng đem lại sự hiểu biết “chân chính”. Người ta có thể định ra chính xác thời điểm nguyên lý này được phát kiến. Khi phát biểu nguyên lý quán tính, qua sự phá đổ vật lý học và vũ trụ luận của Aristote, Galilée và Descartes đã không chỉ đặt nền tảng cho cơ học mà còn cho cả nhận thức luận của khoa học hiện đại. Hiển nhiên là những người đi trước Descartes cũng không thiếu lý trí, luận lý, thực nghiệm, và ngay cả ý tưởng muốn đối biện với di sản Aristote nói trên. Nhưng khoa học, trong nghĩa chúng ta hiểu hiện nay, không thể được xây dựng chỉ trên những cơ sở đó. Còn cần thêm sự kiểm duyệt khắc khổ do định đề khách thể đặt ra. Đó thuần túy là định đề vĩnh viễn không thể chứng minh được, bởi vì dĩ nhiên không thể tưởng tượng ra một thí nghiệm nào cho phép chứng minh *sự không hiện hữu* của một dự định, một mục đích được theo đuổi, ở bất cứ nơi nào trong tự nhiên.

Nhưng định đề khách thể là đồng bản chất với khoa học, nó đã dẫn đường cho sự phát triển thần kỳ của khoa học trong suốt ba thế kỷ. Không thể ra khỏi nó được, dù chỉ phút giây, dù chỉ một phạm vi hạn chế thôi, mà lại không ra khỏi lĩnh vực của bản thân khoa học.

Tuy nhiên, sự khách quan buộc chúng ta phải chấp nhận đặc tính hướng đích của những tồn tại sống, phải chấp nhận rằng, trong các cấu trúc và các tính năng của chúng, chúng theo đuổi và thực hiện một dự định. Vì vậy, ở đây ta thấy, hay hình như thấy, một mâu thuẫn sâu sắc về mặt nhận thức luận, vấn đề trung tâm của ngành sinh học chính là mâu thuẫn này; mà chúng ta cần giải quyết, nếu nó chỉ là một hiện tượng bên ngoài, hay ngược lại chúng ta cần chứng tỏ mâu thuẫn này cơ bản là không thể giải quyết được, nếu sự thực là như vậy.

CÁC THUYẾT SINH KHÍ VÀ CÁC THUYẾT HỮU LINH

**Mối quan hệ thứ tự ưu tiên giữa luật bất biến và luật hướng đích:
song đề căn bản**

Các tính chất hướng đích của các tồn tại sống dường như đặt nghi vấn lên một trong những định đề cơ bản của lí thuyết hiện đại về nhận thức, chính vì thế mà mọi quan niệm về thế giới, theo kiểu triết học, tôn giáo, khoa học, đều *tất yếu* giả định một giải pháp, ngằn hay không, cho vấn đề này. Và lại, dù động cơ có là gì đi nữa, thì mỗi giải pháp, đến lượt nó, thế nào cũng bao hàm một giả thuyết về thứ tự ưu tiên, mang tính nhân quả và trong thời gian, giữa hai tính chất đặc trưng của các tồn tại sống (luật bất biến và luật hướng đích).

Chúng tôi sẽ dành một chương sau để tường trình và biện minh cho giả thuyết được coi là duy nhất có thể chấp nhận được theo cách nhìn của khoa học hiện đại, giả thuyết đó là luật bất biến *tất yếu* đi trước luật hướng đích. Hoặc để rõ ràng hơn, đó chính là ý tưởng, theo học thuyết Darwin, cho rằng: sự xuất hiện, sự tiến hóa, sự tinh vi hóa dần dần của các cấu trúc mang tính hướng đích ngày càng mạnh mẽ hơn, có nguyên do là những nhiễu loạn xảy ra bất chợt trong một cấu trúc *đã có tính chất bất biến*, cấu trúc đó vì thế mà có năng lực “bảo toàn cái ngẫu nhiên” và bằng cách đó buộc các kết quả của nhiễu loạn phải phục tùng sự vận hành của quá trình chọn lọc tự nhiên.

Dĩ nhiên, lí thuyết mà tôi đang phác họa ở đây, nói một cách ngắn gọn và giáo điều, không phải là lí thuyết của chính Darwin, người vào thời đó không thể có ý tưởng nào về cơ chế hóa học của luật sinh sản bất biến,

cũng như về bản chất của những nhiễu loạn những cơ chế này phải chịu. Tuy nhiên, thiên tài của Darwin không hề bị hạ thấp chút nào khi ta ghi nhận rằng học thuyết chọn lọc trong tiến hóa có được trọn vẹn ý nghĩa, trọn vẹn tính chính xác, trọn vẹn tính chắc chắn của nó, mới chỉ từ khoảng hai mươi năm nay.

Cho đến giờ, học thuyết chọn lọc (khi cho luật hướng đích là một tính chất phụ xuất phát từ luật bất biến, và luật bất biến được coi là duy nhất nguyên thủy) là học thuyết duy nhất từng được đề xuất mà tương thích với định đề khách thể. Đây cũng là học thuyết duy nhất không chỉ tương thích với ngành vật lý học hiện đại mà còn lấy ngành này làm nền tảng, trong khi không hạn chế hay thêm thắt gì. Rốt cuộc chính học thuyết về sự tiến hóa qua chọn lọc này đảm bảo cho ngành sinh học tính mạch lạc trên bình diện khoa học luận và mang đến cho ngành này chỗ đứng giữa các ngành khoa học về “Tự nhiên khách thể”. Lập luận mạnh mẽ này chắc chắn có lợi cho học thuyết đang bàn tới, nhưng lại không đủ để biện minh cho nó.

Mọi quan niệm khác, hoặc từng được đề xuất rõ ràng nhằm giải thích tính khác lạ của các tồn tại sống, hoặc bị ngấm chứa trong các lý tưởng tôn giáo cũng như trong đa số hệ thống triết học lớn mạnh, đều giả định một giả thuyết ngược lại: tức là, *luật bất biến là được bảo vệ, sự phát sinh cá thể là bị dẫn dắt, sự tiến hóa là bị định hướng*, bởi một nguyên lý hướng đích tiên quyết, và mọi hiện tượng này đều là những biểu lộ của nguyên lý đó. Trong phần còn lại của chương này, tôi sẽ phân tích sơ lược logic của những diễn giải này, chúng có vẻ bề ngoài rất khác nhau nhưng đều bao hàm việc bỏ rơi định đề khách thể, dù việc bỏ rơi này là một phần hay toàn bộ, được thú nhận hay không, có ý thức hay không. Vì thế, để thuận tiện chúng ta có thể chấp thuận một cách phân loại (quả thực có hơi tùy tiện) các quan niệm này, theo bản chất và sự mở rộng giả định của nguyên lý hướng đích mà các quan niệm này dựa vào.

Như thế một bên, chúng ta có thể xác định nhóm thứ nhất bao gồm các lí thuyết công nhận một nguyên lí hướng đích, với giả định rõ ràng là chỉ hoạt động trong sinh quyển, trong “vật chất sống”. Tôi sẽ gọi những lí thuyết này là những thuyết *sinh khí*, chúng bao hàm một sự phân cách triệt để giữa các t ần tại sống và thế giới vô sinh.

Bên kia, ta có thể xếp thành nhóm những quan niệm dựa trên một nguyên lí hướng đích phổ quát, chính nguyên lí này đảm nhiệm sự tiến hóa của vũ trụ cũng như của sinh quyển, và ở giữa sinh quyển này nguyên lí đó chỉ càng tự biểu đạt một cách chính xác và rõ rệt hơn. Những lí thuyết này nhìn ra trong những t ần tại sống các sản phẩm tinh chế nhất, hoàn hảo nhất của một sự tiến hóa bị định hướng một cách phổ quát, đã dẫn đến con người và nhân loại, bởi vì sự tiến hóa này *phải* dẫn đến đó. Tôi sẽ gọi những quan niệm như thế là các thuyết “hữu linh”. Trên nhiều phương diện chúng lại thú vị hơn các thuyết sinh khí, và tôi sẽ chỉ dành cho các thuyết sinh khí này một khái luận ngắn gọn¹⁶.

Giữa các thuyết sinh khí, chúng ta có thể nhận thấy những khuynh hướng rất khác nhau, ở đây chúng ta sẽ bằng lòng với việc phân biệt giữa hai khuynh hướng mà tôi sẽ gọi là “thuyết sinh khí siêu hình học” và “thuyết sinh khí duy khoa học”.

Thuyết sinh khí siêu hình học

Nhà khởi xướng thuyết sinh khí siêu hình học lừng danh nhất, không còn nghi ngờ gì nữa, là Bergson. Chúng ta đều biết rằng, nhờ một phong cách hấp dẫn và một phép biện chứng ẩn dụ, thiếu logic nhưng không thiếu tính thi ca, triết lí này đã có được một thành công rất rộng lớn. Hiện giờ, dường như triết lí này đã gần như hoàn toàn mất sự tin cậy, nhưng khi tôi

còn trẻ, không ai lại dám hi vọng đồ tể tài mà không đọc cuốn *Sự tiến hóa sáng tạo*. Vì thế chúng ta cần nhắc lại rằng triết lí này hoàn toàn dựa trên một ý tưởng về sự sống được quan niệm như một “cái đà”, một “dòng chảy”, khác biệt triệt để với vật chất vô sinh nhưng lại đấu tranh với vật chất đó, “đi qua” vật chất đó để buộc nó phải tự tổ chức. Ngược với hầu hết các thuyết sinh khí hay hữu linh khác, thuyết của Bergson lại không phải một thuyết cứu cánh. Nó chối bỏ việc giam hãm tính tự phát cốt yếu của sự sống trong một quyết định luận nào đó. Sự tiến hóa, vốn đồng nhất với chính cái đà sống, vì thế mà không thể có dịch lí cứu cánh cũng như không có dịch lí tác nhân. Con người là cấp độ tối cao quy trình tiến hóa phải đạt đến mà không hề tìm kiếm cũng như dự kiến cấp độ đó. Thay vì thế đây là biểu hiện và bằng chứng của sự tự do toàn vẹn của cái đà sáng tạo.

Gắn với khái niệm này là một khái niệm được Bergson coi là nền tảng: trí khôn dựa trên lí tính là một công cụ nhận thức đặc biệt thích ứng cho việc chế ngự vật chất trơ, nhưng lại hoàn toàn bất lực trong việc lĩnh hội những hiện tượng của sự sống. Chỉ có bản năng, đồng bản chất với cái đà sống, là có thể mang đến một trực giác trực tiếp, toàn cục về sự sống. Mọi diễn thuyết về sự sống theo kiểu phân tích và dựa trên lí tính thì đều không có nghĩa, hay đúng hơn là lạc đề. Sự phát triển cao cấp của trí khôn dựa trên lí tính, ở *Người Thông minh* (*Homo sapiens*), đã làm nghèo nàn nghiêm trọng và đáng tiếc những năng lực trực giác của họ, và chúng ta ngày nay cần toan tính khôi phục lại sự phong phú cho những năng lực đó.

Tôi sẽ không cố bàn luận về triết lí này (mặt khác nó cũng không phù hợp cho tôi bàn luận). Bị nhốt kín trong tinh thần logic, và vốn nghèo nàn trực giác toàn cục, tôi thấy mình không có khả năng làm việc này. Nhưng không vì thế mà tôi coi thái độ của Bergson là vô nghĩa, mà ngược lại. Sự nổi dậy, dù có ý thức hay không, chống lại lí tính, sự tôn trọng dành cho

“cái Nó”¹⁷ lên trên “cái tôi”¹⁸ là những dấu ấn của thời đại chúng ta (không nói đến tính tự phát sáng tạo). Nếu Bergson dùng một ngôn ngữ ít sáng rõ hơn, một phong cách “sâu sắc” hơn, ngày nay các tác phẩm của ông chắc vẫn còn được đọc.¹⁹

Thuyết sinh khí duy khoa học

Nhiều người đã từng đi theo thuyết sinh khí “khoa học”, và trong số họ phải kể đến những nhà bác học rất xuất chúng. Tuy nhiên, trong khi cách đây khoảng 50 năm, những người theo thuyết sinh khí tuyển mộ thành viên từ các nhà sinh học (người nổi tiếng nhất, Driesch, từ bỏ ngành phôi học để nghiên cứu triết học), thì những người theo thuyết sinh khí đương đại lại chủ yếu đến từ các ngành khoa học vật lý, như Walter M. Elsasser và Michael Polanyi. Tất nhiên, ta có thể hiểu được việc các nhà vật lý bị choáng váng trước sự khác lạ của các tồn tại sống, còn hơn cả các nhà sinh học. Nếu tóm tắt sơ lược, chẳng hạn, thái độ của Walter M. Elsasser là như sau.

Những tính chất kì lạ, tức luật bất biến và luật hướng đích, chắc chắn không vi phạm các quy luật vật lý, nhưng chúng lại không thể được giải thích trọn vẹn nhờ những lực vật lý và tương tác hóa học vốn được ghi nhận qua nghiên cứu các hệ thống phi sinh vật. Vì thế, nhất thiết chúng ta cần công nhận rằng những nguyên lý, đáng lẽ sẽ được bổ sung vào những nguyên lý của ngành vật lý, hoạt động trong vật chất sống nhưng lại không hoạt động trong các hệ thống phi sinh vật, do đó các nguyên lý chỉ đúng riêng cho sự sống là không thể khám phá được ở những hệ thống phi sinh vật. Đó là những nguyên Lý (hay các quy luật “sinh áp”, nếu dùng thuật ngữ của Elsasser) mà chúng ta cần làm sáng tỏ.

Chính nhà vật lý vĩ đại Nils Bohr, dường như, cũng không loại bỏ những giả thuyết này. Nhưng ông không có ý đồ đưa ra bằng chứng là những giả thuyết này là cần thiết. Chúng có cần thiết không? Rất cuộc, toàn bộ vấn đề là ở đó. Điều này được khẳng định, nhất là bởi Elsasser và Polanyi. Ít nhất, ta có thể nói rằng luận chứng của các nhà vật lý này là đặc biệt thiếu tính chặt chẽ và vững chắc.

Những lí lẽ này liên quan đến từng tính chất kì lạ, một cách tương ứng. Về luật bất biến, cơ chế của nó cho đến giờ là được biết khá rõ để có thể khẳng định rằng không có nguyên lí phi vật lý nào lại là cần thiết cho việc diễn giải nó (xem Chương 6).

Còn lại luật hướng đích, hay chính xác hơn là các cơ chế phát sinh hình thái tạo ra các cơ cấu hướng đích. Rất đúng, quá trình phát triển phôi là một trong những hiện tượng bên ngoài kì diệu nhất của toàn bộ ngành sinh học. Một điều khác cũng đúng là những hiện tượng này, được các nhà phôi học mô tả hay tuyệt vời, lại đa phần vẫn vượt ra ngoài (vì những lí do kĩ thuật) sự phân tích của ngành di truyền học và hóa sinh, trong khi rõ ràng là chỉ những ngành này mới cho phép diễn tả được chúng. Thái độ của những người theo thuyết sinh khí vốn cho rằng những quy luật vật lý là không đủ, hay bất kể thế nào cũng sẽ biểu lộ là không đủ, để giải thích được sự phát sinh phôi. Thái độ này là không thể biện minh được bằng những tri thức chính xác, bằng những quan sát hoàn chỉnh, mà chỉ bằng sự thiếu hiểu biết hiện thời của chúng ta.

Ngược lại, những hiểu biết của chúng ta về các cơ chế điều khiển học ở cấp phân tử vốn điều chỉnh hoạt động và sự tăng trưởng của tế bào, đã tạo ra những tiến bộ đáng kể và chắc chắn sẽ đóng góp, trong tương lai không xa, vào việc diễn giải sự phát triển phôi. Chúng tôi dành thảo luận về các cơ chế này cho Chương 4, như thế chúng ta sẽ có cơ hội trở lại với một số

lí lẽ của những người theo thuyết sinh khí. Để tiếp tục sống, thuyết sinh khí cần đến, nếu không phải những nghịch lí đích thực thì ít nhất cũng là những “điều huyền bí” vẫn còn tồn tại trong ngành sinh học. Những phát triển của ngành sinh học phân tử trong 20 năm nay đã đặc biệt thu hẹp lĩnh vực những “điều huyền bí”, gần như chỉ còn để rộng mở phạm vi của tính chủ quan cho những tư biện của thuyết sinh khí: chính là về bản thân ý thức. Chúng ta không mạo hiểm gì mấy khi dự kiến rằng, trong lĩnh vực hiện giờ vẫn còn “dành riêng” đó, những tư biện này sẽ biểu lộ là cũng vô bổ như trong mọi lĩnh vực trong đó chúng đã tác động cho đến nay.

Những quan niệm hữu linh bén rễ sâu xa và dai dẳng trong tâm hồn con người hiện đại, những cội rễ đó đâm ngược đến tận thời thơ ấu của nhân loại, có lẽ còn trước cả sự xuất hiện của Người Thông minh.

“Phép phóng chiếu hữu linh” và “giao ước cổ xưa”

Tổ tiên chúng ta chắc chỉ có thể tri giác được tính khác lạ trong thân phận của mình một cách mơ hồ. Họ không có được những lí do như chúng ta có ngày nay, để cảm thấy xa lạ với vũ trụ họ đang mở mắt nhìn vào. Họ nhìn thấy gì ở đó trước tiên? Thú vật, cây cối; những tồn tại mà họ có thể ngay lập tức đoán ra bản chất, bản chất đó giống bản chất của họ. Cây cối bắt chéo nhau, tìm ánh mặt trời, chết đi; các con thú săn mồi, tấn công kẻ thù, nuôi dưỡng và bảo vệ con cái; những con đực đánh nhau để có được con cái. Cây cối, thú vật, như chính con người, có thể được giải nghĩa dễ dàng: những sinh vật này có một dự án - đó là sống và nối dài sự sống qua con cháu, cho dù phải trả giá bằng cái chết của mình. Dự án đó giải nghĩa cho sự tồn tại, và sự tồn tại chỉ có nghĩa qua dự án của mình.

Nhưng xung quanh họ, tổ tiên chúng ta cũng nhìn thấy các vật thể khác, còn huyền bí hơn nhiều: những tảng đá, những dòng sông, những dãy núi,

cơn dông, mưa, những thiên thể. Những vật thể này, nếu chúng tồn tại, thì cũng phải vì một dự án, và chúng cũng phải có một linh hồn để nuôi dưỡng dự án đó. Và theo họ, tính khác lạ của vũ trụ được giải đáp như sau: trong thực tế không có vật thể vô hồn nào, dĩ nhiên này chắc chắn sẽ không thể hiểu nổi. Giữa lòng sông, trên đỉnh núi, những linh hồn, còn bí ẩn hơn, đang nuôi dưỡng những dự án còn lớn lao hơn và bí hiểm hơn cả những linh hồn dễ đoán biết của con người và thú vật. Như thế tổ tiên của chúng ta đã biết nhìn thấy trong những hình dạng và các sự kiện của tự nhiên, tác động của những sức mạnh nhân từ hay thù địch, chứ không bao giờ vô tình, không bao giờ hoàn toàn dừng đọng.

Phương pháp tiến hành căn bản của thuyết hữu linh (như tôi dự tính định nghĩa ở đây) bao gồm một phép phóng chiếu ý thức của con người về sự vận hành mang tính hướng đích mạnh mẽ của hệ thần kinh trung ương của chính mình, vào tự nhiên vô hồn. Nói cách khác, đó là giả thuyết cho rằng, rốt cuộc, các hiện tượng tự nhiên, cũng như hoạt động chủ quan có ý thức và dự tính của con người, là có thể và phải được giải thích bằng cùng một cách, bằng cùng các “quy luật”. Thuyết hữu linh nguyên thủy diễn đạt giả thuyết này với cả sự ngây thơ, thực thà và tính chính xác, và như thế nó làm sinh sôi nảy nở trong tự nhiên những huyền thoại, dễ thương hay đáng sợ, đã nuôi dưỡng nghệ thuật và thi ca qua nhiều thế kỉ.

Người ta hẳn sai lầm nếu mỉm cười, dù dịu dàng và với lòng tôn trọng mà tuổi thơ gợi mở. Chúng ta có tin được rằng văn hóa hiện đại thực sự từ bỏ diễn giải chủ quan về tự nhiên? Thuyết hữu linh đã thiết lập giữa Tự nhiên và Con người một giao ước sâu xa mà bên ngoài giao ước này dường như chỉ có một sự cô độc kinh hãi đang lan rộng. Có cần cắt đứt mối liên kết này không, bởi vì định đề khách thể áp buộc việc đó? Lịch sử các ý tưởng, từ thế kỉ 17, đã chứng kiến những nỗ lực không tiếc công sức của những nhà tư tưởng vĩ đại nhất để tránh phải cắt đứt, để rèn lại chiếc nhẫn

của “giao ước cổ xưa” đó. Hãy nghĩ đến những toan tính cũng kì vĩ như toan tính của Leibnitz, hay nghĩ đến tượng đài to lớn và đầy sức nặng được Hegel dựng lên. Nhưng chủ nghĩa duy tâm lại không hề là chốn nương tựa duy nhất cho một thuyết hữu linh vũ trụ. Chính ở giữa một vài ý thức hệ vốn tự cho và tự dám chắc là dựa vào khoa học, người ta mới gặp lại sự phóng chiếu hữu linh, dưới một hình thức ít nhiều mờ ảo.

Chủ nghĩa tiến bộ duy khoa học

Triết lí sinh học của Teilhard de Chardin hẳn không đáng để ta dừng lại xem xét, nếu không vì thành công đáng kinh ngạc của nó, đến cả trong giới khoa học. Thành công này chứng tỏ nỗi lo lắng, nhu cầu nối lại giao ước đó. Teilhard nối lại nó không chút quanh co. Triết lí của ông, cũng như triết lí của Bergson, hoàn toàn dựa trên một định đề tiến hóa tiên quyết. Tuy nhiên, ngược với Bergson, ông công nhận rằng sức mạnh tiến hóa hoạt động trong toàn bộ vũ trụ, từ các phần tử hạt cơ bản cho đến các thiên hà: không có vật chất “trơ” và do đó không có sự cách biệt về bản chất nào giữa vật chất và sự sống. Niềm mong muốn trình bày quan niệm này như “khoa học” đã dẫn Teilhard đến việc tạo dựng nó trên một định nghĩa mới cho năng lượng. Năng lượng này bị phân bố, theo một kiểu nào đó, theo hai vector, một hẳn là (tôi giả định vậy) năng lượng “thông thường”, trong khi vector kia thì tương ứng với lực của vận động tiến hóa đi lên. Sinh quyển và con người là các sản phẩm hiện tại của vận động đi lên này, theo vector tinh thần của năng lượng. Sự tiến hóa phải tiếp tục cho đến khi toàn bộ năng lượng tập trung lại theo vector tinh thần: đó là điểm Omega.

Mặc dù logic của Teilhard là không chắc chắn và phong cách diễn đạt không thanh thoát, một số người, thậm chí cả những người không hoàn toàn chấp nhận ý thức hệ của ông, cũng nhận thấy ở đó một tâm vóc thi ca.

Về phần mình, tôi thấy khó chịu với sự thiếu chặt chẽ và thiếu sâu nghiêm túc của triết lý này. Tôi đặc biệt thấy ở đó một sự chiêu lòng cố chấp muốn hòa giải, thỏa hiệp bằng mọi giá. Có lẽ rốt cuộc không phải vô cớ Teilhard lại là thành viên của hội đoàn mà chủ nghĩa khoan hòa thần học của nó từng bị Pascal công kích ba thế kỷ trước.

Ý tưởng tìm lại giao ước hữu linh cổ xưa với tự nhiên, hay là tạo nên từ đó một giao ước mới nhờ một lý thuyết phổ quát mà theo đó sự tiến hóa của sinh quyển cho đến tận con người hẳn nằm trong sự liên tục không đứt đoạn của chính sự tiến hóa vũ trụ, dĩ nhiên không phải do Teilhard khám phá ra. Thực ra, đó là ý tưởng trung tâm của chủ nghĩa tiến bộ duy khoa học của thế kỷ 19. Ta tìm thấy nó ngay giữa chính chủ nghĩa thực chứng của Spencer, cũng như chủ nghĩa duy vật biện chứng của Marx và Engels. Rốt cuộc, cái lực chưa được biết đến và *không thể biết được*, mà theo Spencer hoạt động trong toàn bộ vũ trụ để tạo nên ở đó sự đa dạng, sự phức tạp, sự chuyên môn hóa, trật tự, đích xác đóng cùng vai trò như năng lượng “đi lên” của Teilhard: lịch sử con người làm tiếp diễn sự tiến hóa sinh học, và sự tiến hóa này chính nó là một phần của sự tiến hóa vũ trụ. Nhờ vào nguyên lý duy nhất này, con người cuối cùng tìm lại được trong vũ trụ chỗ đứng trên cao và tất yếu của mình, với sự chắc chắn về tiến bộ mà con người luôn được bảo đảm sẽ đạt tới.

Lực phân dị hóa của Spencer (cũng như năng lượng đi lên của Teilhard) hiển nhiên biểu diễn sự phóng chiếu hữu linh. Để làm cho tự nhiên có một ý nghĩa, để con người không bị ngăn cách với tự nhiên bởi một vực thẳm không dò thấu, để làm cho tự nhiên rốt cuộc là có thể hiểu được và hiểu được bằng lý tính, thì *phải cho nó một dự án*. Gài vào tự nhiên một “lực” tiến hóa đi lên, do thiếu một linh hồn để nuôi dưỡng dự án này, thực ra cũng quy về việc từ bỏ định đề khách thể.

Sự phóng chiếu hữu linh trong thuyết duy vật biện chứng

Giữa những ý thức hệ duy khoa học của thế kỉ 19, ý thức hệ có thế lực nhất, vẫn còn giữ ảnh hưởng sâu sắc vượt hẳn ra ngoài hội đoàn môn đồ dù đã rất rộng lớn của nó, hiển nhiên là chủ nghĩa Mác. Ghi nhận sau đây đặc biệt mang tính biểu lộ: bởi muốn tạo dựng cơ cấu cho các luận thuyết xã hội trên nền tảng các quy luật tự nhiên mà cả Marx và Engels cũng phải vận đến “phép phóng chiếu hữu linh”, tuy họ làm việc này một cách rõ ràng hơn và với nhiều cân nhắc hơn hẳn Spencer.

Quả vậy, dường như không có cách nào khác để diễn giải “sự đảo nghịch” nổi tiếng, qua đó Marx thay thế phép biện chứng của Hegel bằng thuyết duy vật biện chứng.

Định đề của Hegel cho rằng các quy luật chung nhất chế ngự vũ trụ trong quá trình tiến hóa là thuộc loại biện chứng, định đề này có chỗ đứng trong một hệ thống vốn chỉ công nhận tinh thần là thực tại thường trực và đích thực. Nếu mọi sự kiện, mọi hiện tượng chỉ là những biểu hiện riêng phần của một ý tưởng, mà ý tưởng này lại tự tư duy về chính nó, thì việc tìm kiếm biểu hiện trực tiếp nhất của các quy luật phổ quát, trong kinh nghiệm chủ quan về vận động của tư duy, là chính đáng. Và bởi vì tư duy diễn ra theo phép biện chứng, nên chính các “quy luật của phép biện chứng” chế ngự toàn bộ tự nhiên. Tuy nhiên, bảo toàn nguyên vẹn các “quy luật” chủ quan này, để từ đó làm ra các quy luật cho một vũ trụ thuần túy vật chất, lại chính là việc thực hiện, hết sức rõ rệt, phép phóng chiếu hữu linh, cùng với toàn bộ hệ quả của nó, bắt đầu bằng việc từ bỏ định đề khách thể.

Cả Marx lẫn Engels đều không phân tích tỉ mỉ logic của sự đảo nghịch phép biện chứng này, để toan tính biện minh cho nó. Nhưng, theo nhiều ví

dự ứng dụng, nhất là những ví dụ Engels đưa ra (trong *Chống Duhring* và trong *Biện chứng của tự nhiên*), ta có thể toan tính tái tạo tư tưởng sâu sắc của những nhà sáng lập ra thuyết duy vật biện chứng này. Những khớp nối cốt yếu h³ẳn là như sau:

1. Phương thức tồn tại của vật chất là vận động.
2. Vũ trụ, được định nghĩa như toàn thể vật chất, là thứ duy nhất tồn tại và luôn ở trong trạng thái tiến hóa vĩnh cửu.
3. Nhận thức nào về vũ trụ mà đúng đắn thì cũng nằm trong những nhận thức đóng góp vào sự hiểu biết của sự tiến hóa này.
4. Nhưng nhận thức này chỉ đạt được trong mối tương tác giữa con người và vật chất (hay chính xác hơn “phần còn lại” của vật chất), bản thân mối tương tác cũng mang tính tiến hóa và gây ra tiến hóa. Mọi nhận thức đúng đắn vì thế mà đều mang tính “thực hành”.
5. Ý thức có liên quan đến mối tương tác nhận thức này. Tư duy có ý thức do đó phản ánh vận động của chính vũ trụ.
6. Tư duy do đó là một phần và hình ảnh phản chiếu của vận động vũ trụ, và vận động của tư duy mang tính biện chứng, vì hai lí do này mà quy luật tiến hóa của bản thân vũ trụ cũng phải mang tính biện chứng. Điều này giải thích và biện minh cho việc sử dụng những thuật ngữ như mâu thuẫn, khẳng định, phủ định, để nói về các hiện tượng tự nhiên.
7. Phép biện chứng mang tính xây dựng (nhất là nhờ “quy luật” thứ ba). Sự tiến hóa của vũ trụ do đó tự nó đi lên và mang tính xây dựng. Biểu hiện cao cấp nhất của sự tiến hóa là xã hội con người, ý thức, tư duy - tức là các sản phẩm tất yếu của sự tiến hóa này.

8. Bằng cách nhấn mạnh bản chất tiến hóa của các cấu trúc trong vũ trụ, thuyết duy vật biện chứng triệt để vượt lên trên chủ nghĩa duy vật của thế kỉ 18, vốn dựa trên logic cổ điển và chỉ biết nhận ra những mối tương tác cơ học giữa các đối tượng được giả định là bất biến và vì thế vẫn còn bất lực trong việc tư duy về sự tiến hóa.

Người ta tất nhiên có thể tranh cãi về cách tái tạo như trên, phủ nhận rằng nó tương ứng với tư tưởng đích thực của Marx và Engels. Tuy thế, điều này nói tóm lại chỉ là thứ yếu. Ảnh hưởng của một ý thức hệ là do ý nghĩa cư ngụ trong tâm trí môn đồ của nó và ý nghĩa những người kế nghiệp đưa ra. Vô số văn bản chứng tỏ rằng cách tái tạo đề xuất phía trên là chính đáng, ít ra thì cũng như đại diện cho “bản kinh chính thức” của thuyết duy vật biện chứng. Tôi chỉ dẫn ra ở đây một văn bản, rất có ý nghĩa ở chỗ tác giả của nó là một nhà sinh học hiện đại lừng danh, J.B.S. Haldane. Ông viết, trong lời tựa cho bản dịch tiếng Anh của cuốn *Biện chứng của tự nhiên* như sau:

“Chủ nghĩa Mác xem xét khoa học trên hai phương diện. Trước hết, những nhà Mác-xít nghiên cứu khoa học cùng với những hoạt động khác của con người. Họ chỉ ra cách thức mà hoạt động khoa học của một xã hội phụ thuộc vào sự tiến hóa của các nhu cầu trong xã hội đó, và do đó vào sự tiến hóa của các phương thức sản xuất, và các phương thức sản xuất này đến lượt chúng lại bị khoa học cải biến. Nhưng, tiếp đó, Marx và Engels không tự giới hạn trong phân tích những cải biến xã hội. Trong *Biện chứng*, họ khám phá ra những quy luật chung về sự biến đổi, không chỉ trong xã hội và trong tư duy của con người, mà trong thế giới bên ngoài, *được phản chiếu qua tư duy của con người*. Điều này quy về nói rằng phép biện chứng có thể áp dụng cho các vấn đề trong khoa học “thuần túy”, cũng như cho các quan hệ xã hội của khoa học”.

Thế giới bên ngoài “phản chiếu qua tư duy của con người”: đúng thế, tất cả nằm ở đây. Logic của sự đảo nghịch đương nhiên đòi hỏi sự phản chiếu này phải có gì đó hơn một sự chuyển vị thế giới bên ngoài ít nhiều trung thành. Đối với thuyết duy vật biện chứng “Vật tự thân”²⁰, cái sự vật hay hiện tượng tự thân, nhất thiết phải đạt đến cấp độ ý thức mà lại không biến chất cũng như nghèo nàn đi, mà lại không diễn ra sự lựa chọn nào giữa các tính chất của nó. Thế giới bên ngoài phải hiện diện hoàn toàn ở ý thức, trong sự toàn vẹn tổng thể của các cấu trúc và vận động của thế giới bên ngoài đó.²¹

Ta có thể đem một vài văn bản của chính Marx ra để đối lại quan niệm này. Thực tế vẫn là, quan niệm này là cần thiết cho tính mạch lạc logic của thuyết duy vật biện chứng, đúng như những người kế nghiệp, nếu không phải chính Marx và Engels, đã nhận thấy. Mặt khác, chúng ta không nên quên rằng thuyết duy vật biện chứng được thêm, tương đối muộn, vào cơ cấu kinh tế xã hội được Marx thiết lập trước đó. Cái thêm vào này rõ ràng là để làm cho thuyết duy vật biện chứng trở thành một “khoa học” dựa trên những quy luật của chính tự nhiên.

Sự cần thiết có một khoa học luận phê phán

Việc triệt để đòi hỏi cái “gương hoàn hảo” cắt nghĩa cho sự kiên trì của các nhà biện chứng duy vật trong việc bác bỏ mọi kiểu khoa học luận phê phán, từ khi đó trở đi chúng sẽ ngay lập tức bị coi là “duy tâm” và theo “kiểu Kant”. Trong một mức độ nào đó, chúng ta có thể hiểu được thái độ này, ở con người thế kỉ 19, sống cùng thời với những sự bùng nổ đầu tiên của khoa học. Có thể là khi đó con người, nhờ khoa học, đang trực tiếp chiếm lĩnh tự nhiên, đang chiếm dụng đến cả thực thể của tự nhiên. Không

ai lại nghi ngờ, chẳng hạn, rằng lực hấp dẫn không phải là một quy luật của chính tự nhiên, được nắm bắt trong phạm vi sâu kín của chính nó.

Như chúng ta biết, chính bằng cách quay lại các cội ngu ồn, các cội ngu ồn của chính nhận thức, mà kỉ đệ nhị của khoa học, tức là khoa học của thế kỉ 20, đã được chuẩn bị để ra đời. Từ cuối thế kỉ 20, sự tất yếu tuyệt đối của một khoa học luận phê phán lại trở nên hiển nhiên, như đi đầu kiện cho cả tính khách quan của nhận thức. Từ giờ không chỉ các triết gia thực hiện sự phê phán này, mà cả các nhà khoa học, những người bị dẫn dắt đến việc sáp nhập sự phê phán này vào bản thân nền tảng lí thuyết. Chính trong đi đầu kiện đó mà thuyết tương đối và cơ học lượng tử mới có thể phát triển được.

Mặt khác, những tiến bộ của ngành sinh lí học thần kinh và ngành tâm lí học thực nghiệm bắt đầu tiết lộ, ít nhất, một vài khía cạnh trong cách hệ thần kinh vận hành. Khá đủ để chúng ta thấy rõ rằng hệ thần kinh trung ương chỉ có thể và hẳn là chỉ có bốn phận chuyển giao cho ý thức một thông tin được mã hóa, được chuyển vị, được đóng khung trong những chuẩn mực tiên định: nói đúng ra, thông tin đó được đồng hóa, chứ không thuần túy được khôi phục.

Sự thất bại về khoa học luận của thuyết duy vật biện chứng

Vì thế ngày nay, đối với chúng ta, dường như giả thuyết về sự phản chiếu thuần túy, về cái gương hoàn hảo - tức là, cái gương thậm chí không đảo ngược hình ảnh - là không thể bảo vệ được, hơn bao giờ hết. Nhưng thực ra không cần phải đợi đến những phát triển của khoa học ở thế kỉ 20 để thấy giả thuyết này dẫn đến những sự lẫn lộn và vô lí, không thể tránh khỏi. Để làm chỉ dẫn cho ông Duhring tội nghiệp, người tố giác những đi đầu

này, bản thân Engels đã đề xuất nhiều ví dụ cho cách diễn giải biện chứng các hiện tượng tự nhiên.

Ta lại nhớ đến ví dụ nổi tiếng về hạt đại mạch, được đưa ra để minh họa quy luật thứ ba: “Nếu một hạt đại mạch gặp được những điều kiện bình thường cho nó; dưới ảnh hưởng của nhiệt độ và độ ẩm một biến đổi đặc thù diễn ra bên trong nó; nó nảy mầm: nó biến mất với tư cách hạt, nó bị phủ định, bị thay thế bằng cái cây sinh ra từ nó, tức cái phủ định của hạt đó. Nhưng con đường bình thường của cái cây đó ra sao? Nó lớn lên, nở hoa, thụ tinh, và lại sinh ra các hạt đại mạch, và ngay khi các hạt đó chín muồi, thân cây héo đi, nó bị phủ định về phần mình. Kết quả của sự phủ định của phủ định đó, là chúng ta một lần nữa lại có hạt đại mạch lúc đầu, nhưng không phải một hạt, mà với số lượng 10, 20, 30 lần nhiều hơn...”.

“Tương tự trong toán học, Engels viết tiếp ở một đoạn sau: hãy lấy ví dụ một đại lượng đại số nào đó, ví dụ a . Hãy phủ định nó, chúng ta có được $-a$. Chúng ta lại phủ định sự phủ định này bằng cách nhân $-a$ với $-a$, và chúng ta có được a^2 , tức là đại lượng có giá trị dương như ban đầu, nhưng ở một bậc cao hơn...”, v.v.

Những ví dụ này đặc biệt minh họa mức độ thẩm họa khoa học luận, do việc sử dụng “một cách khoa học” những diễn giải biện chứng. Những nhà biện chứng duy vật hiện đại nói chung tránh được chuyện rơi vào sự ngớ ngẩn như thế. Nhưng coi phép phủ định biện chứng là “quy luật nền tảng” của mọi vận động, của mọi sự tiến hóa, thì cũng là toan tính hệ thống hóa một diễn giải chủ quan về tự nhiên, cho phép phát hiện ra trong tự nhiên một dự án đi lên, mang tính xây dựng, sáng tạo; làm cho tự nhiên rốt cuộc cũng trở nên có thể hiểu được và có ý nghĩa về mặt đạo đức. Đó chính là “sự phóng chiếu kiểu hữu linh”, vẫn luôn có thể nhận ra được, bất kể có được nguy trang kiểu gì.

Diễn giải này không chỉ xa lạ mà còn không tương thích với khoa học, và có vẻ kết quả cũng như vậy mỗi lần các nhà biện chứng duy vật, khi thoát ra khỏi sự dài dòng “lí thuyết” thuần túy, muốn làm sáng rõ mọi phương pháp khoa học thực nghiệm nhờ các quan niệm của họ. Bản thân Engels (dù có hiểu biết sâu sắc về khoa học đương thời) cũng bị dẫn dắt đến việc nhân danh Phép Biện chứng mà vứt bỏ hai khám phá lớn nhất của thời đại đó: nguyên lý thứ hai của nhiệt động học và (dù lòng ngưỡng mộ ông dành cho Darwin) diễn giải thuần túy theo kiểu chọn lọc về sự tiến hóa. Cũng chính căn cứ vào những nguyên lý này mà Lenin kịch liệt công kích khoa học luận của Mach, mà Jdanov sau đó ra lệnh cho các triết gia Nga phải buộc tội “các ma thuật kiểu Kant của trường phái Copenhagen”, mà Lyssenko tố cáo những nhà di truyền học đã bảo vệ một lí thuyết triệt để không tương thích với thuyết duy vật biện chứng và vì thế tất yếu sai lầm. Bất kể những phủ nhận của những nhà di truyền học Nga, Lyssenko đã hoàn toàn có lí. Lí thuyết về gen như thể-quyết-định di truyền bất biến qua các thế hệ và cả các sự lai giống, đúng là hoàn toàn không thể hòa giải được với các nguyên lý biện chứng. Theo định nghĩa, đó là một lí thuyết theo kiểu duy tâm, bởi vì nó dựa trên một định đề về luật bất biến. Bây giờ chúng ta có hiểu biết về cấu trúc gen và cơ chế sao bản bất biến của nó, nhưng đi đầu này cũng không dàn xếp gì được, bởi vì cách thức ngành sinh học hiện đại mô tả những cấu trúc và cơ chế đó lại thuần túy theo kiểu cơ giới. Trong trường hợp tốt nhất, thì đó cũng vẫn là một quan niệm xuất phát từ “chủ nghĩa duy vật thông dụng”, theo kiểu cơ giới, và vì thế mà mang tính “duy tâm khách quan”, như Althusser đã lưu ý trong lời bình chú cho Bài giảng khai mạc ở Học Viện Pháp quốc của tôi.

Tôi vừa kiểm lại một cách ngắn gọn, và rất thiếu hoàn chỉnh, những ý thức hệ hay những lí thuyết khác nhau này. Người ta có thể cho rằng tôi đưa ra một hình ảnh biến dạng của chúng, bởi vì chỉ mang tính bộ phận.

Tôi sẽ thử biện minh cho việc đó bằng cách nhấn mạnh rằng, ở đây tôi chỉ cố rút ra những điều các quan niệm này công nhận, hay bao hàm, về phương diện sinh học và nhất là về quan hệ giữa luật bất biến và luật hướng đích mà các quan niệm đó giả định. Chúng ta đã thấy rằng tất cả quan niệm đó, không một ngoại lệ, đều lấy một nguyên lí hướng đích tiên quyết làm động lực cho sự tiến hóa, hoặc chỉ của sinh quyển, hoặc của toàn thể vũ trụ. Trong cách nhìn của lí thuyết khoa học hiện đại, tất cả quan niệm này đều sai lầm, và các lí do cho sai lầm này là không chỉ về mặt phương pháp (bởi vì chúng đều bao hàm, theo cách này hay cách khác, sự từ bỏ định đề khách thể), mà còn có cả các lí do thực tế, sẽ được bàn luận sau, nhất là ở Chương 6.

Ảo tượng dĩ nhân vi trung

Dĩ nhiên, ở gốc rễ những sai lầm này là ảo giác theo kiểu dĩ nhân vi trung. Lí thuyết nhật tâm, khái niệm quán tính, nguyên lí khách thể đã không đủ để làm tiêu tan cái ảo tượng cổ xưa này. Thuyết tiến hóa thoát tiên không hề làm biến mất ảo giác này, mà lại có vẻ ban cho nó một thực tại mới bằng cách làm con người không còn là trung tâm, mà là kẻ kế thừa tự nhiên, luôn được chờ đợi, của cả toàn thể vũ trụ. Chúa Trời cuối cùng đã có thể chết đi, bị thay thế bằng ảo tượng mới mẻ hùng vĩ này. Ý đồ tối hậu của Khoa học từ nay là thể thức hóa một lí thuyết thống nhất, được đặt nền móng trên một vài nguyên lí, và giải thích được toàn bộ thực tại, bao gồm cả sinh quyển và con người. Chính chủ nghĩa tiến bộ duy khoa học của thế kỉ 19 đã được nuôi dưỡng bằng xác tín gây phấn khích này. Lí thuyết thống nhất mà quả nhiên các nhà biện chứng duy vật đã tưởng rằng thể thức hóa được.

Chính việc thấy nguyên lí thứ hai có vẻ xâm phạm đến xác tín rằng con người và tư duy con người là những sản phẩm tất yếu của một sự đi lên của vũ trụ, đã dẫn dắt Engels đến việc dứt khoát phủ nhận nó. Điều đáng chú ý là ông làm việc phủ nhận đó ngay từ phần Dẫn nhập cho cuốn *Biện chứng của tự nhiên* và ông liên kết chủ đề này với một thuyết giáo vũ trụ luận đầy đam mê, qua đó ông hứa hẹn, nếu không phải cho loài người thì ít nhất cũng cho “bộ não có tư duy”, một sự tái hồi vĩnh cửu. Tái hồi, đúng vậy, về một trong những huyền thoại cổ xưa nhất của nhân loại.²²

Cần phải đợi đến nửa sau của thế kỉ 20 để cái ảo tượng mới mẻ dĩ nhân vi trung, đặt cơ sở trên lí thuyết về sự tiến hóa đó, rồi cũng biến mất. Tôi cho rằng, ngày nay chúng ta có thể khẳng định rằng một lí thuyết phổ quát, dù những thành công của nó có trọn vẹn đến đâu, cũng sẽ không bao giờ bao trùm được sinh quyển, cấu trúc và sự tiến hóa của nó, như những hiện tượng *có thể suy ra được* từ những nguyên lí tiên thiên.

Sinh quyển: sự kiện đơn biệt không thể suy ra được từ những nguyên lí tiên thiên

Đề xuất này có thể mang vẻ mơ hồ. Chúng ta hãy tìm cách làm sáng tỏ nó. Một lí thuyết phổ quát hiển nhiên phải bao trùm đồng thời cả thuyết tương đối, cả thuyết lượng tử, cả một lí thuyết các hạt cơ bản. Nếu một vài điều kiện ban đầu có thể được thể thức hóa, lí thuyết này sẽ bao trùm cả một vũ trụ luận, và vũ trụ luận này hẳn sẽ dự kiến được sự tiến hóa chung của Vũ trụ. Tuy vậy, chúng ta biết rằng (ngược với điều Laplace tin, và sau ông là cả khoa học và triết học “duy vật” của thế kỉ 19) những dự đoán này chỉ có thể mang tính thống kê. Lí thuyết này hẳn sẽ bao trùm sự phân lớp chu kì các nguyên tố, nhưng chỉ có thể xác định được xác suất hiện hữu của từng nguyên tố. Cũng vậy, lí thuyết này hẳn sẽ dự kiến sự xuất hiện

các vật thể như các thiên hà hay các hệ hành tinh, nhưng từ những nguyên lí của mình, nó không thể nào suy ra được sự hiện hữu tất yếu của một vật thể nào đó, của một sự kiện nào, của một hiện tượng đặc biệt nào đó, bất kể đó là tinh vân Andromède, hành tinh Vénus, đỉnh Everest hay cơn dông tối qua. Nói chung, lí thuyết này hẳn sẽ dự kiến sự hiện hữu, những tính chất, những mối quan hệ của một vài “*lớp*” các vật thể hay sự kiện, nhưng hiển nhiên không thể dự kiến được sự hiện hữu, cũng như các đặc tính riêng biệt của một vật thể nào, của một sự kiện *đặc biệt* nào.

Luận đề tôi sẽ trình bày ở đây, là sinh quyển không bao trùm một lớp có thể dự kiến được các vật thể hay các hiện tượng, mà làm thành một sự kiện đặc biệt, chắc chắn tương thích với các nguyên lí tiên thiên, nhưng *không thể suy ra được* từ những nguyên lí này.

Xin hãy nghe tôi nói rõ. Khi nói rằng, các sinh vật, trong tư cách một lớp, là không thể dự kiến được từ những nguyên lí tiên thiên; tôi không hề có ý đề xuất rằng chúng là *không thể giải thích được* theo những nguyên lí đó, rằng sinh vật vượt lên trên những nguyên lí đó theo một kiểu nào đó, và rằng chúng ta phải viện dẫn đến những nguyên lí khác, duy nhất áp dụng được cho sinh vật. Trong cách nhìn của tôi, sinh quyển là không thể dự kiến được, cũng y như cấu hình đặc biệt của các nguyên tử làm nên viên sỏi tôi đang cầm trong tay, không hơn không kém. Chẳng ai lại chê trách một lí thuyết phổ quát là không khẳng định và dự kiến sự hiện hữu của cấu hình nguyên tử đặc biệt này; chúng ta chỉ cần cái vật thể hiện tại, duy nhất và thực tồn này, phải *tương thích* với lí thuyết. Theo lí thuyết này, vật thể này không có nhiệm vụ phải hiện hữu, nhưng nó có quyền hiện hữu.

Đối với chúng ta, nếu đang bàn về hòn sỏi, thì như thế là đủ, nhưng nếu bàn về chúng ta thì như thế lại không đủ. Chúng ta đều muốn mình là luôn luôn tất yếu, là không thể tránh khỏi, là được sắp đặt. Mọi tôn giáo, hầu

như mọi triết lí, thậm chí cả một phần khoa học, đều là nhân chứng cho nỗ lực không mệt mỏi, anh hùng của nhân loại để phủ nhận, một cách tuyệt vọng, tính ngẫu nhiên đặc thù của riêng mình.

NHỮNG CON QUỶ CỦA MAXWELL

Khái niệm hướng đích bao hàm ý tưởng về một hoạt động *có định hướng, có cơ cấu chặt chẽ, và có tính xây dựng*. Với những tiêu chuẩn đó thì phải coi các protein như những phân tử tác nhân cốt yếu cho các tính năng hướng đích của các t ền tại sống.

Các protein, như những phân tử tác nhân của luật hướng đích về cấu trúc và về chức năng

1. Các t ền tại sống là những bộ máy hóa học. Sự tăng trưởng và sự bội biến của tất cả các sinh vật đòi hỏi phải hoàn thành hàng nghìn phản ứng hóa học, quá trình đó chế luyện ra những thành phần chủ yếu của các tế bào. Người ta đặt tên quá trình này là “sự chuyển hóa”. Sự chuyển hóa được tổ chức thành nhiều “tuyến”, phân kì, hội tụ, hay tuần hoàn, mỗi tuyến gồm một chuỗi phản ứng. Tính định hướng chính xác và hiệu năng cao của hoạt động hóa học vừa vi mô vừa rất rộng này do một lớp protein nhất định đảm bảo, các enzym, với vai trò các chất xúc tác đặc thù.

2. Bất cứ sinh vật nào, kể cả đơn giản nhất, lập thành một đơn vị chức năng cố kết và tích hợp, như một cỗ máy. Theo lẽ hiển nhiên, sự cố kết về chức năng của một cỗ máy hóa học phức tạp như thế, lại thêm mang tính tự chủ, đòi hỏi sự can thiệp của một hệ thống điều khiển, để dẫn đạo và kiểm soát hoạt động hóa học ở nhiều điểm. Mục đích lí giải toàn bộ cơ cấu của những hệ thống này còn ở rất xa, nhất là đối với những sinh vật cấp cao. Tuy nhiên ngày nay người ta đã biết rất nhiều phần tử của chúng, và trong mọi trường hợp, điều hiển lộ là các tác nhân cốt yếu của chúng đều là

những protein “điều hòa”, đóng vai trò, nói gọn là, phát hiện các tín hiệu hóa học.

3. Sinh vật là một cỗ máy tự xây dựng bản thân. Cấu trúc vĩ mô của nó không vì những ngoại lực áp đặt mà thành. Nó tự xây dựng một cách tự chủ, nhờ vào những tương tác xây dựng nội tại. Mặc dù hiểu biết của chúng ta về những cơ chế phát triển còn rất thiếu, ngay từ bây giờ cũng có thể khẳng định rằng những tương tác xây dựng là vi mô, ở mức phân tử, và rằng các phân tử có liên quan đầu chủ yếu là, nếu không độc nhất là, các protein.

Vậy thì, chính là các protein đã dẫn đạo hoạt động của bộ máy hóa học, bảo đảm tính cố kết trong sự vận hành của nó, và xây dựng nó. Phân tích đến cùng, tất cả những tính năng hướng đích này của các protein đều dựa trên những tính chất “*lập-thể-đặc-thù*”²³ của chúng, nói như thế có nghĩa là chúng có khả năng “nhận ra” những phân tử khác (kể cả những protein) theo *hình thể ba chiều*, được xác định bởi cấu trúc phân tử của các phân tử ấy. Ở đây, theo nghĩa đen, là một khả năng tách biệt (nếu không nói là “nhận thức”) ở kích cỡ vi mô. Người ta có thể chấp nhận rằng mọi tính năng hay cấu trúc hướng đích của một t ần tại sống, trên nguyên tắc, có thể được phân tích bằng cách dùng khái niệm tương tác “*lập-thể-đặc-thù*” của một, nhì ều, hay rất nhì ều protein.²⁴

Chính nhờ ở cấu trúc và hình thể của nó mà chức năng tách biệt theo cảm ứng lập-thể-đặc-thù của một protein nhất định được hình thành. Trong mức độ ta có thể mô tả ngu ền gốc và sự tiến triển của cấu trúc đó, người ta cũng sẽ nhận ra ngu ền gốc và sự tiến triển của tính năng hướng đích được trao cho protein.

Trong chương hiện tại, chúng ta sẽ bàn luận về chức năng xúc tác đặc thù của protein, trong chương tới, về chức năng điều hòa, và trong Chương

5, về chức năng xây dựng, vấn đề nguồn gốc của những cấu trúc chức năng sẽ được đề cập đến trong chương này và tiếp tục trong chương sau.

Thật thế, người ta có thể nghiên cứu các đặc tính chức năng của một protein mà không cần quy chiếu về chi tiết đến cấu trúc riêng của nó (Thực ra, cho đến nay người ta chỉ biết rõ đến từng chi tiết cấu trúc trong không gian của khoảng 15 protein). Tuy nhiên cũng cần nhắc lại vài dữ liệu tổng quát.

Các protein là những phân tử rất lớn, có trọng lượng phân tử biến thiên từ 10.000 đến 1.000.000 hay hơn nữa. Các đại phân tử này được hợp thành qua sự polyme hóa tuần tự từ những hợp chất có trọng lượng phân tử khoảng 100, thuộc lớp các “axit amin”. Một protein bất kì bao gồm khoảng từ 100 đến 10.000 gốc axit amin. Tuy vậy số gốc amin lớn như thế chỉ nằm trong 20 loại hóa chất khác nhau²⁵, có trong tất cả các t ền tại sống, từ vi khuẩn đến con người. Sự cấu tạo đơn điệu này minh chứng một cách nổi bật nhất sự kiện là: trên thực tế, sự biến đổi phi thường của các cấu trúc *vi mô* trong các t ền tại sống chỉ dựa trên một tính đ ồng nhất sâu sắc và không kém nổi bật của phép kết hợp và của cấu trúc *vi mô*. Chúng ta sẽ trở lại vấn đề này.

Dựa trên thể dạng chung, người ta có thể phân biệt hai lớp protein chính:

a) những protein “dạng sợi” là những phân tử có dạng rất dài, mà trong các t ền tại sống có vai trò cơ học là chính, tỉ như hệ thống bu ồm và chảo của một tàu bu ồm; tuy rằng một số protein (của các bắp thịt) còn có những đặc tính rất thú vị, mà ở đây phải lược qua;

b) những protein “dạng cầu” đông hơn nhiều, và có chức năng quan trọng hơn; ở những protein này, các sợi, thành hình từ sự polyme hóa tuần

tự của các axit amin, tự cuộn lại về bản thân một cách phức tạp, đem lại cho những phân tử đó một cơ cấu gọn chặt, gần như hình cầu.²⁶

Các t ần tại sống, ngay cả vào loại đơn giản nhất, chứa một số rất lớn các protein khác nhau. Người ta có thể ước lượng con số đó vào khoảng 2.500 ± 500 cho vi khuẩn *Escherichia coli* (nặng khoảng $5 \cdot 10^{-13}$ dài khoảng 2μ). Với các động vật cấp cao, ví dụ như con người, có thể đưa ra ước lượng trên dưới một triệu cho con số đó.

*

* *

Các protein-enzym như chất xúc tác đặc thù

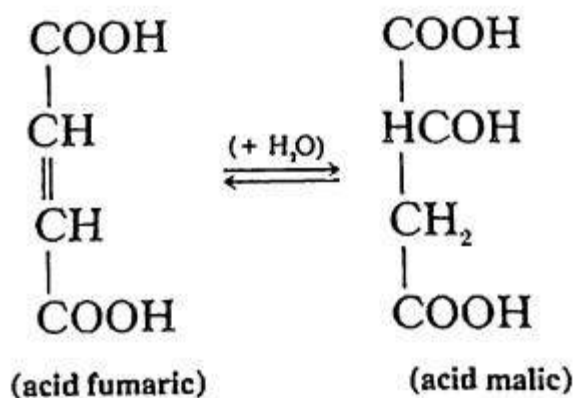
Trong số hàng nghìn phản ứng hóa học đóng góp vào sự phát triển và vào tính năng của một sinh vật, mỗi phản ứng đều được kích hoạt một cách có chọn lựa bằng một protein enzym đặc thù. Nói giản dị hóa một chút thôi, ta có thể chấp nhận rằng mỗi enzym trong sinh vật đều chỉ làm công việc xúc tác của nó tại một điểm duy nhất trong quá trình chuyển hóa. Trước hết, chính là bằng tính lựa chọn tác động phi thường của chúng, mà các enzym khác với các chất xúc tác không sinh học dùng trong phòng thí nghiệm hay trong kĩ nghệ. Trong số này có những hóa chất rất công hiệu, tức là có thể dùng một lượng rất nhỏ để tăng tốc một cách rất đáng kể cho nhiều phản ứng hóa học khác nhau. Nhưng không có chất xúc tác không sinh học nào có thể so sánh được với các enzym, dù vào loại “thông thường” nhất, trên tính đặc thù trong hoạt động của chúng.

Tính đặc thù này có hai vế:

1. Mỗi enzym chỉ xúc tác cho một kiểu phản ứng duy nhất;

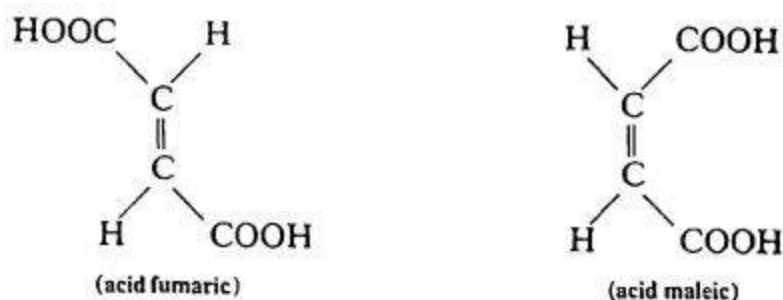
2. Trong các chất khác nhau, đôi khi rất nhiều trong sinh vật, có thể tham gia vào kiểu phản ứng nói trên, quy luật chung là enzym chỉ tác động trên một chất mà thôi. Một số ví dụ dưới đây sẽ minh họa cho hai mệnh đề này.

Có một enzym (tên là fumarase) là chất xúc tác cho phản ứng hydrat hóa (thêm nước vào) axit fumaric để thành ra axit malic:



Phản ứng này có tính thuận nghịch, và cùng một enzym cũng xúc tác việc khử nước của axit malic để thành axit fumaric.

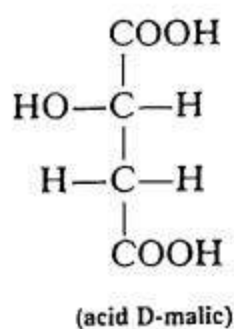
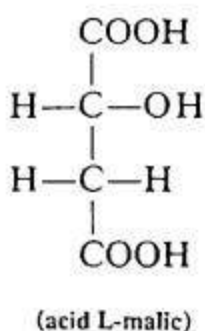
Thế nhưng có một chất đồng phân hình học²⁷ của axit fumaric, gọi là axit maleic:



Axit maleic này có thể tham gia về mặt hóa học vào cùng một phản ứng hydrat hóa, nhưng enzym lại hoàn toàn thụ động với nó.

Nhưng ngoài ra còn có hai chất đồng phân *quang học* với axit malic, axit malic này vốn có một nguyên tử cacbon bất đối xứng²⁸:

Hai hóa chất đồng phân đó, hình ảnh phản chiếu qua gương của nhau, hầu như không thể tách đôi được bằng những kĩ thuật hóa học cổ điển.



Tuy nhiên, enzym fumaraze lại phân biệt được chúng một cách tuyệt đối, thực thể:

1. Nó chỉ khử nước từ axit L-malic như nguồn độc nhất, để cho ra axit fumaric như kết quả độc nhất;

2. Từ axit fumaric, enzym này lại chỉ sản xuất độc nhất ra axit L-malic, mà không ra axit D-malic.

Việc enzym phân biệt rõ rệt hai chất đồng phân quang học không chỉ minh họa một cách ấn tượng *tính đặc thù về khía cạnh lập thể* của chúng. Trước hết người ta từ đó còn giải thích được sự kiện, từ lâu vẫn bí ẩn, là giữa nhiều thành phần hóa học bất đối xứng²⁹ của tế bào (trên thực tế loại thành phần này chiếm đa số), quy luật chung cho thấy chỉ có một trong hai chất đồng phân quang học là có mặt trong sinh quyển. Nhưng, điểm thứ

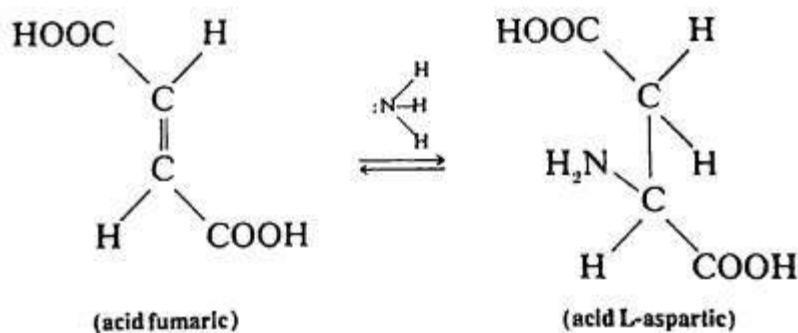
hai, theo nguyên lý rất tổng quát của Curie về sự bảo toàn tính đối xứng³⁰, sự kiện mà một hóa chất mất đối xứng được tạo ra từ một hóa chất đối xứng về mặt quang học (axit fumaric) bắt buộc có những điểm sau:

1. Bản thân enzym là một “nguyên nhân” cho tính mất đối xứng; có nghĩa nó phải có hoạt tính quang học, và thực tế đúng là như thế.

2. Tính đối xứng lúc đầu của chất nền³¹ bị mất đi trong tương tác với protein enzym. Như vậy thì phản ứng hydrat hóa phải xảy ra trong lòng một “phức hợp” hình thành bằng sự kết hợp tạm thời giữa enzym và chất nền; trong một phức hợp như thế tính đối xứng lúc đầu của axit fumaric có lẽ thực sự đã bị mất đi.

Khái niệm “phức hợp lập-thể-đặc-thù”, trong đó bao hàm cả tính đặc thù lẫn hoạt động xúc tác của enzym, có tầm quan trọng chủ yếu. Chúng ta sẽ trở lại khái niệm này sau khi bàn luận về một vài ví dụ khác.

Trong một vài vi khuẩn, có một enzym khác, gọi là aspartase, enzym này cũng tác động một cách chuyên nhất lên axit fumaric, loại trừ tất cả các hóa chất khác, đặc biệt là chất đồng phân hình học của nó, axit maleic. Phản ứng “cộng thêm vào qua liên kết đôi” này, do enzym đó xúc tác, có tương đồng chặt chẽ với phản ứng nói đến bên trên. Nhưng lần này, thay vì một phân tử nước, là một phân tử ammoniac được nén với axit fumaric để cho ra một axit amin, axit aspartic:

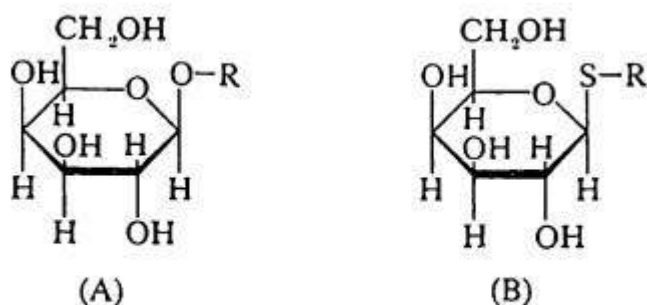


Axit aspartic có một phân tử carbon bất đối xứng; do đó nó có hoạt tính quang học. Cũng như trường hợp trước, phản ứng do enzym xúc tác chỉ cho ra một trong hai chất đồng phân, thuộc nhóm thể L, được nói là “tự nhiên” vì tất cả các axit amin thành phần cấu tạo các protein đều thuộc nhóm L.

Vậy là, hai enzym aspartase và fumarase phân biệt một cách rõ rệt, không chỉ giữa các chất đồng phân quang học và hình học của hóa chất gốc và hóa chất kết quả của chúng, mà còn giữa các phân tử nước và ammoniac. Người ta buộc phải chấp nhận rằng hai phân tử nước và ammoniac cũng tham gia vào cấu tạo phức hợp lập-thể-đặc-thù mà bên trong diễn ra phản ứng cộng thêm; và rằng, trong phức hợp này các vị trí tương đối với nhau giữa các phân tử được phân bố rất chính xác. Chính nhờ sự phân bố này mà có kết quả vừa là tính đặc thù về tác động, vừa là tính lập-thể-đặc-thù của phản ứng.

Qua những ví dụ vừa rồi, chỉ có thể suy diễn ra, như một giả thiết dùng để giải thích, sự hiện hữu của một phức hợp lập-thể-đặc-thù trong vai trò trung gian của phản ứng xúc tác. Trong một số trường hợp thuận lợi, có thể trực tiếp chứng minh sự hiện hữu của phức hợp này. Đó là trường hợp enzym tên gọi β -galactosidase, chất xúc tác đặc thù cho phản ứng thủy

phân những hóa chất có cấu trúc được mô tả bằng công thức A dưới đây:



(trong các công thức¹ trên, R biểu thị một gốc hóa học bất kì)

[ND] Cách viết công thức này có quy ước sau: nằm ở các góc của lục giác, trừ nguyên tử oxy ra, là những nguyên tử cacbon. Như vậy mỗi chất có 6 nguyên tử cacbon, 5 nằm trên hình lục giác, đánh số (1 đến 5) từ phải vòng xuống dưới sang trái. Nguyên tử số 6 ở trong nhóm CH_2OH , bên trên số 5.

Cần nhớ rằng một hóa chất như trên có khá nhiều đồng phân (16 đồng phân hình học, khác nhau qua định hướng tương đối của các cặp OH và H trên các nguyên tử cacbon từ 1 đến 5; cộng với chất đối cực quang học của mỗi đồng phân này).

Trên thực tế, enzym này phân biệt rõ rệt giữa tất cả các chất đồng phân đó, và chỉ thủy phân-một chất duy nhất. Thế nhưng người ta có thể “lừa” nó bằng cách tổng hợp những “chất tương tự lập thể” của những chất trong nhóm nói trên, trong đó nguyên tử oxy của liên kết có thể bị thủy phân bị thay thế bằng nguyên tử lưu huỳnh (công thức B bên trên). Nguyên tử lưu huỳnh lớn hơn nguyên tử oxy, có cùng hóa trị, và hai nguyên tử có các định hướng hóa trị³² giống nhau. Hình thể ba chiều của những chất phái sinh có lưu huỳnh này do đó gần như đồng nhất với hình thể của chất tương tự có oxy. Nhưng liên kết do lưu huỳnh tạo ra ổn định hơn liên kết nối do oxy tạo ra rất nhiều. Hậu quả là enzym không thủy phân được chúng. Tuy

nhiên người ta có thể *trực tiếp* chứng tỏ là chúng cùng với protein đó tạo thành một phức hợp lập-thể-đặc-thù.

Những quan sát như nói trên không chỉ khẳng định lí thuyết về các phức hợp, mà còn cho thấy là một phản ứng xúc tác phải được quan niệm như có hai giai đoạn riêng biệt:

1. Sự thành lập một phức hợp lập-thể-đặc-thù với protein và chất nền;
2. Sự kích hoạt ở bên trong phức hợp một phản ứng có xúc tác; phản ứng được cấu trúc của bản thân phức hợp *định hướng* và *xác định rõ*.

Các liên kết đồng hóa trị và không đồng hóa trị

Sự phân biệt hai giai đoạn nói trên có tầm quan trọng hàng đầu, và nó sẽ cho phép chúng ta triển khai một trong những khái niệm quan trọng nhất của sinh học phân tử. Nhưng trước đó cần nhắc lại rằng, trong những kiểu liên kết khác nhau có thể giúp cho một cơ cấu hóa học được ổn định, chúng ta cần phân biệt hai dạng:

- a) những liên kết được gọi là đồng hóa trị;
- b) những liên kết không đồng hóa trị.

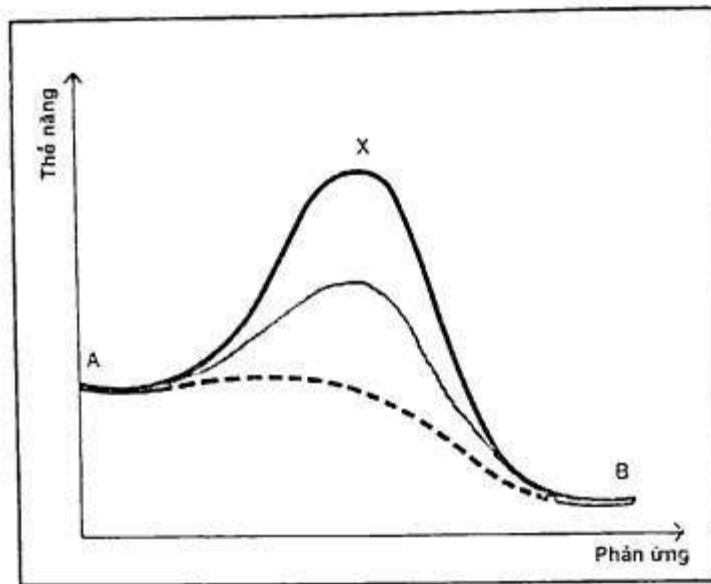
Các liên kết đồng hóa trị (thường được dành cho tên gọi “liên kết hóa học”, *theo nghĩa chặt chẽ*³³) được hình thành do hai hay nhiều nguyên tử có chung những quỹ đạo điện tử. Các liên kết không đồng hóa trị có nguyên nhân từ nhiều kiểu tương tác khác (mà không bao hàm việc chia nhau những quỹ đạo điện tử).

Để tập trung vào những điểm hệ trọng, ở đây không cần thiết phải chỉ rõ ra bản chất của những lực vật lí tham gia vào các kiểu tương tác đó. Trước tiên cần nhấn mạnh rằng hai dạng liên kết này khác nhau ở năng lượng của

sự kết hợp mà các liên kết này bảo đảm. Khi đơn giản hóa đi một chút, và nói rõ thêm nữa là ở đây chúng ta chỉ bàn đến các phản ứng xảy ra trong pha nước³⁴, thì người ta có thể chấp nhận là năng lượng trung bình, hấp thu hoặc giải phóng bởi một phản ứng liên quan đến những liên kết đồng hóa trị, là khoảng từ 5 đến 20 kcal (cho mỗi liên kết). Với những phản ứng chỉ liên quan đến các liên kết không đồng hóa trị, năng lượng trung bình đó sẽ vào khoảng từ 1 đến 2 kcal³⁵.

Sự khác biệt quan trọng này giải thích phần nào sự khác biệt về tính ổn định giữa những cơ cấu “đồng hóa trị” và những cơ cấu “không đồng hóa trị”. Tuy nhiên đi đầu chủ yếu không phải ở đó mà nằm ở sự khác biệt năng lượng được gọi là “năng lượng kích hoạt”, được dùng đến trong hai kiểu phản ứng kể trên. Khái niệm này có tầm quan trọng chủ chốt. Để nói rõ hơn, cần nhắc lại rằng khi một phản ứng hóa học khiến cho một tập thể phân tử chuyển từ trạng thái ổn định này sang một trạng thái ổn định khác, phản ứng đó phải được nhìn nhận như trải qua một trạng thái trung gian, có thể năng *cao hơn* các thế năng của hai trạng thái đầu và cuối. Người ta thường biểu diễn tiến trình đó bằng một đồ thị mà trục ngang biểu thị tiến triển của phản ứng, và trục dọc biểu thị thế năng (hình 1). Hiệu số thế năng giữa hai trạng thái đầu và cuối tương ứng với năng lượng có thể được giải phóng ra do phản ứng. Hiệu số thế năng giữa trạng thái đầu và trạng thái trung gian (được gọi là trạng thái “được kích hoạt”) là năng lượng kích hoạt. Đó là năng lượng mà các phân tử phải hấp thụ *trong giai đoạn quá độ* mới có thể tham gia vào phản ứng. Năng lượng này, được hấp thụ trong giai đoạn đầu, rồi được giải phóng trong giai đoạn sau, không có mặt trong kết toán nhiệt động học cuối cùng. Nhưng chính nó định đoạt *tốc độ* của phản ứng, tốc độ này trên thực tế là bằng không trong điều kiện nhiệt độ bình thường, nếu năng lượng kích hoạt đủ cao. Do đó, để kích động phản ứng, sẽ cần hoặc là nâng cao một cách đáng kể nhiệt độ (mà bộ phận phân

tử đã thu được năng lượng cần thiết phải phụ thuộc vào), hoặc là sử dụng một chất xúc tác, mà vai trò là “làm ổn định” trạng thái được kích hoạt, và do đó giảm thấp hiệu thế giữa trạng thái đó và trạng thái đầu tiên.



Hình 1: biểu đồ biến chuyển thế năng của các phân tử trong diễn tiến của phản ứng hóa học

A: trạng thái ổn định đầu

B: trạng thái ổn định cuối

X: trạng thái trung gian, có thế năng cao hơn hai trạng thái ổn định

đường liên tục màu đậm: phản ứng đồng hóa trị

đường liên tục màu nhạt: phản ứng đồng hóa trị khi có mặt chất xúc tác

đường dấu chấm: phản ứng không đồng hóa trị

Vậy mà, và đây là đi ều quan trọng, nói chung thì:

a) năng lượng kích hoạt của những phản ứng đồng hóa trị là cao; cho nên tốc độ của phản ứng rất chậm hoặc bằng không trong nhiệt độ thấp và không có chất xúc tác;

b) năng lượng kích hoạt của những phản ứng không đồng hóa trị rất thấp, nếu không nói là bằng không; cho nên phản ứng xảy ra một cách tự phát, *rất nhanh chóng, trong nhiệt độ thấp và không có chất xúc tác*.

Hậu quả là các cấu trúc được thành lập từ những tương tác không đồng hóa trị chỉ có thể đạt được một mức độ ổn định nào đó nếu các cấu trúc đó vận dụng *nhều môi* tương tác. Thêm nữa, những phản ứng không đồng hóa trị chỉ hấp thụ một năng lượng đáng kể khi khoảng cách giữa các nguyên tử rất nhỏ, hầu như “chạm” vào nhau. Vì thế hai phân tử (hoặc là hai vùng phân tử) chỉ có thể kết hợp theo nhau kiểu không đồng hóa trị khi bề mặt của chúng có những *khoảng diện tích bù trừ* *lồi lõm* cho nhau, cho phép nhiều nguyên tử của bên này chạm sát với nhiều nguyên tử của bên kia.

Khái niệm phức hợp lập-thể-đặc-thù không đồng hóa trị

Nếu biết thêm là những phức hợp được tạo ra từ enzym và chất nền đều có tính chất không đồng hóa trị, chúng ta sẽ thấy tại sao những phức hợp này *tất yếu* phải là lập-thể-đặc-thù: chúng chỉ có thể tự hình thành khi phân tử enzym chứa một vùng diện tích “bù trừ” rất sát với hình thể của phân tử gốc. Chúng ta cũng sẽ thấy rằng trong phức hợp đó, phân tử gốc *tất yếu* phải được xếp đặt một cách rất chính xác, nhờ vào nhiều tương tác kết hợp nó với vùng diện tích tiếp nhận của phân tử enzym.

Chúng ta cũng sẽ thấy rằng, tùy thuộc vào *số lượng* các tương tác không đồng hóa trị được một phức hợp không đồng hóa trị vận dụng mà tính ổn định của phức hợp đó có thể có thang biến thiên rất lớn. Đây chính là một tính chất quý giá của những phức hợp không đồng hóa trị: độ ổn định của nó có thể được làm thích nghi một cách chính xác với chức năng được đảm nhiệm. Điều kiện cho một hoạt tính xúc tác cao, đó là những phức hợp enzym-chất nền phải có thể tự kết hợp hay tự tan rã nhanh

chóng. Thực vậy, có thể phân rã những phức hợp này dễ dàng và rất nhanh. Có những phức hợp khác, mà chức năng là thường trực, đạt được một tính ổn định cao tương đương với các kết hợp đồng hóa trị.

Cho tới nay chúng ta mới chỉ bàn luận về giai đoạn đầu của một phản ứng có enzym xúc tác: sự hình thành một phức hợp lập-thể-đặc-thù. Bản thân giai đoạn xúc tác, tức là giai đoạn tiếp theo sự hình thành phức hợp, sẽ không đòi hỏi chúng ta nhiều thời gian, vì nó không đặt ra những vấn đề có ý nghĩa sâu sắc, trên quan điểm sinh học, như giai đoạn trước. Hiện nay người ta chấp nhận rằng phản ứng xúc tác qua enzym sinh ra do hoạt động truyền cảm ứng³⁶ và phân cực của một số liên kết hóa học, có mặt trong “bộ tiếp nhận đặc thù” của protein này. Không kể tính đặc thù (mà nguyên do là sự xếp đặt rất chính xác của phân tử chất nền đối với các nhóm truyền cảm ứng), hiệu ứng xúc tác được giải thích bởi những sơ đồ tương tự các sơ đồ lí giải hoạt động xúc tác của những chất xúc tác không sinh học (như ví dụ đáng kể là các ion H^+ và OH^-).

Sự hình thành phức hợp lập-thể-đặc-thù, dẫn nhập cho chính bản thân hoạt động xúc tác, do đó có thể được coi như đã thực hiện hai chức năng:

1. Sự chọn lựa duy nhất một chất nền, được xác định bởi cấu trúc lập thể của nó;
2. Sự *trình diện* của chất nền theo một phương hướng chính xác, vừa giới hạn vừa định rõ hiệu ứng xúc tác của những nhóm hóa học truyền cảm ứng.

Khái niệm phức hợp lập-thể-đặc-thù không đồng hóa trị không chỉ áp dụng được cho các enzym, và cũng không chỉ cho các protein, như chúng ta sẽ thấy sau. Đó là một khái niệm có tầm quan trọng trung tâm trong việc diễn giải tất cả những hiện tượng chọn lựa, hiện tượng phân biệt tuyến

chọn, vốn đặc trưng cho các t ồn tại sống và làm cho chúng có vẻ như thoát khỏi cái số phận đã được nguyên lí thứ hai định sẵn. Về câu chuyện này, ta sẽ hứng thú xem xét lại ví dụ của chất fumarase.

Nếu amin hóa axit fumaric bằng các phương pháp hóa hữu cơ, người ta sẽ được một hỗn hợp của hai chất đ ồng phân quang học của axit aspartic. Ngược lại, enzym chỉ làm xúc tác riêng cho sự hình thành axit L-aspartic. Qua sự kiện này, enzym đem lại một thông tin hoàn toàn tương ứng với một chọn lựa nhị nguyên (chính bởi có hai chất đ ồng phân). Người ta thấy ở đây, trên bình diện cơ bản nhất, làm thế nào thông tin về cấu trúc được tạo ra và phân phối trong các t ồn tại sống. Rõ ràng là enzym vốn có, trong cấu trúc của bộ thụ cảm lập-thể-đặc thù của nó, thông tin tương ứng với chọn lựa đó. Nhưng năng lượng cần thiết cho sự *khuếch đại* thông tin đó không đến từ enzym: để định hướng phản ứng chuyên nhất theo một trong hai con đường có thể, enzym sử dụng thế năng hóa học của dung dịch axit fumaric. Phân tích đến cùng, tất cả hoạt động tổng hợp của các tế bào, dù phức tạp tới đâu chăng nữa, có thể được diễn giải bằng những từ ngữ như thế.

*

* *

Con quỷ của Maxwell

Những hiện tượng này, kì diệu về sự phức tạp và về tính hữu hiệu trong việc hoàn tất một chương trình định trước, hiển nhiên áp đặt giả thuyết chúng được dẫn đạo bởi hoạt động của những chức năng có thể gọi là “nhận thức”. Chính là một chức năng loại này đã được Maxwell ban cho con quỷ vi mô của ông. Người ta còn nhớ, có hai cái hộp sát nhau chứa một chất khí nào đó và thông nhau qua một lỗ hổng. Con quỷ này đứng canh lỗ hổng đó và có khả năng đi ều khiển, mà không tốn năng lượng, một cái cửa

trập lí tưởng để cho phép hoặc chặn lại những phân tử đi qua lỗ hổng. Vậy thì con quỷ có thể “chọn lựa”, chỉ cho phép xuyên qua theo một chiều, các phân tử vận tốc lớn (năng lượng cao), và theo chiều kia những nguyên tử vận tốc chậm (năng lượng thấp). Kết quả của hoạt động này là, từ hai cái hộp lúc đầu ở cùng nhiệt độ, một hộp nóng lên và hộp kia lạnh đi, mà không thấy có tiêu thụ năng lượng. Dù cho chỉ thuần túy giả tưởng, câu chuyện này vẫn làm bối rối các nhà vật lí: thực vậy, có vẻ như, chỉ bằng hoạt động của *chức năng nhận thức*, con quỷ đã có thể vi phạm nguyên lí thứ hai. Và bởi vì chức năng nhận thức này không thể được đo lường, cũng không thể được định nghĩa một cách khoa học, “nghịch lí” của Maxwell hình như sẽ thoát khỏi bất cứ phân tích nào trong ngữ cảnh thực dụng.

Tiếp nối những công trình trước đó của Szilard³⁷, chìa khoá của nghịch lí được Léon Brillouin³⁸ tìm ra: ông đã chứng minh là hoạt động của những chức năng nhận thức trong con quỷ *tất yếu* phải tiêu thụ một năng lượng nhất định, và trong bản tổng kết cho những hoạt động đó, năng lượng nói trên bù lại một cách chính xác độ giảm entropi trong hệ thống. Thực vậy, để cho nó biết đóng cửa trập “với ý thức đầy đủ về việc đang làm”, thì trước đó con quỷ phải *đo* vận tốc của mỗi phân tử khí. Vậy mà, bất cứ thao tác đo lường nào, tức là bất cứ việc *thu thập thông tin* nào, cũng tất yếu đòi hỏi một tương tác mà bản thân nó tiêu thụ năng lượng.

Định lí nổi tiếng này là một trong những nguồn gốc của quan niệm hiện đại liên quan đến sự tương đương giữa thông tin và entropi âm. Tại đây nó làm chúng ta quan tâm ở chỗ, trong kích thước vi mô, các enzym đích thị có hoạt động tạo ra trật tự. Nhưng, như chúng ta đã thấy, việc tạo ra trật tự đó không tự nhiên mà có; nó được trả giá bằng một lượng tiêu thụ thế năng hóa học. Rốt cuộc các enzym hoạt động theo đúng cách thức của con quỷ của Maxwell, mà Szilard và Brillouin đã tân trang, chúng hút hiệu thế hóa

học vào những con đường được chương trình chọn lựa, mà việc chạy chương trình này là do chính các enzym thực hiện.

Nên ghi nhớ khái niệm chủ yếu đã được phát triển trong chương này: chính là nhờ ở khả năng cấu thành, cùng với những phân tử khác, những phức hợp *lập-thể-đặc-thù*, và *không đồng hóa trị*, mà các protein thực hiện chức năng “quỷ dị” của chúng. Những chương tiếp theo sẽ minh họa cho tầm quan trọng trung tâm của khái niệm then chốt đó, mà chúng ta sẽ còn gặp lại như sự diễn giải cho những đặc tính nổi trội nhất của các t ần tại sống.

ĐIỀU KHIỂN HỌC VI MÔ

Chính vì dựa trên tính đặc thù rất cao của nó, một enzym “cổ điển” (chẳng hạn như thuộc loại được lấy làm ví dụ trong chương trước) tạo thành một đơn vị chức năng hoàn toàn độc lập. Chức năng “nhận thức” của những “con quỷ” này chỉ giới hạn trong việc nhận ra chất nền đặc thù của chúng, loại ra ngoài mọi hóa chất khác cũng như mọi sự kiện có thể xảy ra trong bộ máy hóa học của tế bào.

Tính gắn bó nhất quán về chức năng của bộ máy tế bào

Việc đơn thuần quan sát một sơ đồ tóm lược những hiểu biết hiện có về sự chuyển hóa của tế bào cũng có thể cho chúng ta đoán được rằng: ngay cả khi các enzym chuyên trách của mỗi giai đoạn đều thực hiện chức năng của mình một cách hoàn hảo, toàn bộ các hoạt động của chúng cộng lại sẽ chỉ đưa đến hỗn loạn; nếu chúng không khiên chế lẫn nhau, bằng một cách nào đó, để hình thành một hệ thống nhất quán. Thế mà trên một phương diện khác người ta đã có những bằng chứng rõ rệt nhất về tính hữu hiệu cực cao của bộ máy hóa học trong các tồn tại sống, từ những sinh vật “đơn giản” nhất đến những sinh vật “phức tạp” nhất.

Người ta hiển nhiên đã biết từ lâu, trong các loài động vật có những hệ thống bảo đảm sự phối hợp ở mức rộng những tính năng của sinh vật. Đó là các chức năng của hệ thần kinh và hệ nội tiết. Các hệ thống này bảo đảm sự phối hợp giữa các cơ quan hay các hệ mô, cuối cùng đi đến điều này có nghĩa là *giữa các tế bào*. Trong lòng mỗi tế bào có một mạng điểu khiển cũng phức tạp gần như thế (nếu không muốn nói là hơn), để bảo đảm tính nhất

quán chức năng của bộ máy hóa học bên trong tế bào; đó là điều mà những nghiên cứu, phần lớn cách đây dưới 20 năm, nếu không thì 10, hay 5 năm, đã phát hiện.

Các protein điều hòa và cơ chế điều hòa

Người ta còn lâu nữa mới phân tích xong toàn bộ hệ thống chế ngự sự chuyển hóa, tăng trưởng và bội phân của các tế bào đơn giản nhất hiện được biết đến, các vi trùng. Nhưng, nhờ vào sự phân tích chi tiết một số bộ phận của hệ thống nói trên, ngày nay người ta đã hiểu khá rõ các nguyên lý vận hành của chúng. Chúng ta sẽ bàn luận về các nguyên lý ấy trong chương này. Chúng ta sẽ thấy rằng các thao tác điều khiển cơ bản đầu do những protein chuyên trách đảm nhận, chúng đóng các vai trò phát hiện và tích hợp thông tin hóa học.

Trong số những protein điều hòa đó, đối tượng mà người ta biết rõ nhất hiện nay là những enzym được gọi là “biến cấu”. Các enzym đó hợp thành một lớp riêng, do bởi những đặc tính tách biệt chúng với các enzym “cổ điển”. Cũng như các enzym này, enzym biến cấu nhận ra một chất nền đặc thù khi kết hợp với nó, và kích hoạt sự biến thể chất nền đó thành sản phẩm. Nhưng ngoài ra, chúng còn có đặc tính nhận dạng một cách có tuyển chọn một hay nhiều hợp chất *khác*, mà sự kết hợp (lập-thể-đặc-thù) với protein có hiệu ứng làm thay đổi, nghĩa là, tùy trường hợp, làm *tăng lên*, hay *ức chế hoạt động của nó đối với chất nền*.

Chức năng điều hòa, phối hợp, của những tương tác kiểu này (được gọi là tương tác biến cấu) ngày nay đã được chứng tỏ qua vô số những ví dụ. Người ta có thể xếp loại những tương tác ấy thành một số những “thể thức điều hòa”, tùy thuộc vào liên hệ giữa phản ứng và nguồn gốc chuyển hóa

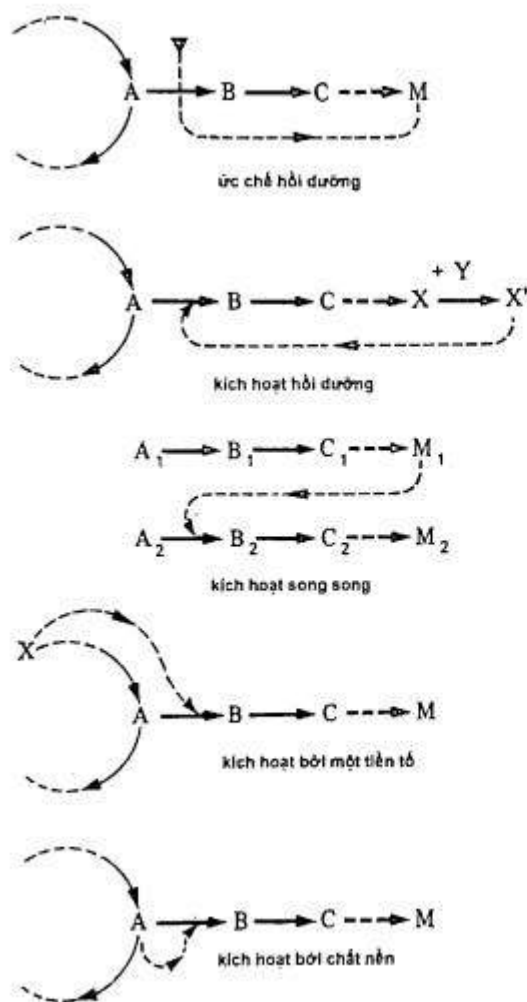
của những “tác nhân biến cấu” khiến chế nó. Nhưng thể thức đi đầu hòa chính được liệt kê dưới đây (xem hình 2).

1. *Ức chế hồi dưỡng*: enzym làm xúc tác cho phản ứng đầu tiên của một chuỗi phản ứng mà kết quả là một chuyển hóa phẩm thiết yếu³⁹ (chẳng hạn như chuyển hóa phẩm tạo nên các protein hay các axit nucleic), bị ức chế bởi sản phẩm cuối cùng của chuỗi phản ứng. Do đó, nồng độ bên trong tế bào của sản phẩm đó đi đầu khiến vận tốc tổng hợp của bản thân nó.

2. *Kích hoạt hồi dưỡng*: enzym được kích hoạt bởi một sản phẩm của quá trình thoái biến của chuyển hóa phẩm cuối cùng. Đây là trường hợp thường có, khi các chuyển hóa phẩm có thế năng hóa học cao, mà chính thế năng này làm thành vật có giá trị trao đổi trong sự chuyển hóa. Thể thức đi đầu hòa này do đó tham gia vào sự duy trì thế năng hóa học khả dụng ở một cường độ nhất định.

3. *Kích hoạt song song*: trong một chuỗi phản ứng chuyển hóa dẫn đến một chuyển hóa phẩm thiết yếu, enzym đầu tiên được kích hoạt từ một chuyển hóa phẩm đã được một chuỗi phản ứng độc lập và song song tổng hợp. Thể thức đi đầu hòa này góp phần đi đầu hòa, một cách hỗ tương, nồng độ của những chuyển hóa phẩm thuộc cùng một họ, được dành để kết hợp với nhau trong một lớp phân tử nào đó.

4. *Kích hoạt bởi một tiền tố*: enzym được kích hoạt bởi một hóa chất tiền tố xa hay gần hơn với chất nền trực tiếp của nó. Thể thức đi đầu hòa này nói gọn là khiến chế “cần” theo “cung”. Một trường hợp cụ thể, rất thường gặp, của thể thức đi đầu hòa này là sự kích hoạt enzym bởi bản thân chất nền. Chất này vừa đóng vai trò “cổ điển” của mình, vừa là một tác nhân biến cấu đối với enzym.



Hình 2: Những “thể thức điều hòa” khác nhau do các tương tác biến cấu đảm nhận.

Các mũi tên kẻ liền thể hiện những phản ứng tạo ra các hóa chất trung gian (ghi là A, B, v.v.). Kí tự M thể hiện cho chuyển hóa phẩm cuối cùng, kết thúc chuỗi phản ứng. Đường chấm chỉ ra nguồn gốc và điểm tác động của một chuyển hóa phẩm hoạt động như một tác động tố¹ biến cấu, ức chế hay kích hoạt một phản ứng (xem giải thích ở trang trước).

[ND] Thuật ngữ “tác động tố”, nguyên văn là “effecteur”, có nhiều nghĩa cụ thể, nói chung là một cơ quan hay một chất hoá-sinh nào đó, sẽ thực hiện một tác động khi chịu một kích thích nào đó. TĐSH dịch “effector” là chất tác động, hay cơ quan phản ứng. Chúng tôi đề nghị dịch là “tác động tố”; “tố” là chất, như trong “nguyên tố”, nhưng có thể hiểu theo nghĩa rộng hơn, như trong “yếu tố”.

Hiếm khi một enzym biến cấu lại chỉ là đối tượng của một thể thức điều hòa độc nhất. Nói chung thì các enzym thường cùng lúc bị khiên chế bởi nhiều tác nhân biến cấu, cùng hướng hay ngược hướng với nhau. Một tình huống thường gặp là sự đi điều hòa “tay ba”, bao gồm:

1. Kích hoạt bởi chất nền (thể thức 4);
2. Ức chế bởi sản phẩm tối hậu của chuỗi phản ứng (thể thức 1);

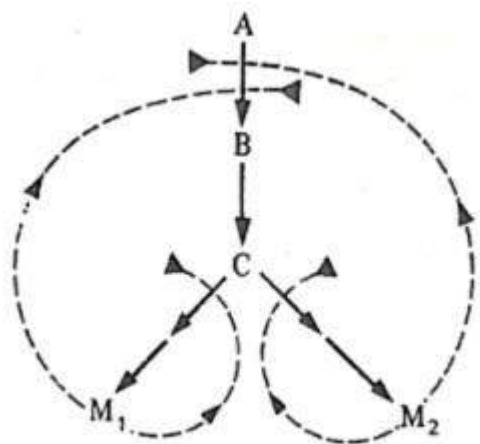
3. Kích hoạt song song bởi một chuyển hóa phẩm cùng họ với sản phẩm cuối cùng (thể thức 3).

Vậy là enzyme nhận ra ba tác nhân cùng một lúc, “đo” nồng độ tương đối của chúng, và ở mỗi thời điểm, hoạt động của enzyme được biểu thị bởi tổng hợp ba loại thông tin đó.

Để minh họa cho sự tinh tế của những hệ thống này, người ta có thể viện dẫn chẳng hạn như những lối chuyển hóa “theo phân nhánh”, có khá nhiều (xem hình 3). Trong các trường hợp này, nói chung, không chỉ những phản ứng tiên khởi, nằm ở điểm phân nhánh của sự chuyển hóa, là được điều hòa bởi sự ức chế theo phản ứng hồi dưỡng, mà phản ứng tiên khởi của phân đoạn chung còn đồng thời được chế ngự bởi hai chuyển hóa phẩm cuối cùng.⁴⁰ Nguy cơ một phản ứng tổng hợp ra một chuyển hóa phẩm bị đình trệ do việc chuyển hóa phẩm kia được tổng hợp quá nhiều, được tránh khỏi bằng hai cách khác nhau tùy trường hợp:

1. hoặc bằng cách gán cho phản ứng độc nhất này hai enzyme biến cấu khác biệt, mỗi enzyme chỉ bị ức chế bởi một trong những sản phẩm chuyển hóa, mà enzyme kia không bị;

2. hoặc chỉ bằng một enzyme nhưng nó chỉ bị ức chế “chung nhau” bởi cả hai chuyển hóa phẩm cùng lúc, và riêng một trong hai thì không có hiệu lực.



Hình 3: Sự điều hòa biến cấu các chuyển hóa theo phân nhánh (cùng quy ước thể hiện như hình 2).

Cần nhấn mạnh sự kiện là không kể chất nền, các tác động tố điều chỉnh hoạt động của một enzym biến cấu không tham gia chút nào vào bản thân phản ứng. Nói chung chúng chỉ kết hợp với enzym trong một phức hợp không đồng hóa trị, kết hợp này có thể đảo ngược hoàn toàn và tức thì, để được giải phóng ra nguyên vẹn không thay đổi. Sự tiêu thụ năng lượng ứng với tương tác điều chỉnh gần như là không có: chỉ bằng một phần rất nhỏ của hiệu thế hóa học nội bào của các tác động tố. Ngược lại, phản ứng xúc tác do những tương tác rất yếu này chế ngự, bản thân chúng, có thể kéo theo những truyền tải năng lượng tương đối đáng kể. Do đó, các hệ thống này là so sánh được với những hệ thống dùng trong các mạch điện tử tự động hóa, trong đó năng lượng rất nhỏ tiêu thụ trong một mạch role có thể kích hoạt một thao tác rất mạnh, ví dụ như bắn một hoả tiễn tầm xa.

*

* *

Một mạch role có thể đồng thời bị khiên chế bởi nhiều điện thế; và như chúng ta đã thấy, nói chung cũng như vậy, một enzym biến cấu có thể bị

khiến chế bởi nhiều hiệu thế hóa học. Nhưng sự tương tự còn đi xa hơn nữa. Như người ta đã biết, thường thì sẽ rất có lợi khi một role điện tử có hàm phản ứng *phi tuyến* theo biến đổi điện thế dùng để điểu khiển nó. Khi ấy người ta tạo ra được một hiệu ứng ngưỡng, bảo đảm cho chức năng điểu hòa được chính xác hơn. Phần lớn các enzym biến cấu cũng hoạt động như vậy. Đồ thị biểu diễn sự biến đổi hoạt năng của một enzym vào loại đó, theo nồng độ một tác động tố, gần như khi nào cũng “có dạng sigma”. Nói cách khác, trong giai đoạn đầu, hiệu ứng của “chất dính”⁴¹ tăng *nh nhanh hơn nồng độ của nó*. Tính chất này càng đáng chú ý hơn khi nó dường như là đặc thù của các enzym biến cấu. Ở những enzym bình thường, hay “cổ điển”, hiệu ứng lại luôn luôn tăng *chậm hơn* nồng độ.

Tôi không biết trọng lượng tối thiểu của một role điện tử, có cùng những đặc tính logic của một enzym biến cấu trung bình, là bao nhiêu (đo và cộng lại ba hay bốn điện thế, kích hoạt một đáp ứng với hiệu ứng ngưỡng). Cứ cho là tính bằng 10^{-2} gr. Trọng lượng của một enzym biến cấu với những tính năng giống như thế, được đo bằng 10^{-17} gr. Tức là một triệu tỉ lần nhẹ hơn cái role điện tử⁴². Con số có độ lớn thiên văn này cho chúng ta vài ý niệm về “tầm lực điểu khiển học” (cũng có nghĩa hướng đích) khả dụng của một tế bào có khoảng vài trăm hay mấy ngàn loại tầnn tại vi mô này, còn thông minh hơn con quỷ của Maxwell-Szilard-Brillouin nhiều.

Cơ chế của tương tác biến cấu

Vấn đề là tìm hiểu những tính năng phức tạp đó được cái role phân tử làm bằng một protein biến cấu này thực hiện như thế nào. Dựa trên một tập hợp những dữ liệu thực nghiệm, ngày nay người ta chấp nhận rằng các

tương tác biến cấu là do những chuyển đổi rời rạc⁴³ cấu trúc phân tử trong bản thân protein gây ra. Trong chương kế tiếp, chúng ta sẽ thấy rằng cấu trúc phức tạp và gọn chặt của một protein dạng cầu được giữ ổn định bằng rất nhiều những liên kết *không đồng hóa trị*, chúng cùng hợp tác với nhau để bảo tồn cấu trúc. Chúng ta khi ấy có thể hiểu tại sao một số protein có thể đạt đến hai (hay nhiều) trạng thái cấu trúc (cũng như có một số chất có thể hiện hữu trong nhiều trạng thái dị hướng⁴⁴ khác nhau). Thông thường người ta tượng trưng hai trạng thái cấu trúc đang được nói đến và sự “chuyển đổi biến cấu” đảo nghịch được của phân tử giữa hai trạng thái đó như sau:



Trong khung cảnh đã được đặt ra như thế, người ta chấp nhận (và có thể chứng minh trực tiếp được trong những trường hợp thuận tiện) rằng: vì hai trạng thái khác nhau có cấu trúc *lập thể* khác nhau, những tính chất nhận dạng lập- thể-đặc-thù của protein bị thay đổi cùng với sự chuyển đổi trạng thái. Ví dụ như trong trạng thái “R”, protein có thể kết hợp với một chất dính α , nhưng không với một chất dính β khác. Chất dính β này sẽ kết hợp được với trạng thái “T”, mà “T” lại loại trừ α . Sự có mặt của một chất dính khi đó sẽ có hiệu ứng làm ổn định một trong hai trạng thái, và gây bất lợi cho trạng thái kia. Vậy ta thấy rằng α và β là đối kháng với nhau, bởi vì cách kết hợp của chúng với protein loại trừ nhau. Bây giờ ta giả sử rằng có một chất dính γ khác (mà có thể là chất nền) chỉ kết hợp với dạng R, tại một vùng khác của phân tử chứ không phải vùng nơi chất dính α cố định.

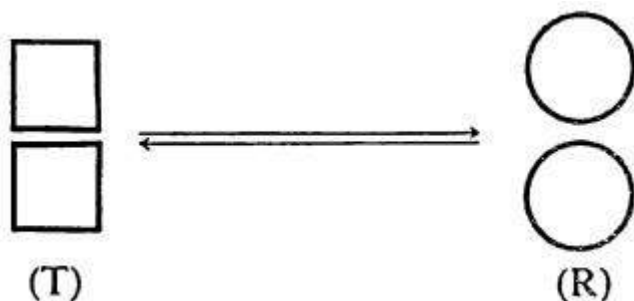
Như thế α và γ cộng tác với nhau trong việc làm ổn định protein trong trạng thái tích cực (trạng thái nhận ra chất n'ên). Vậy thì, các chất dính α và γ hoạt động như những chất kích hoạt, còn chất dính β hoạt động như chất ức chế. Hoạt tính của một qu'ần thể phân tử sẽ tỉ lệ thuận với phần phân tử của qu'ần thể mà sẽ ở trạng thái R, phần này dĩ nhiên phụ thuộc vào mật độ tương đối của ba chất dính, cũng như phụ thuộc vào trị số cân bằng nội tại giữa hai trạng thái R và T. Bằng cách đó, phản ứng xúc tác sẽ tuân theo theo trị số của ba hiệu thế hóa học.

Bây giờ chúng ta hãy nhấn mạnh trên khái niệm quan trọng hơn cả mà sơ đồ trên đây dẫn đến, đó là: những tương tác, dù cộng tác hay đối kháng, của ba chất dính kia là *hoàn toàn gián tiếp*. *Thực vậy, không có một tương tác nào giữa bản thân các chất dính, duy nhất chỉ có tương tác giữa protein với một, và riêng rẽ với một, trong ba chất dính*. Ở một đoạn sau chúng ta sẽ trở lại khái niệm căn bản này, mà nếu không có nó chúng ta sẽ không thể hiểu ngu'ên gốc cũng như sự phát triển các hệ đi'ều khiển trong các t'ên tại sống⁴⁵.

Từ sơ đồ về các tương tác gián tiếp này, người ta cũng có thể giải thích sự hoàn thiện tinh tế được biểu hiện qua phản ứng “phi tuyến tính” của protein đối với những biến thiên về mật độ của các tác động tố. Trên thực tế, tất cả các protein biến cấu được biết đi'ều là những chất “thiếu hợp”⁴⁶, được tạo thành bởi sự kết hợp không đi'ều giá trị của những đơn phân gốc⁴⁷ đi'ều nhất về mặt hóa học, với số lượng nhỏ (thường là 2 hay 4; hãn hữu hơn là 6, 8, hay 12). Mỗi đơn phân gốc mang một thụ thể⁴⁸ tương ứng với một chất dính mà protein tiếp nhận được. Do bởi sự kết hợp của nó với một hay nhi'ều đơn phân gốc khác, cấu trúc lập thể của mỗi chất dính đi'ều bị các đơn phân gốc kết hợp xung quanh nó ràng buộc một phần nào. Nhưng lí thuyết, được xác nhận qua thực nghiệm của các nhà tinh thể

học, lại chứng tỏ rằng các protein thiếu hợp có khuynh hướng chấp thuận những cấu trúc sao cho mọi đơn phân gốc đều tương đương với nhau về mặt hình học; do đó những ràng buộc, mà các đơn phân phải chịu, được phân bố một cách đối xứng giữa các đơn phân.

Bây giờ ta hãy xét trường hợp đơn giản nhất, một protein lưỡng phân⁴⁹. Thử xem việc tách protein này ra thành hai đơn phân⁵⁰ sẽ dẫn đến điều gì; người ta thấy rằng việc gãy vỡ của kết hợp sẽ cho phép hai đơn phân chấp thuận một trạng thái “buông lỏng”, khác về mặt cấu trúc với khi mà hai đơn phân bị “ràng buộc” trong trạng thái kết hợp.



Chúng ta sẽ nói rằng sự kiện chuyển đổi trạng thái của hai đơn phân là “hiệp đồng”. Chính sự hiệp đồng này giải thích tính phi tuyến của phản ứng; thực thể, sự ổn định hóa trạng thái bị phân tách R của một đơn phân bởi một phân tử chất dính ngăn cấm đơn phân kia trở lại trạng thái liên kết, và theo chiều ngược lại cũng như thế. Sự cân bằng giữa hai trạng thái sẽ là một hàm số bậc hai của mật độ các chất dính. Sẽ là một hàm số bậc bốn cho một protein tứ phân⁵¹, và cứ như thế tiếp tục.⁵²

Tôi đã cố tình chỉ bàn đến mô hình đơn giản nhất, thực sự đã được thực hiện bởi một số hệ phân tử mà ta có thể coi là “sơ khai”. Trong những hệ phân tử trong thực tế, sự phân tách chỉ rất ít khi hoàn toàn: các đơn phân

gốc vẫn liên kết với nhau trong cả hai trạng thái, dù là lỏng lẻo hơn tại một trong hai.

Mặt khác, có thể có nhiều biến tấu khả dĩ của chủ đề cơ bản này, nhưng điều chủ yếu là chỉ ra rằng những cơ chế phân tử mà bản thân chúng là cực kì giản dị cho phép giải thích những tính chất “tích hợp” của những protein biến cấu.

*

* *

Điều hòa sự tổng hợp các enzym

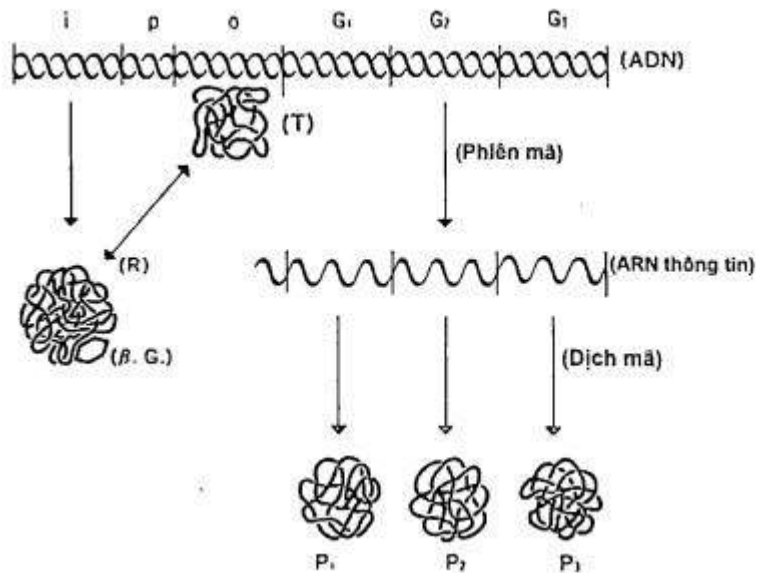
Các enzym biến cấu, được kể ra cho đến nay, thể hiện vừa như một đơn vị chức năng hóa học, vừa như một phần tử trung gian cho những tương tác điều hòa. Các tính chất của chúng cho phép người ta hiểu bằng cách nào trạng thái nội cân bằng⁵³ của *sự chuyển hóa tế bào* được bảo toàn với độ hữu hiệu và cố kết tối đa.

Nhưng người ta hiểu “chuyển hóa” chủ yếu như những biến đổi của các phân tử nhỏ và sự huy động thế năng hóa học. Hóa học của tế bào bao gồm một bình diện tổng hợp cao hơn: sự tổng hợp các đại phân tử, axit nucleic và protein (trong đó có bản thân các enzym). Từ lâu nay người ta đã biết rằng các hệ thống điều hòa cũng hoạt động ở bình diện ấy. Việc nghiên cứu các hệ thống này là khó hơn rất nhiều so với các enzym biến cấu, và thực ra đến giờ chỉ có một đối tượng được phân tích gần như hoàn toàn. Chúng ta sẽ lấy nó làm ví dụ.

Hệ thống này (được gọi là “hệ lactose”) điều khiển việc tổng hợp ba protein có trong vi trùng *Escherichia coli*. Một trong những protein này (tên galactosidase-perméase), cho phép các chất galactosidase⁵⁴ xâm nhập và tích tụ bên trong các tế bào, mà màng của chúng không cho các chất đường

này xâm nhập, nếu không có mặt protein nói trên. Một protein thứ hai thủy phân các β -galactosidase⁵⁵ (Chương 3). Chức năng của protein thứ ba còn chưa được hiểu rõ, có lẽ chức năng này thứ yếu. Ngược lại, cả hai chức năng còn lại thì đều không thể thiếu khi các vi khuẩn sử dụng lactose (và các galactosidase khác) theo kiểu chuyển hóa.

Khi các vi khuẩn sinh sản trong một môi trường không có galactosidase, cả ba protein đều được tổng hợp ra với một tốc độ thấp gần như không đo được, tương đương với trung bình một phân tử mỗi đời vi khuẩn. Gần như tức khắc (khoảng hai phút) sau khi người ta cho thêm một chất galactosidase (ở đây gọi là “chất truyền cảm ứng”) vào môi trường, tốc độ tổng hợp ra ba protein tăng lên cỡ 1.000 lần, và giữ nguyên tốc độ đó một khi chất truyền cảm ứng có mặt. Nếu người ta rút chất truyền cảm ứng đó đi thì vận tốc tổng hợp hạ xuống như cũ trong vòng từ hai đến ba phút.



Hình 4: Sự điều hòa việc tổng hợp enzyme của “hệ lactose”

R: Protein - ức chế, trong trạng thái kết hợp với galactosidase truyền cảm ứng; thể hiện bằng một hình lục giác

T: Protein - ức chế, trong trạng thái kết hợp với phân đoạn thao tác (o) của ADN

i: “gen điều hòa”, chi phối sự tổng hợp protein ức chế

p: phân đoạn “khởi điểm”, điểm khởi đầu sự tổng hợp ARN truyền tin (ARNm)

G₁, G₂, G₃: Các gen chức năng cấu trúc, chi phối sự tổng hợp ba protein trong hệ thống, kí hiệu P₁, P₂, P₃ (Xem trang 128).

Việc phân tích hiện tượng hướng đích⁵⁶ một cách tuyệt vời và gần như huyền diệu này đưa đến những kết luận mà sơ đồ trong hình 4 tóm lược. Ở đây chúng ta bỏ qua không bàn đến phần bên phải của sơ đồ, phần này biểu thị những hoạt động tổng hợp của ARN “truyền tin” và sự “dịch mã” ARN thành các chuỗi polypeptit. Chỉ cần ghi nhận rằng, vì lí do ARN truyền tin có cuộc đời khá ngắn ngủi (vài phút), chính tốc độ tổng hợp ARN xác định tốc độ tổng hợp của ba protein. Chúng ta chủ yếu lưu tâm đến những thành phần của hệ điều hòa. Chúng gồm có:

- Gen “điều hòa” (i)
- Protein “ức chế” (R)
- Phân đoạn “thao tác” (o) của ARN
- Phân đoạn “khởi điểm”⁵⁷ (p) của ADN
- Một galactosidase truyền cảm ứng (galactosidase β G).

Hoạt động này diễn ra như sau:

- a) Gen điều hòa chỉ huy sự tổng hợp protein ức chế, với tốc độ rất thấp;
- b) Protein ức chế nhận ra một cách chuyên biệt phân đoạn thao tác, liên kết cùng với phân đoạn ấy thành một phức hợp rất bền vững (tương đương với một ΔF vào khoảng 15 kcal);
- c) Trong trạng thái đó, sự tổng hợp bộ phận⁵⁸ truyền tin (bao hàm sự can thiệp của enzyme ARN- polymeraza) bị chặn lại, rất có thể đơn giản vì bị chướng ngại trong không gian, sự khởi động phản ứng tổng hợp này bắt buộc phải diễn ra ở chỗ phân đoạn khởi điểm;
- d) Protein ức chế cũng nhận ra những β -galactosidase, nhưng chỉ liên kết chặt với nó ở *trạng thái tự do*; hậu quả là, khi các β -galactosidase có mặt, phức hợp của phân đoạn thao tác và protein ức chế bị tách rời, cho phép sự tổng hợp ARN truyền tin, tức là tổng hợp các protein⁵⁹.

Cần phải nhấn mạnh rằng cả hai tương tác của bộ phận ức chế đều nghịch đảo được và không đồng hóa trị, và nhất là bộ phận truyền cảm ứng không thay đổi khi kết hợp với bộ phận ức chế. Như vậy là, logic của hệ thống này cực kỳ đơn giản: bộ phận ức chế triệt tiêu sự phiên mã; đến lượt nó lại bị bộ phận truyền cảm ứng triệt tiêu. Từ sự phủ định kép này đi đến một hiệu ứng tích cực, một “khẳng định”. Người ta có thể nhận ra rằng

logic phủ định của phủ định này không biện chứng: nó không đi đến kết quả là một mệnh đề nào mới, mà đơn giản là chỉ lặp lại mệnh đề khởi thủy, được viết trong cấu trúc của ADN, theo đúng mã di truyền. Logic của các hệ thống đi đầu hòa trong sinh học không tuân theo các quy luật của Hegel, mà tuân theo đại số của Boole, y hệt như của các máy tính.

Ngày nay người ta biết rất nhiều những hệ thống tương tự hệ thống nói trên, trong các vi khuẩn. Nhưng cho đến nay chưa có hệ thống nào trong số này được “tháo gỡ” toàn bộ. Tuy nhiên dường như rất có thể là logic của một số trong những hệ thống đó là phức tạp hơn logic của “hệ lactose”, đáng chú ý là chúng không chỉ chuyên nhất có những tương tác phủ định. Nhưng những khái niệm tổng quát nhất và có ý nghĩa nhất mà người ta có thể rút ra được từ phân tích “hệ lactose” cũng có giá trị cho những hệ thống khác đó. Những khái niệm đó là:

a) bộ phận ức chế, bản thân nó không có hoạt động gì cả, là một bộ phận trung gian (truyền cảm ứng) cho các tín hiệu hóa học.

b) Tác dụng của galactosidase trên sự tổng hợp enzyme là hoàn toàn gián tiếp, chuyên nhất nhờ vào những tính chất nhận dạng của bộ phận ức chế, và nhờ vào việc phân tử này có thể đạt đến cả hai trạng thái, tương khắc lẫn nhau. Vậy thì đây đúng là một tương tác biến cấu trong ý nghĩa của sơ đồ tổng quát, đã được bình luận ở trên.

c) Không có một liên hệ *tất yếu về mặt hóa học* nào giữa thực kiện enzym β -galactosidase thủy phân các β -galactosides, và thực kiện là sự tổng hợp sinh học của nó cũng do những hợp chất đó gây ra. Có ích về mặt sinh lí, mang tính “thuần lí”, quan hệ này là tùy tiện về mặt hóa học. Chúng ta sẽ gọi nó là “vô cơ”.

Khái niệm về sự vô cơ

Khái niệm cơ bản về “sự vô cơ” này, tức là về sự độc lập hóa học giữa chức năng và bản chất của những tín hiệu hóa học mà chức năng phải tuân theo, được áp dụng cho các enzym biến cấu. Trong trường hợp đó, một phân tử protein, và chỉ một mà thôi, đảm nhiệm cùng lúc cả chức năng xúc tác đặc thù và chức năng điểu hòa. Nhưng, như chúng ta đã thấy, những tương tác biến cấu là gián tiếp chuyên nhất là do những tính chất khác biệt về sự nhận dạng lập-thể-đặc-thù của protein trong hai (hay nhiều) trạng thái mà nó có thể đạt đến. Giữa chất nền của một enzym biến cấu và những chất đích có thể kích hoạt hay triệt tiêu hoạt động của nó, không có một quan hệ nào, trên khía cạnh cấu trúc hay khả năng phản ứng, là tất yếu về mặt hóa học. Rốt cuộc, tính chất đặc thù của những tương tác là độc lập với cấu trúc của các chất đích; nó hoàn toàn tùy thuộc vào cấu trúc của protein trong những trạng thái khác nhau mà nó có thể đạt đến, cơ cấu này đến lượt nó lại bị cấu trúc của một gen áp đặt một cách hoàn toàn tự do, tùy tiện.

Hậu quả là, và đây là điểm cơ bản, khi liên quan đến sự điểu hòa qua trung gian một protein biến cấu, *tất cả đều có thể* xảy ra. Một protein biến cấu phải được coi như một sản phẩm chuyên dụng của “công nghệ” phân tử; nó cho phép thiết lập một tương tác, dù phủ định hay khẳng định, giữa những chất hữu cơ không có một ái lực hóa học nào; và như thế nó cho phép khiên chế một phản ứng bất kì trước sự can thiệp của những hợp chất xa lạ và trung tính với phản ứng đó, về mặt hóa học. Do đó, nguyên tắc thao tác của những tương tác biến cấu cho phép sự tự do toàn diện trong “chọn lựa” các khiên chế. Những khiên chế này, không bị một ràng buộc hóa học nào, lại càng có thể chỉ tuân theo những ràng buộc sinh lí. Căn cứ vào những ràng buộc này, các tương tác biến cấu sẽ được tuyển chọn trên những tiêu chuẩn về sự tăng cường tính cố kết và tính hữu hiệu mà chúng

đem đến cho tế bào hoặc cho sinh vật. Rốt cuộc, chính là bản thân sự vô cơ của các hệ thống đó, khi mở ra trước sự tiến hóa của phân tử một không gian gần như vô tận để thăm dò và thử nghiệm, đã cho phép nguyên tắc thao tác này có thể kiến tạo một mạng lưới đi đâu khiến không lẽ mạng lưới này làm cho sinh vật trở thành một đơn vị tự chủ, mà các tính năng có vẻ như vượt lên trên các quy luật hóa học, nếu không muốn nói là thoát li khỏi chúng.

Trên thực tế, như người ta đã thấy, những tính năng nói trên khi được phân tích ở kích cỡ vi mô, kích cỡ phân tử, biểu hiện như có thể hoàn toàn diễn dịch được trong khung cảnh của những tương tác hóa học đặc thù, được bảo đảm một cách có lựa chọn, được những protein đi đâu hòa chọn ra một cách tự do và sắp xếp; và chúng ta phải nhìn thấy ở bên trong cấu trúc của những phân tử này, nguồn gốc sâu xa nhất của sự tự chủ, hay nói đúng hơn là sự tự xác định, đặc thù của các t ồn tại sống, trong các tính năng của chúng.

Những hệ thống mà chúng ta đã nghiên cứu cho đến đây thuộc loại các hệ thống đi đâu phối hoạt động của tế bào, và làm cho tế bào trở thành một đơn vị chức năng. Nơi những sinh vật đa bào, những hệ thống chuyên trách bảo đảm sự đi đâu phối giữa các tế bào, mô hay cơ quan: đi đâu này không chỉ liên quan đến hệ thần kinh hay hệ nội tiết, mà cho cả những tương tác trực tiếp giữa các tế bào. Ở đây tôi sẽ không đề cập đến sự phân tích các vận động của những hệ thống này; chúng vẫn còn thoát khỏi, gần như toàn bộ, sự mô tả vi mô. Tuy nhiên chúng ta sẽ chấp nhận giả thuyết rằng, trong các hệ thống này: các tương tác phân tử đảm nhiệm sự truyền đạt và diễn dịch các tín hiệu hóa học, xảy ra là do các protein được phú cho tính chất nhận dạng lập-thể-đặc-thù có phân biệt, mà nguyên lý cơ bản về sự vô cơ hóa học lại áp dụng được những tính chất này, như đã được rút ra từ nghiên cứu về các tương tác biến cấu trong nghĩa chính xác của từ này.

*

* *

Chủ toàn và quy giản

Để kết luận cho chương này, đã đến lúc trở lại cuộc bàn cãi xưa cũ giữa những người theo thuyết “quy giản” và những người theo thuyết “duy sinh vật”⁶⁰. Người ta biết rằng một số trường phái tư tưởng (tất cả đều ít hay nhiều chịu ảnh hưởng của Hegel, một cách có ý thức hay chỉ lờ mờ) muốn đặt nghi vấn về giá trị của cách tiếp cận *phân tích*, khi đối tượng là những hệ thống cũng phức tạp như các tồn tại sống. Các trường phái này (“duy sinh vật” hay “chủ toàn”) giống như chim phượng hoàng, mỗi thế hệ lại tái sinh⁶¹. Theo họ, thái độ phân tích, được đánh giá như “quy giản” vĩnh viễn sẽ là vô hiệu quả, khi giả định có thể quy, một cách thuần túy và đơn giản, những tính chất của một cơ cấu tổ chức rất phức tạp thành phép tính cộng những tính chất thành phần. Đó thực là một cuộc bàn cãi sai lạc và rất ngớ ngẩn; nó chỉ chứng nhận, nơi các nhà “chủ toàn” một sự thiếu hiểu biết sâu xa về phương pháp khoa học và vai trò chủ yếu của sự phân tích trong phương pháp đó. Liệu người ta có thể quan niệm được rằng, một kĩ sư của Hoả tinh, khi muốn diễn giải sự vận hành của một máy tính trên trái đất, lại có thể đạt đến bất kì kết quả nào, nếu anh ta từ chối, vì lí do nguyên tắc, mổ xẻ các thành phần điện tử cơ bản của máy tính, có nhiệm vụ thực hiện những thao tác tính toán của đại số mệnh đề? Nếu một địa hạt nào của sinh học phân tử có thể minh họa, rõ ràng hơn tất cả các địa hạt khác, sự vô hiệu quả của những luận đề duy sinh vật, so với sức mạnh của phương pháp phân tích, thì đó chính là nghiên cứu về hệ điều khiển vi mô mà chương này vừa cho thấy một cách tóm lược.

Sự phân tích các tương tác biến cấu trước tiên chứng tỏ rằng những tính năng hướng đích không phải là độc quyền của những hệ thống phức tạp,

với nhiều thành phần, bởi vì chỉ một phân tử protein đã cho thấy khả năng, không chỉ kích hoạt một cách có tuyến chọn một phản ứng, mà còn điều chỉnh hoạt động của nó tùy theo *nhieu* thông tin hóa học.

Thứ hai nữa, nhờ vào khái niệm “sự vô cơ”, chúng ta thấy tại sao và làm thế nào các tương tác điều hòa phân tử này, bởi thoát khỏi những ràng buộc hóa học, đã có thể được chọn một cách có tuyến lựa chuyên nhất dựa trên sự tham gia của chúng vào tính cố kết của hệ thống.

Cuối cùng, việc nghiên cứu những hệ thống vi mô này hiển lộ cho chúng ta thấy rằng: tính phức tạp, sự phong phú, và năng lực của mạng điều khiển trong các t ần tại sống vượt qua rất xa những gì mà sự nghiên cứu chỉ riêng về tính năng tổng thể của các sinh vật, cho dù lâu dài đến đâu đi nữa, có thể cho phép thoáng nhìn ra. Và, ngay cả khi những phân tích này còn xa mới có thể cung cấp một bản mô tả hoàn chỉnh về hệ điều khiển của tế bào đơn giản nhất, chúng đã biểu lộ rằng tất cả những hoạt động cùng chung góp vào sự tăng trưởng và sự bội biến của tế bào đó đều khiên chế lẫn nhau, một cách trực tiếp hay gián tiếp, và điều này không có ngoại lệ.

Chính trên cơ sở đó, chứ không phải trên một “lí thuyết tổng quát về các hệ thống”⁶² mơ hồ, mà chúng ta đã đi tới khả năng hiểu được một cách rất hiện thực, trong ý nghĩa nào mà sinh vật vượt lên trên những quy luật vật lí trong khi vẫn tuân thủ chúng, để chỉ còn lại sự theo đuổi và hoàn thành dự định riêng của nó.

SỰ PHÁT SINH CÁ THỂ CỦA PHÂN TỬ

Như chúng ta đã thấy, dựa trên cấu trúc vĩ mô cũng như trên chức năng của chúng, các t^hần tại sống tương đ^ong sát sao với những bộ máy. Ngược lại, chúng khác nhau tận cội rễ trên phương thức tạo sinh, cấu trúc vĩ mô của một cỗ máy hay của một nghệ phẩm bất kì nào đó là do hoạt động của những ngoại lực, của những công cụ tác động trên một chất liệu để áp đặt cho nó một hình thể. Chính cái đục của nhà điêu khắc đã làm cho hình thể của nữ thần Aphrodite thoát ra từ cẩm thạch; nhưng bản thân nàng được sinh ra từ bọt sóng (thụ thai từ dương vật đâm máu của thần Ouranos), và từ nơi đó thân hình của nàng đã tự nó khai nở, bởi tự nó.

Trong chương này tôi có ý định minh chứng rằng, phân tích đến cùng, cái tiến trình phát sinh hình thái tự phát và tự chủ này dựa trên những đặc tính nhận dạng lập-thể-đặc-thù của các protein; và do đó tiến trình đó có quy mô vi mô, trước khi tự biểu hiện qua những cấu trúc vĩ mô. Sau đó, để kết luận chúng ta sẽ đi tìm, trong những cấu trúc cơ bản của các protein, “bí mật” của những đặc tính nhận thức, đi đầu làm ra các con quỷ của Maxwell, đốc công và công nhân xây dựng các t^hần tại sống.

Trước tiên đi đầu cần nhấn mạnh là những vấn đề hiện được chúng ta đề cập đến, những vấn đề về cơ chế phát triển, còn đang đặt ra cho sinh vật học những bí ẩn sâu thẳm. Bởi vì, nếu ngành phôi sinh học đã đem lại sự mô tả đáng khâm phục về tiến trình phát triển, người ta còn lâu nữa mới biết phân tích sự phát sinh cá thể của những cấu trúc vĩ mô, bằng ngôn ngữ của những tương tác vi mô. Ngược lại, hiện nay việc xây dựng một số cơ cấu trong phân tử đã được hiểu khá rõ và tôi sẽ cố gắng chứng tỏ rằng đó

thực sự là những tiến trình “phát sinh cá thể của phân tử”, qua đó biểu lộ bản chất vật lí học của hiện tượng.

Tôi đã có dịp nhắc lại, những protein dạng cầu thường hiện diện như những kết tụ phân tử, chứa một số hữu hạn các loại đơn vị con đồng nhất về mặt hóa học. Số lượng các đơn vị con thành phần này thường là nhỏ, người ta gọi các protein đó là những “chất thiếu hợp”. Trong các oligome đó, các đơn vị con (đơn phân gốc⁶³) kết hợp với nhau một cách duy nhất qua những liên kết không đồng hóa trị. Thêm nữa, như chúng ta đã thấy, sự sắp xếp các đơn phân gốc bên trong một phân tử oligome có tính chất là mỗi đơn phân gốc đều tương đương với một đơn phân gốc khác về mặt hình học. Điều này có hệ luận là mỗi đơn phân gốc có thể chuyển thành bất cứ đơn phân gốc nào khác bằng một phép đối xứng, trên thực tế là phép quay. Người ta chứng minh được dễ dàng là các oligome được cấu tạo như thế có những yếu tố đối xứng⁶⁴ thuộc một trong các nhóm quay đối xứng điểm.

Do vậy các phân tử này thực sự là những tinh thể vi mô, nhưng chúng thuộc về một lớp tinh thể đặc biệt mà tôi sẽ gọi tên là “tinh thể khếp”, bởi vì, ngược lại với những tinh thể hiệu theo đúng nghĩa (được cấu tạo theo một trong những nhóm đối xứng trong không gian), các tinh thể nói trên không thể tăng trưởng mà không chiếm lĩnh thêm những yếu tố đối xứng mới trong khi (nói chung) mất đi một số yếu tố đối xứng đã có.

Sự kết hợp tự phát của các đơn phân gốc trong các protein thiếu hợp

Cuối cùng, chúng ta đã thấy là một số đặc tính chức năng của các protein nói trên được kết hợp với trạng thái thiếu hợp của chúng, cũng như

với cấu trúc đối xứng của chúng. Do đó sự xây dựng những công trình vi mô này đặt ra một vấn đề có ý nghĩa cho sinh vật học, và cũng lí thú cho vật lí học.

Vì trong một phân tử thiếu hợp, các đơn phân gốc chỉ kết hợp với nhau bằng những liên kết không đồng hóa trị, nhiều khi người ta có thể phân rã phân tử thành những đơn vị đơn phân⁶⁵ bằng những biện pháp hóa học rất ôn hòa (chẳng hạn như không dùng đến nhiệt độ cao hoặc các chất hóa học quá mạnh). Trong trạng thái ấy, nói chung phân tử đã mất tất cả những đặc tính chức năng, xúc tác hay điều hòa, của nó. Vậy mà, và đây là điểm quan trọng, khi những điều kiện “bình thường” ban đầu được tái tạo (bằng cách khử bỏ tác nhân làm phân rã), thông thường người ta thấy các kết tụ thiếu hợp hình thành trở lại trạng thái “bẩm sinh” toàn vẹn một cách tự phát: số các đơn phân không đổi, tính đối xứng như cũ, và kèm theo là toàn bộ các đặc tính chức năng đều tái hiện.

Thêm nữa, sự tái kết hợp các đơn vị con thuộc về cùng một loại protein không chỉ xảy ra trong một dung dịch chỉ chứa riêng protein ấy. Sự kiện này cũng xảy ra bình thường như thế trong một hỗn hợp phức tạp chứa hàng trăm, nếu không muốn nói là hàng ngàn protein khác. Một lần nữa, đây là bằng chứng cho sự hiện hữu của một tiến trình nhận dạng có chọn lọc cực kì đặc thù, hiển nhiên là nhờ vào sự hình thành một phức hợp lập thể không đồng hóa trị, liên kết các đơn phân gốc với nhau. Chúng ta có quyền coi tiến trình này là *biểu sinh*^{66,67} bởi vì từ khởi đầu là một dung dịch các phân tử đơn phân không mang tính đối xứng nào, những phân tử lớn hơn và mang một trật tự cao hơn xuất hiện và, cùng lúc đó, chúng thủ đắc những đặc tính chức năng không hề có trước đó.

Điểm cốt yếu cho những quan tâm của chúng ta ở đây, là tính chất *tự phát* của tiến trình biểu sinh phân tử này. Tự phát theo hai nghĩa:

1. Không cần phải đưa thế năng hóa học, cần thiết cho sự hình thành các tiểu hợp, vào hệ thống: chúng ta phải coi thế năng này đã có sẵn trong dung dịch.

2. Tự phát về mặt nhiệt động học, tiến trình cũng tự phát về mặt động học: không cần đến một chất xúc tác nào để khởi động nó. Điều này dĩ nhiên dựa vào việc các kết nối nảy ra đều là không đồng hóa trị. Chúng ta đã nhấn mạnh tầm quan trọng rất lớn của sự kiện là việc nảy sinh hay đứt đoạn các kết nối loại này chỉ vận dụng những năng lượng khởi động gần như bằng không.

Sự cấu trúc hóa tự phát của những tiểu thể phức tạp

Một hiện tượng như nói trên có tương đồng chặt chẽ với sự hình thành các tinh thể phân tử trong một dung dịch các phân tử thành phần. Trong hiện tượng này cũng có sự thành lập tự phát của trật tự qua việc kết hợp các phân tử hóa học cùng loại với nhau. Sự tương đồng còn càng hiển nhiên hơn, khi người ta thấy trong cả hai trường hợp sự hình thành những cấu trúc được sắp xếp theo những quy tắc hình học đơn giản và trùng lặp. Nhưng gần đây người ta đã cho thấy một số những bào quan⁶⁸, với cấu trúc phức tạp hơn nhiều, cũng do lắp ghép tự phát mà ra. Đó là trường hợp của những tiểu thể⁶⁹ tên gọi ribosom, đó là những thành phần cốt yếu của cơ chế diễn dịch mã di truyền, có nghĩa sự tổng hợp các protein. Những tiểu thể này mà trọng lượng phân tử đạt đến 10^6 , được kết thành từ khoảng 50 protein khác nhau, và ba loại axit nucleic khác nhau. Tuy rằng sự sắp xếp các thành phần bên trong ribosom chưa được biết rõ rệt, chắc chắn là tổ chức của chúng hết sức chính xác, và các hoạt động chức năng của chúng tùy thuộc vào đó. Vậy mà, lấy khởi điểm là các thành phần tách rời

của ribosom, người ta nhận ra sự tái tạo tự phát *trong ống nghiệm*⁷⁰ của các tiểu thể có cùng kết cấu, cùng trọng lượng phân tử, và có cùng một hoạt động chức năng với chất liệu “bản gốc” ban đầu⁷¹.

Thế nhưng, ví dụ chắc chắn gây ấn tượng nhất mà ngày nay người ta biết về sự tái tạo tự phát của một cơ cấu phân tử phức tạp, chính là trường hợp các *thể thực khuẩn*⁷², cấu trúc phức tạp và rất chính xác của thể thực khuẩn T4 tương ứng với chức năng của tiểu thể này, đó không chỉ là để bảo vệ bộ gen⁷³ (nghĩa là bảo vệ ADN) của virus, mà còn để gắn nó vào vỏ ngoài của tế bào vật chủ với mục đích bơm nội dung ADN của nó vào trong tế bào, như tiêm bằng kim. Các bộ phận khác nhau của cỗ máy chính xác vi mô này có thể có được qua các đột biến khác nhau từ virus. Khi được trộn chung *trong ống nghiệm*, các bộ phận này lắp ghép một cách tự phát với nhau để tái tạo những tiểu thể đồng nhất với loại bình thường, và có đầy đủ khả năng thi hành chức phận kim tiêm ADN của chúng.

Tất cả những quan sát trên đều tương đối mới, và người ta có thể mong đợi những tiến bộ quan trọng trong địa hạt nghiên cứu này, để đi đến sự tái tạo *trong ống nghiệm* những bào quan ngày càng phức tạp, chẳng hạn như những ti thể⁷⁴ hoặc các màng. Tuy nhiên, một vài trường hợp xem xét ở đây cũng đủ để minh họa tiến trình xây dựng những cấu trúc phức tạp, gắn với những đặc tính chức năng, qua việc lắp ghép lập-thể-đặc-thù, *tự phát*, những thành phần protein của chúng. Ở đây có sự “xuất hiện” của trật tự, sự phân biệt hóa cấu trúc, sự thủ đắc chức năng, từ một hỗn hợp vô trật tự các phân tử mà mỗi cá thể không có hoạt động và đặc tính chức năng nào khác hơn là nhận biết các đối tác mà cùng với chúng các phân tử này sẽ tạo ra cấu trúc. Và nếu người ta không còn có thể nói đến hiện tượng kết tinh của các ribosom hay của các thể thực khuẩn - vì các tiểu thể này có một độ

phức tạp, nghĩa là trật tự, rất cao so với độ phức tạp đặc thù của các tinh thể - thì khi phân tích cho đến cùng cũng còn một điều đáng nêu ra, những phản ứng hóa học được vận hành thuộc cùng một loại với những phản ứng sinh ra các tinh thể phân tử. Cũng như trong các tinh thể, cấu trúc của các phân tử được lắp ghép chính là ngu ồn “thông tin” cho sự cấu tạo tổng thể. Vậy thì cái cốt lõi của các tiến trình biểu sinh là ở chỗ này, tổ chức tổng thể của một cơ cấu đa phân tử phức tạp đã nằm dưới dạng *khả thể* bên trong cấu trúc của những thành phần, nhưng nó chỉ hiển lộ, chỉ trở thành *hiện thể*⁷⁵ khi các phân tử lắp ghép với nhau.

Qua phân tích nói trên, người ta thấy rằng cuộc bàn cãi cũ kĩ giữa các lí thuyết gia tiên thành và biểu sinh chỉ còn là một cuộc đấu khẩu không còn nghĩa lí gì. Cái cấu trúc được hoàn thành, tự nó không có trước dưới dạng đúc sẵn ở đâu cả. Nhưng bản vẽ của cấu trúc thì nằm trong bản thân các thành phần. Do đó cấu trúc ấy có thể được thực hiện một cách tự chủ và tự phát, mà không cần sự can thiệp từ bên ngoài nào, không cần tiếp nhận thông tin mới nào. Thông tin đã có sẵn trong các thành phần, nhưng chưa được biểu đạt. Việc xây dựng biểu sinh của một cấu trúc, không phải là một sự *sáng tạo*, đó là một sự *hiển lộ*.

*

* *

Sự phát sinh hình thái vi mô và sự phát sinh hình thái vĩ mô

Quan niệm nói trên, được trực tiếp đặt cơ sở trên việc nghiên cứu về sự hình thành các cơ cấu vi mô, cũng có thể dùng để khảo sát các cấu trúc vĩ mô (mô, cơ quan, các chi V.V.). Đó là điều mà các nhà sinh vật học hiện đại không còn nghi ngờ, tuy chấp nhận rằng đây là một ngoại suy chưa có được những kiểm nghiệm trực tiếp. Thực vậy, ở đây đặt ra những vấn đề

thuộc quy mô hoàn toàn khác, không chỉ về độ lớn, mà còn về độ phức tạp. Những tương tác có tính kiến tạo quan trọng nhất ở quy mô này không phải diễn ra giữa các phân tử thành phần, mà giữa các tế bào. Người ta đã chứng tỏ rằng các tế bào đơn lẻ của cùng một mô thực sự có thể nhận ra nhau, một cách có phân biệt, và kết hợp với nhau. Tuy nhiên người ta còn chưa biết những thành phần hay cấu trúc nào cho phép các tế bào nhận diện lẫn nhau. Mọi dấu hiệu đều đưa đến sự tin tưởng rằng đó là các cấu trúc đặc trưng của màng tế bào. Nhưng người ta còn chưa biết các yếu tố nhận dạng đó là các phân tử rời rạc hay các mạng đa phân tử nằm trên bề mặt của tế bào⁷⁶. Dù sao đi nữa, và ngay cả khi các yếu tố đó là những mạng phân tử không chỉ bao gồm toàn các thành phần protein; thì khi phân tích đến cùng, cấu trúc của một mạng như thế cũng sẽ tất yếu được xác định bởi các tính chất nhận dạng của các protein thành phần của mạng đó, và cũng bởi các tính chất của các enzym có nhiệm vụ tổng hợp sinh học ra các thành phần khác trong mạng (polysacarit hay lipid, chẳng hạn).

Vậy thì có khả năng là những đặc tính “nhận thức” của các tế bào không phải là sự biểu lộ trực tiếp của những năng lực phân biệt của một vài protein, mà những đặc tính đó chỉ biểu đạt những năng lực này qua những đường rất vòng vèo. Tuy nhiên đi đâu còn lại vẫn là: sự cấu tạo của mô hay sự khu biệt hóa của một cơ quan, tức là những hiện tượng vĩ mô, phải được coi như kết quả tổng hợp của những tương tác vi mô nhiều mặt mà các protein chịu trách nhiệm, dựa trên các đặc tính nhận dạng lập thể của chúng, qua sự thành lập những phức hợp không đồng hóa trị một cách tự phát.

Nhưng phải công nhận là, cho đến nay, sự “quy giản về kích cỡ vi mô” chưa thành lập được một lí thuyết thực sự về những hiện tượng phát sinh hình thái. Đó thực ra mới là một quan điểm có tính nguyên tắc, dùng để xác

định ngữ cảnh trong đó một lí thuyết như thế phải được phát biểu, để có thể được coi là không chỉ đem lại một mô tả hiện tượng luận đơn thuần. Nguyên tắc này định ra mục đích phía trước, nhưng chỉ chiếu một ánh sáng yếu ớt về phía con đường phải theo để đạt tới. Hãy nghĩ đến việc diễn giải ở mức phân tử của cái vấn đề khổng lồ là sự khai triển của một bộ máy phức tạp như hệ thần kinh trung ương, ở đó phải thực hiện được hàng tỉ mối liên kết qua lại đặc thù giữa các tế bào, trong đó có một số liên kết vượt qua những khoảng cách tương đối đáng kể.

Vấn đề về ảnh hưởng, về sự định hướng từ xa này, chắc hẳn là vấn đề khó khăn nhất và quan trọng nhất trong phôi sinh học. Các nhà phôi sinh học, để mô tả, đặc biệt là những hiện tượng tái sinh, đã dẫn nhập khái niệm “trường phát sinh hình thái” hay “gradient”⁷⁷. Khái niệm này, khi mới tiếp cận, có vẻ như vượt qua rất xa khái niệm về tương tác lập-thể-đặc-thù ở kích cỡ vài Angstrom. Nhưng đây dù sao vẫn là khái niệm duy nhất thể hiện được một ý nghĩa vật lí rõ rệt, và chúng ta rất có thể quan niệm rằng những tương tác nói trên, bội biến và lặp lại từ gần đến xa hơn, sẽ có thể tạo ra hay định hình một tổ chức ở kích cỡ milimét hay xentimét, chẳng hạn. Đây là hướng đi của phôi sinh học hiện đại. Rất có thể khái niệm về những tương tác lập-thể-đặc-thù thuần túy *tĩnh* sẽ được chứng tỏ là không đủ cho việc diễn giải “trường” hay gradien của sự phát sinh hình thái, cần phải làm phong phú thêm khái niệm này bằng những giả thiết động học, có thể tương đương với những giả thiết cho phép diễn giải các tương tác biến cấu. Nhưng về phần tôi, tôi vẫn tin tưởng rằng, khi phân tích đến cùng, chỉ riêng những đặc tính lập-thể-đặc-thù của các protein cũng có thể giải mã các hiện tượng này.

*

* *

Cấu trúc sơ khởi và cấu trúc dạng cầu của các protein

Dù cho khi phân tích những chức năng xúc tác, hay điều hòa, hay biểu sinh, của các protein; người ta cũng đi đến nhận thức rằng tất cả chức năng đó, và trước tiên, đều dựa trên những đặc tính kết hợp lập-thể-đặc-thù của các phân tử đó.

Theo quan niệm đã trình bày trong chương này, cũng như trong hai chương trước, tất cả những tính năng và tất cả những cấu trúc hướng đích của các t ần tại sống đều có thể được phân tích trong ngữ cảnh vừa được nói đến, ít ra là trên nguyên tắc. Nếu quan niệm này là thích hợp - và không có lí do nào để nghi ngờ điều này - thì do đó, để giải quyết nghịch lí của sự hướng đích, điều còn lại là mô tả rõ ràng sự hình thành và các cơ chế tiến hóa của các cấu trúc kết hợp lập-thể-đặc-thù của các protein. Ở đây tôi chỉ để ý xem xét cách thức hình thành của những cấu trúc đó, để dành cho những chương tiếp theo vấn đề tiến hóa của chúng. Tôi hi vọng sẽ chỉ ra được rằng sự phân tích chi tiết những cấu trúc phân tử mà, tóm lại là, có ẩn chứa điều “bí mật” cuối cùng của sự hướng đích, sẽ đưa đến những kết luận có ý nghĩa sâu sắc.

Để bắt đầu, cần nhắc lại là cấu trúc không gian của một protein dạng cầu (xem Phụ lục 1) được xác định bằng hai loại liên kết hóa học.

1. Cấu trúc gọi là “sơ khởi” được thành lập bởi một chuỗi tuyến tính kiểu tậpô⁷⁸ các gốc axit- amin kết hợp với nhau bằng những liên kết đồng hóa trị. Do đó những liên kết này, chỉ bằng riêng chúng, định ra một cấu trúc dạng sợi, rất mềm dẻo và có thể, trên lí thuyết, mang g ần như vô tận hình thù khác nhau.

2. Nhưng ngoài ra, hình thù gọi là “bẩm sinh” của một protein dạng cầu còn được ổn định bởi một số rất lớn những tương tác không

đồng hóa trị, chúng làm cho những gốc axit- amin, được phân bố dọc theo chuỗi đồng hóa trị tuyến tính kiểu tôpô, kết hợp với nhau. Kết quả là sợi polypeptit tự cuộn vào với nhau một cách rất phức tạp, thành ra một nùi sợi g ãn như dạng c ãu, gọn chặt. Rốt cuộc, chính là những nếp gấp phức tạp này đã xác định ra cấu trúc trong không gian của phân tử, kể cả những thể dạng chính xác của bề mặt kết hợp lập-thể-đặc-thù, qua đó phân tử thực hiện chức năng nhận dạng của mình. Vậy thì, như chúng ta thấy, chính là một tổng thể, hay nói cách khác là sự cộng tác trong tổng thể, của một số rất lớn những tương tác không đồng hóa trị bên trong các phân tử, làm ổn định cấu trúc chức năng, tức là cấu trúc cho phép protein tạo ra một cách có tuyến chọn những phức hợp lập-thể-đặc-thù (cũng không đồng hóa trị).

Vấn đề chúng ta quan tâm ở đây là sự phát sinh cá thể, phương thức tạo thành cái thể dạng gắn li ền với chức năng nhận thức của protein, thể dạng đặc biệt, độc nhất đó. Trong một thời gian dài, người ta đã có thể tin rằng, cùng một sợi polypeptit có thể đạt tới một số rất lớn những thể dạng khác biệt; do chính độ phức tạp của những cấu trúc này và vì chúng được ổn định bởi những tương tác không đồng hóa trị, trong đó mỗi tương tác riêng lẻ đều rất không bền vững. Nhưng cả một tập hợp những quan sát đã cho thấy trên thực tế, một loại hóa chất nhất định (xác định bởi cấu trúc sơ khởi) trong những điều kiện sinh lí bình thường, chỉ hiện hữu trong trạng thái bẩm sinh dưới một thể dạng độc nhất (hay nhiều lắm là dưới một số ít trạng thái khác biệt, rất g ãn nhau, như trường hợp những protein biến cấu). Thể dạng được xác định rất chính xác, đúng như những hình ảnh nhiễu xạ tia X rất rõ qua các tinh thể protein đã chứng tỏ, điều này có nghĩa là vị trí của đại bộ phận trong hàng nghìn nguyên tử hợp thành một phân tử, được cố định với độ chính xác trên dưới vài phần mười của Angstrom. Mặt khác, chúng ta nên để ý là tính đồng đều cũng như tính chính xác về

cấu trúc đó, chính là điều kiện cho tính đặc thù trong kết hợp, đặc tính sinh vật học cốt yếu của các protein dạng cầu.

Sự hình thành các cấu trúc dạng cầu

Ngày nay nguyên lí của cơ chế thành lập những cấu trúc này đã được hiểu khá rõ. Thực vậy, người ta biết rằng:

1. Tính tất định di truyền của sự phát sinh những cấu trúc protein *xác định một cách duy nhất chuỗi* các gốc axit-amin tương ứng với một protein nhất định;

2. Sợi polypeptit, đã được tổng hợp như thế, tự cuộn về mình một cách *tự phát* và *tự chủ* để cuối cùng thành ra hình thể gần như dạng cầu, có chức năng.

Thành thử ra, trong hàng nghìn thể dạng tự cuộn mà trên nguyên tắc sợi polypeptit có thể đạt tới, chỉ có một thể dạng được chọn lựa và thực hiện. Như người ta thấy, đây đích thực là một tiến trình biểu sinh, ở mức độ đơn giản nhất có thể, mức độ của một đại phân tử riêng lẻ. Dưới dạng trải dài, sợi khả dĩ đạt tới hàng nghìn thể dạng khác nhau. Mặt khác sợi không có một hoạt năng sinh học nào, đặc biệt là không có khả năng nhận dạng lập-thể-đặc-thù nào. Dưới dạng tự cuộn, thì ngược lại, nó chỉ đi tới một trạng thái độc nhất, do đó tương ứng với một mức độ trật tự cao hơn nhiều. Chỉ duy nhất dưới trạng thái này mà phân tử gắn kết với hoạt động chức năng của nó.

Lí giải phép lạ nhỏ về hiện tượng biểu sinh phân tử này, là tương đối đơn giản trong nguyên lí của nó.

1. Trong môi trường sinh lí bình thường, nghĩa là trong pha nước, về mặt nhiệt động học, các protein dưới dạng tự cuộn ổn định hơn so với dạng trải dài. Lí do của sự tăng cường ổn định này rất đáng chú ý; cần được giải thích rõ. Trong những gốc axit-amin của chuỗi sợi, khoảng một nửa là “kị nước”, có nghĩa chúng hoạt động giống như dầu trong nước: có khuynh hướng tụ tập với nhau và giải phóng những phân tử nước vốn bị giữ cố định ở nơi chúng chạm vào nhau. Vì hoạt động ấy, các protein sở đắc một cấu trúc gọn chặt, cố định hóa những gốc thành phần của sợi; từ đó trật tự (hay entropi âm) của các protein tăng lên, và sự kiện này được bù trừ qua việc các phân tử nước bị trục xuất; khi *được giải phóng*, chúng sẽ làm giảm trật tự, tức làm tăng entropi, của hệ thống.

2. Trong số những cấu trúc tự cuộn khác nhau có thể đưa đến một chuỗi polypeptit nhất định, chỉ có một, hay một số rất nhỏ cho phép thực hiện cấu trúc gọn chặt nhất như có thể. Do đó cấu trúc ấy sẽ được đặc biệt ưu đãi so với tất cả các cấu trúc khác. Giản lược đôi chút, ta có thể nói rằng chính cái cấu trúc kèm theo sự trục xuất các phân tử nước với số lượng tối đa, sẽ là cấu trúc “được chọn lựa”. Có một điều chắc chắn, đó là: những khả năng khác nhau cho các cấu trúc gọn chặt trở thành hiện thực đều tùy thuộc vào vị trí tương đối của chuỗi các gốc axit-amin trong sợi (bắt đầu từ các gốc kị nước). Do đó, trên thực tế, đối với một protein, hình thể dạng cầu riêng cho nó sẽ bị chuỗi các gốc trong sợi *áp đặt*. Và hoạt động chức năng của protein phụ thuộc hình thể ấy. Tuy nhiên, và đây là điểm quan trọng, nếu để định rõ toàn bộ cấu trúc ba chiều của một protein, lượng thông tin cần đến sẽ *lớn hơn nhiều* lượng thông tin được xác định bởi bản thân chuỗi các gốc. Chẳng hạn như, với một polypeptit có một trăm axit-amin, lượng thông tin (H) tương ứng với việc mô tả chuỗi sẽ là

khoảng 450 bits ($H = \log 220100$), trong khi đó để mô tả cấu trúc ba chiều cần thêm vào đó một lượng thông tin lớn, cũng khó tính toán kĩ (có thể ước lượng tối thiểu khoảng 1.000 đến 2.000 bit nữa).

Nghịch lý giả của “sự tăng thông tin” trong tiến trình biểu sinh

Vì thế, người ta có thể thấy một mâu thuẫn của việc nói rằng bộ gen “hoàn toàn xác định” chức năng của một protein, trong khi mà chức năng này được gắn kết với một cấu trúc ba chiều mà nội dung thông tin *giàu hơn* là sự đóng góp trực tiếp cho cấu trúc ấy, của tính tất định di truyền. Mâu thuẫn này đã không tránh khỏi được một số các tác giả phê phán lí thuyết sinh học hiện đại nêu lên. Đặc biệt Elsässer, ông chính là người đã nhìn thấy, đích xác trong tiến trình phát triển biểu sinh của các cấu trúc (vĩ mô) của các ṭồn tại sống, một hiện tượng không thể giải thích được bằng vật lí học, do bởi sự “giàu lên không nguyên nhân” mà hiện tượng có vẻ đã chứng thực.

Sự bất bẽ này không còn, khi người ta xem xét tỉ mỉ các cơ chế biểu sinh phân tử: sự tăng lên của thông tin tương ứng với việc hình thành cấu trúc ba chiều là có nguồn gốc ở việc thông tin về sự phát sinh (mà chuỗi các gốc đại diện) thực ra được biểu thị trong những điều kiện ban đầu rất rõ rệt (trong pha nước, biến thiên nhiệt độ hẹp, cơ cấu các ion, v.v.) khiến cho, trong các cấu trúc khả dĩ, trên thực tế chỉ có một cấu trúc có thể thành hiện thực. Hệ luận là những điều kiện ban đầu đó tham gia vào lượng thông tin, cuối cùng được hàm ẩn trong cấu trúc dạng cầu, mặc dù không ấn định rõ cấu trúc ấy mà chỉ loại bỏ các cấu trúc khả dĩ khác; chính bằng cách ấy mà điều kiện ban đầu đề xuất, đúng hơn là áp đặt, một cách giải mã duy nhất cho một thông điệp mà *tiên thiên* là mơ hồ.

*

* *

Vậy thì, trong quá trình tạo ra cấu trúc của một protein dạng cầu, người ta thấy cả hình ảnh vi mô lẫn nguồn gốc của sự phát triển biểu sinh tự chủ của bản thân sinh vật. Và trong sự phát triển này người ta nhận ra nhiều giai đoạn, hay cấp bậc, tiếp nối nhau.

1. Các chuỗi polypeptit gấp lại để thành ra các cấu trúc dạng cầu, mang theo những tính chất kết hợp lập-thể-đặc-thù.
2. Các protein (hay các protein và một số thành phần khác) tương tác - kết hợp với nhau để hình thành các bào quan.
3. Các tế bào tương tác để lập thành các mô và các cơ quan.
4. Trong tất cả các giai đoạn đó, các hoạt động hóa học được phối hợp và phân biệt với nhau bởi những tương tác thuộc loại biến cấu.

Giống như một pháo hoa bung nổ nhiều tầng; trong mỗi giai đoạn, xuất hiện những cấu trúc cấp cao hơn và những chức năng mới; chúng làm hiển lộ những tiềm năng tàng ẩn trong các cấp bậc trước, bởi vì chúng là kết quả của những tương tác tự phát giữa các thành phẩm của giai đoạn trước đó. Rất cuộc, tất cả tính tất định của hiện tượng có nguồn gốc trong thông tin di truyền được biểu diễn bởi tổng thể các chuỗi polypeptit, mà sự giải mã, hay đúng hơn sự chọn lựa ý nghĩa, tùy thuộc các điều kiện tiên khởi.

Giải đáp cuối cùng từ các cấu trúc hướng đích

Giải đáp cuối cùng⁷⁹ từ tất cả các cấu trúc và chức năng hướng đích của các tiền tại sống, đúng như thế, được cất giữ trong các chuỗi các gốc

của các sợi polypeptit, “phôi m ền” của các protein dạng c ầu, và chính các protein này là các con qu ỷ của Maxwell trong sinh vật học. Trong một nghĩa nhất định, rất thực, chính bình diện tổ chức hóa học này là nơi ẩn tàng bí mật của sự sống, nếu có. Và nếu người ta có thể, không những chỉ mô tả các chuỗi gốc đó, mà còn phát biểu được quy luật lắp ghép của chúng, thì sẽ có thể nói rằng bí mật được vén mở, giải đáp cuối cùng được tiết lộ.

Năm 1952, Sanger đã mô tả lần đầu tiên chuỗi hoàn chỉnh của một protein dạng c ầu. Sự phát hiện đó đồng thời mang lại thất vọng. Chuỗi gốc đó, mà người ta đã biết đi ều khiển cấu trúc, tức là những đặc tính được tuyển chọn của một protein chức năng (insulin), không hiển lộ bất kì một đi ều gì đ ầu đ ạn, hay dị thường, hay bị giới hạn. Tuy nhiên người ta đã có thể hi vọng rằng, sau khi thu thập nhiều hơn những tài liệu tương tự, sẽ hiện ra một vài quy luật tổng quát về sự lắp ghép cũng như một vài mối tương liên giữa các chức năng. Ngày nay người ta đã biết được hàng trăm chuỗi gốc, tương ứng với nhiều protein đa dạng, thuộc những sinh vật khác nhau nhất. Từ những chuỗi đó, và từ việc so sánh chúng với nhau một cách có hệ thống, với sự trợ giúp của những công cụ tính toán và phân tích hiện đại, ngày nay người ta đã rút ra được quy luật tổng quát: đó là sự ngẫu nhiên. Để nói rõ hơn, các cấu trúc đó là “ngẫu nhiên” trong nghĩa sau: nếu biết được trật tự chính xác của 199 gốc trong một protein có tổng cộng 200 gốc, cũng không thể phát biểu được bất cứ quy tắc nào, dù bằng lí thuyết hay bằng kinh nghiệm, cho phép tiên đoán bản chất của gốc cuối cùng, khi nó chưa được xác định bằng phân tích hóa học.

Cần phải nhấn mạnh trên đi ểm này: phát biểu rằng chuỗi các gốc axit amin trong một polypeptit là “ngẫu nhiên” hoàn toàn không phải là thú nhận sự thiếu hiểu biết, mà chỉ có nghĩa ghi nhận một hiện thực. Như là qua ví dụ sau: t ần số trung bình mà một gốc đi li ền sau một gốc khác thì

bằng *tích số* các tần số trung bình mà mỗi gốc xuất hiện trong các protein nói chung. Ta có thể minh họa theo một cách khác. Ví dụ có một bộ bài có 200 lá, mỗi lá mang tên một axit amin, trong cỗ bài đó tỉ số *trung bình*⁸⁰ của mỗi axit amin được tôn trọng. Sau khi xáo trộn các lá bài ta được một cỗ bài mà chuỗi các axit amin là ngẫu nhiên, không gì cho phép phân biệt nó với những chuỗi đã thực sự được quan sát trong các polypeptit tự nhiên.

Nhưng nếu, trong nghĩa trên, chúng ta nhận thấy mọi cấu trúc tiên khởi của protein như sản phẩm của một sự chọn lựa thuần túy ngẫu nhiên một trong hai mươi gốc có thể, ở mỗi mắt xích của chuỗi; thì ngược lại, trong một nghĩa khác cũng có ý nghĩa không kém, phải công nhận rằng chuỗi gốc *đã thành hiện thực* này, không hề được tổng hợp một cách ngẫu nhiên; bởi vì, cùng một trật tự đó đã được lặp lại, hầu như không sai sót, trong tất cả các phân tử của protein ta đang nói đến. Nếu không phải như thế, có lẽ trên thực tế người ta không thể dùng phân tích hóa học để thiết lập chuỗi axit amin của một quần thể các phân tử.

Vậy thì cần chấp nhận rằng chuỗi gốc “ngẫu nhiên” của mỗi protein trên thực tế được nhân bản hàng nghìn hay hàng triệu lần trong mỗi sinh vật, mỗi tế bào, qua từng sự phát sinh, bởi một cơ chế có độ trung thành cao, có nhiệm vụ bảo đảm luật bất biến của các cấu trúc.

Giải mã thông điệp

Ngày nay người ta đã biết, không chỉ về nguyên tắc vận hành, mà còn về phần lớn những thành phần của cơ chế nói trên. Chúng ta sẽ trở lại đi đầu này trong một chương sau. Không cần thiết phải hiểu rõ từng chi tiết cơ chế đó để hiểu được ý nghĩa sâu xa của thông điệp bí ẩn do chuỗi gốc của một sợi polypeptit hợp thành. Thông điệp, mà theo tất cả những tiêu chuẩn

có thể dùng, có vẻ như được viết ra một cách ngẫu nhiên. Thế nhưng thông điệp ấy lại truyền tải một ý nghĩa hiển lộ ra trong những tương tác có phân biệt, có chức năng, trực tiếp hướng đích, của cấu trúc dạng cầu, tức là bản dịch ba chiều của chuỗi tuyến tính. Một protein dạng cầu, đó đã chính là một cỗ máy thực thụ với tất cả chức năng của nó ở kích cỡ phân tử, tuy nhiên nguyên nhân không phải do cấu trúc cơ bản của nó, vì ở đó không phân định ra được gì ngoài một hoạt động tổ hợp mù quáng. Một hiện tượng ngẫu nhiên được nắm bắt, lưu giữ, nhân bản bằng một cơ chế máy móc của luật bất biến, và như thế được quy thành trật tự, quy tắc, sự tất yếu. Từ một hoạt động hoàn toàn mù quáng, tất cả có thể nảy sinh, ngay cả bản thân thị giác. Sự phát sinh hình thái của một protein chức năng phản ánh nguồn gốc và dòng dõi của toàn bộ sinh quyển, và nguồn gốc nguyên thủy của dự án mà các tằm tại sống biểu diễn, theo đuổi, hoàn thành, được hiển lộ trong thông điệp này, tức là trong cái văn bản do cấu trúc tiên khởi tạo nên này, văn bản chính xác và trung thành nhưng về cơ bản không thể giải mã. Không thể giải mã, chính vì trước khi biểu đạt chức năng sinh lý cần thiết mà nó thực hiện một cách tự phát, thông điệp này chỉ biểu lộ trong cấu trúc của nó tính ngẫu nhiên của cội nguồn của nó. Nhưng chính bởi vậy mà đây là ý nghĩa sâu sắc nhất cho chúng ta, của thông điệp đến với chúng ta từ quá khứ xa xăm nhất.

LUẬT BẤT BIẾN VÀ CÁC NHIỀU LOẠN

Platon và Heraclite

Từ khi ra đời, trên các đảo xứ Ioni, cách đây gần 3.000 năm, tư duy phương Tây bị phân chia giữa hai thái độ với bên ngoài có vẻ đối nghịch. Theo một trong những triết lý này, thực tại đích thực và tận cùng của vũ trụ chỉ có thể hiện thân trong những hình thái hoàn toàn không thay đổi, bất biến theo bản chất. Còn theo triết lý kia, ngược lại, thực tại duy nhất của vũ trụ hiện thân trong vận động và tiến hóa.

Từ Platon đến Whitehead, và từ Heraclite đến Hegel và Marx, hiển nhiên là các khoa học luận siêu hình học này luôn liên kết mật thiết với các ý tưởng đạo đức và chính trị của các tác giả. Các thành trì ý thức hệ này được trình bày như *tiên nghiệm*, và trên thực tế là những kết cấu hậu nghiệm nhằm biện minh cho một học thuyết luân lý-chính trị tiên định⁸¹.

Đối với khoa học, sự *tiên nghiệm* duy nhất là định đề khách thể, định đề này tránh cho ngành đó, hay đúng ra là cấm nó, tham dự vào cuộc bàn cãi này. Khoa học nghiên cứu sự tiến hóa, dù đó là sự tiến hóa của vũ trụ hay của các hệ thống chứa bên trong vũ trụ, ví dụ như sinh quyển, bao gồm cả con người. Chúng ta biết rằng mọi hiện tượng, mọi sự kiện, mọi nhận thức đều bao hàm những tương tác, và tự bản thân những tương tác này lại phát sinh những biến đổi trong các thành phần của hệ thống. Khái niệm này tuy thế lại không hề bất tương thích với ý tưởng cho rằng có những thực thể không thay đổi trong cấu trúc vũ trụ. Thực ra là ngược lại, chiến lược nền tảng của khoa học khi phân tích các hiện tượng là khám phá các luật bất biến. Mọi định luật vật lý, và lại cũng như mọi khai triển toán học, đều định

rõ một quan hệ bất biến; những mệnh đề nền tảng nhất của khoa học là những định đề phổ quát về sự bảo toàn. Dễ dàng thấy rằng, tùy chọn bất kỳ ví dụ nào thì chúng ta cũng không thể phân tích được hiện tượng nào bằng ngôn từ nào khác, ngoài ngôn từ mô tả các luật bất biến được hiện tượng đó bảo toàn. Ví dụ rõ rệt nhất có lẽ là việc công thức hóa các định luật động học, đi đâu *đòi hỏi* phát minh ra phương trình vi phân, tức là một phương tiện định nghĩa sự biến đổi theo ngôn từ của những gì không bị thay đổi.

Quả thực người ta có thể tự hỏi: phải chăng mọi luật bất biến, mọi sự bảo toàn và mọi tính đối xứng cấu thành nên cốt lõi của các diễn ngôn khoa học đều không phải là những hư cấu đang thế chỗ cho thực tại, để đem đến cho nó một hình ảnh khả dĩ thao tác, hình ảnh này bị lấy cạn kiệt đi mất một phần nội dung cốt yếu, nhưng lại trở nên tiếp cận được bằng một logic, và chính logic này được tạo dựng trên một nguyên lý đồng nhất thuần túy trừu tượng và có lẽ mang tính “quy ước”. Quy ước, nhưng lý trí con người lại không thể không cần đến.

Ở đây tôi nhắc đến vấn đề kinh điển này, nhằm lưu ý rằng địa vị của nó đã bị cuộc cách mạng lượng tử biến đổi sâu sắc. Nguyên lý đồng nhất không có mặt như định đề vật lý trong khoa học cổ điển. Nó chỉ được sử dụng như một thao tác logic chứ chúng ta không cần thiết phải giả định rằng nó tương ứng với một thực tại có thực chất nào. Điều này lại hoàn toàn khác trong vật lý hiện đại, trong ngành này một trong những định đề nền tảng nhất là sự đồng nhất *tuyệt đối* của hai nguyên tử nằm trong cùng một trạng thái lượng tử⁸². Do đó cũng như vậy đối với giá trị biểu diễn tuyệt đối, không thể hoàn thiện, gán cho các sự đối xứng của nguyên tử và phân tử trong học thuyết lượng tử. Vì thế, ngày nay dường như chúng ta không thể giới hạn nguyên lý đồng nhất trong vai trò một quy tắc đơn giản

cho hoạt động trí tuệ được nữa: cần phải công nhận rằng ở quy mô lượng tử, ít ra nó biểu diễn một thực tại có thực chất.

Dù sao đi nữa, hiện đang “cư ngụ” và sẽ còn “cư ngụ” trong khoa học một yếu tố của học thuyết Platon, và người ta không thể loại bỏ nó mà không làm cho nó sụp đổ. Trong sự đa dạng vô tận của những hiện tượng đơn biệt, khoa học chỉ có thể truy tìm những luật bất biến.

*

* *

Những luật bất biến giải phẫu học

Trước đây đã từng có một tham vọng “theo học thuyết Platon” trong cuộc tìm kiếm một cách hệ thống những luật bất biến giải phẫu học, cuộc tìm kiếm này là mối chuyên tâm của các nhà tự nhiên học vĩ đại của thế kỉ 19 sau Cuvier (và Goethe). Những nhà sinh học hiện đại có lẽ không phải lúc nào cũng công nhận thiên tài của những người - trước sự đa dạng đáng sửng sốt của các hình thái và phương thức sống của sinh vật - đã biết nhận ra, nếu không phải là một “thể tính” duy nhất thì dù sao cũng là một số hữu hạn các sơ đồ giải phẫu học, mỗi sơ đồ là bất biến trong nhóm được đặc trưng bởi chính sơ đồ đó. Hẳn là không quá khó khăn để nhìn ra rằng chó biển là động vật có vú rất gần với các động vật ăn thịt trên cạn. Việc khó hơn nhiều là nhận ra được một sơ đồ căn bản trong mô hình giải phẫu học của các động vật sống đuôi và của các động vật có xương sống, để rồi nhóm chúng lại trong ngành dây sống. Việc còn khó hơn nữa là nhận ra được những tương tự giữa ngành dây sống và ngành da gai. Tuy nhiên, đúng như ngành sinh hóa đã khẳng định, không còn gì để nghi ngờ rằng nhím biển là những họ hàng còn gần gũi với chúng ta hơn nhiều so với các thành viên của vài nhóm, tiến hóa hơn chúng rất nhiều, chẳng hạn như động vật chân đầu.

Chính nhờ những công trình to lớn tìm kiếm những sơ đồ tổ chức cơ bản này mà cơ cấu của ngành động vật học cổ điển và cổ sinh vật học đã được xây nên; đó là một tượng đài mà cấu trúc vừa đòi hỏi vừa biện minh cho học thuyết tiến hóa.

Tuy thế, sự đa dạng của các kiểu mẫu sẽ vẫn tồn tại, và người ta đã phải công nhận rõ ràng rằng rất nhiều sơ đồ tổ chức vĩ mô, khác nhau triệt để, đã từng cộng tồn trong sinh quyển. Chẳng hạn, giữa một loài rong xanh, một loài trùng cỏ, một loài mực phủ và loài người, có gì chung không? Khám phá ra tế bào và lý thuyết về tế bào đã cho phép đoán thấy một sự thống nhất mới ẩn sau sự đa dạng này. Tuy nhiên, phải đợi đến sự phát triển của ngành sinh hóa, diễn ra chủ yếu trong phần tư thứ hai của thế kỷ 20, để sự thống nhất sâu sắc và chặt chẽ, ở mức vi mô, của toàn bộ thế giới sinh vật, mới được nổi rõ hoàn toàn. Ngày nay người ta biết rằng, từ Vi khuẩn đến Con người, cơ chế hóa học về căn bản là như nhau, về mặt cấu trúc cũng như cách hoạt động.

Những luật bất biến hóa học

1. Về cấu trúc: mọi sinh vật, không có ngoại lệ nào, đều được cấu thành bởi cùng hai lớp đại phân tử chính: protein và axit nucleic. Hơn nữa, những đại phân tử này lại được tạo ra ở tất cả sinh vật, bằng việc lắp ghép các gốc, có số lượng hữu hạn: hai mươi axit amin trong các protein, bốn kiểu nucleotit trong các axit nucleic.

2. Về cách hoạt động: cùng những phản ứng, hay đúng ra là những chuỗi phản ứng, được dùng ở mọi cơ sinh vật cho các hoạt động hóa học cốt yếu: huy động và dự trữ thế năng hóa học, tổng hợp sinh học các thành phần tế bào.

Đúng vậy, quanh chủ đề trung tâm về sự chuyển hóa, nhiều biến tấu giao nhau, những biến tấu này tương ứng với nhiều sự thích nghi về chức năng. Tuy thế, các biến tấu này lại gần như luôn bao gồm các cách mới trong việc sử dụng những chuỗi chuyển hóa phổ quát, được dùng ban đầu cho các chức năng khác. Ví dụ sự bài xuất đạm diễn ra dưới nhiều hình thức khác nhau ở chim và động vật có vú. Chim bài tiết axit uric, còn động vật có vú thì bài tiết urê. Phương pháp tổng hợp axit uric ở chim chỉ là một sửa đổi, và chẳng lại là thứ yếu, trong chuỗi các phản ứng tổng hợp ra các nucleotit được gọi là puric (tức là, các thành phần phổ quát của các axit nucleic) trong mọi sinh vật. Còn sự tổng hợp urê ở động vật có vú thì đạt được nhờ một sửa đổi trong phương pháp chuyển hóa cũng phổ quát: sửa đổi đạt đến sự tổng hợp ra arginine, tức là axit amin có mặt trong mọi protein. Chúng ta có thể dễ dàng nhân rộng các ví dụ như thế.

Việc phát hiện ra tính gần như đồng nhất trong cơ chế hóa học tế bào ở toàn bộ sinh quyển được thừa nhận là do công lao của các nhà sinh học cùng thế hệ với tôi. Ngay từ năm 1950, đi đầu này đã được khẳng định chắc chắn, và mỗi công trình công bố mới lại xác nhận đi đầu đó. Niềm hi vọng của những tín đồ mãnh liệt nhất của “học thuyết Platon” còn hơn cả được thoả nguyện.

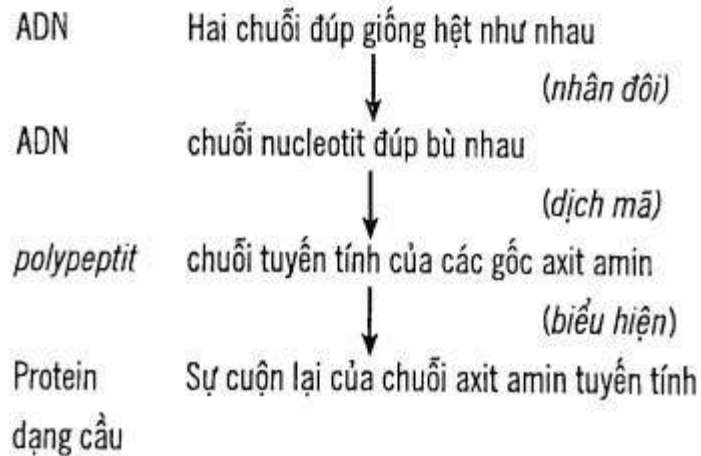
Nhưng mặt khác, sự phát hiện, dần dần, ra “thể tính” phổ quát của cơ chế hóa học tế bào này lại dường như làm cho vấn đề về sự bất biến sinh sản trở nên còn dữ dội và nghịch lí hơn. Nếu như, ở tất cả sinh vật, về mặt hóa học, các thành phần đều như nhau, và được tổng hợp bởi cùng các phương pháp, thì đâu là nguồn gốc của sự đa dạng kì diệu về hình thái học và sinh lí học? Và còn hơn thế nữa, bằng cách nào mỗi loài, trong khi sử dụng cùng chất liệu và cùng các biến đổi hóa học như mọi loài khác, lại vẫn giữ chuẩn mực về cấu trúc luôn bất biến, đặc trưng cho loài đó và làm loài đó khác biệt với mọi loài khác?

Ngày nay chúng ta đã có lời giải đáp cho vấn đề này. Những thành phần phổ quát, một bên là các nucleotit và một bên là các axit amin, là những cái tương đương về mặt logic của một bảng chữ cái, và từ bảng chữ cái đó cấu trúc, và vì thế mà cả các chức năng liên hợp đặc thù của các protein, được viết ra. Do đó, từ bảng chữ cái này, mọi sự đa dạng của các cấu trúc và tính năng chứa trong sinh quyển, đều có thể được viết ra. Thêm nữa, chính sự sao bản, *không đổi (ne varietur)*, ở mỗi thế hệ tế bào, của văn bản viết dưới dạng chuỗi các nucleotit trong ADN, đảm bảo cho sự bất biến của loài.

ADN, như luật bất biến nền tảng

Cái bất biến sinh học nền tảng là ADN. Do vậy, định nghĩa của Mendel về gen như phần tử mang giữ bất biến những yếu tố di truyền, cách định dạng hóa học của gen của Avery (được Hershey khẳng định sau đó) và cách Watson và Crick làm sáng tỏ những cơ sở về cấu trúc của luật bất biến khi nhân đôi của gen, chắc hẳn là những khám phá nền tảng nhất từng có trong ngành sinh học. Mặt khác, thêm vào đó cần phải nói đến học thuyết tiến hóa chọn lọc mà học thuyết này chỉ có thể tìm thấy toàn bộ ý nghĩa và sự chắc chắn của nó nhờ vào những khám phá này.

Cấu trúc ADN, cách cấu trúc này mô tả được khả năng nó áp đặt một bản sao chính xác của chuỗi nucleotit xác định một gen, cơ chế hóa học dịch mã chuỗi nucleotit trong một phân đoạn ADN ra thành một chuỗi axit amin trong một protein - mọi sự thực và khái niệm này đã được trình bày rộng rãi và rất hay cho độc giả không chuyên. Chúng tôi sẽ không nhắc lại những điều này một cách chi tiết ở đây⁸³. Sơ đồ đưa ra trong đoạn tiếp đây chỉ biểu tượng hóa ý tưởng cốt yếu của hai quá trình nhân đôi và *dịch mã*, và như thế là đủ để làm cơ sở cho thảo luận trong cuốn sách này:



Điểm quan trọng đầu tiên sau đây cần làm sáng tỏ: “bí mật” của sự nhân đôi không biến đổi của ADN nằm ở tính *bù nhau về mặt lập-thể-hóa học* của hợp chất *bất đồng hóa trị* được tạo nên bởi hai sợi liên hợp với nhau trong phân tử. Chúng ta thấy rằng nguyên lí nền tảng của tính lập-thể-đặc-thù liên hợp vốn mô tả được những tính chất theo kiểu biến biệt của protein, lại cũng là cơ sở cho các tính chất nhân đôi của ADN. Nhưng trong ADN, cấu trúc tô pô của hợp chất đơn giản hơn rất nhiều so với trong các hợp chất của protein, và đó chính là điều cho phép cơ chế nhân đôi hoạt động được. Thực vậy, cấu trúc lập-thể-hóa học là hoàn toàn được xác định bởi chuỗi các gốc cấu thành nên chuỗi đó, nhờ việc *mỗi* gốc trong bốn gốc chỉ ghép cặp được, một cách *riêng rẽ* (vì các sự hạn chế lập thể) với *chỉ một* trong ba gốc còn lại. Từ đó dẫn đến:

1. Cấu trúc lập thể của hợp chất hoàn toàn có thể được biểu diễn *bằng hai chiều*, một chiều, hữu hạn, có ở mỗi điểm một cặp nucleotit bù lẫn nhau, còn chiều kia bao gồm một chuỗi những cặp này và chuỗi này là vô hạn một cách tuần hoàn.

2. Khi (bất kì) một trong hai sợi đó cho trước, chuỗi bổ sung có thể được tái tạo ngày càng sát hơn bằng cách lần lượt cho thêm các

nucleotit, mà mỗi nucleotit là bị “chọn” bởi sợi đối tác tiền định về mặt lập thể. Chính bằng cách như thế mà mỗi sợi trong cặp đôi áp đặt được cấu trúc của sợi bù của nó, để tái tạo lại toàn vẹn hợp chất.

Cấu trúc toàn cục của phân tử ADN là đơn giản nhất và khả nhiên nhất mà một đại phân tử, tạo nên bởi sự polyme hóa tuyến tính các gốc giống nhau, có thể làm theo: sự polyme hóa đó là sự polyme hóa của một sợi hình xoắn ốc, được xác định bởi hai phép đối xứng, một phép dịch chuyển và một phép xoay. Vì thế chúng ta có thể coi nó như một tinh thể dạng sợi, do tính đồng đều của cấu trúc tổng thể. Nhưng nếu chúng ta xét kĩ cấu trúc tinh tế ấy thì phải nói rằng đó là một tinh thể *không có chu kì*, bởi vì chuỗi các cặp cơ sở của tinh thể đó là không lặp lại. Điều quan trọng cần nhấn mạnh là chuỗi này hoàn toàn “tự do” theo nghĩa không bị cấu trúc chung áp đặt một giới hạn nào, và cấu trúc tổng thể có thể chấp thuận mọi chuỗi có thể.

Như chúng ta vừa thấy, sự hình thành cấu trúc này là có thể so sánh rất sát với cấu trúc một tinh thể. Mỗi phân tử trong chuỗi của một (trong hai) sợi đóng vai trò một phôi tinh thể và phôi này chọn và định hướng các phân tử tự động đến liên hợp với nó, và như thế đảm bảo sự tăng trưởng của tinh thể. Khi hai sợi bù nhau bị phân tách một cách nhân tạo, chúng lại *tự động* tái tạo hợp chất đặc thù, khi mỗi sợi chọn ra sợi đối tác của nó, ở giữa hàng nghìn hay hàng triệu các chuỗi khác, mà gần như không có sai sót nào.

Tuy nhiên sự tăng trưởng của mỗi sợi cũng bao hàm sự hình thành các mối liên kết *đồng hóa trị* làm liên hợp theo trật tự những nucleotit giữa chúng. Sự hình thành những liên kết này không thể diễn ra tự động: cần phải có một nguồn thế năng hóa học và một chất xúc tác. Nguồn của thế năng được biểu diễn bởi một vài liên kết, có mặt trong chính các nucleotit,

và chúng bị cắt đứt trong phản ứng đồng tụ. Phản ứng này được xúc tác bởi một enzym, ADN-polymeraza. Enzym này lại “tro” đối với chuỗi, xác định bởi sợi đã có sẵn. Mặt khác, người ta đã chứng minh rằng đối với sự đồng tụ của các nucleotit đơn được kích hoạt bởi các chất xúc tác không ở dạng enzym, thực ra sự đồng tụ đó bị dẫn dắt bởi sự ghép cặp tự động của chúng với một polynucleotit đã có sẵn⁸⁴. Tuy thế, chúng ta có thể chắc chắn rằng nếu enzym không xác định ra chuỗi, thì enzyme đó cũng đóng góp vào độ chính xác của bản sao bổ sung, tức là vào tính trung thành của quá trình chuyển giao thông tin. Tính trung thành cực lớn, như kinh nghiệm đã chứng tỏ, nhưng vì đó là quá trình vi mô, tính trung thành này sẽ không thể là tuyệt đối. Chúng tôi sẽ quay về điểm chủ chốt này trong phần sau.

*

* *

Sự dịch mã

So với cơ chế *nhân đôi*, cơ chế *dịch mã* chuỗi nucleotit ra thành chuỗi axit amin phức tạp hơn rất nhiều, ngay trong nguyên lí. Cuối cùng quá trình nhân đôi được giải thích dứt khoát bằng các tương tác lập thể-đặc thù *trực tiếp* giữa một chuỗi polynucleotit được dùng làm khuôn và các nucleotit đến liên hợp với nó. Cả trong sự dịch mã, chính những tương tác lập-thể-đặc thù bất đồng hóa trị đảm bảo sự chuyển giao thông tin. Nhưng những tương tác chỉ đạo này bao gồm nhiều giai đoạn kế tiếp, làm vận hành nhiều hợp phần mà mỗi hợp phần này chỉ nhận biết hợp phần đối tác về chức năng của nó ở sát cạnh. Những hợp phần tham gia vào một đầu của chuỗi chuyển giao thông tin này hoàn toàn không biết “điều gì đang diễn ra” ở đầu bên kia. Thành thử ra nếu đúng là mã di truyền được viết trong một ngôn ngữ lập thể hóa học mà mỗi chữ cái được tạo ra bởi một chuỗi của ba nucleotit (một bộ ba) trong ADN, và AND này xác định một

axit amin (trong hai mươi loại) trong polypeptit; thì vẫn không tồn tại bất kì quan hệ lập thể trực tiếp nào giữa bộ ba dùng tạo mã và axit amin bị mã hóa.

Điều này kéo theo một kết luận rất quan trọng, cụ thể là mã này, phổ quát trong sinh quyển, dường như là *tùy tiện* về mặt hóa học, theo nghĩa sự chuyển giao thông tin cũng hoàn toàn có thể diễn ra theo một quy ước khác⁸⁵. Mặt khác chúng ta biết những đột biến làm sai lệch cấu trúc của một vài thành phần của cơ chế dịch mã, và vì thế mà nó sửa đổi sự diễn dịch một vài bộ ba, và do đó mắc phải (nếu xét theo quy ước đang thống trị) những sai sót rất có hại cho sinh vật.

Khía cạnh rất cơ học và thậm chí “công nghệ” của quá trình dịch mã đáng để chúng ta nhấn mạnh. Những tương tác nối tiếp nhau của các thành phần tham gia vào mỗi giai đoạn, để đạt đến một polypeptit đang lắp ghép, từng gốc một, trên bề mặt một thành phần (ribosom) có thể so sánh với một máy công cụ di chuyển về phía trước, từng nấc một, một sản phẩm đang được chế tạo; toàn bộ việc này làm ta không cưỡng nổi ý nghĩ đến một dây chuyền sản xuất trong nhà máy cơ khí.

Tóm lại, ở sinh vật bình thường, bộ máy vi mô chính xác này đem đến cho quá trình dịch mã một sự trung thành đáng kể. Chắc hẳn có những sai sót nhưng chúng hiếm đến độ người ta không có được thống kê khả dụng nào về tần số chuẩn trung bình của chúng. Vì mã là hoàn toàn rõ ràng (đối với sự dịch mã ADN thành protein) cho nên chuỗi các nucleotit trong một phân đoạn ADN xác định được toàn vẹn chuỗi các axit amin trong polypeptit tương ứng. Thế mà hơn nữa, như chúng ta đã thấy (trong Chương 5), chuỗi của polypeptit xác định toàn vẹn (trong các điều kiện ban đầu bình thường) cấu trúc cuộn lại mà polypeptit đó chọn mang giữ khi hình thành; sự “diễn dịch” theo kiểu cấu trúc, và do đó theo kiểu chức

năng, của thông tin về gen là rõ ràng, chặt chẽ. Không một đóng góp bổ sung thông tin nào (ngoài thông tin về gen) là cần thiết, thậm chí điều này có vẻ như là bất khả, bởi cơ chế như chúng ta biết không để lại chỗ trống nào. Và trong mức độ mọi cấu trúc và mọi tính năng của các sinh vật là kết quả của các cấu trúc và hoạt động của các protein cấu thành nên sinh vật đó, chúng ta cần coi rằng toàn bộ sinh vật mới làm thành sự biểu hiện biểu sinh cuối cùng của chính thông điệp di truyền.

Sự dịch mã là cơ chế bất thuận nghịch

Cuối cùng, và điều này là rất quan trọng, cần nói thêm rằng *cơ chế dịch mã là tuyệt đối bất thuận nghịch*. Điều không quan sát thấy, mặt khác cũng không thể quan niệm được, là việc “thông tin” được chuyển giao theo hướng ngược lại, tức là từ protein đến ADN. Ngày nay, khái niệm này dựa trên một tập hợp các quan sát trọn vẹn và chắc chắn, và hệ quả của nó, đặc biệt trong thuyết tiến hóa, là quan trọng đến độ chúng ta phải coi nó như một trong những nguyên lý nền tảng của ngành sinh học hiện đại⁸⁶. Từ đó, thực sự là không có cơ chế nào *khả dĩ*

qua đó cấu trúc và các tính năng của một protein có thể được sửa đổi và những sửa đổi này được truyền lại, thậm chí chỉ một phần, cho thế hệ sau, trừ phi đó là hệ quả của một sự làm sai lệch những chỉ thị do một phân đoạn của chuỗi ADN biểu diễn. Trong khi, ngược lại, không thể quan niệm được một cơ chế nào qua đó một chỉ thị hay bất kì thông tin nào có thể được chuyển giao đến ADN.

Do đó toàn bộ hệ thống là bảo thủ hoàn toàn và mạnh mẽ, khép kín vào chính nó, và hoàn toàn không có khả năng tiếp nhận bất kì chỉ giáo nào từ thế giới bên ngoài. Như chúng ta đã thấy, bởi các tính chất của mình, bởi

hoạt động vi mô chính xác như đồng hồ của nó để thiết lập giữa ADN và protein, cũng như giữa sinh vật và môi trường, những quan hệ một chiều, hệ thống này thách thức mọi mô tả theo lối “biện chứng”. Bản chất của hệ thống này là theo kiểu Descartes chứ không theo kiểu Hegel: tế bào đúng là một *cỗ máy*.

Do đó, bởi chính cấu trúc của nó, có vẻ như hệ thống này phải chống lại bất kỳ sự thay đổi nào, bất kỳ sự tiến hóa nào. Không nghi ngờ gì về việc nó là như thế, và chúng ta có ở đây một giải thích⁸⁷ cho một thực kiện hẳn là nhiều nghịch lý hơn cả bản thân thuyết tiến hóa - cụ thể đó là tính ổn định phi thường của một số loài, vốn đã bị nhốt cách sinh sản mà không cần sửa đổi gì đáng kể, từ hàng trăm triệu năm.

*

* *

Tuy nhiên, ngành vật lý lại dạy chúng ta rằng (trừ ở điểm không độ tuyệt đối, giới hạn không thể tiếp cận) không một thực thể vi mô nào lại không phải chịu những nhiễu loạn ở dạng lượng tử, và sự tích lũy những nhiễu loạn đó, trong một hệ thống vĩ mô, sẽ làm thay đổi cấu trúc, một cách tiệm tiến nhưng không thể tránh khỏi.

Các sinh vật, bất chấp sự bảo thủ hoàn hảo của bộ máy đảm bảo sự dịch mã trung thành, không thoát khỏi quy luật này. Sự lão hóa và cái chết của sinh vật đa bào có thể được giải thích, ít nhất một phần nào, bởi sự tích lũy các lỗi dịch mã tình cờ. Trong khi làm sai đi một số thành phần chịu trách nhiệm về sự trung thành của bản thân sự dịch mã, sự tích lũy đó làm tăng tần số lỗi, và chúng dần dần làm suy giảm, một cách không tránh khỏi, cấu trúc của các sinh vật.⁸⁸

Nhiều loạn vi mô

Cũng như vậy, các cơ chế nhân đôi không thể thoát khỏi mọi nhiễu loạn và mọi biến cố tình cờ, mà không vi phạm các quy luật vật lý. Ít nhất một số nhiễu loạn này kéo theo những sửa đổi ít nhiều mang tính rời rạc lên một số phần tử của chuỗi. Các sai lệch khi phiên mã, nhờ vào sự trung thành mù quáng của cơ chế này, sẽ bị tự động sao bản lại, nếu không có nhiễu loạn nào khác. Chúng cũng sẽ được dịch trung thành ra một sai lệch của chuỗi axit amin trong polypeptit tương ứng với phân đoạn ADN, trong đó *đột biến* sẽ được tạo ra. Nhưng chỉ một khi polypeptit có một phần đổi mới đó cuộn lại thì “ý nghĩa” chức năng của đột biến mới hiển lộ.

Giữa các nghiên cứu hiện đại của ngành sinh học, một vài nghiên cứu tuyệt vời nhất bởi phương pháp luận của họ, cũng như một vài nghiên cứu có ý nghĩa sâu sắc nhất, tạo nên những gì được gọi là ngành di truyền học phân tử (Benzer, Yanofsky, Brenner và Crick). Đặc biệt là các nghiên cứu này đã cho phép phân tích các kiểu sai lệch tình cờ và rời rạc mà một chuỗi polynucleotit trong sợi kép của ADN có thể phải chịu. Nguyên nhân của các đột biến khác nhau do đó đã được xác định như sau:

1. Do việc thay thế một cặp nucleotit duy nhất bằng một cặp khác;
2. Do sự khuyết đoạn hoặc thêm vào một hoặc nhiều cặp nucleotit;
3. Do các loại “sắp lộn” khác nhau làm sai lệch văn bản di truyền qua việc đảo ngược, lặp lại, chuyển vị và phối hợp các phân đoạn tương đối dài⁸⁹ của chuỗi.

Chúng ta nói rằng những sai lệch này là tình cờ, rằng chúng xảy ra một cách ngẫu nhiên. Và bởi vì chúng là nguần gốc *duy nhất* khả dĩ của những sửa đổi trong văn bản di truyền, rồi đến lượt mình chúng lại là nơi duy

nhất các cấu trúc di truyền của sinh vật gửi gắm, từ đó nhất thiết *duy chỉ* sự ngẫu nhiên là nguồn gốc của mọi cái mới, của mọi sáng tạo trong sinh quyển. Sự ngẫu nhiên, duy chỉ sự ngẫu nhiên, sự tự do tuyệt đối nhưng lại mù quáng này, ở chính cội rễ của cơ cấu kì diệu của sự tiến hóa: khái niệm trung tâm này của ngành sinh học hiện đại ngày nay không còn là một giả thuyết, trong các giả thuyết khả dĩ hay ít nhất là có thể quan niệm được. Nó là giả thuyết *duy nhất* có thể quan niệm được, cũng như là giả thuyết duy nhất tương thích với các dữ kiện quan sát và kinh nghiệm. Và không gì cho phép chúng ta giả định (hay hi vọng) rằng những quan niệm của chúng ta về điểm này lại sẽ phải hay thậm chí sẽ có thể bị sửa đổi.

Trong mọi khái niệm của mọi ngành khoa học, khái niệm này cũng lại là khái niệm có tính huỷ diệt nhất đối với mọi thuyết dĩ nhân vi trung; và đối với những sinh vật có tính hướng đích mãnh liệt như con người chúng ta, đó cũng là khái niệm không thể chấp nhận nổi nhất bằng trực giác. Vì thế đó là khái niệm hay đúng hơn là bóng ma mà các ý thức hệ sinh khí và hữu linh bằng mọi giá phải xua đuổi. Do đó điều rất quan trọng là chỉ rõ ra theo nghĩa chính xác nào từ ngẫu nhiên có thể được sử dụng và phải được sử dụng, khi bàn về các đột biến trong vai trò là nguồn gốc của sự tiến hóa. Nội dung của khái niệm ngẫu nhiên không đơn giản và bản thân từ này được sử dụng trong các tình huống rất khác nhau. Tốt nhất chúng ta nên đưa ra một vài ví dụ.

Sự bất định thao tác và sự bất định bản chất

Chẳng hạn, người ta sử dụng từ đó khi nói về các trò chơi xúc xắc hay cò quay, và sử dụng lí thuyết xác suất để dự đoán kết quả của một ván chơi. Nhưng những trò chơi hoàn toàn mang tính cơ học và *vĩ mô* này chỉ là “may rủi” do sự *bất khả thực tế* của việc đi đầu chính đủ chính xác việc

ném con xúc xắc hay một quả bóng. Hiển nhiên, một máy ném có độ chính xác cao là có thể quan niệm được, và nó sẽ loại bỏ đi phần lớn sự bất định trong kết quả. Ta có thể nói rằng ở trò cờ quay, sự bất định là hoàn toàn mang tính thao tác, chứ không mang tính bản chất. Như dễ dàng nhìn thấy trong phần sau, điều này cũng đúng cho lý thuyết về nhiều hiện tượng vốn sử dụng đến các khái niệm về ngẫu nhiên và tính toán xác suất vì những lý do hoàn toàn phương pháp luận.

Nhưng trong những tình huống khác, khái niệm về ngẫu nhiên mang một ý nghĩa bản chất chứ không chỉ còn tác vụ. Đó là trường hợp, ví dụ, những gì có thể được gọi là “sự trùng hợp tuyệt đối”, tức là, những sự trùng hợp vốn là kết quả của sự giao nhau giữa hai chuỗi nhân quả hoàn toàn độc lập. Ví dụ, giả sử ông bác sĩ Ất bị gọi khẩn cấp đến khám cho một bệnh nhân mới, trong khi ông thợ sửa ống nước Giáp đang làm công việc sửa chữa khẩn cấp mái một tòa nhà gần đó. Khi bác sĩ Ất đi qua tầng trệt của tòa nhà, ông thợ sửa ống nước vô tình đánh rơi búa, quỹ đạo (tất định) của cái búa đánh chặn quỹ đạo của ông bác sĩ và ông này chết vì nứt sọ. Chúng ta nói rằng ông ta không may mắn. Còn từ nào khác để dùng cho một sự kiện như thế, vốn không thể đoán trước được do chính bản chất của nó? Sự ngẫu nhiên ở đây hiển nhiên phải được coi là thuộc về bản chất, gắn liền với sự độc lập hoàn toàn của hai loạt sự kiện và sự gặp nhau giữa chúng tạo nên sự cố tình cờ.

Cũng vậy, có sự độc lập hoàn toàn giữa các sự kiện có thể gây lỗi hoặc cho phép lỗi trong sự *nhân đôi* các thông điệp gen và trong các hậu quả chức năng của nó. Tác động trên chức năng phụ thuộc vào cấu trúc, vào vai trò hiện tại của các protein bị sửa đổi, vào các tương tác được protein đó đảm bảo, vào các phản ứng được protein đó làm xúc tác. Mọi điều đó không liên quan gì đến bản thân sự kiện đột biến, cũng như đến các nguyên

nhân trực tiếp hoặc xa xôi của nó, cho dù bản chất - tất định hay không - của những “nguyên nhân” đó là gì.

Cuối cùng, ở cấp độ vi mô, cũng có một ngu ồn sinh ra sự bất định còn triệt để hơn, có cội rễ trong cấu trúc lượng tử của bản thân vật chất. Vậy mà, một đột biến tự nó là một sự kiện vi mô, lượng tử, vì thế tuân theo các nguyên lí bất định. Do đó sự kiện về *nguyên lí* là không thể đoán trước, bởi chính bản chất của nó.

Như chúng ta được biết, một số nhà vật lí hiện đại lớn nhất vẫn không chấp nhận hoàn toàn nguyên lí bất định, bắt đầu bằng Einstein, người vốn nói rằng không thể chấp nhận “Chúa chơi xúc xắc”. Một số trường phái chỉ muốn nhìn thấy ở nguyên lí đó một khái niệm hoàn toàn mang tính tác vụ, chứ không thuộc về bản chất. Đã có những nỗ lực nhằm thế chỗ lí thuyết lượng tử bằng một cấu trúc “tinh vi” hơn, rồi từ đó sự bất định sẽ biến mất; tuy thế tất cả những nỗ lực này đều kết thúc trong thất bại, còn ngày nay thì hiếm nhà vật lí nào có vẻ sẵn sàng tin rằng nguyên lí này lại có thể biến mất khỏi ngành của họ.

Tuy nhiên chúng ta cần nhấn mạnh rằng ngay cả khi nguyên lí bất định phải bị bỏ rơi một ngày nào đó, và có như thế đi chăng nữa thì giữa sự tất định, dù có toàn vẹn, của một đột biến trong chuỗi ADN và sự tất định của các hiệu ứng chức năng của nó ở cấp độ tương tác của protein, chúng ta sẽ chỉ còn có thể thấy một “sự trùng hợp tuyệt đối” như định nghĩa bằng ngụ ngôn ông thợ sửa ống nước và ông bác sĩ ở trên. Do đó, sự kiện sẽ vẫn thuộc về lĩnh vực của sự ngẫu nhiên mang tính “bản chất”. Tất nhiên, trừ phi chúng ta quay về với vũ trụ của Laplace, rồi từ đó sự ngẫu nhiên bị loại trừ theo định nghĩa, và ở vũ trụ đó ông bác sĩ vĩnh viễn phải chết dưới cái búa của ông thợ sửa ống nước.

Tiến hóa: sự sáng tạo tuyệt đối, chứ không phải sự mặc khải

Chúng ta nhớ lại rằng Bergson đã thấy trong quá trình tiến hóa biểu hiện của một sức sáng tạo, *tuyệt đối* theo nghĩa ông không giả định nó nhằm cho một mục đích khác ngoài việc sáng tạo trong chính nó và cho chính nó. Về điểm này ông hoàn toàn khác những người theo thuyết vật linh (dù đó là Engels, Teilhard hay những nhà thực chứng lạc quan như Spencer), những người này đều nhìn thấy trong quá trình tiến hóa sự tiến diễn hoành tráng của một chương trình được ghi khắc trong chính kế hoạch của Vũ trụ. Đối với họ, sự tiến hóa vì thế không thực sự là sự sáng tạo, mà chỉ là “sự mặc khải” những ý định của tự nhiên còn chưa được biểu hiện lúc đó. Từ đó mà có xu hướng nhìn thấy trong sự phát triển phôi một sự đột sinh với cùng một tần cỡ như sự đột sinh trong tiến hóa. Theo lí thuyết hiện đại, khái niệm “mặc khải” áp dụng cho sự phát triển biểu sinh, chứ tất nhiên không áp dụng cho sự đột sinh tiến hóa; chính do bất ngu ãn trong cái không thể đoán trước về bản chất, sự đột sinh tiến hóa này là đi ãu tạo ra cái mới *tuyệt đối*. Phải chăng sự hội tụ có vẻ rõ ràng này giữa những ãu hướng siêu hình học của Bergson và những ãu hướng của khoa học vẫn là hiệu ứng của một sự trùng hợp ngẫu ãn tuý? Có lẽ không phải vậy - Bergson là một nghệ sĩ và nhà thơ, mặt khác ông cũng rất hiểu biết về khoa học tự nhiên của thời ãi mình, vì thế ông không thể không nhạy cảm trước sự phong phú rực rỡ của sinh quyển, sự ãa dạng rộng lớn của các hình thái và hành vi được triển khai ở ãó, và các hình thức và hành vi này có vẻ là bằng chứng gần như trực tiếp, ãúng vậy, cho một sự sáng tạo hào phóng không cạn kiệt và không phải chịu một ràng buộc nào.

Nhưng ở chỗ Bergson nhìn ra bằng chứng hiển hiện nhất rằng “nguyên lí của sự sống” là bản thân thuyết tiến hóa, ngành sinh học hiện ãi lại thừa nhận, ngược lại, rằng tất cả các tính chất của sinh vật ãều dựa trên một cơ chế nền tảng của *sự bảo toàn phân tử*. Đối với lí thuyết hiện ãi, *sự tiến*

hóa không hề là một tính chất của sinh vật bởi vì nó được bắt nguồn trong chính những sự *không hoàn hảo* của một cơ chế bảo toàn, chính cơ chế bảo toàn này làm nên đặc quyền duy nhất của sinh vật. Do đó chúng ta phải nói rằng nguồn sinh ra nhiễu loạn, của “nhiều tạp” trong một hệ thống phi sinh vật tức là không nhân đôi, sẽ dần dần xóa bỏ mọi cấu trúc, còn trong sinh quyển thì nguồn nhiễu loạn lại là nguồn gốc của sự tiến hóa, và mô tả được toàn vẹn sự tự do sáng tạo của sinh quyển, nhờ vào một vật bảo quản sự ngẫu nhiên, vật bảo quản đó điếc trước tạp âm cũng như với âm nhạc: đó chính là cấu trúc nhân đôi của ADN.

SỰ TIẾN HÓA

Sự tiến hóa

Những sự kiện sơ cấp tiên khởi đã khai mở con đường tiến hóa cho các hệ thống tự bảo thủ vững chắc như các tảo tại sống, là ở mức vi mô, tình cờ, và không có một liên hệ nào với những tác dụng mà chúng có thể đem lại cho hoạt động hướng đích.

Ngẫu nhiên và tất yếu

Nhưng một khi nó được ghi vào cấu trúc của ADN, biến cố đơn lẻ và vì thế có bản chất là không thể đoán trước ấy sẽ được nhân đôi và chuyển mã một cách máy móc và trung thành, nghĩa là đồng thời được bội biến và được mang đến hàng triệu hay hàng tỉ bản. Đi ra từ vương quốc của ngẫu nhiên thuần túy, nó nhập vào vương quốc của sự tất yếu, của những đi đâu xác thực khó lay chuyển nhất. Bởi vì chính ở cấp độ vĩ mô, tức là cấp độ của các sinh vật, mà sự chọn lọc hoạt động.

Cho đến tận ngày nay, nhiều bộ óc xuất chúng vẫn có vẻ như không thể chấp nhận và cũng không thể hiểu rằng chính từ một nguồn gốc tạp âm nhiễu loạn mà sự chọn lọc, chỉ một mình nó thôi, lại có thể chiết xuất ra tất cả những nhạc điệu của sinh quyển. Thực thế, sự chọn lọc hoạt động *trên* những sản phẩm của ngẫu nhiên, và không có nguyên liệu nào khác; nhưng nó hoạt động trong một môi trường của những đòi hỏi nghiêm ngặt, loại trừ mọi yếu tố tình cờ. Chính từ những đòi hỏi đó, chứ không phải từ sự ngẫu nhiên, mà sự tiến hóa đã chiết xuất ra những định hướng nói chung là đi

lên, những chiếm lĩnh nối tiếp nhau, chiết xuất ra sự bùng nổ có trật tự như là hình ảnh mà hình như sự tiến hóa đem lại.

Mặt khác, một số nhà tiến hóa luận hậu-Darwin có khuynh hướng truyền bá về sự chọn lọc tự nhiên bằng những ý tưởng nghèo nàn, hung dữ một cách ngây thơ, của quan niệm đơn thuần “đấu tranh để sinh tồn”, từ ngữ này và chẳng lại không phải của Darwin, mà của Spencer. Các lý thuyết gia tân-Darwin vào đầu thế kỷ 20 này, ngược lại, đã đề xuất một quan niệm phong phú hơn nhiều và đã minh chứng, qua những lý thuyết có định lượng, rằng yếu tố quyết định trong quá trình chọn lọc không phải là sự “đấu tranh để sinh tồn”, mà, trong một loài nhất định, đó là sự khác biệt trong tốc độ sinh sản.

Những dữ liệu sinh học hiện đại còn cho phép làm sáng tỏ và chính xác hơn nữa khái niệm chọn lọc. Về tiềm năng, sự phức tạp và tính cố kết của mạng lưới điều khiển học bên trong tế bào (ngay cả ở những sinh vật đơn giản nhất), chúng ta có một quan niệm khá minh bạch, trước kia không hề được biết đến, nó cho phép hiểu rõ hơn trước nhiều, rằng bất cứ một “sự mới lạ” nào, dưới dạng một biến đổi của cấu trúc một protein, trước hết sẽ được thử thách qua tính tương thích của nó với toàn bộ một hệ thống. Bản thân hệ thống ấy đã được kết dính bằng vô số những khiên chế nhằm điều khiển sự thực hiện dự định của sinh vật. Do đó, những đột biến được chấp nhận là những đột biến, ít ra, không làm giảm thiểu tính cố kết của bộ máy hướng đích, mà hơn nữa còn tăng cường bộ máy ấy trong chiều hướng đã được chọn lựa, hoặc giả làm cho nó được giàu thêm những khả năng mới, nhưng chắc là điều này hiếm có hơn.

Lần đầu tiên một đột biến biểu đạt, chính sự vận hành của bộ máy hướng đích khi ấy đã xác định những *điều kiện khởi đầu* thiết yếu cho việc hoặc chấp nhận (tạm thời hay ổn định), hoặc loại trừ cuộc thử nghiệm ngẫu

nhiên sinh ra đó. Chính cái tính năng hướng đích, biểu hiện một cách tổng thể những đặc tính của mạng lưới tương tác nhằm xây dựng và điều hòa, sẽ được sự chọn lọc đánh giá, và chính bởi vì thế mà bản thân sự tiến hóa có vẻ như là sự thực hiện một “dự định”, nhằm lưu truyền và khuếch đại một “ước mơ” của tổ tiên.

Sự phong phú của nguồn gốc ngẫu nhiên

Nhờ vào chức năng bảo tồn hoàn hảo của bộ máy nhân đôi, mỗi đột biến, xem xét như thuộc một kiểu cá biệt nhất định, là một sự kiện rất hiếm, về các vi khuẩn, loại sinh vật duy nhất mà chúng ta có được những dữ kiện phong phú và chính xác trên chủ đề này, chúng ta có thể chấp nhận rằng, với một gen cho trước, trong mỗi lần sinh sản tế bào, sự kiện gen này chịu một đột biến làm thay đổi đáng kể các đặc tính chức năng của protein tương ứng có xác suất từ 10^{-6} đến 10^{-8} . Nhưng nhiều tỉ tế bào có thể sinh sản trong một vài mililit nước. Trong một quần thể như thế, người ta có thể chắc chắn rằng đã nảy sinh 10, 100, hay 1.000 phiên bản của mỗi kiểu đột biến cá biệt. Khi gộp chung tất cả các kiểu đột biến khác nhau, người ta cũng có thể ước lượng sẽ có tổng số cỡ 10^5 đến 10^6 đột biến thể đủ loại trong quần thể đó.

Như vậy, ở kích cỡ quần thể, đột biến không phải là một hiện tượng ngoại lệ: đó là lẽ thường. Vậy mà, chính quần thể chứ không phải những cá thể đơn lẻ, mới là nơi diễn ra áp lực chọn lọc tự nhiên. Thực ra những quần thể của các sinh vật cấp cao không đạt tới số đông như các vi khuẩn, nhưng:

1. Số gen trong hệ gen của một sinh vật cấp cao, chẳng hạn trong loài có vú, nhiều hơn nghìn lần số gen của một vi khuẩn;

2. Số thể hệ *tế bào*, do đó số cơ hội đột biến, trong dòng chủng hệ từ trứng sang trứng hay từ tinh trùng sang tinh trùng, là rất lớn.

Có lẽ chính đi đầu này giải thích được sự kiện tỉ lệ của một số đột biến trong loài người có vẻ như tương đối cao: vào cỡ 10^{-4} hay 10^{-5} chẳng hạn, đối với những đột biến gây ra một số bệnh di truyền dễ được phát hiện. Nhưng cũng còn phải lưu ý là những con số đưa ra ở đây chưa tính đến những đột biến không phát hiện được trên từng cá nhân, nhưng một khi chúng được tổ hợp với nhau qua giao hợp giới tính, có khi đem lại những hiệu quả rõ rệt. Trong quá trình chọn lọc, rất có thể những đột biến như thế có tầm quan trọng cao hơn, so với những đột biến có hiệu quả nổi bật hơn trên từng cá nhân.

Cộng chung lại, với dân số loài người hiện nay (3×10^9), người ta có thể ước lượng là trong mỗi thể hệ có khoảng từ 100 đến 1.000 tỉ đột biến. Tôi nêu ra ước lượng này chỉ để cung cấp một ý niệm về cái kho khổng lồ giữ những biến thiên ngẫu nhiên chứa đựng trong hệ gen của một loài; và xin nhắc lại, bất kể những tính năng bảo tồn nghiêm ngặt của bộ máy nhân đôi.

“Nghịch lí” về sự ổn định của các loài

Khi tính đến các quy mô của cuộc xô số khổng lồ này, cộng với vận tốc tự nhiên vận hành cái bánh xe may rủi đó, không còn là sự tiến hóa mà ngược lại, chính là sự ổn định của các “hình thái” trong sinh quyển mới có vẻ rất khó giải thích, nếu không nói là gần như nghịch lí. Người ta biết rằng các sơ đồ tổ chức tương ứng với các ngành chính của giới động vật đã tách rẽ ngay từ cuối kỉ Cambri, tức cách đây 500 triệu năm. Người ta cũng biết rằng ngay cả một số loài đã không tiến hóa gì rõ rệt kể từ nhiều trăm triệu năm nay. Chẳng hạn như giống cá biển *lingula*, kể từ 450 triệu năm; còn con hàu, cách đây 150 triệu năm nó đã có hình dạng như hiện nay,

và chắc hẳn mùi vị của nó lúc ấy cũng giống như mùi vị những con hàu được dọn trên bàn các hiệu ăn ngày nay⁹⁰. Sau cùng, người ta có thể ước tính là tế bào “hiện đại” - được đặc tả bằng sơ đồ tổ chức hóa học bất biến của nó (kể từ cấu trúc của mã di truyền, và cơ chế phức tạp của sự dịch mã) - đã hiện hữu kể từ hai đến ba tỉ năm, và chắc hẳn đã được trang bị những mạng điểu khiến phân tử có hiệu lực, bảo đảm tính cố kết chức năng cho tế bào.

Tính ổn định khác thường của một số loài, hàng tỉ năm tiến hóa trải qua, tính bất biến của “sơ đồ” hóa học cơ bản của tế bào, hiển nhiên chỉ có thể được giải thích bằng sự cố kết cực độ của hệ thống hướng đích, hệ thống đã đóng vai trò vừa hướng dẫn vừa kìm hãm sự tiến hóa; và nó đã chỉ giữ lại, khuếch trương, và tích hợp, một phần rất nhỏ những cơ hội mà bánh xe xổ số của tự nhiên đã ban tặng.

Hệ thống nhân đôi, về phần nó, còn rất xa mới có khả năng loại trừ những xáo trộn vi mô mà nó là đối tượng không thể tránh khỏi, ngược lại chỉ có thể ghi lại và mang đến những xáo trộn đó, một cách gần như luôn luôn vô vọng, cho bộ lọc hướng đích, mà cuối cùng thì các tính năng của bộ lọc này được sự chọn lọc làm chứng thẩm.

*

* *

Tính không thuận nghịch của tiến hóa, và nguyên lí thứ hai

Một đột biến đơn giản, đơn lẻ, như việc hoán đổi một chữ bằng một chữ khác trong phân tử ADN, thì có thể được nghịch đảo. Lí thuyết đã tiên đoán, và thực nghiệm đã chứng tỏ điểu đó. Nhưng bất cứ một bước tiến hóa rõ rệt nào, chẳng hạn như sự phân nhánh của hai loài, ngay cả rất gần nhau, cũng là kết quả của một số lớn những đột biến độc lập, kế tiếp nhau

tích tụ trong loài gốc, rồi sau đó, vẫn ngẫu nhiên kết hợp được với nhau nhờ vào “dòng chảy di truyền” được sự giao hợp giới tính đóng vai trò thúc đẩy. Một hiện tượng như thế là không thể nghịch đảo được trong nghĩa thống kê, bởi vì nó là kết quả của một số lớn những biến cố độc lập với nhau.

Vậy thì, sự tiến hóa trong sinh quyển là một tiến trình nhất thiết không thuận nghịch, *tiến trình đó ấn định một chiều hướng cho thời gian*; đó cũng là chiều hướng của quy luật tăng entropi, tức nguyên lý thứ hai của nhiệt động học. Điều nói ra ở đây không chỉ là một so sánh đơn thuần, mà có ý nghĩa sâu sắc hơn nhiều. Nguyên lý thứ hai được đặt nền tảng trên những lý do thống kê *đồng nhất* với những lý do xác lập tính bất khả thuận nghịch của tiến hóa. Thật ra, người ta *có quyền coi sự bất khả thuận nghịch của tiến hóa như là một biểu hiện của nguyên lý thứ hai trong sinh quyển*. Hiển nhiên là nguyên lý thứ hai, khi nó chỉ xác lập một hệ quả mang tính thống kê, sẽ không loại trừ sự kiện một hệ thống vĩ mô bất kỳ có thể, trong một chuyển động với biên độ rất nhỏ qua một thời lượng rất ngắn, đi ngược dốc entropi, tức là, theo một nghĩa nào đó, đi ngược chiều thời gian. Ở những tầng tại sống, chính thực là chỉ có những chuyển động thoát hiện ấy, được cơ chế nhân đôi nắm bắt và sao bản, mới được sự chọn lọc giữ lại. Trong nghĩa đó, cơ chế tiến hóa qua chọn lọc cũng là một cỗ máy đi ngược thời gian, vì nó đặt nền tảng trên việc chọn giữ những sự kiện hiếm hoi và quý báu nói trên, thoát xảy ra trong vô vàn những sự kiện khác trong cái kho khổng lồ hàm chứa những ngẫu nhiên vi mô.

Không có gì đáng ngạc nhiên mà ngược lại, rất tự nhiên là những thành quả mà cơ chế đi ngược thời gian đạt được: chiều hướng thượng của sự tiến hóa, sự hoàn thiện và sự phong phú hóa của bộ máy hướng đích; đã hiện ra vừa như những phép lạ với một số người, vừa như những nghịch lý với những người khác; và lý thuyết “Darwin - phân tử” hiện đại của sự tiến

hóa, ngày nay vẫn còn bị nhìn với con mắt nghi ngờ của một số tư tưởng gia, triết gia, và ngay cả một số nhà sinh vật học.

Nguồn gốc của các kháng thể

Điêu nói trên có ít ra là một phần nguyên do từ khó khăn cực lớn để ý thức được về sự phong phú không bao giờ cạn của những ngẫu nhiên làm nguồn cho chọn lọc. Tuy nhiên có một minh họa đáng lưu ý trong hệ thống đề kháng bằng kháng thể của sinh vật. Các kháng thể là những protein mang đặc tính có thể nhận ra, qua sự kết hợp lập-thể-đặc-thù, những chất xa lạ với sinh vật và đã xâm chiếm nó, như các vi khuẩn hay virus chẳng hạn. Nhưng, như chúng ta đều biết, kháng thể nào nhận ra được một cách có chọn lọc một chất nào đó được biết trước, ví dụ như một “họa tiết lập thể” đặc thù của một chủng loại vi khuẩn nào đó, cũng chỉ xuất hiện trong cơ thể (để ở lại đó trong một khoảng thời gian nào đó) sau khi mà cơ thể đã gặp nó để “trải nghiệm” ít ra là một lần (qua sự nhiễm vaccin, tự nhiên hay nhân tạo⁹¹). Thêm nữa, người ta đã chứng minh là cơ thể có khả năng tạo ra những kháng thể phù hợp với hầu như bất cứ họa tiết lập thể nào, tự nhiên hay được tổng hợp. Tiềm năng, về mặt này, thực tế là vô tận.

Do đó, trong một thời gian dài, người ta đã cho rằng chính bản thân kháng nguyên là nguồn thông tin cần thiết cho sự tổng hợp ra cấu trúc liên kết đặc thù của kháng thể. Vậy mà, ngày nay người ta đã xác định được rằng cấu trúc của kháng thể không có liên hệ nhân quả gì với kháng nguyên: bên trong sinh vật, một số lớn những tế bào chuyên biệt được sản xuất ra với đặc tính - chuyên nhất - là làm “bàn cò quay” xoắn ra những đột biến trên một bộ phận xác định của những đoạn ADN quyết định cấu trúc của kháng thể. Sự hoạt động chính xác của cái bàn cò quay di truyền này, chuyên biệt và có vận tốc cực nhanh, còn chưa được làm sáng tỏ hoàn toàn:

Tuy nhiên, rất có thể đúng là các tác nhân tham dự vào hoạt động này bao gồm cả những đột biến và những tái tổ hợp. Cả hai loại sự kiện đều xảy ra một cách ngẫu nhiên, hoàn toàn không biết gì đến cấu trúc của các kháng nguyên. Bù lại, kháng thể này đóng vai trò tuyển lựa, ưu đãi một cách khác biệt sự bội sinh của những tế bào sản xuất ra được một kháng thể có khả năng nhận biết nó.

Thật đáng chú ý khi người ta tìm thấy một nguồn gốc ngẫu nhiên tại gốc rễ của một trong những hiện tượng thích nghi phân tử với độ chính xác tuyệt diệu nhất từng được biết đến. Nhưng rõ ràng về hậu nghiệm (*a posteriori*), chỉ có một nguồn gốc như thế mới đủ phong phú để mang lại cho sinh vật những khả năng đề kháng “bốn phương tám hướng”, theo một nghĩa nào đó.

*

* *

Tập tính làm định hướng cho áp lực chọn lọc

Thuyết chọn lọc còn gặp phải một khó khăn đến từ việc nhiều khi người ta đã hiểu hay đã trình bày nó cứ như là nó chỉ dựa trên *môi trường bên ngoài* làm tác nhân cho sự chọn lọc. Đó là một quan niệm hoàn toàn sai lầm. Bởi vì những áp lực chọn lọc tác động trên sinh vật không bao giờ độc lập với những tính năng hướng đích đặc thù của loài. Cùng sống trong một “tổ ấm” sinh thái, những sinh vật khác nhau có những tương tác rất khác nhau và đặc thù, với những điều kiện bên ngoài (bao gồm các sinh vật khác trong đó). Chính những tương tác đặc thù đó, mà một phần được bản thân sinh vật “chọn lựa”, xác định bản chất và chiều hướng của áp lực chọn lọc đặt lên sinh vật. Có thể nói rằng, những “điều kiện ban đầu” của sự chọn lọc mà một đột biến mới nảy sinh gặp phải, bao gồm, một cách không thể

tách rời, môi trường bên ngoài và tổng thể các cấu trúc và tính năng của bộ máy hướng đích.

Hiển nhiên là phần tác động của những tính năng hướng đích trong định hướng của sự chọn lựa ngày càng lớn lên theo cùng chiều với mức độ tổ chức, cũng có nghĩa mức độ *tự chủ*, của sinh vật đối với môi trường bên ngoài. Và đi đầu này đi tới một ngưỡng mà khi ấy người ta chắc chắn có thể coi phần tác động này như là mang tính quyết định ở những sinh vật cấp cao, khi sự sống còn và sinh sản của chúng phụ thuộc chủ yếu vào tập tính của chúng.

Ngoài ra, cũng hiển nhiên là sự chọn lựa tiên khởi của tập tính, theo một kiểu này hay một kiểu khác, thường có ảnh hưởng rất lâu dài, không chỉ cho loài động vật nơi tập tính ấy biểu lộ dưới một dạng thô thiển lần đầu tiên, mà còn cho tất cả những loài “hậu duệ”, dù chúng có thể tạo thành nguyên một nhóm riêng. Như chúng ta đã biết, những bước ngoặt lớn trong tiến hóa đều dựa trên sự xâm chiếm những không gian sinh thái mới. Nếu những động vật có xương sống và bốn chi đã xuất hiện để có thể dẫn đến những bùng nổ diệu kì, đại diện bởi Lớp Lưỡng Cư, Lớp Bò Sát, Lớp Chim và Lớp Có Vú; thì chính vì lúc khởi đầu có một con cá nguyên thủy đã “chọn lựa” đi thám hiểm mặt đất, nơi mà nó chỉ có thể di chuyển bằng cách quẫy nhảy vụng về. Và như thế, bằng sự thay đổi tập tính, nó đã sáng tạo ra cái áp lực chọn lựa mà về sau sẽ phát triển thành các tứ chi mạnh mẽ của những động vật có bốn chân. Trong các “hậu duệ” của nhà thám hiểm táo bạo đó, ông Magellan của sự tiến hóa này, có những động vật có khả năng chạy trên 70 km/giờ, những con khỉ leo trèo trên cây một cách nhanh nhẹn khéo léo đáng sửng sốt, cuối cùng còn những động vật đã chinh phục khoảng không; chúng đã thực hiện, nối tiếp, và khuếch đại một cách kì diệu “giấc mơ” của tổ tiên.

Với một số nhóm động vật, người ta quan sát thấy một thiên hướng tổng quát, được giữ vững qua hàng triệu năm, cho sự phát triển có vẻ được định hướng của một số bộ phận cơ thể. Sự kiện ấy chứng nhận rằng sự chọn lựa ban đầu cho một số kiểu tập tính nào đó (chẳng hạn trước sự tấn công của một động vật săn mồi) đã dẫn loài động vật đó đi theo con đường hoàn thiện liên tục những cấu trúc và những công tính năng hỗ trợ cho tập tính ấy. Chính bởi vì tổ tiên của loài ngựa đã sớm chọn lựa sống trong đồng cỏ và chạy trốn khi kẻ săn mồi đến gần (thay vì ẩn nấp hay đánh trả để tự vệ) mà loài ngựa hiện đại chỉ còn đi trên một ngón chân, sau một tiến trình tiến hóa dài bao gồm nhiều giai đoạn giảm bớt ngón chân.

Người ta biết rằng một số tập tính rất chính xác và phức tạp, tỉ như nghi thức gọi tình của loài chim, được kết hợp chặt chẽ với những đặc điểm hình thái đặc biệt rục rờ đập vào mắt. Chắc chắn sự tiến hóa của tập tính này, và của đặc tính cơ thể dùng hỗ trợ cho nó, song hành với nhau, vừa nhờ vào và vừa trợ giúp lẫn nhau dưới áp lực của sự chọn lọc tính dục. Ngay từ khi bắt đầu phát triển ở một loài nào đó, kiểu bộ lông cánh nào đóng góp vào thành công đưa đến giao cấu, thì chỉ củng cố, hay nói gọn là khẳng định, áp lực chọn lọc đầu tiên, và vì thế ưu tiên mọi sự hoàn thiện cho chính kiểu lông cánh đó. Bởi vậy, ta có quyền nói rằng chính bản năng tính dục, nói cho cùng, tức là *lòng mong muốn*, đã sáng tạo nên các điều kiện cho sự chọn lọc một số bộ lông cánh đẹp tuyệt vời.⁹²

Lamarck đã nghĩ rằng độ căng thẳng của những cố gắng một động vật đã phát huy để “thành công trong cuộc đời” có tác động một cách nào đó lên gia sản di truyền, để tự sáp nhập vào gia sản đó, và trực tiếp tạo khuôn cho “hậu duệ” của nó. Tóm lại, cái cổ dài ngoẵng của con hươu cao cổ biểu hiện ý chí thường trực của tổ tiên nó nhằm vươn tới những cành cây cao. Đương nhiên, giả thuyết đó ngày nay không chấp nhận được, nhưng người

ta thấy rằng: sự cặp đôi chặt chẽ giữa những thích nghi giải phẫu học và những tính năng đặc thù, cái kết quả mà Lamarck muốn giải thích đó, là do sự chọn lọc thuần túy tác động lên những yếu tố tập tính mà ra.

*

* *

Ngôn ngữ và sự tiến hóa của con người

Chính là trong khuôn khổ những khái niệm nói trên mà ta cần xem xét vấn đề các áp lực chọn lọc đã định hướng sự tiến hóa của con người như thế nào. Đây vẫn là một vấn đề có tầm quan trọng đặc biệt; và lí do là độc lập với việc chính chúng ta là đối tượng trong cuộc và cả với việc một khi nhận thức rõ hơn những cội rễ của tồn tại con người trong quá trình tiến hóa, có khả năng là chúng ta hiểu kĩ hơn bản chất hiện nay của nó. Lí do thực ra là vì một nhà quan sát không thiên lệch, ví dụ như một cư dân Hoà tinh, chắc chắn sẽ phải nhận ra rằng sự phát triển ngôn ngữ trừu tượng, một tính năng đặc thù của con người, là sự kiện độc nhất trong sinh quyển. Nó đã mở ra con đường cho một cuộc tiến hóa *khác* đang sáng tạo ra một kỉ nguyên mới, kỉ nguyên của văn hóa, của tư tưởng, của hiểu biết.

Sự kiện độc nhất: Các nhà ngôn ngữ học hiện đại đã nhấn mạnh dữ kiện là, tuyệt đối không thể rút giản ngôn ngữ trừu tượng thành những phương thức giao tiếp rất đa dạng (thính giác, xúc giác, thị giác, hay gì khác) của thế giới loài vật. Thái độ đó chắc hẳn có biện giải. Nhưng từ đó mà khẳng định rằng tính gián đoạn trong tiến hóa này là tuyệt đối; rằng ngôn ngữ loài người *từ khởi thủy* đã không mang nợ gì, chẳng hạn, từ một hệ thống các tiếng kêu và báo hiệu đa dạng mà các con khỉ họ-người trao đổi với nhau; thì tôi cho rằng đi đầu đó là một bước lập luận khó mà làm được, và dù sao cũng là một giả thuyết vô ích.

Bộ não của động vật chắc chắn có thể ghi lại các thông tin, và hơn thế nữa có thể kết hợp và biến đổi chúng, rồi trả lại kết quả của những thao tác trên dưới dạng một tính năng của cá thể; nhưng, và đây là điểm cốt yếu, không phải dưới một dạng cho phép trao đổi với một cá thể khác về một sự kết hợp và biến đổi độc đáo, riêng tư đó. Ngược lại, chính ngôn ngữ của loài người cho phép điều này, ngôn ngữ đó, theo định nghĩa có thể coi như được khai sinh vào ngày mà những tổ hợp có khả năng sáng tạo, những kết hợp *mới*, được thực hiện ở một cá nhân, một khi được truyền tải đến những cá nhân khác, đã có thể không biến mất khi người đó chết đi.

Người ta không biết một ngôn ngữ sơ khai nào: trong tất cả các chủng tộc của loài người hiện đại duy nhất, công cụ trừu tượng ngôn ngữ đầu đã đạt đến một mức độ phức tạp và khả năng trao đổi hầu như là ngang nhau. Thêm nữa, theo Chomsky, cái cấu trúc bề sâu, cái “thể tính” của tất cả các ngôn ngữ, có thể là duy nhất. Nơi *loài người thông minh*, những tính năng khác thường mà ngôn ngữ vừa là biểu tượng vừa là tiền đề cho phép thực hiện, dĩ nhiên có liên hệ với sự phát triển rất đáng kể của hệ thần kinh trung ương, ngoài ra, sự phát triển này cũng là đặc điểm giải phẫu học đặc trưng nhất của họ.

Ngày nay người ta có thể khẳng định rằng sự tiến hóa của loài người, kể từ những thủy tổ xa xôi nhất được biết đến, trước hết đã đặt nặng trên sự phát triển từng bước của hộp sọ, cũng có nghĩa của bộ não. Để được như thế phải có một áp lực chọn lọc có định hướng, liên tục, và bền vững kể từ hai triệu năm trước. Một áp lực chọn lọc đáng kể, bởi lẽ khoảng thời gian đó là tương đối ngắn, và *đặc thù*, vì người ta không quan sát thấy bất cứ hiện tượng nào tương tự trong bất cứ dòng tiến hóa nào khác: hiện tượng đó là so với tổ tiên chúng cách đây một vài triệu năm, dung lượng hộp sọ của các dòng khỉ họ người hiện đại không lớn hơn bao nhiêu.

Không thể nào không cho rằng có một mối liên kết rất chặt chẽ giữa sự tiến hóa ưu tiên của hệ thần kinh trung ương, và sự tiến hóa của cái tính năng đặc thù duy nhất của nó: mối liên kết ấy khiến cho ngôn ngữ vừa là sản phẩm, vừa là một trong những điều kiện tiên khởi cho sự tiến hóa đó.

Giả thuyết mà tôi cho rằng gần hiện thực nhất là: xuất hiện rất sớm trong dòng tiến hóa của loài người chúng ta và do những khả năng triệt để mới lạ mà nó đem lại, sự trao đổi mang tính trừu tượng sơ khai nhất cũng đã làm nên một trong những sự “chọn lựa” tiên khởi dẫn đạo cho tương lai của loài người bằng cách tạo ra một áp lực chọn lọc mới; sự chọn lọc đó chắc hẳn đã ưu đãi sự phát triển của bản thân tính năng ngôn ngữ, và do đó cũng ưu đãi sự phát triển của cơ quan phục vụ nó, bộ não. Tôi nghĩ rằng có những luận cứ khá mạnh nghiêng về giả thuyết này.

Chi người đích thực⁹³ cổ xưa nhất mà ngày nay người ta biết đến (người Australopithecus, mà Leroi-Gourhan có lí khi ưa chuộng tên gọi “Australanthrope” hơn) đã mang những đặc trưng cho phép phân biệt Người với những họ hàng gần nhất của nó, các loài đười ươi Sumatra (Pongo, thuộc họ-người). Người Australanthrope đã chọn tư thế đứng thẳng, kết hợp không chỉ với sự chuyên biệt hóa chức năng của hai bàn chân mà còn với nhiều thay đổi khác của bộ xương và hệ thống cơ bắp, đặc biệt là cột xương sống và vị trí của hộp sọ đối với nó. Về sự tiến hóa của loài người, người ta đã nhiều lần nhấn mạnh tầm quan trọng hẳn đã phải nằm trong sự giải phóng khỏi những lệ thuộc của việc phải di chuyển bằng bốn chân, mà tất cả những loài thuộc liên-họ-người phải chịu, nhưng trừ ra loài vượn tay trắng (Gibbon, Hylobates). Không còn nghi ngờ gì, sáng tạo rất xưa của tiến hóa này (xuất hiện từ trước người Australanthrope) đã có tầm quan trọng cực cao: chỉ với nó thì tổ tiên chúng

ta mới có thể trở thành những kẻ săn mồi có khả năng vừa vận dụng hai tay vừa đi hay chạy trên hai chân.

Tuy nhiên, dung lượng hộp sọ của những loài người sơ khai đó đã chỉ nhỏ hơn một chút dung lượng hộp sọ của con tinh tinh, và nhỏ hơn một chút, so với con khỉ đột. Trọng lượng bộ óc chắc chắn là không tỉ lệ với những tính năng của nó. Nhưng cũng không thể nghĩ ngờ rằng trọng lượng ấy áp đặt một giới hạn cho chúng, và rằng *Người thông minh* đã chỉ có thể hợp trội⁹⁴ ra nhờ sự phát triển của hộp sọ.

Dù sao đi nữa, gần như đã được thiết lập rằng, trong khi bộ óc của người Zinjanthrope không nặng hơn so với của con khỉ đột, loài người đó đã thực hiện được những tính năng mà loài Pongides không thể biết đến: thật thế, người Zinjanthrope có kĩ xảo lao động, tuy thực ra nó sơ khởi đến độ mà những “dụng cụ” của họ chỉ có thể được nhận ra là những nghệ phẩm, qua đặc điểm là chúng thể hiện sự lặp lại một số cơ cấu rất thô thiển, và qua việc chúng tập hợp xung quanh một số bộ xương hóa thạch. Các loài khỉ họ-người sử dụng những “dụng cụ” tự nhiên khi gặp dịp, nhưng không sản xuất ra được bất cứ cái gì có thể so sánh với các nghệ phẩm được ghè tạc theo một *chuẩn mực* nhận ra được.

Như vậy là người Zinjanthrope phải được coi như một *người chế tác* rất nguyên thủy. Thế mà có lẽ đã rõ ràng rằng phải có một mối tương quan rất chặt chẽ giữa sự phát triển của ngôn ngữ và của một kĩ xảo lao động chứng thực một hoạt động có dự phóng và có kỉ luật⁹⁵. Do đó có thể giả định một cách rất hợp lí là người Australanthrope sở hữu một công cụ trao đổi trừu tượng ngang tầm với kĩ xảo lao động thô sơ của họ. Thêm nữa, nếu đúng như ông Dart nghĩ,⁹⁶ người Australanthrope đã săn được những con thú mạnh mẽ và nguy hiểm như tê giác, hà mã, và báo, không kể những con khác, thì tính năng ấy đã phải được một nhóm thợ săn ước định với nhau

trước. Đây là một dự án mà sự biểu đạt rõ rệt trước khi thực hiện phải đòi hỏi sử dụng một ngôn ngữ.

Giả thuyết trên có vẻ như đi ngược lại với sự phát triển còn yếu của dung lượng bộ óc người Australanthrope. Nhưng những thí nghiệm gần đây trên một con tinh tinh hình như đã chỉ ra rằng nếu loài khỉ không có khả năng học ngôn ngữ có cấu âm, thì chúng có thể nắm bắt và sử dụng một vài yếu tố của ngôn ngữ trừu tượng dành cho người câm điếc⁹⁷. Thế thì không gì cấm cản việc giả định rằng nơi một động vật, ở giai đoạn tiến hóa đó vốn không thông minh gì hơn một con tinh tinh ngày nay, sự thủ đắc khả năng trừu tượng hóa có cơ cấu đã có thể đến từ những thay đổi về vận động thần kinh không nhất thiết quá phức tạp.

Nhưng hiển nhiên là một khi đã vượt qua cái ngưỡng đó, việc sử dụng một ngôn ngữ dù sơ khai đến đâu đi nữa cũng không thể không nâng cao khả năng sống còn của trí tuệ, và do đó tạo ra một áp lực chọn lựa mạnh mẽ và có định hướng, thiên về sự phát triển của bộ não, mà không bao giờ một loài động vật không ngôn ngữ nào có thể được hưởng. Ngay sau khi tồn tại một hệ thống trao đổi trừu tượng, những cá thể, hay nói chính xác hơn là những nhóm cá thể, biết sử dụng thành thạo nhất công cụ ấy đã đoạt được một lợi thế trên những nhóm khác; lợi thế đó lớn hơn không biết bao nhiêu lần lợi thế của sự ưu việt tương đương về trí tuệ trong những động vật không ngôn ngữ. Người ta cũng thấy rằng áp lực chọn lọc, đến từ việc sử dụng một ngôn ngữ, chắc hẳn đã đặc biệt thiên vị sự tiến hóa của hệ thần kinh trung ương theo chiều hướng của một loại hình trí tuệ nhất định: thứ trí tuệ thích hợp nhất để khai thác cái tính năng ấy, đặc thù, chuyên biệt, dồi dào những khả năng vô biên.

Sự thụ đắc ngôn ngữ thuở đầu đời

Giả thuyết nói trên có lẽ đã chỉ tự biện hộ được qua tính hấp dẫn và phải lẽ của nó, nếu đồng thời nó không được mời gọi từ một số những dữ liệu liên quan đến ngôn ngữ hiện đại. Sự nghiên cứu quá trình thụ đắc ngôn ngữ của trẻ em gợi ý một cách không thể cưỡng lại⁹⁸ rằng nếu quá trình này đối với chúng ta có vẻ như một phép lạ, đó là vì về bản chất nó khác một cách sâu sắc với việc học hỏi một cách bình thường một hệ thống những quy tắc hình thức. Đứa trẻ không học một quy tắc nào, và không hề tìm cách bắt chước ngôn ngữ của người lớn. Có thể nói rằng đứa trẻ chiếm lấy những gì thích hợp với nó ở mỗi giai đoạn phát triển. Ngay trong giai đoạn đầu tiên (khi được khoảng 18 tháng), vốn từ vựng của trẻ có khoảng một chục từ mà nó luôn luôn sử dụng một cách riêng lẻ, không bao giờ kết hợp với nhau, dù chỉ bằng cách bắt chước. Sau đó nó sẽ kết hợp các từ thành đôi, hay thành ba, v.v. theo một cú pháp mà cũng không phải là sự lặp lại đơn giản hay bắt chước ngữ pháp của người lớn. Có lẽ tiến trình này là phổ quát, và biểu đồ thời gian cũng giống hệt nhau trong tất cả các ngôn ngữ. Trò chơi đó của trẻ em trong vòng hai hay ba năm (sau một tuổi) cho phép nó làm chủ ngôn ngữ một cách dễ dàng. Sự dễ dàng ấy, bất cứ người trưởng thành nào cũng thấy rất khó tin.

Chính vì thế khó mà không thấy ở đây sự phản ánh của một tiến trình phôi sinh, biểu sinh; theo dòng tiến trình này, là sự phát triển các cấu trúc thần kinh làm nền cho các tính năng ngôn ngữ. Những quan sát, liên quan đến chứng bệnh mất ngôn ngữ do chấn thương, xác định giả thuyết vừa nêu. Xảy ra ở trẻ em, càng ít tuổi chứng bệnh này thoái lui càng nhanh và càng nhanh khỏi. Ngược lại, vết thương trở thành không thể lành khi chấn thương xảy ra khi đến tuổi dậy thì, cũng có thể sau. Ngoài những mô tả trên đây, có cả một tập hợp các quan sát xác nhận rằng có một ngưỡng tuổi quyết định cho việc thụ đắc tự phát ngôn ngữ. Như mọi người đều biết, việc học một ngôn ngữ thứ hai ở tuổi trưởng thành cần đến sự cố gắng tự

nguyên, có hệ thống và bền bỉ. Trên thực tế, trình độ của thứ tiếng đã học được như thế luôn luôn thấp hơn trình độ ngôn ngữ mẹ đẻ, thụ đắc một cách tự nhiên.

Chương trình thụ đắc ngôn ngữ trong phát triển biểu sinh của bộ não

Thuở đầu đời, sự thụ đắc ngôn ngữ đầu tiên có liên hệ đến một tiến trình phát triển biểu sinh; ý tưởng này được các dữ liệu giải phẫu xác nhận. Thực thế, người ta biết rằng bộ óc tiếp tục phát triển sau khi sinh, để rồi sự hoàn thiện chỉ chấm dứt ở tuổi dậy thì. Sự phát triển này hầu như chủ yếu là làm phong phú lên một cách rất đáng kể những liên kết giữa các tế bào vỏ não. Tiến trình này hoạt động với một vận tốc rất lớn trong hai năm đầu, sau đó chậm lại. Và tiến trình ấy sẽ không tiếp tục (một cách rõ ràng) nữa sau tuổi dậy thì, vì vậy nó bao quát “giai đoạn quyết định” trong đó sự thụ đắc ngôn ngữ đầu tiên là có thể.⁹⁹

Từ nhận xét trên, chỉ cần thêm một bước - mà về phần mình, tôi vượt qua không chút ngần ngại - để đi đến ý tưởng rằng, nếu sự thụ đắc ngôn ngữ của trẻ em có vẻ như tự nhiên một cách thần kì, chính vì chức năng này được khảm vào trong cái khung nền của sự phát triển biểu sinh, *mà một trong những chức năng là đón nhận nó*. Để thử phát biểu chính xác hơn một chút: chắc chắn là sự phát triển của bản thân chức năng nhận thức phụ thuộc vào sự tăng trưởng sau khi sinh của vỏ não. Chính việc thụ đắc ngôn ngữ ngay trong giai đoạn phát triển biểu sinh cho phép kết hợp nó với chức năng nhận thức, và một cách thâm sâu đến độ chúng ta rất khó có thể tách rời, bằng phương pháp nội quán, tính năng ngôn ngữ khỏi tri thức mà nó diễn tả.

Nói chung người ta chấp nhận rằng ngôn ngữ chỉ là một “cấu trúc thượng tầng”?, dĩ nhiên dĩ nhiên điều đó được biểu lộ qua tính đa dạng cực kì của các ngôn ngữ loài người; chúng là sản phẩm của sự tiến hóa thứ hai, tiến hóa của văn hóa. Tuy vậy, dĩ nhiên hiển nhiên là tầm sâu rộng và độ tinh tế của chức năng nhận thức trong *loài người thông minh* chỉ có thể có lí do tồn tại vừa ở bên trong ngôn ngữ vừa như hệ quả của ngôn ngữ. Nếu không có công cụ này thì đại bộ phận các chức năng nhận thức đều sẽ bị tê liệt, không sử dụng được. Trong nghĩa đó, năng lực ngôn ngữ không thể còn được coi như một cấu trúc thượng tầng. Phải chấp nhận rằng trong con người hiện đại có sự cộng sinh chặt chẽ giữa các chức năng nhận thức và ngôn ngữ trừu tượng, cái vừa vì chúng mà đến, vừa là công cụ qua đó chúng thể hiện ra. Sự cộng sinh này chỉ có thể là sản phẩm của một quá trình đồng tiến hóa lâu dài.

Người ta biết rằng, theo Chomsky và trường phái của ông, sự phân tích ngôn ngữ học theo chiều sâu làm lộ ra một “thể tính” chung cho mọi ngôn ngữ, nằm dưới tất cả các ngôn ngữ cực kì đa dạng của loài người. Vậy thì, theo Chomsky, thể tính này phải được coi là bẩm sinh và là đặc thù của loài người. Quan niệm này đã làm cho một số triết gia hay nhà nhân chủng học phẫn nộ, vì họ cho rằng như thế là trở lại siêu hình học của Descartes. Với điều kiện là chấp nhận nội dung sinh học tiềm ẩn của nó, quan niệm nói trên không làm cho tôi choáng váng một chút nào. Ngược lại tôi nhận thấy quan niệm này là tự nhiên, ngay khi mà người ta chấp nhận rằng sự tiến hóa của một phần quan trọng trong những cấu trúc vỏ não của con người không thể nào không bị ảnh hưởng bởi một khả năng ngôn ngữ có được rất sớm trong trạng thái thô thiển nhất. Điều này có nghĩa chấp nhận rằng ngôn ngữ có cấu âm, khi nó xuất hiện trong dòng dõi giống người, đã không chỉ cho phép sự tiến hóa về văn hóa, mà còn đóng góp một cách quyết định cho sự tiến hóa của con người *dưới dạng vật chất*. Nếu quả là

như thế, khả năng ngôn ngữ, đã hiển lộ trong quá trình phát triển biểu sinh của bộ não, ngày nay thuộc vào “bản chất con người”, mà bản thân nó được xác định trong hệ thống gen bằng ngôn ngữ của mã di truyền, khác lạ về cơ bản. Một phép lạ? Hiển nhiên là như thế, bởi vì suy đến cùng đây là sản phẩm của sự ngẫu nhiên. Nhưng, ngày mà một người Zinjanthrope, hay một bạn bè gần gũi nào đó, lần đầu tiên sử dụng một biểu tượng có cấu âm để tượng trưng cho một phạm trù, hẳn đã vì việc ấy mà làm tăng tiến vô hạn xác suất để một ngày nào đó sẽ hợp trội ra một bộ óc có khả năng nghĩ ra Lí thuyết Tiến hóa của Darwin.

NHỮNG RANH GIỚI

Những ranh giới hiện tại trong kiến thức sinh học

Khi suy tưởng về con đường dài dằng dặc sự tiến hóa đã trải qua, có lẽ từ ba tỉ năm nay, và về độ phong phú phi thường của những cấu trúc mà nó đã tạo ra, về hiệu quả kì diệu của những tính năng của sinh vật, từ Vi khuẩn cho đến Con người, người ta rất có thể quay về với mối nghi ngờ rằng mọi điều đó có thể là kết quả của một trò xổ số lớn, rút thăm ngẫu nhiên từ những con số mà một sự lựa chọn mù quáng đã định ra những người trúng giải hiếm hoi.

Khi xem xét lại một cách chi tiết những bằng chứng, tích lũy cho đến giờ, về việc chỉ duy nhất ý niệm này là tương thích với các dữ kiện (nhất là với những cơ chế ở cấp phân tử của sự nhân đôi, của sự đột biến và dịch mã), chúng ta thấy lại tính chắc chắn, nhưng không hẳn có được một sự thấu hiểu tức thì, mang tính tổng hợp và trực giác về sự tiến hóa tổng quan. Điều kì diệu đã được “giải thích”: dường như chúng ta thấy nó vẫn còn kì diệu. Như Mauriac viết: “những gì vị giáo sư này nói còn khó tin hơn những gì chúng ta, những tín đồ Kitô giáo tội nghiệp, đang tin”.

Đúng là như vậy, bởi vì đúng là chúng ta vẫn không hình dung được một hình ảnh tâm trí thỏa đáng cho một số phép trừu tượng của ngành vật lí hiện đại. Nhưng chúng ta cũng biết rằng không thể lấy những khó khăn như thế để làm luận cứ chống lại một lí thuyết vốn có cho nó những sự chắc chắn về thực nghiệm và về logic. Đối với ngành vật lí, ở cấp độ vi mô hay vũ trụ, chúng ta nhìn ra nguyên nhân của sự không thấu hiểu trực giác: quy mô các hiện tượng dự kiến vượt lên trên những phạm trù kinh

nghiệm tức thì của chúng ta. Chỉ phép trừu tượng là có thể bù trừ cho khiếm khuyết này, mà không sửa chữa nó. Đối với ngành sinh học, khó khăn lại nằm ở một cấp độ khác. Những tương tác cơ sở làm nền tảng cho mọi thứ lại được lĩnh hội khá dễ dàng nhờ những đặc tính cơ giới học của chúng. Tính phức tạp kì lạ của các hệ sinh vật mới là thách thức cho mọi biểu diễn trực giác toàn cục. Trong ngành sinh học cũng như trong ngành vật lí, những khó khăn này không chứa đựng những luận cứ chống lại lí thuyết.

Chúng ta ngày nay có thể nói rằng những cơ chế cơ sở của sự tiến hóa không những đã được hiểu về nguyên tắc, mà còn được nhận dạng chính xác. Lời giải đáp mà chúng ta đã tìm ra này lại còn thoả đáng hơn cho các câu hỏi về những cơ chế đảm bảo tính ổn định của các loài: luật bất biến nhân đôi của ADN, sự cố kết mang tính hướng đích của các sinh vật.

Trong ngành sinh học, sự tiến hóa vẫn không kém phần là khái niệm trọng tâm, chắc chắn sẽ vẫn được làm phong phú và được xác định rõ trong thời gian dài sắp tới. Tuy vậy, về điều cốt yếu, vấn đề đã được giải đáp và sự tiến hóa không còn nằm ở ranh giới của tri thức.

Về phần mình, tôi thấy những ranh giới tri thức này nằm ở hai cực điểm của sự tiến hóa: một phía là nguồn gốc những hệ sinh vật đầu tiên và phía kia là sự vận hành của hệ thống mang tính hướng đích mạnh mẽ nhất đã từng hợp trội ra, tôi đang muốn nói tới hệ thần kinh trung ương của con người. Trong chương này, tôi toan tính vạch định ra hai biên giới này của ẩn số.

*

* *

Vấn đề nguồn gốc

Người ta hẳn có thể cho rằng khám phá về các cơ chế phổ quát, vốn làm nền tảng cho các tính chất căn bản của các t ần tại sống, đã rọi sáng lời giải đáp cho vấn đề về nguồn gốc. Thực ra, khi chúng ta đặt lại gần như toàn bộ câu hỏi, được trình bày hiện nay bằng các thuật ngữ chính xác hơn, những khám phá này lại cho thấy câu hỏi đó còn nan giải hơn nó tỏ ra trước đây.

Chúng ta có thể, *một cách tiên nghiệm*, định nghĩa ba giai đoạn trong quá trình đã có thể dẫn đến sự xuất hiện những sinh vật đầu tiên:

- a) sự hình thành trên trái đất những thành phần hóa học căn bản của các t ần tại sống, nucleotit và axit amin;
- b) sự hình thành, từ các chất liệu này, những đại phân tử có khả năng nhân đôi;
- c) sự tiến hóa, từ những “cấu trúc nhân đôi” này, đã tạo nên một bộ máy hướng đích, để đạt đến tế bào sơ khởi.

Cách diễn dịch mỗi giai đoạn này đặt ra những vấn đề khác nhau.

Giai đoạn đầu tiên, thường được gọi là pha “tiền sinh” thì khá dễ tiếp cận, không chỉ cho lý thuyết mà còn cho cả thực nghiệm. Nếu về những đường hướng mà sự tiến hóa hóa học tiền sinh đã đi theo, sự không chắc chắn vẫn còn và hẳn sẽ vẫn còn đó, thì bức tranh tổng thể lại hiện ra khá rõ ràng. Những điều kiện khí quyển và vỏ trái đất, cách đây bốn tỉ năm, thuận lợi cho sự tích lũy một vài hợp chất đơn giản từ carbone như methane. Cũng có cả nước và ammoniac. Thế mà, từ những hợp chất đơn giản này và với sự có mặt của các chất xúc tác phi sinh học, chúng ta cũng có thể khá dễ dàng tạo ra nhiều chất phức tạp hơn, trong đó có các axit amin và các tiền chất của nucleotit (bazo nitơ, đường). Thực kiện đáng kinh ngạc là trong một vài điều kiện (mà việc đồng thời thoả mãn những điều kiện này

đường như rất có thể xảy ra), hiệu suất của những sự tổng hợp ra các chất đồng nhất hay tương tự với những thành phần của tế bào hiện đại là rất cao.

Do đó, chúng ta có thể coi là đã *chứng tỏ được* rằng vào một thời điểm nào đó trên trái đất, một vài vùng nước rộng lớn *có thể đã* chứa trong dung dịch của chúng nồng độ cao những thành phần căn bản của hai lớp đại phân tử sinh học: axit nucleic và protein. Trong “món súp tiền-sinh học” này, nhiều đại phân tử khác nhau đã có thể được tạo thành qua sự p-myme hóa các tiền chất của chúng: axit amin và nucleotit. Thực vậy, người ta đã tạo ra trong phòng thí nghiệm, ở những điều kiện “có thể xảy ra”, các polypeptit và polynucleotit tương tự với các đại phân tử “hiện đại” về cấu trúc chung.

Vì thế, cho đến đây, chưa có khó khăn gì lớn. Nhưng giai đoạn thứ nhất mang tính quyết định này còn chưa xong: sự hình thành các đại phân tử lại có khả năng, trong những tình trạng của dung dịch súp nguyên thủy, xúc tiến việc tự nhân đôi mà không nhờ vào một cơ quan hướng đích nào. Khó khăn này không có vẻ không thể vượt qua được. Người ta đã chứng minh rằng một chuỗi polynucleotit có thể thực sự dẫn dắt sự hình thành các phân tử của chuỗi bù, thông qua sự ghép cặp tự phát. Hiển nhiên một cơ chế như thế chỉ có thể rất kém hiệu quả và chịu vô số sai sót. Nhưng một khi nó khởi động, ba quá trình cơ bản của sự tiến hóa: nhân đôi, đột biến, chọn lọc, vốn đã hoạt động trước và hẳn phải đem đến lợi thế đáng kể cho những đại phân tử thích nghi nhất (nhờ cấu trúc theo chuỗi của chúng), để chúng nhân đôi một cách tự phát.¹⁰⁰

Giai đoạn thứ ba, theo giả thuyết, là sự hợp trội dần dần ra những hệ thống hướng đích, chúng hẳn phải kiến tạo nên, từ cấu trúc nhân đôi, một *sinh vật*, một tế bào sơ khởi. Chính tại đây chúng ta đạt đến “hàng rào âm

thanh” thực thụ, bởi vì chúng ta không hề biết cấu trúc của một tế bào sơ khởi là như thế nào. Hệ sinh vật đơn giản nhất mà chúng ta biết đến là tế bào vi khuẩn, cỗ máy nhỏ bé có độ phức tạp cũng như hiệu quả cực cao này, và có lẽ nó đã đạt đến độ hoàn hảo cách đây hơn một tỉ năm. Sơ đồ hóa học chung của tế bào này và của mọi t ần tại sống là như nhau. Tế bào này sử dụng cùng mã di truyền và cùng cơ cấu dịch mã, như các tế bào con người, chẳng hạn.

Do đó, những tế bào đơn giản nhất chúng ta từng nghiên cứu, chẳng có gì là “sơ khởi” cả. Chúng là kết quả của một quá trình chọn lọc, quá trình này qua 500 hay 1.000 tỉ thế hệ, đã có thể tích lũy thiết bị hướng đích công hiệu đến độ vết tích các cấu trúc thật sự sơ khởi là không thể nhận ra được nữa. Tái dựng một sự tiến hóa như thế mà không có các hóa thạch là đi ều bất khả. Ít ra chúng ta vẫn muốn có khả năng đề xuất được một giả thuyết có thể có thật, về đường hướng sự tiến hóa này đã theo, đặc biệt là ở điểm khởi đầu của nó.

Hệ thống chuyển hóa, mà khi hỗn hợp sơ khởi càng cạn kiệt thì nó càng phải “học” cách huy động thế năng hóa học và cách tổng hợp các thành phần tế bào, và sự phát triển của hệ thống này đặt ra những vấn đề hết sức nan giải. Tương tự là vấn đề về sự hợp trội ra các màng có tính thẩm thấu kiểu chọn lọc, mà nếu không có các màng đó thì không thể có tế bào sống sót được. Nhưng vấn đề chính lại là về nguồn gốc của mã di truyền và về cơ chế dịch mã đó. Thực ra, đây không chỉ là một “vấn đề” cần bàn đến, mà là cả một bí ẩn thực sự.

Bí ẩn về nguồn gốc của mã

Mã này là vô nghĩa trừ phi được dịch. Máy dịch mã của tế bào hiện đại chứa khoảng 150 thành phần của đại phân tử, *chính các thành phần này*

được mã hóa trong ADN: mã chỉ có thể được dịch bởi các thành phẩm của việc dịch. Đây là cách phát biểu hiện đại của câu mọi sự sống đều ra đời từ trùng¹⁰¹. Vòng lặp này khép kín lại khi nào và bằng cách nào? Điều này khó tưởng tượng quá chừng. Nhưng hiện giờ chúng ta đã giải được mã và đã biết rằng mã này mang tính phổ quát, và ít nhất điều này cho phép đặt vấn đề với những từ ngữ chính xác; bằng cách đơn giản hóa nó đôi chút dưới dạng thể đôi ngã như sau:

a) cấu trúc mã có thể được giải thích bằng các nguyên nhân hóa học, hay chính xác hơn là hóa học lập thể; nếu một mã đã được “chọn” để biểu diễn một axit amin nào đó, đó là vì giữa chúng đã tồn tại một số mối tương đồng hóa học lập thể;

b) cấu trúc của mã là tùy tiện về mặt hóa học; mã như chúng ta biết đến là kết quả của một loạt các lựa chọn ngẫu nhiên, đã dần dần làm phong phú mã.

Giả thuyết thứ nhất có vẻ hấp dẫn hơn hẳn. Trước hết, bởi vì nó sẽ giải thích được tính phổ quát của mã. Sau đó, vì nó sẽ cho phép hình dung ra một cơ chế sơ khởi của sự dịch mã, trong đó sự xếp hàng tuần tự các axit amin để tạo nên một polypeptit sẽ là do một tương tác trực tiếp giữa các axit amin và chính cấu trúc nhân đôi. Lí do cuối cùng và quan trọng nhất cho sự hấp dẫn của giả thuyết này là vì nếu nó đúng thì, về nguyên tắc, nó sẽ có thể kiểm chứng được. Quả là rất nhiều toán tính kiểm chứng giả thuyết này đã được thực hiện, thế mà hiện giờ các kết quả kiểm chứng đầu được cho là phủ nhận giả thuyết này¹⁰².

Có lẽ chưa có lời chốt nào cho vấn đề này. Trong khi chờ đợi một xác nhận chưa chắc sẽ làm được, chúng ta buộc phải quay về với giả thuyết thứ hai, không dễ chịu bởi những lí do phương pháp luận, nhưng điều này lại

không có nghĩa là nó không chính xác. Không dễ chịu vì nhiều lí do. Giả thuyết này không giải thích được tính phổ quát của mã. Như thế thì chúng ta phải thừa nhận rằng trong số rất nhiều nỗ lực chế luyện, chỉ có một sống sót. Mặt khác, điều này là rất có khả năng xảy ra, nhưng nó không đề xuất được một mô hình dịch sơ khởi nào. Chỗ khuyết đó phải bù lại bằng cách tư biện. Không thiếu gì các tư biện rất khéo léo: người ta có thể tha hồ tự do tư biện, quá ư tự do.

Bí ẩn vẫn còn đó, và nó cũng che giấu lời giải đáp cho một câu hỏi có lợi ích sâu sắc. Cuộc sống xuất hiện trên trái đất: *trước khi sự kiện này xảy ra*, xác suất sự kiện này sẽ xảy ra như nó đã xảy ra là bao nhiêu? Giả thuyết sự kiện quyết định này đã xảy ra *chỉ một lần*, ngược lại, không hề bị cấu trúc hiện thời của sinh quyển loại trừ. Điều này vì thế có nghĩa là xác suất *tiên nghiệm* của sự kiện đó là gần như bằng không.

Ý tưởng này là không phù hợp với hầu hết các nhà khoa học. Về một sự kiện độc nhất, khoa học không thể nói gì được, cũng như không thể làm gì được. Khoa học chỉ có thể “nói dông dài” về các sự kiện làm nên một lớp, mà xác suất *tiên nghiệm*, dù nhỏ đến mấy thì cũng có hạn. Vậy mà, do chính tính phổ quát của các cấu trúc của nó, bắt đầu là mã, sinh quyển lại xuất hiện như kết quả của một sự kiện độc nhất. Dĩ nhiên, có thể đặc tính đơn biệt này là do việc loại bỏ nhiều toan tính hay các biến thể khác, thông qua lựa chọn. Nhưng không gì bắt buộc phải dùng cách diễn giải này.

Xác suất *tiên nghiệm* của việc xảy ra một sự kiện đặc biệt trong số tất cả các sự kiện có thể xảy ra trong vũ trụ là gần như bằng không. Tuy nhiên vũ trụ lại tồn tại; các sự kiện đặc biệt chắc hẳn phải xảy ra với xác suất (trước sự kiện đó) rất nhỏ. Chúng ta hiện giờ không có quy ền khẳng định, cũng không có quy ền phủ nhận rằng sự sống đã xuất hiện một lần duy nhất trên

trái đất, và do đó trước khi nó xuất hiện, cơ hội tồn tại của nó là hầu như bằng không.

Ý tưởng này không chỉ gây khó chịu cho các nhà sinh học trong vai trò nhà khoa học. Nó đụng độ với xu hướng con người tin rằng bất kì điều gì thực tồn trong vũ trụ hiện tại đều là tất yếu, và luôn luôn là như vậy. Chúng ta phải không ngừng cảnh giác chống lại cảm tưởng mãnh liệt về số phận này. Khoa học hiện đại không tính đến tính nội tại. Số phận được viết ra khi nó được thực hiện, chứ không phải trước đó. Số phận của chúng ta không được viết ra trước sự hợp trội ra loài người, loài duy nhất trong sinh quyển biết sử dụng một hệ thống có tính logic của các trao đổi mang tính biểu tượng. Đây lại là một sự kiện độc nhất nữa, mà qua đó nó cảnh báo chúng ta chống lại học thuyết dĩ nhân vi trung. Nếu mà nó là độc nhất, cũng như sự xuất hiện sự sống có lẽ là độc nhất, thì trước khi nó xuất hiện, cơ hội của nó hầu như là bằng không. Vũ trụ không hàm súc nhiều sự sống, cũng như sinh quyển không hàm súc nhiều con người. Vé số của chúng ta được rút thăm tại sòng bạc Monte Carlo. Có gì đáng ngạc nhiên trong việc, như ai đó vừa trúng một tỉ đồng, chúng ta cảm thấy tình cảnh của mình mới kì lạ sao?

Ranh giới kia: hệ thần kinh trung ương

Nhà logic học có thể báo trước cho nhà sinh học rằng những nỗ lực họ thực hiện để “hiểu” sự vận hành trọn vẹn của bộ não con người tất yếu thất bại thôi, vì không có hệ thống logic nào lại có thể mô tả trọn vẹn cấu trúc của riêng bộ não. Cảnh báo này sẽ là không thích hợp, vì chúng ta vẫn còn ở xa ranh giới tuyệt đối của tri thức. Dù sao đi chăng nữa, ý kiến bác bỏ theo kiểu logic này cũng không thể áp dụng được cho việc con người, phân tích hệ thần kinh trung ương của một con vật. Chúng ta có thể giả định rằng

hệ thống này ít phức tạp và ít có năng lực hơn hệ thần kinh trung ương của chúng ta. Tuy vậy, ngay cả trong trường hợp này, đây vẫn là một khó khăn lớn: đối với chúng ta, kinh nghiệm có ý thức của một con vật là bất khả thâm nhập và có lẽ sẽ mãi là như vậy. Chúng ta có thể khẳng định được không rằng, về nguyên tắc, chúng ta sẽ có khả năng mô tả đầy đủ mọi khía cạnh của bộ não một con ếch chẳng hạn, trong khi dữ liệu này vẫn là không thể tiếp cận được? Chúng ta được phép nghi ngờ điều này. Và như thế không gì sẽ thay thế được việc khảo sát bộ não con người, bất chấp những rào cản cho thử nghiệm, bởi chính sự khảo sát này đem đến khả năng so sánh dữ liệu khách quan và chủ quan liên quan đến một kinh nghiệm.

Bất kể thế nào, cấu trúc và sự vận hành của bộ não có thể và phải được nghiên cứu đồng thời ở tất cả các cấp độ có thể tiếp cận được, trong hi vọng rằng những nghiên cứu này, dù rất khác nhau ở phương pháp cũng như ở đối tượng trực tiếp, sẽ hội tụ một ngày nào đó. Hiện giờ chúng chỉ hội tụ qua những khó khăn trong các vấn đề được tất cả những nghiên cứu này nêu lên.

Trong số những vấn đề khó khăn nhất và quan trọng nhất, là những vấn đề được đặt ra bởi sự phát triển biểu sinh của một cấu trúc có độ phức tạp ngang hệ thần kinh trung ương. Ở người, nó bao gồm từ 10^{12} đến 10^{13} neuron kết nối với nhau thông qua một vài 10^{14} đến 10^{15} khớp thần kinh, một số khớp thần kinh này kết hợp các tế bào thần kinh ở xa với nhau. Tôi đã đề cập đến bí ẩn trong việc thực hiện các tương tác mang tính phát sinh hình thái từ xa, và tôi sẽ không quay lại vấn đề này ở đây. Ít ra, các vấn đề như vậy có thể được trình bày một cách rõ ràng, đặc biệt nhờ vào một số nghiên cứu thực nghiệm xuất sắc.¹⁰³

Chúng ta sẽ không thể hiểu được sự vận hành của hệ thần kinh trung ương, nếu không biết được sự vận hành của phần tử logic cơ sở do khớp

thần kinh tạo ra. Trong mọi cấp độ phân tích, đây là cấp độ dễ tiếp cận nhất cho kinh nghiệm, và các kĩ thuật tinh tế đã cho ra đời một số lượng đáng kể tài liệu. Tuy nhiên, chúng ta vẫn còn xa mới diễn giải được sự dẫn truyền qua khớp thần kinh, về mặt tương tác phân tử. Tuy nhiên, đó lại là vấn đề căn bản, bởi vì có lẽ chính đó là nơi chứa bí mật sau chót của bộ nhớ. Từ lâu, người ta đề xuất rằng bộ nhớ được ghi giữ dưới dạng một sửa đổi ít nhiều không thể đảo ngược các tương tác phân tử chịu trách nhiệm dẫn truyền các luồn-thần kinh, ở cấp độ tập hợp các khớp thần kinh. Lí thuyết này trông có vẻ đúng thực, nhưng lại không có bằng chứng trực tiếp.¹⁰⁴

Bất kể sự thiếu hiểu biết sâu sắc về các cơ chế cơ sở của hệ thần kinh trung ương, ngành điện sinh hiện đại đã đem đến các kết quả có ý nghĩa sâu sắc, dựa trên những phân tích và tích hợp các tín hiệu thần kinh, nhất là ở một số tuyến giác quan nào đó.

Đầu tiên là về các thuộc tính của nơron như bộ tích hợp tín hiệu mà nó có thể nhận được (thông qua các khớp thần kinh) từ nhiều tế bào khác. Phân tích đã chứng tỏ rằng nơron có thể so sánh, về tính năng, với các linh kiện điện tử tích hợp trong một máy tính điện tử. Nó có năng lực, như các linh kiện này, thực hiện, chẳng hạn, các phép logic của đại số mệnh đề. Nhưng thêm vào đó, nó có thể cộng hoặc trừ các tín hiệu khác nhau, bằng cách tính đến sự xuất hiện trùng hợp của chúng trong thời gian, cũng như có thể biến đổi *tần số* tín hiệu truyền đi theo *biên độ* tín hiệu nhận được. Trong thực tế, dường như không có linh kiện đơn lẻ hiện đang được sử dụng trong máy tính hiện đại nào lại có được các tính năng đa dạng và có độ đi đầu chế tinh vi như vậy. Tuy nhiên, sự tương tự vẫn rất ấn tượng và việc so sánh giữa các máy điều khiển học và hệ thần kinh trung ương là vẫn có lợi ích. Nhưng chúng ta phải thấy rằng sự tương tự này chỉ giới hạn

ở những cấp tích hợp thấp: những mức độ đầu tiên của phân tích giác quan chẳng hạn. Ở các chức năng cao cấp của vỏ não, mà ngôn ngữ là biểu hiện, thì dường như hoàn toàn không còn sự tương tự nào nữa. Người ta có thể tự hỏi, có phải ở đó chỉ có sự khác biệt “định lượng” (độ phức hợp) hay là “định tính”. Theo tôi, câu hỏi này không có nghĩa. Không có gì cho phép giả định rằng tương tác giữa các phần tử là có bản chất khác nhau ở các cấp độ tích hợp khác nhau. Nếu có một trường hợp nào quy luật biện chứng đầu tiên có thể áp dụng được, thì chính là ở cấp độ tích hợp thấp đó.

*

* *

Chức năng của hệ thần kinh trung ương

Những sự tinh chỉnh các chức năng nhận thức ở con người và sự phong phú trong các ứng dụng con người tạo ra từ đó, không cho chúng ta thấy những chức năng tiên quyết do bộ não thực hiện, trong chuỗi động vật (bao gồm cả con người). Có lẽ chúng ta có thể liệt kê và xác định các chức năng tiên quyết này như sau:

1. đảm bảo việc điều khiển và điều phối trung ương của hoạt động thần kinh vận động tùy theo, nhất là, những đầu vào cảm giác.
2. chứa dưới, hình thức các chu trình xác định về gen, các chương trình tác động ít nhiều phức tạp; sự kích hoạt chúng là tùy theo các kích thích cụ thể.
3. phân tích, lọc và tích hợp những đầu vào cảm giác để tạo ra một biểu diễn thế giới bên ngoài, phù hợp với các hoạt động đặc thù của động vật;

4. ghi lại những sự kiện có ý nghĩa (xem xét đến gam các tính năng đặc thù), hợp nhóm chúng thành các lớp tùy theo mức độ tương tự giữa chúng; liên kết các lớp theo các mối quan hệ (trùng hợp hay kế tiếp) giữa các sự kiện cấu thành chúng; làm phong phú, tinh chỉnh và đa dạng hóa các chương trình bẩm sinh bằng cách đưa vào đó những kinh nghiệm này;

5. tưởng tượng, tức là *biểu diễn* và *giả phỏng* những sự kiện bên ngoài, hay các chương trình tác động của bản thân động vật.

Các chức năng được xác định trong ba điểm đầu tiên được đảm nhiệm bởi hệ thần kinh trung ương của các động vật mà chúng ta thường không xếp vào loại cao cấp: động vật chân đốt, chẳng hạn. Nói về các chương trình hành động bẩm sinh rất phức tạp, thì các ví dụ kì diệu nhất chúng ta biết đến được gặp ở các loài côn trùng. Điều đáng nghi ngờ là coi các chức năng, tóm tắt trong điểm thứ tư, đóng vai trò quan trọng ở các động vật này.¹⁰⁵ Tuy nhiên, các chức năng đó có đóng góp rất đáng kể vào tập tính của động vật không xương sống cao cấp, chẳng hạn như bạch tuộc¹⁰⁶ và tất nhiên cũng như của tất cả động vật có xương sống.

Về các chức năng ở điểm thứ năm mà ta có thể mô tả là “phóng chiếu”, có lẽ chúng là những đặc quyền của động vật có xương sống cao cấp. Nhưng ở đây, rào cản của ý thức can thiệp vào, và có lẽ chúng ta chỉ có thể nhận ra các dấu hiệu bên ngoài của hoạt động này (giấc mơ, chẳng hạn) ở các động vật họ hàng gần gũi của chúng ta, cho dù hoạt động này không nhất thiết là không có ở các loài khác.

Các chức năng ở điểm thứ tư và năm liên quan đến nhận thức, trong khi những chức năng ở điểm thứ nhất và thứ hai mang tính điều phối và biểu

diễn. Chỉ có chức năng ở điểm thứ năm là có thể mang tính sáng tạo ra *kinh nghiệm chủ quan*.

Phân tích các ấn tượng từ giác quan

Theo đề xuất ở điểm thứ ba, việc hệ thần kinh trung ương phân tích những ấn tượng giác quan cung cấp một biểu diễn, bị làm nghèo nàn và bị định hướng, của thế giới bên ngoài. Đó là một kiểu tóm tắt, chỉ trình bày rõ ràng được những gì làm động vật đặc biệt quan tâm, tùy theo hành vi đặc thù của nó (về cơ bản đó là một bản tóm tắt mang tính “phê phán”, từ này được dùng theo nghĩa bù cho nghĩa kiểu Kant). Thực nghiệm chứng tỏ dãi dào rằng đúng là như vậy. Ví dụ, cơ quan phân tích đằng sau mắt một con ếch cho phép nó nhìn thấy một con ruồi (tức là một điểm đen) đang chuyển động, nhưng không cho phép nó nhìn thấy điểm đó ở trạng thái tĩnh¹⁰⁷. Vì vậy, ếch chỉ đớp ruồi đang bay. Chúng ta phải nhấn mạnh thực kiện, đã được chứng minh bằng cách phân tích điện sinh, rằng đây không phải là kết quả của một tập tính làm con ếch xem thường chấm đen bất động, theo kiểu chấm đó không biểu diễn chắc chắn một loại thức ăn. Hình ảnh của điểm đó in trên võng mạc, nhưng không được *truyền đi*, hệ thống chỉ được kích thích bởi một đối tượng đang chuyển động.

Vài thí nghiệm với mèo¹⁰⁸ đề xuất một diễn giải cho điều bí ẩn rằng, một trường phản chiếu tất cả các màu của quang phổ lại trông như một dải trắng, trong khi màu trắng lại được diễn giải chủ quan là sự vắng mặt của màu sắc. Những nhà thí nghiệm đã chỉ ra rằng, do những sự kiềm chế bất chéo giữa một số nơron phản ứng tùy theo các bước sóng khác nhau, các nơron này không gửi tín hiệu đi khi võng mạc bị phơi bày một cách đồng đều trước toàn bộ gam sóng nhìn thấy được. Do đó, theo một nghĩa chủ

quan, Goethe có lí khi phản bác Newton¹⁰⁹. Sai sót mà chúng ta có thể hết thấy tha thứ cho một nhà thơ.

Cũng không có gì để nghi ngờ việc động vật có thể phân loại các đối tượng hay các mối quan hệ giữa các đối tượng, theo các phạm trù trừu tượng, nhất là hình học: một con bạch tuộc hoặc một con chuột có thể học các khái niệm về hình tam giác, hình tròn hoặc hình vuông và nhận ra, không hề mắc lỗi, những hình dạng qua thuộc tính hình học của chúng, bất kể kích thước, hướng, hoặc màu sắc người ta sắp đặt cho các đối tượng thực khi trình hiện cho các con vật đó xem.

Những nghiên cứu về các chu trình đảm nhiệm việc phân tích những hình dạng được trình hiện trong trường thị giác của con mèo chứng tỏ rằng những khai thác hình học là do bản thân cấu trúc các chu trình, các chu trình này lọc và tạo lại hình ảnh trên võng mạc. Những cơ quan phân tích này rốt cuộc áp đặt các hạn chế của chính chúng lên hình ảnh, mà từ đó chúng chỉ trích xuất ra một số phần tử đơn giản. Một số tế bào thần kinh, chẳng hạn, chỉ phản ứng trước các hình dạng của một đường thẳng nghiêng từ trái sang phải; một số khác thì phản ứng trước một đường thẳng nghiêng theo hướng ngược lại. Vì thế, nếu chỉ dùng cơ quan phân tích cảm giác, thì không nhiều “khái niệm” của môn hình học cơ sở lại có thể được biểu diễn trong đối tượng, cơ quan phân tích này chỉ cảm nhận đối tượng và rồi tái tạo nó từ các phần tử đơn giản nhất.¹¹⁰

Tính bẩm sinh và chủ nghĩa kinh nghiệm

Do đó, những khám phá hiện đại này làm cho Descartes và Kant thành có lí, theo một nghĩa mới, khi họ chống lại chủ nghĩa kinh nghiệm triệt để (chủ nghĩa này tuy vậy gần như không ngừng chế ngự khoa học từ hai trăm

năm nay), bằng cách gieo nghi ngờ lên bất kì giả thuyết nào cho rằng có tính “bẩm sinh” trong các khuôn khổ tri thức. Ngày nay, vẫn còn một số nhà nghiên cứu tập tính học tỏ ra trung thành với ý tưởng rằng các phần tử của tập tính ở động vật, hoặc là bẩm sinh hoặc là học được, cách thức này tuyệt đối loại trừ cách thức kia. Quan niệm này là hoàn toàn sai lầm, như Lorenz đã chứng tỏ mạnh mẽ¹¹¹. Khi tập tính bao hàm các phần tử thụ đắc được nhờ kinh nghiệm, chúng thụ đắc được như thế là theo một *chương trình* mà chính chương trình này là bẩm sinh, tức là được xác định về gen. Cấu trúc chương trình này kêu gọi và hướng dẫn việc học tập, việc học tập này sẽ tuân theo một “hình thức” tiền thiết lập, được xác định trong di sản gen của loài. Vì thế chúng ta cần diễn giải theo cách đó quá trình học sơ đẳng ngôn ngữ ở trẻ em (xem Chương 7).

Không có lí do để cho rằng các phạm trù nền tảng trong tri thức con người lại không là như thế, và đi đầu này có lẽ cũng đúng cho nhiều phần tử khác, ít nền tảng hơn nhưng có ý nghĩa lớn đối với cá nhân và xã hội, trong hành vi con người. Những vấn đề như vậy về nguyên tắc là có thể tiếp cận được bởi thực nghiệm. Các nhà nghiên cứu tập tính học thực hành các thử nghiệm giống như thế hằng ngày. Những thử nghiệm tàn nhẫn mà đúng là không thể tưởng tượng nổi nếu thực hành trên con người, trên trẻ em. Thế nên, bởi sự tôn trọng bản thân, con người buộc phải tự cấm mình khảo sát một vài cấu trúc tạo nên bản thể của họ.

Các tranh cãi về tính bẩm sinh kiểu Descartes của “ý niệm” vốn bị các nhà kinh nghiệm chủ nghĩa bác bỏ, lại nhắc đến cuộc tranh cãi gây chia rẽ các nhà sinh học trong chủ đề về sự khác biệt giữa kiểu hình và kiểu gen. Một khác biệt mang tính nền tảng, cần thiết cho các nhà di truyền học để họ định nghĩa di sản di truyền học, và cũng chính những nhà di truyền học là những người đã đưa ra định nghĩa này. Khác biệt này lại rất đáng ngờ

trong mắt nhiều nhà sinh học không thuộc ngành di truyền học, họ chỉ nhìn thấy ở đó một kĩ xảo được dùng để cứu các định đề về luật bất biến của gen. Ở đây chúng ta thấy lại, thêm một lần nữa, sự tương phản giữa những người chỉ muốn biết đến đối tượng hiện tại, cụ thể, trong sự hiện diện trọn vẹn của nó, và những người tìm cách nhận ra ở đó biểu diễn bị che giấu của một hình thức lí tưởng. Chỉ có hai loại bác học, như Alam nói: những người yêu thích ý niệm và những người ghét ý niệm. Hai thái độ trí tuệ này vẫn còn đối lập trong khoa học; thái độ này và thái độ kia, qua sự đối đầu, đối đầu là cần thiết cho tiến bộ khoa học. Chúng ta chỉ có thể thấy tiếc cho những người bài xích ý niệm ở việc tiến bộ mà họ đóng góp vào, lại luôn luôn coi họ là sai.

Theo một nghĩa rất quan trọng, những người theo chủ nghĩa kinh nghiệm ở thế kỉ 18 tuy thế lại không sai. Điều hoàn toàn đúng là mọi thứ, ở các tồn tại sống, đều xuất phát từ kinh nghiệm, kể cả tính bẩm sinh di truyền, dù đó là tập tính rập khuôn của ong, hay các khuôn khổ bẩm sinh của tri thức con người. Nhưng không phải từ kinh nghiệm hiện tại, được đối mới bởi mỗi cá thể ở mỗi thế hệ: mà từ kinh nghiệm tích lũy bởi toàn bộ tổ tiên của loài trong quá trình tiến hóa. Chỉ có kinh nghiệm được rút ra một cách ngẫu nhiên này, chỉ những toan tính nhiều vô kể được trau dồi qua lựa chọn này, là đã có thể làm cho hệ thần kinh trung ương, cũng như bất kì cơ quan nào khác, trở thành một hệ thống thích nghi với chức năng đặc biệt của nó. Đối với bộ não: đó là việc đem đến cho các tính năng của loài một biểu diễn phù hợp về thế giới cảm tính, cung cấp một khuôn khổ cho phép phân loại hiệu quả các dữ liệu (tự thân những dữ liệu này là không khả dụng) về kinh nghiệm tức thì, và thậm chí ở con người khuôn khổ này còn cho phép giả phóng kinh nghiệm một cách chủ quan, để từ đó dự đoán kết quả và chuẩn bị hành động.

Chức năng giả phỏng

Theo tôi, dường như chính sự phát triển mạnh mẽ và sử dụng với cường độ cao các chức năng giả phỏng đã làm rõ nét các thuộc tính độc nhất của bộ não của Con người. Việc này diễn ra ở cấp độ sâu xa nhất của các chức năng nhận thức, tức là cấp độ làm nền tảng cho ngôn ngữ và có lẽ ngôn ngữ chỉ làm rõ nó phần nào. Chức năng giả phỏng này tuy vậy không phải là độc quyền của con người. Chú chó con thể hiện niềm vui khi thấy chủ mình sửa soạn cho chuyến đi dạo hiển nhiên là đang tưởng tượng; tức là giả phỏng bằng tiên đoán, những khám phá nó sẽ có, những phiêu lưu đang chờ đợi nó, những nỗi khiếp sợ ngọt ngào nó sẽ trải nghiệm, nhưng sẽ không có nguy hiểm nào bởi sự có mặt làm yên lòng của người bảo vệ nó. Sau đó, nó sẽ giả phỏng mọi chuyện đó một lần nữa, một cách lộn xộn lung tung, trong mơ.

Ở động vật, cũng như ở trẻ nhỏ, giả phỏng chủ quan dường như chỉ tách rời phần nào khỏi hoạt động thần kinh vận động. Việc thực hành nó thể hiện trong việc chơi. Nhưng ở con người thì giả phỏng chủ quan lại trở thành chức năng cao cấp tiêu biểu nhất, chức năng sáng tạo. Chính chức năng này được phản ánh qua hệ kí hiệu của ngôn ngữ vốn làm rõ chức năng sáng tạo này bằng cách chuyển đổi và thu tóm các thao tác hoạt động của ngôn ngữ. Từ đó dẫn đến thực kiện, được Chomsky nhấn mạnh, rằng ngôn ngữ, ngay cả trong những vận dụng tầm thường nhất, hầu như luôn mang tính sáng tạo: nó diễn dịch một kinh nghiệm chủ quan, một giả phỏng cụ thể, luôn luôn mới mẻ. Đây cũng là lí do tại sao ngôn ngữ con người triệt để khác với sự trao đổi giữa con vật. Sự trao đổi này được rút giản thành các lời gọi hoặc cảnh báo tương ứng với một số tình huống cụ thể được rập khuôn. Con vật thông minh nhất có lẽ có năng lực giả phỏng chủ quan khá chính xác, lại không có phương tiện nào để “giải phóng ý thức của nó”, có chăng thì là chỉ ra một cách sơ sài trí tưởng tượng của nó đang đi theo

hướng nào. Con người thì lại biết nói ra kinh nghiệm chủ quan của mình: kinh nghiệm mới mẻ, sự trùng hợp ngẫu nhiên mang tính sáng tạo không chết đi với người, mà ở người này sự trùng hợp ngẫu nhiên đó đã được giả phỏng lần đầu tiên.

Tôi cho rằng, tất cả các nhà khoa học hẳn đều có ý thức được rằng suy tư của họ, ở mức độ sâu xa, lại không ở dạng lời nói: đó là một *kinh nghiệm tưởng tượng*, được giả phỏng nhờ các hình dạng, các lực, các tương tác vốn chỉ mới chớm tạo nên một “hình ảnh” theo nghĩa thị giác của từ này. Bản thân tôi, khi cố tập trung chú ý vào kinh nghiệm tưởng tượng, để không còn gì trong lĩnh vực ý thức nữa, bất ngờ thấy mình đồng nhất bản thân với một phân tử protein. Tuy nhiên không phải vào thời điểm ý nghĩa của kinh nghiệm được giả phỏng xuất hiện, mà chỉ khi nó được làm rõ một cách biểu tượng. Tôi quả nhiên không nghĩ rằng chúng ta nên coi những hình ảnh phi thị giác, mà trên đó sự giả phỏng hoạt động, như các biểu tượng, mà đúng hơn thì nên coi chúng, nếu tôi dám nói vậy, như “thực tại” chủ quan và trừu tượng, được cung cấp trực tiếp cho kinh nghiệm tưởng tượng.

Dù sao, trong vận dụng thông thường, quá trình giả phỏng hoàn toàn bị che giấu bởi lời nói, mà lời nói tiếp nối quá trình giả phỏng này gần như tức thì và lại có vẻ bị lẫn lộn với chính tư duy. Nhưng chúng ta biết rằng, rất nhiều quan sát khách quan chúng minh rằng ở con người các chức năng nhận thức, thậm chí phức tạp, đều không liên quan tức thì đến lời nói (hay đến mọi phương tiện biểu hiện mang tính biểu tượng khác). Chúng ta có thể kể đến các nghiên cứu thực hiện qua nhiều kiểu mất ngôn ngữ. Có lẽ những thí nghiệm ấn tượng nhất là những thí nghiệm gần đây, của Sperry¹¹² trên các chủ thể mà hai bán cầu đại não đã được tách rời bằng phẫu thuật cắt “thể chai”¹¹³. Mắt phải và bàn tay phải ở các chủ thể này chỉ

trao đổi thông tin với bán cầu não trái, và ngược lại. Vì vậy, một đối tượng được nhìn thấy bằng mắt trái, hoặc được sờ bằng bàn tay trái, thì được chủ thể nhận biết, dù không nhất thiết chủ thể có thể gọi tên đối tượng đó. Thế mà trong một số trắc nghiệm khó, yêu cầu ghép cặp hình dạng (ba chiều) của một đối tượng được cầm trong một hay hai bàn tay, với bản khai triển *trên mặt phẳng* của hình dạng này, được chiếu trên màn hình, bán cầu não phải (mất năng lực ngôn ngữ) lại tỏ ra cao cấp hơn bán cầu “trội” (bên trái) nhiều, và nhanh hơn trong việc phân biệt. Chúng ta dễ bị lôi cuốn vào tư biện về khả năng bán cầu não bên phải đảm nhiệm một phần quan trọng, có lẽ là “sâu sắc” nhất, trong sự giả phỏng chủ quan.

Nếu có thể chính đáng cho rằng tư duy dựa trên một quá trình giả phỏng chủ quan, thì chúng ta phải thừa nhận rằng sự phát triển cao cấp của năng lực này ở con người là kết quả của một sự tiến hóa, mà ở đó hiệu quả của quá trình giả phỏng này, giá trị của sự sống sót của nó, đã được thử thách qua lựa chọn, trong hành động cụ thể, được kinh nghiệm tưởng tượng chuẩn bị. Vì vậy, chính nhờ khả năng biểu diễn phù hợp và dự đoán chính xác *được khẳng định bằng kinh nghiệm cụ thể*, mà năng lực giả phỏng của hệ thần kinh trung ương của tổ tiên chúng ta đã được đẩy đến trạng thái đạt được ở Người Thông minh. Cơ quan giả phỏng chủ quan không có quyền được sai lầm khi thực hiện việc tổ chức một cuộc săn bắn với các loại vũ khí mà người vượn phương Nam, người Pitecantrop hoặc thậm chí Người Thông minh Cro-Magnon có thể có. Vì thế, công cụ logic bẩm sinh, được di truyền từ tổ tiên chúng ta, không làm chúng ta lẩn tránh và cho phép chúng ta “hiểu” các sự kiện của vũ trụ, tức là mô tả chúng trong ngôn ngữ biểu tượng và dự đoán chúng, nếu các phần tử thông tin cần thiết được cung cấp cho cơ quan giả phỏng.

Là công cụ tiên đoán, tự làm phong phú không ngừng từ các kết quả của kinh nghiệm của chính nó, cơ quan giả phỏng cũng là công cụ khám phá và

sáng tạo. Chính sự phân tích logic trong sự vận hành chủ quan của cơ quan này đã cho phép thể thức hóa các quy tắc của logic khách quan và tạo ra các công cụ biểu tượng mới, như toán học. Những trí tuệ vĩ đại (Einstein) thường lấy làm kinh ngạc thán phục, một cách chính đáng, trước việc các bản thể toán học được con người tạo ra lại có thể biểu diễn tự nhiên một cách trung thành đến thế, trong khi chúng không liên đới gì đến kinh nghiệm. Không gì, đúng vậy, liên đới đến kinh nghiệm cá nhân và cụ thể, nhưng tất cả đều nhờ vào những phẩm chất của cơ quan giả phỏng được rèn luyện bởi vô số kinh nghiệm tàn nhẫn của tổ tiên bé mọn của chúng ta. Để đối chiếu logic và kinh nghiệm một cách có hệ thống, theo phương pháp khoa học, đích thực chúng ta phải đối chiếu toàn bộ kinh nghiệm của tổ tiên với kinh nghiệm hiện tại.

Nếu chúng ta có thể đoán được sự hiện hữu của công cụ tuyệt vời này, nếu chúng ta biết diễn dịch, thông qua ngôn ngữ, kết quả của các thao tác của nó, thì chúng ta lại không hề có ý tưởng gì về cách vận hành của nó, về cấu trúc của nó. Thử nghiệm sinh lí học, trong vấn đề này, vẫn gần như bất lực. Sự nội quan, cùng với mọi mối nguy hiểm của nó, nói cho chúng ta nhiều hơn đôi chút. Còn lại là việc phân tích ngôn ngữ, việc này tuy thế hé mở quá trình giả phỏng chỉ thông qua những biến đổi vẫn còn là ẩn số và có lẽ cũng không làm rõ mọi thao tác của quá trình này.

Ảo tưởng nhị nguyên và sự hiện hữu của trí tuệ

Đó là ranh giới, gần như không thể vượt qua, đối với chúng ta cũng như đối với Descartes. Một khi nó vẫn không được vượt qua, thì thuyết nhị nguyên tóm lại vẫn bảo toàn chân lí thao tác của nó. Khái niệm về bộ não và khái niệm về trí tuệ không lẫn lộn hơn đối với chúng ta ngày nay, so với những người sống ở thế kỉ 17. Phân tích khách quan buộc chúng ta phải

nhìn thấy một ảo tưởng trong tính nhị nguyên biểu kiến của bản thể. Tuy thế, ảo tưởng lại gắn mật thiết với chính bản thể, đến độ sẽ là vô ích nếu chúng ta hi vọng làm ảo tưởng này biến mất khỏi sự lĩnh hội tức thời tính khách quan, hay nếu chúng ta học sống một cách tình cảm, đạo đức mà lại thiếu nó. Vả lại tại sao lại phải như thế? Ai có thể nghi ngờ sự hiện diện của tinh thần? Từ bỏ ảo tưởng vốn nhìn thấy trong linh hồn một “chất thể” phi vật chất, điều này không có nghĩa phủ nhận sự tồn tại của nó, mà, ngược lại, là bắt đầu nhận ra sự phức tạp, sự phong phú, độ sâu không thể dò thấu của các di sản về gen và về văn hóa, cũng như của kinh nghiệm cá nhân (có ý thức hay không có ý thức), đang cùng nhau tạo nên bản thể của chúng ta, tức là nhân chứng duy nhất và không thể phủ nhận cho chính bản thể chúng ta.

THIÊN ĐƯỜNG VÀ ĐỊA NGỤC

Áp lực của chọn lọc trên sự tiến hóa của con người

Như chúng tôi đã nói, ngày mà người Australanthrope hay một dòng loại nào đó của người này đạt tới mức truyền lại được nội dung của một kinh nghiệm chủ quan, một “sự mô phỏng” cá nhân, chứ không còn chỉ là một kinh nghiệm cụ thể và tức thời, ngày đó một thời đại mới đã khai sinh, thời đại của tư tưởng. Một kiểu tiến hóa mới, tiến hóa về văn hóa, đã có thể xảy ra. Từ ngày ấy dạng vật lí của con người sẽ còn tiếp tục tiến hóa lâu dài, kết hợp chặt chẽ với tiến hóa trong ngôn ngữ. Tiến hóa ngôn ngữ gây ảnh hưởng sâu sắc và làm xáo trộn những điều kiện của sự chọn lọc.

Con người hiện đại là sản phẩm của sự cộng sinh trong tiến hóa đó. Trong mọi giả thuyết khác, con người đó đầu là không thể hiểu nổi, là không thể giải mã được. Mọi sinh vật đầu *cũng* là một di tích hóa thạch. Sinh vật mang trong bản thân nó, cho đến tận trong những cấu trúc vi mô của các protein, những dấu vết, nếu không gọi là vết sẹo khắc sâu, của cả dòng dõi. Điều này càng đúng với con người, hơn hẳn với bất cứ loài động vật nào, do bởi tính lưỡng diện của sự tiến hóa, vừa trên vật-chất-giới vừa trên “ý-thể-giới”¹¹⁴, mà nó thừa hưởng.

Người ta có thể nghĩ rằng, trải qua hàng trăm ngàn năm, sự tiến hóa của ý-thể-giới đã chỉ đi trước sự tiến hóa của vật-chất-giới một bước nhỏ, vì ý-thể-giới vốn bị vật-chất-giới kiềm chế bằng sự phát triển rất có giới hạn của một vỏ não, cái chỉ có thể tiên đoán những sự kiện có liên hệ trực tiếp đến khả năng sống sót ngay trước mắt. Điều này đưa đến áp lực chọn lọc rất cao, áp lực này chắc hẳn đã thúc đẩy sự phát triển năng lực mô phỏng

và khả năng ngôn ngữ, cái dùng để mô tả các thao tác. Và điều này cũng đưa đến tốc độ đáng ngạc nhiên của cuộc tiến hóa này, mà các sọ hóa thạch là bằng chứng.

Nhưng với cái đà tiến hóa cộng sinh tiếp tục được triển khai, thành phần ý-thể-tính chỉ có thể trở nên ngày càng độc lập trước những kiềm chế ngày càng được sự phát triển của hệ thần kinh trung ương tháo gỡ. Nhờ vào sự tiến hóa ấy, Con Người mở rộng phạm vi thống trị của mình ra toàn bộ thế giới các sinh vật nhân dạng cấp dưới và không còn phải chịu đựng những nguy hiểm tiềm tàng trong thế giới đó. Kể từ đó, áp lực chọn lọc đã từng dẫn đường cho nó trong giai đoạn đầu của sự tiến hóa đã giảm bớt, và dù sao đi nữa đã mang một đặc tính khác. Một khi đã chế ngự được môi trường sống của nó, Con Người không còn đối thủ đáng kể nào ngoài chính bản thân nó. Cuộc đấu tranh trực tiếp trong nội bộ loài, cuộc đấu tranh trí mạng, ngay từ đó đã trở thành một trong những nhân tố chính trong sự tiến hóa của loài người. Hiện tượng này là cực kì hiếm hoi trong thế giới loài vật. Ngày nay người ta không thấy có cuộc chiến nào trong nội bộ một loài động vật, giữa các giống hay các chi khác nhau. Nơi các loài có vú lớn, ngay cả những cuộc đấu một chọi một, thường xảy ra giữa hai con đực, cũng rất ít khi đem đến cái chết cho kẻ bại trận. Tất cả các chuyên gia đều đồng ý với nhau rằng sự đấu tranh trực tiếp, “đấu tranh để sống còn”, như Spencer quan niệm, đã chỉ đóng một vai trò thứ yếu trong sự tiến hóa của các loài. Nhưng với Con Người thì không phải thế. Ít ra là kể từ một trình độ phát triển và bành trướng nhất định nào đó của loài, chiến tranh bộ lạc hay chủng tộc dĩ nhiên đã đóng một vai trò quan trọng như một nhân tố tiến hóa. Rất có thể là sự biến mất đột ngột của người Neanderthal là kết quả của một cuộc diệt chủng do tổ tiên chúng ta - *người thông minh* đã tiến hành. Nếu thế đó cũng không phải là lần cuối cùng: lịch sử đã cho biết đủ nhiều những cuộc diệt chủng.

Cái áp lực chọn lọc đó đã thúc đẩy cuộc tiến hóa của loài người về hướng đi nào? Rõ ràng rằng tiến hóa đã ưu đãi sự bành trướng của những chủng tộc được phú cho nhiều sự thông minh, sự giàu tưởng tượng, ý chí, tham vọng hơn. Nhưng chắc rằng tiến hóa cũng đã chiều cố sự cố kết trong đoàn người, chiều cố tính hiếu chiến của cả nhóm còn nhiều hơn so với lòng can đảm cá nhân, sự tôn trọng luật lệ của bộ lạc nhiều hơn là những sáng kiến.

Về cái sơ đồ quá mức đơn giản nói trên, tôi sẵn sàng chấp nhận mọi phê phán mà người ta có thể nêu ra. Tôi không có ý định chia cắt sự tiến hóa của loài người thành hai giai đoạn tách biệt. Tôi đã chỉ liệt kê những áp lực chọn lọc chính, chúng chắc chắn đã đóng một vai trò chính yếu trong sự tiến hóa, không chỉ về văn hóa, mà còn về dạng vật lí của con người. Điều quan trọng là, trong hàng trăm ngàn năm, sự tiến hóa văn hóa đã không thể không ảnh hưởng tới sự tiến hóa của dạng vật lí; nơi con người ảnh hưởng đó lại càng y mạnh hơn nhiều so với bất cứ loài vật nào, chính vì lí do tính tự chủ của nó cao hơn không biết bao nhiêu lần, chính vì tập tính là cái *định hướng* cho áp lực chọn lọc. Và ngay khi mà tập tính không còn chủ yếu là tự động mà trở thành mang tính văn hóa, những đặc điểm văn hóa bản thân chúng chắc chắn đã thực hiện một áp lực trên sự tiến hóa của bộ gen di truyền.

Tuy nhiên, hiện tượng này sẽ kéo dài đến một thời điểm mà sự tăng tốc ngày càng nhanh của tiến hóa văn hóa chắc chắn sẽ hoàn toàn tách biệt nó ra khỏi sự tiến hóa của bộ gen di truyền.

*

**

Những nguy cơ thoái hóa mã di truyền trong xã hội hiện đại

Hiển nhiên là trong lòng các xã hội hiện đại, hiện tượng tách biệt ấy đã là tuyệt đối. Sự chọn lọc đã bị triệt tiêu nơi đó. Hay ít ra, nó không còn gì là “tự nhiên” trong ngữ nghĩa của Darwin nữa. Trong các xã hội của chúng ta, và trong mức độ mà một quá trình chọn lọc còn vận động, nó không còn ưu đãi sự “sống sót của kẻ thích nghi tốt nhất”, mà trong ngôn ngữ hiện đại hơn, đây là sự sống sót của *bộ gen di truyền* của “kẻ thích nghi tốt hơn”, qua việc đảm hậu duệ bành trướng rộng hơn. Hẳn rồi, trí thông minh, lòng tham vọng, lòng can đảm, đầu óc tưởng tượng, đó vẫn còn là những yếu tố đưa đến thành công trong xã hội hiện đại. Nhưng đó là những thành công của *cá nhân*, chứ không phải của *bộ gen di truyền*, mà đây mới là thành công duy nhất có ý nghĩa tiến hóa. Thế mà thực tế lại diễn ra hoàn toàn ngược lại. Như chúng ta đều biết, kết quả thống kê cho thấy có một hệ số âm về sự tương liên giữa chỉ số thông minh (hay trình độ văn hóa) và chỉ số sinh sản của các cặp vợ chồng. Bù vào đấy, cũng những thống kê đó chứng minh rằng có một hệ số tương liên dương về chỉ số thông minh giữa hai vợ chồng. Đây là một tình trạng hiếm nghèo, mang nguy cơ thu hút dần những tiềm năng di truyền cao nhất vào một lớp người tinh hoa, mà mật độ tương đối trong xã hội ngày càng thu hẹp.

Hơn thế nữa: ở một thời đại còn chưa xa, và ngay trong những xã hội tương đối “tiên tiến”, việc loại trừ những cá nhân “thích nghi kém nhất” về mặt thân thể, và cũng cả về mặt trí tuệ, là tự động và tàn nhẫn. Phần đông không sống tới tuổi dậy thì. Ngày nay, nhiều cá nhân trong số những người mang khiếm khuyết di truyền đã sống đủ lâu để có thể sinh đẻ. Nhờ hiểu biết và đạo lý¹¹⁵ xã hội, những cơ chế ngày xưa đã bảo vệ loài người chống lại sự thoái hóa - không thể tránh khỏi một khi sự chọn lọc tự nhiên đã bị triệt tiêu - nay chỉ còn được vận hành với những khiếm khuyết nghiêm trọng nhất.

Trước những nguy cơ thường được nhắc đến đó, đôi khi người ta nêu lên những biện pháp cứu chữa mà những tiến bộ gần đây của di truyền học phân tử cho phép hi vọng, cần phải xua tan các ảo tưởng này, chúng được lan truyền từ những nhà thông thái nửa mùa. Không nghi ngờ gì rằng người ta sẽ có thể bù đắp một số khuyết tật di truyền, *nhưng chỉ cho riêng một nạn nhân*, chứ không cho dòng dõi người đó. Không những di truyền học phân tử hiện đại không đưa cho chúng ta *bất kì một cách thức nào* để can thiệp vào di sản di truyền ngõ hầu làm cho nó giàu thêm những nhân tố mới, để sáng tạo ra một “siêu nhân” qua di truyền học, mà khoa học này còn cho thấy hi vọng đó chỉ là hão huyền: cho đến nay và chắc hẳn là mãi mãi, kích thước vi mô của hệ gen không cho phép những can thiệp kiểu ấy. Ngoại trừ những quái nhân hoang đường của tiểu thuyết khoa học giả tưởng, cách thức duy nhất để “cải thiện” loài người là phải thực hiện một quy trình chọn lọc nghiêm ngặt và quyết liệt. Ai sẽ mong đi đầu đó? Ai sẽ dám thực hiện?

Đối với loài người, sự nguy hiểm của những hoàn cảnh khiến cho không có chọn lọc hay chọn lọc giết lùi, ngự trị trong các xã hội tiên tiến, là một đi đầu chắc chắn. Tuy nhiên, nguy cơ đó sẽ chỉ trở thành nghiêm trọng sau một thời gian dài: tạm cho là mười, mười lăm thế hệ, nhiều thế kỉ. Thế mà, các xã hội hiện đại đang phải chịu đựng những mối đe dọa nặng nề và cấp thiết hơn nhiều.

*

* *

Ở đây tôi không nói đến sự bùng nổ dân số, sự tàn phá thiên nhiên, ngay cả loại bom triệu tấn cũng không; mà nói về một nỗi đau sâu thẳm và trầm trọng hơn nhiều, nỗi đau trong tâm hồn. Nỗi đau này là khúc quanh lớn nhất trong quá trình tiến hóa của ý-thể-giới, chính ý-thể-giới đã sinh ra nó

và không ngừng làm nó trăn trọng hơn. Sự phát triển kì diệu của hiểu biết kể từ ba thế kỉ hiện nay đang bắt buộc con người phải tiến hành một cuộc xét lại xé lòng về cái quan niệm đã bắt rễ trong nó từ hàng chục nghìn năm nay, quan niệm của con người về chính mình, và về quan hệ của mình với vũ trụ.

Nhưng tất cả những điều đó, nỗi đau tâm hồn cũng như uy lực của trái bom triệu tấn, đã đến với chúng ta từ một ý tưởng giản dị: tự nhiên là khách thể¹¹⁶, chân lí trong hiểu biết không thể có nguồn gốc nào khác ngoài việc đối chiếu, một cách có hệ thống, logic và thực nghiệm. Người ta khó có thể hiểu được tại sao mà, trong thế giới các ý tưởng, cái ý tưởng nói trên đã chỉ hiện rõ như dưới ánh mặt trời một trăm ngàn năm sau khi *người thông minh* xuất hiện: tại sao mà những nền văn minh vào loại cao nhất, chẳng hạn nền văn minh Trung Hoa, đã không biết đến nó, để chỉ học được từ phương Tây; tại sao mà, ngay ở phương Tây, đã phải cần đến 2500 năm, để đi từ Thalès và Pythagore đến Galilée, Descartes và Bacon để rồi cuối cùng ý tưởng ấy thoát hẳn được ra khỏi cái vỏ bọc làm bằng thực hành thuần túy công nghệ¹¹⁷ đã bao kín nó.

Sự chọn lọc các ý tưởng

Đối với một nhà sinh vật học, so sánh sự tiến hóa của các ý tưởng với sự tiến hóa của sinh quyển là điều thật hấp dẫn. Bởi vì, nếu Vương Quốc của trù tượng vượt lên trên sinh quyển còn cao hơn độ siêu việt của sinh quyển trên giới vô cơ, các ý tưởng vẫn bảo tồn một số đặc tính của các sinh vật. Như các sinh vật, các ý tưởng cũng có khuynh hướng lưu truyền cơ cấu của chúng và bội biến thêm lên; như các sinh vật, chúng có thể hợp nhất, tái tổ hợp, hay phân tách nội dung của chúng; cuối cùng, như các sinh

vật, các ý tưởng cũng tiên hóa, và trong quá trình tiến hóa này, sự chọn lọc chắc chắn đóng một vai trò quan trọng.

Tôi sẽ không phiêu lưu đề xuất một lý thuyết về sự chọn lọc của các ý tưởng. Nhưng người ta ít ra có thể thử xác định một vài nhân tố chính có những vai trò nhất định. Sự chọn lọc này nhất thiết phải tác động trên hai bình diện: bình diện của bản thân tâm trí, và bình diện tác dụng.

Giá trị tác dụng của một ý tưởng nằm ở sự thay đổi hành xử mà nó mang đến cho cá nhân hoặc cho nhóm người chấp nhận ý tưởng đó. Ý tưởng nào trao cho nhóm người thủ đắc nó sự tăng cường tính cố kết, tham vọng, lòng tự tin, sẽ vì thế làm cho nhóm đó tăng thêm khả năng bành trướng; điều này cũng sẽ bảo đảm cho chính ý tưởng được khuyến khích. Giá trị khuyến khích đó không tất yếu có quan hệ với phần sự thực khách quan của bản thân ý tưởng. Ý thức hệ tôn giáo, cái cơ sở mạnh mẽ cho một xã hội, không tùy thuộc may mắn nào vào cơ cấu của nó, mà vào thực tế là cơ cấu đó được chấp nhận, và thành đương nhiên. Bởi vậy người ta rất khó có thể tách biệt năng lực xâm chiếm của một ý tưởng như thế, với năng lực có tác dụng của nó.

Năng lực xâm chiếm, trong bản thân nó, là điều khó phân tích hơn nhiều. Cứ hãy cho rằng năng lực này tùy thuộc những cơ cấu đã có sẵn trong tâm trí, trong đó có những ý tưởng đã truyền tải qua văn hóa, nhưng chắc chắn cũng còn một số cơ cấu bẩm sinh mà kể ra thì chúng ta thực khó xác định. Tuy nhiên, chúng ta thấy rõ ràng rằng, những ý tưởng được phú cho năng lực xâm chiếm mạnh nhất, chính là những ý tưởng giải thích con người, khi chúng cung cấp một vị trí cho hân trong cái định mệnh thuộc về hân, định mệnh trong đó tiêu tan nỗi lo sợ của hân.

*

* *

Sự đòi hỏi giải thích

Trong hàng trăm nghìn năm, định mệnh của một con người được hòa nhập vào định mệnh của nhóm, của bộ lạc, mà nếu ở bên ngoài thì hẳn không thể sống còn. Về phần mình, bộ lạc chỉ có thể sống còn và tự bảo vệ nhờ vào tính cố kết của nó. Từ đó dẫn đến sức mạnh chủ quan tột cùng của các luật lệ dùng để tổ chức và bảo đảm tính cố kết này. Một người nào đó đôi khi có thể vi phạm các luật lệ ấy, nhưng không ai nghĩ đến việc phủ nhận chúng. Do tâm quan trọng về mặt chọn lọc vô cùng lớn mà những cấu trúc xã hội như thế tất yếu đảm nhiệm, trong những khoảng thời gian dài như thế; thực khó có thể nghĩ rằng các cấu trúc xã hội đó không có ảnh hưởng đến sự tiến hóa về mặt di truyền của các phạm trù bẩm sinh trong não bộ con người. Sự tiến hóa đó chắc hẳn đã không chỉ làm cho người ta dễ chấp nhận luật lệ của bộ lạc, mà còn tạo ra *nhu cầu* có được lời giải thích bằng huyền thoại để làm nền tảng cho luật lệ đó bằng cách ban cho nó tính tối thượng. Chúng ta là hậu duệ của những con người ấy. Chính là từ họ mà chúng ta chắc chắn đã thừa hưởng sự đòi hỏi phải có một giải thích, thừa hưởng nỗi lo âu đã thúc đẩy chúng ta đi tìm một ý nghĩa cho sự tồn tại. Chính nỗi lo âu đó sáng tạo nên mọi huyền thoại, mọi tôn giáo, tất cả các triết thuyết, và bản thân nền khoa học.

Nhu cầu khẩn thiết nói trên là bẩm sinh, ghi lại ở nơi nào đó trong ngôn ngữ của mã di truyền, để sẽ tự động triển khai; đó là điều mà về phần tôi không có một mảy may nghi ngờ. Ngoài giống người ra, người ta không thấy ở bất cứ đâu trong giới động vật những tổ chức xã hội có phân hóa rất cao, nếu không là các côn trùng: các loài kiến, mối, hay ong. Nơi những côn trùng bầy đàn nói trên, sự ổn định của các thể chế gần như hoàn toàn không phụ thuộc vào một thừa kế văn hóa nào, mà tất cả là do di truyền. Tập tính có tính xã hội của chúng là hoàn toàn bẩm sinh, tự động.

Nơi loài người, những định chế xã hội hoàn toàn có tính văn hóa, nên sẽ không bao giờ đạt đến mức độ ổn định như vậy; mà có ai lại mong muốn điều ấy? Việc sáng tạo các huyền thoại và các tôn giáo, việc xây dựng những hệ thống triết lý bao la, là cái giá mà con người đã phải trả để sống còn dưới tư cách động vật xã hội mà không cúi đầu hành xử một cách tuyệt đối tự động. Nhưng nếu chỉ kể riêng nó, di sản thuần văn hóa sẽ không đủ chắc chắn, không đủ mạnh mẽ, để làm nòng cốt cho các cấu trúc xã hội. Di sản đó phải được di truyền hỗ trợ để làm chất dinh dưỡng mà tinh thần đòi hỏi. Nếu không phải như thế, làm sao có thể giải thích được hiện tượng lấy tôn giáo làm nền tảng cho các cấu trúc xã hội, phổ quát trong loài người? Thêm nữa, làm sao có thể giải thích rằng: trong vô vàn khác biệt của những huyền thoại, những tôn giáo, những tư tưởng triết học; người ta thấy cùng một “mô thức”¹¹⁸ chủ yếu?

Sự sáng tạo bản thể trong huyền thoại và trong siêu hình học

Người ta dễ dàng nhận thấy rằng tất cả các “giải thích” nhằm đặt nền tảng cho luật lệ trong khi xoa dịu nỗi lo âu, đều là những “chuyện kể lịch sử”¹¹⁹, hay, chính xác hơn, là những phép sáng tạo bản thể¹²⁰. Gần như tất cả các huyền thoại sơ khai đều liên quan đến những anh hùng ít nhiều thần thánh. Các kì tích của họ vừa giải thích nguồn gốc của nhóm người vừa đặt nền tảng của cấu trúc xã hội trên những truyền thống không thể đụng đến: người ta không thể viết lại lịch sử. Các tôn giáo lớn cũng đồng một dạng, dựa trên câu chuyện về cuộc đời của một nhà tiên tri thần cảm, người này, nếu không phải là đáng sáng lập ra vạn vật, thì cũng đại diện đáng ấy, phát ngôn thay ngài và kể lại lịch sử, cũng như định mệnh, của loài người. Trong tất cả các tôn giáo lớn, đạo Do thái-Kitô giáo chắc chắn là “nguyên thủy nhất”, do cấu trúc có tính quyết định luận lịch sử¹²¹ rất

cao của nó, trực tiếp gắn liền với sử thi của một bộ lạc Bedouin, sau đó được một nhà tiên tri thần thánh làm giàu thêm. Đạo Phật, ngược lại, đã tách biệt rất xa, trong dạng thức nguyên thủy của mình đạo Phật chỉ gắn chặt với quan niệm về nghiệp (karma), một quy luật siêu nghiệm, ngự trị số phận của từng cá nhân. Đó là truyện kể lịch sử của các linh hồn, thay vì là của những con người.

Từ Platon đến Hegel và Marx, mọi hệ thống triết học lớn đều đề xuất những sự sáng tạo bản thể vừa mang tính giải nghĩa vừa mang tính quy phạm. Hơn nữa, ở nơi Platon, sự sáng tạo bản thể là đi ngược chiều. Ông chỉ thấy trong lịch sử sự thoái hóa từ từ của những mô thức lí tưởng, và, tóm lại là trong tác phẩm *Nền cộng hòa*, ông quả thực muốn đưa vào vận hành một cỗ máy đi ngược thời gian.

Với Marx cũng như với Hegel, lịch sử diễn ra theo một bố cục nội tại, tất yếu và được bảo vệ. Ảnh hưởng tinh thần vô cùng lớn của chủ nghĩa Mác không chỉ nhờ vào lời hứa hẹn giải phóng Con Người mà, trước hết, chắc chắn còn nhờ vào cơ cấu sáng tạo bản thể, vào lời giải thích do chủ nghĩa này đề xuất, vừa trọn vẹn vừa chi tiết, cho lịch sử quá khứ, hiện tại và tương lai. Tuy nhiên, chủ nghĩa duy vật lịch sử, ngay cả khi được tô điểm bằng những xác tín “khoa học”, vẫn không đầy đủ. Cần phải thêm vào đó hệ tư tưởng duy vật biện chứng, chính hệ tư tưởng này mới đem lại sự giải thích toàn diện mà tinh thần con người đòi hỏi: trong đó lịch sử loài người và lịch sử vũ trụ liên kết chặt chẽ với nhau như thể cùng tuân theo những quy luật vĩnh cửu.

*

* *

Sự đoạn tuyệt với “giao ước cổ xưa” hữu linh và căn bệnh tâm hồn hiện đại

Nếu đúng là bẩm sinh, sự cần thiết của một sự giải thích toàn thể, mà sự thiếu vắng nó đúng là nguồn gốc của nỗi lo âu sâu xa; nếu hình thức giải thích độc nhất có thể xoa dịu nỗi lo âu đó, là một câu chuyện tổng thể làm hiển lộ ý nghĩa của Con người, qua việc đặt định cho nó một chỗ đứng cân phải có trong bản kế hoạch của tự nhiên; nếu, để có thể hiện ra như chân thực, có ý nghĩa, làm yên lòng, sự “giải thích” phải được hòa tan trong truyền thống hữu linh¹²² lâu đời, thì khi đó người ta có thể hiểu tại sao đã phải cần từng ấy ngàn năm để xuất hiện trong vương quốc của tư tưởng, ý tưởng rằng hiểu biết khách quan là nguồn *duy nhất* của sự thực chân xác.

Ý tưởng khắc khổ và lạnh lùng đó, vốn không đề xuất một giải thích nào, mà áp đặt sự từ bỏ một cách khổ hạnh tất cả các nguồn dinh dưỡng tinh thần; đã không thể xoa dịu, mà ngược lại còn làm tăng thêm, nỗi lo sợ bẩm sinh. Ý tưởng ấy có tham vọng ngay lập tức xóa bỏ một truyền thống hàng trăm ngàn năm, được hòa đồng vào chính bản chất của con người; nó tố cáo giao ước cổ xưa hữu linh của con người với tự nhiên, và để thay thế mối quan hệ quý giá đó, nó chỉ để lại một khát khao tìm kiếm đầy âu lo trong vũ trụ băng giá của sự cô độc. Làm sao mà một ý tưởng như vậy, hầu như chỉ có vốn liếng là tính ngạo nghễ khắc nghiệt, lại có thể được chấp nhận? Nó đã không được chấp nhận; người ta vẫn chưa chấp nhận nó. Nhưng nếu ý tưởng đó, bất chấp tất cả, vẫn tự áp đặt sự hiện diện, thì lí do độc nhất là khả năng hữu hiệu của nó.

Khoa học, thiết lập trên định đề khách thể, qua ba thế kỉ đã chiếm lĩnh vị trí của nó trong xã hội: trong thực tiễn, nhưng không trong hồn người. Các xã hội hiện đại được xây dựng trên nền móng khoa học. Sự giàu có và quyền năng của họ đều mang nợ khoa học, và đi đâu cũng còn mang nợ khoa học là xác tín rằng sự giàu có phong phú hơn nữa, quyền năng mạnh mẽ hơn nữa, Con Người đều có thể đạt được trong tương lai, nếu họ muốn.

Nhưng phải nói thêm, cũng như việc “chọn lựa” tiên khởi trong quá trình tiến hóa của một loài động vật có thể ràng buộc tương lai của tất cả các hậu duệ; một cách tương tự, sự chọn lựa tiên khởi, không có ý thức ban đầu, về một *thực tiễn hành xử* khoa học đã dẫn con người vào một con đường độc đạo; con đường mà những tác giả tiên bộ duy khoa học của thế kỉ 19 đã thấy chắc chắn sẽ đưa đến một sự bùng nổ diệu kì của nhân loại, còn chúng ta ngày nay thì lại đang thấy như trước mắt con đường đó sẽ đi xuống một vực thẳm u tối.

Các xã hội hiện đại đã nhận lấy sự giàu có và quyền lực mà khoa học mở ra cho họ. Nhưng họ mới chỉ mơ hồ nghe thấy, và còn chưa chấp nhận, thông điệp sâu sắc nhất của khoa học: sự xác định một nguồn gốc mới và duy nhất của chân lí, sự đòi hỏi xem xét lại toàn bộ những nền tảng của đạo lí, sự đoạn tuyệt triệt để với truyền thống hữu linh, sự nhất quyết từ bỏ “giao ước cổ xưa”, sự cần thiết thành lập một ước định mới. Được trang bị đầy đủ mọi quyền lực, được thụ hưởng mọi nguồn tài nguyên mà Khoa Học đem lại, các xã hội của chúng ta vẫn cố sống và truyền dạy những hệ giá trị đã bị chính bản thân khoa học tàn phá đến tận gốc rễ.

Trước khi có xã hội của chúng ta, không một xã hội nào đã phải trải qua nỗi đau xé lòng đó. Trong những nền văn hóa sơ khai, cũng như trong nền văn hóa cổ điển, truyền thống hữu linh là suối nguồn vừa của hiểu biết vừa của các giá trị xã hội. Ngày nay, lần đầu tiên trong lịch sử, một nền văn minh đang cố gắng tự xây dựng trong khi vừa bám víu một cách tuyệt vọng vào truyền thống hữu linh để minh chứng cho những giá trị của mình, vừa từ bỏ truyền thống ấy trên tư cách suối nguồn của hiểu biết, của *chân lí*. Các xã hội “khai phóng” của phương Tây vẫn đang truyền dạy, mặc dù hơi hợt, nền tảng đạo đức của họ như một nãi lâu lộn mửa bao gồm ý thức Do thái-Kitô giáo, chủ nghĩa tiên bộ duy khoa học, niềm tin vào quyền tự nhiên của con người, và chủ nghĩa vị lợi duy thực tiễn. Các xã hội mác xít

vẫn rao giảng tôn giáo duy vật biện chứng của lịch sử; cái khung đạo đức trông bề ngoài có vẻ chắc chắn hơn đạo đức của các xã hội khai phóng, nhưng có thể lại là dễ vỡ hơn, do chính cái cứng rắn đã làm nên sức mạnh của nó cho đến nay. Dù sao đi nữa, những hệ thống đã bén rễ trong chủ nghĩa hữu linh này nằm ngoài sự hiểu biết, nằm ngoài chân lí, xa lạ, và rốt cuộc là *chống lại* khoa học, mà những hệ thống nay chỉ muốn sử dụng, nhưng không tôn trọng và phục vụ. Đã “li dị” quá xa nhau, sự đối trá quá lộ liễu đã trở thành ám ảnh và giằng xé lương tri của bất cứ người nào có một chút văn hóa, một chút trí tuệ, và mang trong lòng mỗi âu lo đạo đức vốn chính là nguồn gốc của mọi sáng tạo. Trong xã hội con người, đó chính là những kẻ đang hoặc sẽ mang nặng trách nhiệm đối với xã hội và đối với văn hóa trong quá trình tiến hóa.

Nỗi đau trong tâm hồn hiện đại, chính là sự đối trá ấy, nằm sâu trong gốc rễ của con người đạo đức và xã hội. Chính nỗi đau ấy, được chẩn đoán ra một cách ít nhiều mơ hồ, làm nảy sinh một tâm thức e ngại nếu không muốn nói là thù hận, dù sao cũng là ghét bỏ, nảy sinh trong biết bao nhiêu người, khi họ đối diện với văn hóa khoa học. Trong đa số trường hợp, để bộc phát, tâm thức ghê sợ này hướng về những phó sản phẩm công nghệ của khoa học: bom nguyên tử, sự tàn phá môi trường, mức dân số tăng một cách đe dọa. Hẳn rồi, có thể dễ dàng trả lời rằng công nghệ không phải là khoa học, và mặt khác việc sử dụng năng lượng nguyên tử sẽ là thiết yếu cho sự sống còn của loài người; rằng việc thiên nhiên bị tàn phá chỉ tố cáo một nền công nghệ chưa chín muồi, chứ không phải vì quá nhiều công nghệ; rằng bùng nổ dân số là bởi vì hàng triệu trẻ em được cứu sống mỗi năm: phải chăng nên để cho chúng chết đi như trong quá khứ?

Diễn ngôn trên thực hời hợt, lẫn lộn những triệu chứng bên ngoài với các nguyên nhân sâu xa của căn bệnh. Chính thông điệp cốt yếu của khoa học mới là đi đầu đích thực bị từ chối. Nỗi lo sợ, chính là nỗi lo sợ làm ô uế

những gì thiêng liêng: sự xúc phạm đến các giá trị. Điều này hoàn toàn có cơ sở. Quả đúng như thế, khoa học xúc phạm đến các giá trị. Tác động không trực tiếp, vì khoa học không phán xét các giá trị, mà *có bốn phận* không biết đến các giá trị. Thế nhưng nó làm phá sản mọi sự sáng tạo bản thể bằng huyền thoại hay bằng triết học mà truyền thống hữu linh, từ những thổ dân châu Úc cho tới những nhà duy vật biện chứng luận, lấy làm điểm tựa cho hệ thống giá trị, đạo đức, trách nhiệm, luật pháp, sự cấm đoán.

Nếu Con Người chấp nhận thông điệp nói trên với tất cả các ý nghĩa của nó, chắc chắn đã đến lúc hắn phải tỉnh dậy từ giấc mộng dài ngàn năm, để khám phá ra sự cô độc tuyệt đối của mình, sự khác lạ triệt để của mình. Con Người nay đã biết rằng, như một kẻ du mục, hắn ở bên lề của vũ trụ trong đó hắn phải sống. Cái vũ trụ không nghe thấy giai điệu của hắn, vô cảm với những hi vọng cũng như những khổ đau, hay cả những tội ác, của hắn.

Nhưng, vậy thì ai xác định được thế nào là tội ác? Ai nói được về cái thiện và cái ác? Tất cả những hệ thống truyền thống đều đặt đạo lý và các giá trị ngoài tầm tay Con Người. Hắn không là chủ sở hữu của các giá trị; chính các giá trị tự áp đặt lên hắn, và là chủ sở hữu của hắn. Ngày nay hắn đã biết rằng các giá trị chỉ thuộc về riêng hắn, và một khi cuối cùng trở thành chủ sở hữu của các giá trị, hắn lại cảm thấy hình như chúng đang tan rã dần trong cái chân không vô cảm của vũ trụ. Chính

khi ấy là lúc con người hiện đại quay lại đối diện, hay phải nói chống đối, khoa học. Khoa học mà con người bây giờ đã đo lường được cái quyền lực tàn phá khủng khiếp, không chỉ các thể xác, mà *còn* tàn phá chính tâm hồn.

*

* *

Các giá trị và sự hiểu biết

Bấu víu vào đâu? Phải chăng cần chấp nhận, một lần cho mãi mãi, là chân lí khách quan và diễn ngôn về các giá trị vĩnh viễn hiện ra như những lĩnh vực xa lạ với nhau, không thể xâm nhập lẫn nhau. Đó là thái độ của hầu như đa số những tư tưởng gia hiện đại, dù cho họ là những nhà văn, triết gia, hay những nhà khoa học. Tôi cho rằng thái độ ấy không chỉ không thể chấp nhận được, đối với tuyệt đại đa số con người, vì nó chỉ có thể duy trì và hằn sâu thêm sự lo sợ, mà còn vì thái độ ấy là tuyệt đối sai lầm, bởi vì hai lí do cốt yếu:

- trước hết, và thật rõ ràng, bởi vì các giá trị và sự hiểu biết là luôn luôn và cần thiết phải thế, liên kết với nhau trong hành động cũng như trong ngôn từ;

- sau nữa, và nhất là bởi vì, *sự xác định thế nào là hiểu biết “đích thực”, khi phân tích đến cùng, dựa trên một định đề thuộc phạm trù đạo lí.*

Mỗi điểm nói trên cần được triển khai thêm, ngắn gọn thôi. Đạo lí và sự hiểu biết liên kết với nhau một cách không thể tránh khỏi, vừa trong hành động, vừa do bởi hành động. Hành động là vận dụng, cũng là chất vấn, *cùng một lúc*, hiểu biết và các giá trị. Hành động nào cũng mang ý nghĩa của một đạo lí, phục vụ hay phản bác một số giá trị nào đó; hoặc là tạo thành, hay nhằm tạo thành, một sự chọn lựa giá trị. Nhưng mặt khác, trong bất kì hành động nào cũng cần thiết có một hiểu biết nào đó, đồng thời trong chiều ngược lại, hành động là một trong hai nguên gốc cần thiết của hiểu biết.

Trong một hệ tư tưởng hữu linh, sự giao thoa giữa đạo lí và sự hiểu biết không đưa đến xung đột, bởi vì tư tưởng hữu linh tránh né mọi sự phân biệt triệt để giữa hai phạm trù đó: nó coi chúng như hai bộ mặt của một hiện thực. Ý tưởng về một đạo lí xã hội đặt nền tảng trên những “quyền” giá

định như “tự nhiên” của con người, biểu thị một thái độ như thế, và thái độ ấy cũng thể hiện trong những cố gắng giải thích nền đạo đức tiềm ẩn trong chủ nghĩa Mác, nhưng với một cách thức có hệ thống và khẳng định hơn nhiều.

Kể từ khi người ta coi định đề khách thể như một điều kiện cần cho mọi chân lý trong hiểu biết, một sự phân biệt triệt để, không thể thiếu trong cuộc truy tìm bản thân chân lý, đã được thiết lập giữa hai phạm trù đạo lý và hiểu biết. Bản thân sự hiểu biết loại trừ tất cả những phán đoán về giá trị (ngoài phán đoán về “giá trị khoa học luận”); trong khi đạo lý, mà bản chất là *không khách quan*, đã bị vĩnh viễn loại ra ngoài phạm vi hiểu biết.

Cuối cùng thì chính sự phân biệt triệt để đó, đặt ra như một tiên đề¹²³, đã sáng tạo nên khoa học. Tôi muốn lưu ý ở đây rằng, nếu sự kiện này, duy nhất trong lịch sử văn hóa, đã xảy ra tại Tây phương Kitô giáo thay vì tại một nền văn minh khác, thì một phần nào có thể là vì Nhà thờ đã chấp nhận một sự phân biệt cơ bản giữa phạm vi thiêng liêng và phạm vi thế tục. Sự phân biệt này không chỉ cho phép khoa học đi tìm những con đường riêng của nó (với điều kiện là không lấn bước sang địa hạt thiêng liêng), mà còn chuẩn bị cho tâm trí đi đến sự phân biệt triệt để hơn rất nhiều, được nguyên lý khách thể đặt ra. Người phương Tây có thể có ít nhiều khó khăn để hiểu rằng, đối với một số tôn giáo, không có, và không thể có, bất kỳ một phân biệt nào giữa cái thiêng liêng và cái thế tục. Với Ấn Độ giáo thì tất cả đều thuộc địa hạt thiêng liêng; ngay cả khái niệm “thế tục” cũng là điều không thể hiểu nổi.

Trên đây chỉ là một điều đề trong ngoặc. Chúng ta trở lại thực tại. Định đề khách thể, bằng cách tố cáo “giao ước cổ xưa, đã đồng thời ngăn chặn mọi sự lẫn lộn giữa những phán đoán của hiểu biết và những phán đoán giá trị. Nhưng điều còn lại vẫn là: không thể tránh khỏi việc hai phạm trù này

kết hợp với nhau trong hành động, kể cả hành động diễn ngôn. Vậy thì, để trung thành với nguyên tắc, chúng ta sẽ phán định rằng mọi diễn ngôn (hay hành động) chỉ có thể được coi là có ý nghĩa, là *chân xác*, khi (hay trong mức độ mà) nó biểu lộ rõ, và duy trì sự phân biệt hai phạm trù được nó liên kết. Khái niệm chân xác, được định nghĩa như vậy, trở thành một vùng đất chung, nơi cùng hiện hữu đạo lý và hiểu biết: nơi mà các giá trị cùng với chân lý, liên kết với nhau nhưng không bị lẫn lộn, biểu lộ toàn bộ ý nghĩa của chúng trước những người chăm chú nghe sự cộng hưởng của chúng. Ngược lại, một diễn ngôn *không chân xác*, trong đó hai phạm trù kia bị đùn đẩy và lẫn lộn, chỉ có thể đem lại những cái vô nghĩa nguy hại nhất, những đối trá tội phạm nhất, cho dù qua con đường vô thức.

Chúng ta thấy rõ rằng, chính trong luận văn “chính trị” (tôi vẫn hiểu “luận văn” trong nghĩa của Descartes) mà sự hòa tan đó được áp dụng một cách thường xuyên và có hệ thống nhất. Và hành xử này không phải chỉ do những người có thiên hướng chính trị. Bản thân các nhà khoa học, khi ra khỏi phạm vi của họ cũng thường tỏ ra không thể phân biệt giữa hai phạm trù hiểu biết và giá trị, một cách nguy hiểm.

Nhưng trên đây lại là một điếu đùng trong ngoặc nữa. Chúng ta trở lại nguồn gốc của hiểu biết. Chúng tôi đã phát biểu rằng tư tưởng hữu linh không muốn và không thể xác lập sự phân biệt tuyệt đối giữa những đề xuất của hiểu biết và của sự phán định giá trị: Bởi vì nếu Vũ trụ có một ý định, dù được nguy trang kĩ lưỡng đến đâu đi nữa, thì sự phân biệt như thế đâu còn ý nghĩa gì nữa? Trong một hệ khách thể, ngược lại, mọi hòa đồng giữa hiểu biết và giá trị đều *bị cấm đoán*. Nhưng (và đây là điểm cốt yếu, khớp nối logic kết hợp hiểu biết và giá trị ở tận gốc rễ) sự cấm đoán này, “giới luật đầu tiên” đặt nền móng cho hiểu biết khách quan, bản thân nó không phải và không thể khách quan: đó chính là một quy tắc đạo đức, một *kỉ luật*. Sự hiểu biết chân chính không biết đến các giá trị, nhưng để đặt

nền móng cho nó cần đến một phán đoán, hay chính xác hơn, một *tiên đề* về giá trị. Hiển nhiên là việc đặt ra định đề khách thể như điều kiện của hiểu biết chân chính *đặt ra một chọn lựa đạo lý chứ không phải một phán đoán của hiểu biết, bởi lẽ, theo bản thân định đề đó, không thể có hiểu biết “chân chính” trước* khi có sự chọn lựa mang tính trọng tài này. Để xây dựng *chuẩn mực* cho hiểu biết, định đề khách thể xác định một *giá trị*, tức là chính bản thân sự hiểu biết khách quan. Cho nên, việc chấp nhận định đề khách thể chính là phát biểu mệnh đề cơ bản của một đạo lý: *đạo lý của sự hiểu biết*.

Đạo lý của sự hiểu biết

Trong đạo lý của sự hiểu biết, chính *sự chọn lựa đạo lý một giá trị nguyên thủy, lấy sự hiểu biết làm nền tảng*. Qua điểm này, đạo lý ấy khác biệt triệt để với những đạo lý hữu linh, vốn đều muốn xây dựng nền tảng trên “sự hiểu biết” những quy luật tự tại, tôn giáo, hay “tự nhiên”, mà đáng nhẽ con người phải khuất phục. Đạo lý của sự hiểu biết không áp đặt lên con người; mà *ngược lại, chính con người tự áp đặt nó cho mình* khi đặt ra *như tiên đề* về điều kiện của sự xác tín đối với mọi diễn ngôn hay mọi hành động. Bản *Luận văn về phương pháp* đề nghị một nhận thức luận chuẩn mực, nhưng cũng cần phải đọc luận văn ấy trước hết như sự trăn trở về đạo đức, về sự khổ hạnh của tinh thần.

Đến lượt nó, diễn ngôn chân xác ấy đặt nền tảng cho khoa học, và trao cho con người những quyền lực vô biên mà, ngày nay, vừa làm cho hấn phong phú hơn vừa đe dọa hấn, vừa giải phóng hấn lại vừa có thể nô lệ hóa hấn. Các xã hội hiện đại, được đan dệt bằng khoa học, sống bằng những sản phẩm của khoa học, trở nên phụ thuộc vào nó như người nghiện phụ thuộc vào ma túy. Các xã hội hiện đại thủ đắc quyền lực vật chất nhờ vào

đạo lí nền tảng của hiểu biết, và mang sự yếu kém đạo đức do việc các hệ thống giá trị, mà các xã hội đó vẫn cố gắng quy chiếu vào, lại đã bị chính những hiểu biết tàn phá. Mâu thuẫn này có tính huỷ diệt. Chính nó đang đào sâu cái vực thẳm chúng ta thấy đang mở ra dưới chân. Đạo lí của sự hiểu biết, cái sáng tạo nên thế giới hiện đại, là đạo lí duy nhất tương thích với thế giới này, đạo lí duy nhất có khả năng hướng dẫn sự tiến hóa của nó, một khi được hiểu rõ và chấp nhận.

*

* *

Hiểu rõ và chấp nhận, có thể chăng? Nếu đúng, như tôi tin thế, rằng sự lo âu về nỗi cô độc và sự đòi hỏi một giải thích toàn bộ và bức thiết, là bẩm sinh; rằng di sản để lại cho chúng ta, từ quá khứ sâu thẳm, không chỉ có tính văn hóa, mà còn chắc hẳn là di truyền; người ta có thể nghĩ rằng cái đạo lí khắc khổ, trừu tượng, và kiêu hãnh đó có thể xoa dịu lo âu, thoả mãn những đòi hỏi? Tôi không biết trả lời. Nhưng, cuối cùng thì có lẽ cũng không phải là hoàn toàn không thể. Phải chăng, còn hơn là một sự “giải thích”, mà đạo lí của sự hiểu biết không mang lại được, con người còn cần đến việc vượt qua chính mình, và cần đến sự siêu việt số phận? Sức mạnh của giấc mộng xã hội chủ nghĩa vĩ đại, vẫn luôn sống trong các tâm hồn, hình như làm bằng chứng cho điều ấy. Không một hệ thống giá trị nào có thể mang tham vọng trở thành một nền đạo lí chân chính nếu không đề xuất một lí tưởng siêu việt lên trên các cá nhân, đến mức độ có thể làm cho sự hi sinh trở thành chính đáng, khi cần thiết.

Do tham vọng cao của nó, đạo lí của sự hiểu biết có lẽ có thể thoả mãn yêu cầu tự vượt qua mình. Đạo lí ấy xác định một giá trị siêu việt, sự hiểu biết chân chính, và đề xuất cho con người, không phải sử dụng nó, mà chọn lựa phục vụ cho nó, một cách có cân nhắc và có ý thức. Tuy nhiên đạo

lí ấy cũng là một chủ nghĩa nhân bản, vì nó tôn trọng trong con người tính sáng tạo và sự gìn giữ tính siêu việt ấy.

Đạo lí của sự hiểu biết, trong một nghĩa nào đó, cũng là sự “hiểu biết về đạo lí”, về những xung động, những đam mê, những đòi hỏi, và những giới hạn của tồn tại sinh học. Trong con người, đạo lí ấy biết nhìn ra loại động vật, không phi lí, nhưng lạ kì, quý giá chính ở tính kì lạ đó, một tồn tại mà, do đồng thời thuộc về cả hai lĩnh vực: sinh quyển và vương quốc của tư tưởng, nên vừa bị lưỡng tính xâu xé đó dần vật vừa được nó làm cho phong phú thêm; lưỡng tính này được thể hiện qua nghệ thuật và thi ca, cũng như trong tình yêu của con người.

Những hệ tư tưởng hữu linh, ngược lại, tất cả đã ít hay nhiều muốn bỏ qua, hạ thấp; hay áp bức con người sinh học, làm cho nó cảm thấy ghê tởm, hay hãi sợ về một vài nét gắn chặt với tình trạng động vật của nó. Để bù lại, đạo lí của sự hiểu biết khuyến khích con người tôn trọng và đảm nhận di sản đó, trong khi vẫn biết chế ngự nó khi cần thiết. Còn về những giá trị nhân văn cao cả, lòng can đảm, tính vị tha, sự hào phóng, tham vọng sáng tạo, đạo lí của sự hiểu biết, trong khi nhận thức được ngu ồn gốc xã hội-sinh học của các giá trị này, cũng vẫn khẳng định giá trị siêu việt của chúng đang phục vụ cho lí tưởng mà giá trị siêu việt đó xác định.

*

* *

Đạo lí của sự hiểu biết và lí tưởng xã hội chủ nghĩa

Rốt cuộc, theo quan điểm của tôi, đạo lí của sự hiểu biết là thái độ duy nhất vừa duy lí lại vừa cố ý mang tính lí tưởng, dựa trên đó người ta có thể xây dựng một chủ nghĩa xã hội đích thực. Giấc mộng vĩ đại của thế kỉ 19 vẫn sống trong những tâm hồn tuổi trẻ, với một cường độ đau đớn. Sự đau

đón phát sinh từ những phản bội mà lí tưởng đó đã phải chịu đựng, và những tội ác thực thi nhân danh nó. Thực là bi thảm, nhưng có lẽ đã không thể khác, khi khát vọng sâu xa đó chỉ tìm thấy triết lí của mình dưới dạng một chủ nghĩa hữu linh. Có thể dễ dàng thấy rằng phép tiên tri duy lịch sử mà nền tảng là phép duy vật biện chứng, ngay từ khi ra đời đã mang gánh nặng của tất cả những đe dọa, mà quả nhiên chúng đã đổ xuống. Có lẽ còn tệ hại hơn những chủ thuyết hữu linh khác, thuyết duy vật lịch sử dựa trên một sự nhập nhằng toàn bộ giữa hai phạm trù giá trị và hiểu biết. Chính bản thân sự nhập nhằng đó đã cho phép chủ thuyết này tuyên bố, trong một diễn ngôn phi chân xác tận gốc rễ, rằng nó đã xác lập “một cách khoa học” những quy luật của lịch sử mà con người không còn phương cách và nhiệm vụ nào khác là tuân theo, nếu không muốn tan vào hư vô.

Phải từ bỏ một lần cho mãi mãi cái ảo vọng này, khi không chết người thì nó lại là ấu trĩ. Làm sao và khi nào mà một chủ nghĩa xã hội chân xác lại có thể được xây dựng trên một hệ tư tưởng phi chân xác về bản chất, một sự giễu nhại của khoa học mà nó có tham vọng lấy làm bệ đỡ, với thành tín trong ý thức của các tín đồ. Hi vọng duy nhất của chủ nghĩa xã hội không nằm trong một sự “xét lại” cái hệ tư tưởng đã thống trị nó kể từ hơn một thế kỉ, mà nhờ ở sự từ bỏ toàn bộ hệ tư tưởng này.

Vậy chúng ta tìm về đâu nguồn gốc của chân lí và cảm hứng đạo đức cho một chủ nghĩa nhân bản xã hội thực sự *khoa học*, nếu không tìm về cội rễ của bản thân khoa học, trong cái đạo lí đã xây dựng nền tảng cho hiểu biết; và đưa hiểu biết, bằng sự chọn lựa tự do, trở thành giá trị tối cao, thước đo và sự bảo đảm cho tất cả các giá trị? Đạo lí đó đặt nền tảng trách nhiệm đạo đức trên chính sự tự do của sự chọn lựa có tính tiên đề này. Được chấp nhận như nền tảng của những định chế xã hội và chính trị, như thước đo cho tính xác tín và giá trị của chúng, chỉ có đạo lí của sự hiểu biết mới có thể dẫn đến chủ nghĩa xã hội. Đạo lí này đòi hỏi những thể chế

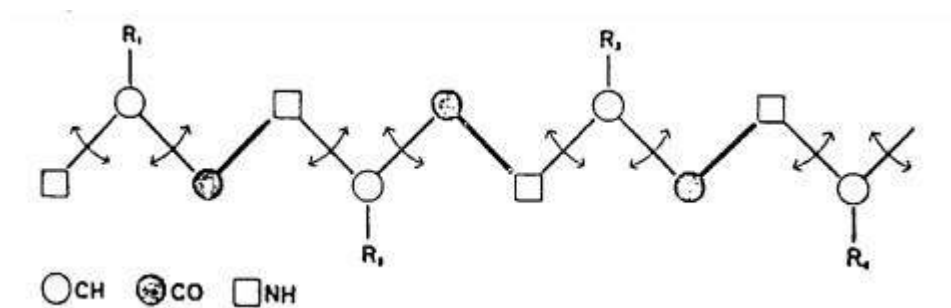
được kiến tạo riêng để bảo vệ, phát triển và làm phong phú thêm Vương quốc siêu việt của tư tưởng, của hiểu biết, và của sáng tạo. Vương quốc trong tâm hồn con người, nơi mà ngày càng được giải phóng khỏi những ràng buộc vật chất cũng như những sự phức tạp đối trá của tư tưởng hữu linh, cuối cùng hẳn có thể sống một cách chân xác, được bảo vệ bởi những thể chế, mà qua việc nhìn nhận nơi con người kẻ vừa là đối tượng vừa là tác giả của Vương quốc đó, có nhiệm vụ phục vụ con người trong tính chất độc đáo nhất và quý giá nhất của hắn.

Có thể đây là một vương quốc không tưởng. Nhưng không phải một giấc mộng ảo điên. Đó là một ý tưởng áp đặt sự hiện diện của nó chỉ bằng sức mạnh của tính cố kết logic. Đó là kết luận mà cuộc truy tìm sự chân xác nhất thiết phải dẫn đến. Giao ước cổ xưa đã gây đổ; cuối cùng con người biết rằng hắn cô đơn trong khoảng vô biên của vũ trụ, nơi mà hắn đã ngẫu nhiên hợp trội ra. Không chỉ là số phận của hắn, mà bốn phận của hắn cũng không được viết ra ở bất cứ nơi nào. Dành cho hắn là sự chọn lựa giữa thiên đường và địa ngục.

PHỤ LỤC

I. Cấu trúc các protein

Protein là đại phân tử được cấu thành, qua quá trình pô-ly-meolyme hóa tuyến tính, từ các chất gọi là “axit amin”. Cấu trúc chung của các chuỗi “polypeptit” được tạo ra từ quá trình polyme-hóa này là như sau:



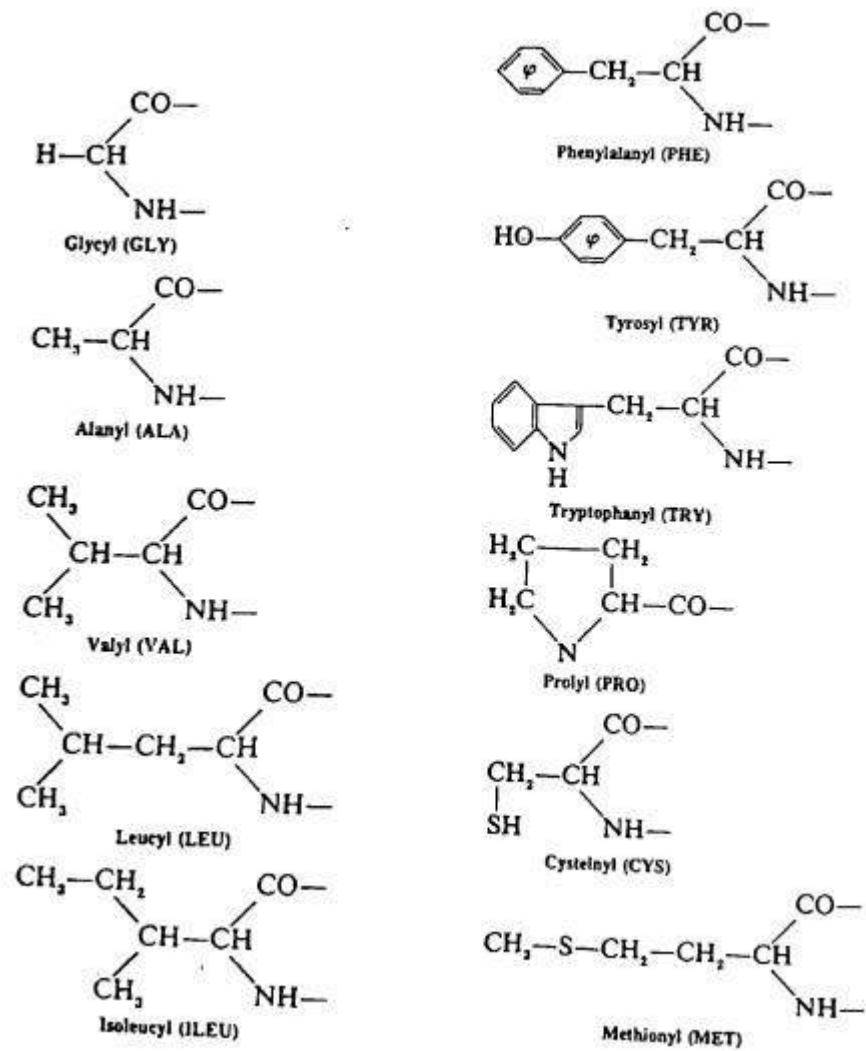
Trong biểu diễn này, các hình tròn màu trắng và đen và các hình vuông màu trắng tương ứng với các nhóm kết nối nguyên tử (O - CH; ● = CO; □ = NH), còn các chữ R₁, R₂, v.v. biểu diễn các gốc hữu cơ khác nhau. Hai mươi gốc axit amin là thành phần phổ quát của protein được biểu diễn trong bảng I.

Chúng ta thấy chuỗi polypeptit bao gồm ba loại liên kết giữa các nguyên tử, hay các nhóm nguyên tử, cụ thể là:

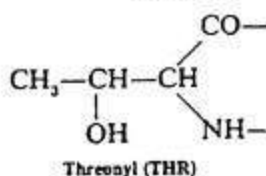
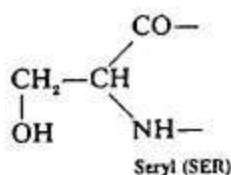
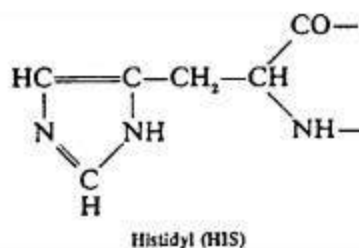
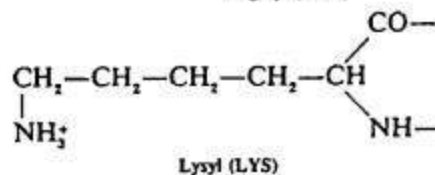
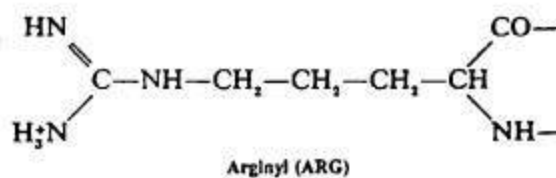
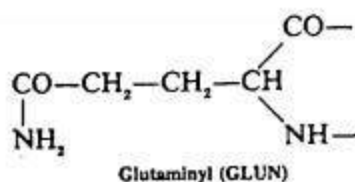
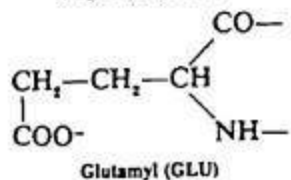
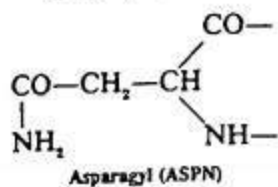
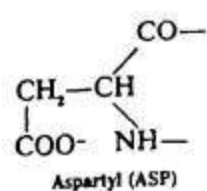
1. giữa hình tròn màu trắng và hình tròn màu đen (CH — CO);
2. giữa hình tròn màu trắng và hình vuông màu trắng (CH — NH);
3. giữa hình tròn màu đen và hình vuông màu trắng (CO — NH).

BẢNG I: CÁC GỐC AXIT AMIN

I) Các gốc kỵ nước



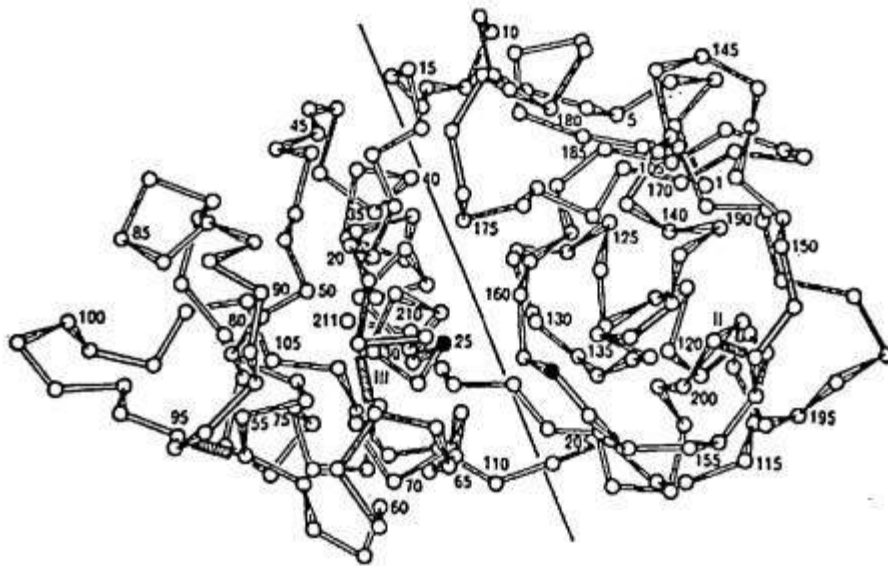
II) Các gốc ưa nước



Liên kết thứ ba này (được gọi là liên kết “peptit”) là cứng (các đường đậm trong hình *cấu trúc chung của các chuỗi “polypeptit”*): nó làm cho những nguyên tử mà nó kết nối, trở nên bất động so với nhau. Ngược lại, hai liên kết khác cho phép một sự quay vòng tự do (mũi tên đứt nét) của các nguyên tử quanh nhau. Điều này cho phép các sợi polypeptit gấp lại một cách cực kì phức tạp và đa dạng, về nguyên tắc, chỉ có sự bẽbộn trong không gian của các nguyên tử (nhất là những nguyên tử cấu thành nên các gốc R1, R2, v.v.) là giới hạn những khả năng gấp lại này.

Tuy nhiên (xem lại phần *Cấu trúc sơ khởi và cấu trúc dạng cầu của các protein – Chương 5*) trong các protein hình cầu nguyên thủy, tất cả các

phân tử của cùng một kiểu hóa học (được xác định bởi chuỗi các gốc trong chuỗi) đều thuận theo cùng một cấu hình gập lại. Hình 5 biểu diễn sơ đồ đường đi của chuỗi polypeptit trong một enzyme, papain. Chúng ta có thể thấy đường đi này phức tạp như thế nào và có vẻ như không cố kết.



Hình 5: Sơ đồ biểu diễn những sự gập lại của chuỗi peptit trong phân tử papain.

(J. Drenth, J.N. Jansonius, R. Koekoek, H.M. Swen và B.G. Wolthers, *Nature*, 218, trang 929-932 (1968))

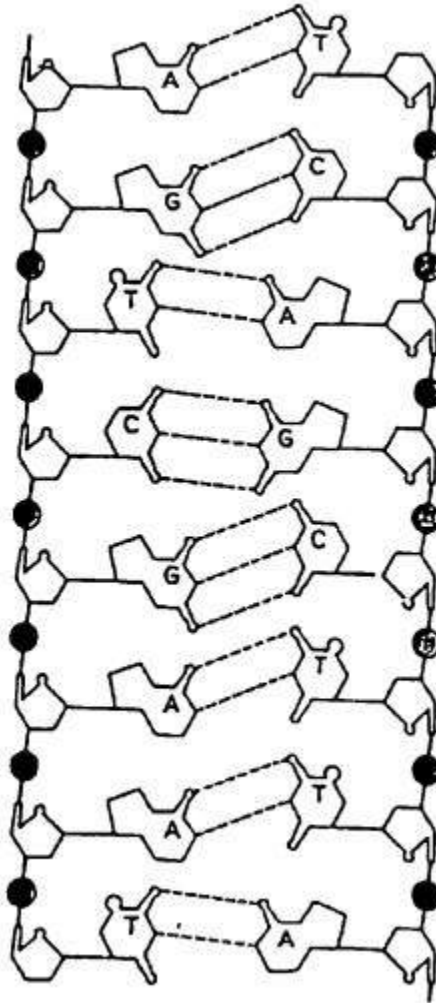
2. Axit nucleic

Axit nucleic là đại phân tử sinh từ sự polyme hóa tuyến tính của các chất được gọi là “nucleotit”. Chúng được hình thành bởi sự kết hợp, một mặt là, một đường với một bazơ nitơ, và mặt khác là với một gốc axit phosphoric. Sự polyme hóa diễn ra thông qua các sự hợp nhóm axit phosphoric vốn kết hợp mỗi gốc đường với cái phía trước và cái tiếp theo, do đó tạo thành một chuỗi “polynucleotit”.

Trong ADN (axit deoxyribonucleic) người ta thấy có bốn nucleotit, khác nhau ở cấu trúc bazơ nitơ cấu thành. Bốn bazơ này gọi là adenine, guanine, cytosine và thymine, được kí hiệu chung là A, G, C và T. Đây là những chữ của bảng chữ cái di truyền. Vì những lí do lập thể, adenine (A) trong ADN có xu hướng tạo ra, một cách tự phát, một kết hợp không đồng hóa trị với thymine (T), trong khi guanine (G) lại kết hợp với cytosine (C).

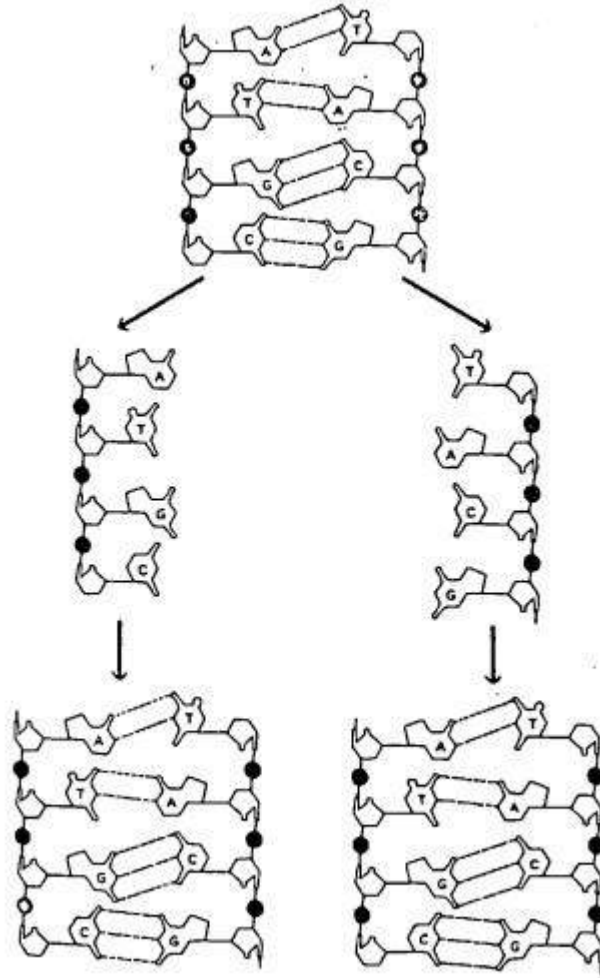
ADN được cấu thành bởi *hai* sợi polynucleotit được kết hợp thông qua những liên kết không đồng hóa trị đặc thù này. Trong sợi đúp, A của một sợi được kết hợp với T của sợi kia, G với C, T với A và C với G. Hai sợi này vì thế là *bù nhau*.

Cấu trúc này được biểu diễn bằng sơ đồ ở hình dưới đây, ở đó các hình ngũ giác biểu trưng cho các gốc đường, các hình tròn màu đen biểu trưng cho các nguyên tử photpho vốn đảm bảo tính liên tục của mỗi chuỗi, trong khi các hình vuông được đánh dấu A, T, G, C biểu diễn các bazơ được ghép thành cặp (A-T; G-C; T-A; C-G) nhờ các tương tác không đồng hóa trị, được vẽ bằng đường chấm chấm, cấu trúc có thể chứa mọi chuỗi có thể có của các cặp. Nó không phải bị giới hạn về chiều dài.



Việc *nhân đôi* của phân tử này tiếp diễn bằng cách tách hai sợi, tiếp theo là sự khôi phục hai phần bù, nucleotit này r ồi nucleotit khác. Chúng ta biểu thị đi ều này bằng các kí hiệu đơn giản hóa và tự giới hạn ở bốn cặp, như cách thể hiện trong hình vẽ sau.

Mỗi trong hai phân tử tổng hợp bằng cách đó chứa một sợi của phân tử mẹ và một sợi tân tạo bằng các sự ghép cặp đặc thù, từng nucleotit một. Hai phân tử này đ ồng nhất với nhau và đ ồng nhất với phân tử mẹ. Cơ chế của sự bất biến nhân đôi là như thế, rất đơn giản về nguyên tắc.



Các đột biến phát sinh từ các kiểu tình cờ khác nhau vốn có thể ảnh hưởng đến cơ chế vi mô này. Ngày nay chúng ta đã hiểu khá rõ cơ chế hóa học của một vài kiểu tình cờ. Ví dụ việc thay thế một cặp nucleotit bằng một cặp khác là do việc các bazơ nito có thể, ngoài trạng thái “bình thường” của chúng, chấp thuận một cách đặc biệt và tạm thời một mô thức tautome trong đó khả năng ghép cặp đặc thù của bazơ là bị “đảo ngược” theo cách nào đó (ví dụ bazơ C, trong mô thức “đặc biệt”, ghép cặp với A chứ không với G). Chúng ta biết đến các tác nhân hóa học vốn làm tăng đáng kể xác suất, tức là tần số, của những sự ghép cặp “bất hợp pháp” này. Những tác nhân này là những tác nhân gây đột biến mạnh.

Các tác nhân hóa học khác, có khả năng xen vào giữa các nucleotit trong sợi ADN, làm biến dạng nó và do đó tạo ưu thế cho các sự tình cờ như khuyết đoạn hay thêm vào một hay nhiều nucleotit.

Cuối cùng các bức xạ ion hóa (tia X và tia vũ trụ) đặc biệt gây ra các kiểu khuyết đoạn hay “sắp lộn” khác nhau.

3. Mã di truyền

Cấu trúc và các thuộc tính của một protein được xác định bởi chuỗi các axit amin (thứ tự tuyến tính) trong polypeptit (xem trang 156). Chuỗi này được xác quyết bằng chuỗi các *nucleotit* trong một phân đoạn sợi ADN. Mã di truyền (*theo nghĩa hẹp*) là quy tắc liên kết một chuỗi polypeptit với một chuỗi polynucleotit cho trước.

Vì có 20 gốc axit amin cần định ra và chỉ có 4 “kí tự” (4 nucleotit) trong bảng chữ cái của ADN, cần có vài nucleotit để định rõ một axit amin. Mã, thực ra là các “bộ ba”: mỗi axit amin được định ra bởi một chuỗi *ba nucleotit*. Những nucleotit tương ứng được đưa ra trong bảng ở trang 302.

Trước hết chúng ta cần lưu ý rằng bộ máy dịch không trực tiếp sử dụng các chuỗi nucleotit của ADN, mà những sự “phiên mã” một trong hai sợi ra thành một polynucleotit một nhánh, polynucleotit này được gọi là “axit ribonucleic thông tin” (ARN thông tin). Các polynucleotit ở RNA khác các ADN bởi một vài chi tiết về cấu trúc, nhất là ở việc thay thế bazơ uracil (U) bằng bazơ thymine (T). Vì ARN thông tin dùng khuôn mẫu để lắp ghép tuần tự các axit amin vốn sẽ tạo nên polypeptit, mã được biểu thị trong bảng này qua cách viết theo bảng chữ cái của ARN chứ không phải của ADN.

BẢNG II: MÃ DI TRUYỀN

I	II	U	C	A	G	III
U		PHE	SER	TYR	CYS	U
		PHE	SER	TYR	CYS	C
		LEU	SER	vô nghĩa	vô nghĩa	A
		LEU	SER	vô nghĩa	TRY	G
C		LEU	PRO	HIS	ARG	U
		LEU	PRO	HIS	ARG	C
		LEU	PRO	GLUN	ARG	A
		LEU	PRO	GLUN	ARG	G
A		ILEU	THR	ASPN	SER	U
		ILEU	THR	ASPN	SER	C
		ILEU	THR	LYS	ARG	A
		MET	THR	LYS	ARG	G
G		VAL	ALA	ASP	GLY	U
		VAL	ALA	ASP	GLY	C
		VAL	ALA	GLU	GLY	A
		VAL	ALA	GLU	GLY	G

Ghi chú hình vẽ: Trong bảng này, chữ cái thứ nhất của mỗi bộ ba được đọc theo cột dọc bên trái, chữ cái thứ hai theo hàng ngang, chữ cái thứ ba theo cột dọc bên phải. Tên các gốc axit amin tương ứng được viết tắt (Bảng các gốc, trang 294-295).

Chúng ta thấy rằng là đối với hầu hết các axit amin, có nhiều cách kí hiệu khác nhau, dưới các dạng “bộ ba” nucleotit. Trong một bảng chữ cái

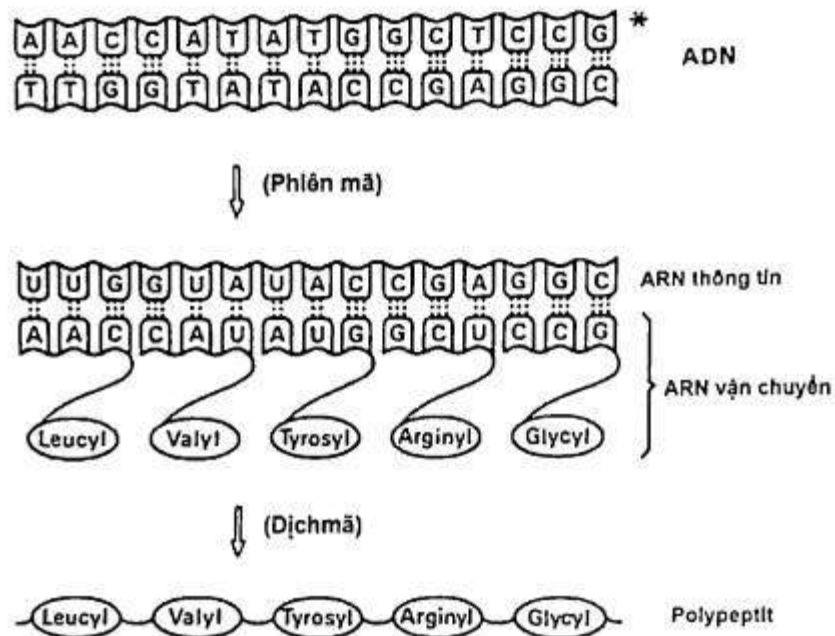
gồm bốn chữ, người ta thực sự có thể tạo thành $4^3 = 64$ “từ” có ba chữ cái. Vậy mà, chỉ có 20 gốc cần định ra.

Mặt khác, 3 bộ ba (UAA, UAG, UGA) được gọi là vô nghĩa, bởi vì chúng không chỉ định một axit amin nào. Tuy nhiên, chúng đóng một vai trò quan trọng như các dấu chấm câu trong khi đọc chuỗi nucleotit.

Cơ chế của việc dịch theo đúng nghĩa thực ra rất phức tạp, liên quan đến nhiều thành phần phân tử. Kiến thức về cơ chế này là không cần thiết cho việc hiểu văn bản. Chỉ cần đề cập đến các phần trung gian giữ chìa khóa cho việc dịch, nói gọn vậy. Đó là những ARN được gọi là “vận chuyển”. Đúng vậy, những phân tử này bao gồm:

1. một sự hợp nhóm “chấp thuận” các axit amin; một mặt, các enzyme đặc biệt nhận ra một axit amin, và mặt khác một ARN vận chuyển đặc biệt, và các enzyme này làm xúc tác cho sự kết hợp (đồng hóa trị) của axit amin với các phân tử ARN;

2. một chuỗi bù của từng bộ ba của mã, cho phép mỗi ARN vận chuyển ghép cặp với nhau bộ ba tương ứng của ARN thông tin.



Sự ghép đôi này xảy ra trong sự kết hợp với một thành phần phức tạp, ribosom, nói gọn là đóng vai trò cái “bàn thợ” để lắp ráp các thành phần khác nhau của cơ chế. ARN thông tin được đọc tuần tự. Đó là một cơ chế, vẫn chưa được hiểu rõ, cho phép ribosom dịch chuyển, qua bộ ba này rồi bộ ba khác, dọc theo chuỗi polynucleotit. Mỗi bộ ba đến lượt nó lại ghép cặp ở trên bề mặt của ribosom với ARN thông tin tương ứng, tức là ARN mang axit amin được định ra bởi bộ ba này. Một enzyme xúc tác ở mỗi giai đoạn cho sự hình thành một liên kết peptit giữa axit amin được mang trong ARN và axit amin phía trước, tại điểm cuối của chuỗi polypeptit đã được hình thành, và do đó mà chuỗi này được kéo dài thêm một đơn vị. Sau đó ribosom tiến triển thêm một bộ ba, và quá trình này lặp lại.

Hình vẽ trên biểu thị một sơ đồ nguyên lý của cơ chế vận chuyển thông tin tương ứng dưới một trình tự (được tùy chọn) trong ADN.

ARN thông tin, trong hình này, được giả định là sao bản lại từ sợi ADN được đánh dấu bằng một dấu sao. Trong thực tế, các ARN vận chuyển ghép cặp, cái này rồi cái tiếp, với ARN thông tin. Để rõ ràng, chúng tôi vẽ chúng ở đây ghép cặp cùng lúc.

4. Về ý nghĩa của định luật thứ hai của nhiệt động lực học

Ý nghĩa của nguyên lý thứ hai, entropy, “sự tương đương” giữa entropy âm và thông tin là những chủ đề đã được viết đến nhiều đến độ ai cũng do dự khi bàn lại ngắn gọn về chủ đề này. Một bài nhắc lại tuy thế có thể sẽ hữu ích cho vài độc giả.

Trong hình thức đầu tiên, thuần túy về mặt nhiệt động lực học (phát biểu của Clausius vào năm 1850, như một sự tổng quát hóa định lý của Carnot) nguyên lý thứ hai tiên đoán rằng, *trong một buồng bị cô lập về năng lượng*, mọi sự chênh nhiệt độ đầu tiên đến triệt tiêu một *cách tự phát*. Hoặc là, và điều này cũng quy về như vậy, nguyên lý chỉ ra rằng ở trong một buồng như thế, nơi nhiệt độ sẽ phải đồng đều, không thể xuất hiện những sự khác nhau về thế năng nhiệt học giữa các vùng khác nhau của hệ thống. Từ đó dẫn đến sự tất yếu tiêu thụ năng lượng để làm lạnh một cái tủ lạnh, chẳng hạn.

Vậy mà trong một buồng ở nhiệt độ đồng đều, nơi không còn sự khác nhau về thế năng nào, không có hiện tượng (vĩ mô) có thể xảy ra. Hệ thống này là trơ. Chính trong ý nghĩa này mà chúng ta nói rằng nguyên tắc thứ hai tiên đoán một sự *suy thoái* không thể tránh khỏi của năng lượng trong một hệ cô lập, chẳng hạn như vũ trụ. “Entropy” là lượng nhiệt động học đo mức độ suy thoái năng lượng của một hệ thống. Vì thế, theo nguyên tắc thứ hai, bất kì hiện tượng nào, tất yếu đi kèm với một sự gia tăng entropy bên trong một hệ thống nơi hiện tượng đó diễn ra.

Đó là sự khai triển lí thuyết động học của vật chất (hoặc cơ học thống kê), chắc hẳn đã tiết lộ ý nghĩa sâu sắc nhất và tổng quát nhất của nguyên lí thứ hai. “*Sự suy thoái năng lượng*”, hoặc sự gia tăng entropy, là một hệ quả, có thể dự đoán được về mặt thống kê, của các chuyển động va chạm ngẫu nhiên của các phân tử. Hãy xem xét ví dụ hai hộp ở nhiệt độ khác nhau được làm cho liên thông với nhau. Những phân tử “nóng” (tức là nhanh) và những phân tử “lạnh” (tức là chậm) di chuyển ngẫu nhiên trong hành trình của chúng từ buồng này sang buồng kia, và đi đầu này sẽ tất yếu làm triệt tiêu sự chênh lệch nhiệt độ giữa hai buồng. Chúng ta thấy, qua ví dụ này, rằng sự gia tăng entropy trong một hệ thống như vậy có liên quan đến sự gia tăng *sự hỗn loạn*: các phân tử chậm và nhanh, ban đầu tách biệt với nhau, giờ bị trộn lẫn và năng lượng tổng thể của hệ thống bị phân bố theo kiểu thống kê giữa mọi phân tử, do sự va chạm giữa chúng; hơn nữa, hai buồng, ban đầu có thể phân biệt được (qua nhiệt độ của chúng), trở nên tương đương. Trước khi trộn lẫn, công có thể được thực hiện bởi hệ thống, vì nó chứa một sự khác nhau về thế năng giữa hai buồng. Một khi đạt đến trạng thái cân bằng thống kê, không còn hiện tượng nào có thể xảy ra ở bên trong hệ thống.

Nếu sự gia tăng entropy là thước đo sự gia tăng *sự hỗn loạn* trong một hệ thống, sự gia tăng trật tự tương ứng với một sự giảm entropy hoặc, như đôi khi người ta thích nói, với một sự làm giàu về entropy âm (hoặc “entropy âm”). Tuy nhiên, mức độ trật tự của một hệ thống là có thể định nghĩa được bằng một ngôn ngữ khác: đó là thông tin. Trật tự của một hệ thống, trong ngôn ngữ này, là ngang bằng với số lượng thông tin cần thiết để *mô tả* hệ thống này. Từ đó có ý tưởng, do Szilard và Leon Brillouin đề xuất, về một sự tương đương nào đó giữa “thông tin” và “entropy âm” (xem ở đây). Ý tưởng vô cùng nhiều tiềm năng, nhưng có thể dẫn đến những sự khái quát hóa hay đồng hóa lí thú. Tuy nhiên coi rằng một trong những phát biểu

nền tảng của lí thuyết thông tin, cụ thể là sự truyền tải một thông điệp tất yếu đi kèm với một sự thất thoát nào đó của thông tin mà thông điệp đó chứa, là phát biểu tương đương trong ngành tin học, của nguyên lí thứ hai của nhiệt động học.

CHÚ THÍCH

[ND] Trong dịch phẩm này, những chú thích bắt đầu bằng [ND] là của người dịch. Học Viện Pháp quốc (Collège de France) là một cơ quan giáo dục của Pháp (không có cơ quan tương đương ở các nước khác trên thế giới), do vua François đệ nhất thành lập năm 1530 theo đề nghị của học giả Guillaume Budé. Đặc điểm của nó là do các học giả uy tín nhất trong từng bộ môn phụ trách thuyết giảng và mời các học giả uy tín khác trên thế giới đến thỉnh giảng, công chúng vào nghe tự do và không được cấp chứng chỉ. Ngoài chương trình này, học viện hoạt động như một viện nghiên cứu đa ngành hoàn toàn tự chủ. Các giáo sư của học viện do nguyên thủ quốc gia bổ nhiệm qua đề nghị của bộ trưởng bộ giáo dục. ↩

[ND] Theo nghĩa đen, sản phẩm thủ công hay công nghệ. ↩

[ND] Nguyên văn là “performance” với nghĩa thông thường là “hiệu suất” hay “hiệu năng” của một công cụ, ở đây tác giả dùng nghĩa cũ hơn, là “những gì làm được tốt”, tính chất về mặt sử dụng của một công cụ, thuật ngữ đã có là “tính năng”. ↩

[ND] Để dịch danh từ “être” nhiều người dùng chữ “hữu thể”, ví dụ “hữu thể và hư vô”/”l’être et le néant”, có âm hưởng bản thể luận trong triết học. Chọn lựa của chúng tôi là theo cách dịch khác cũng đã có, dùng động từ “être”/”tồn tại” như một danh từ “(cái) tồn tại”, vì trong văn cảnh của tác phẩm từ này chỉ có ý nghĩa vật chất.

↩

[ND] Tên viết tắt của cơ quan hàng không và vũ trụ Mỹ. ↩

[ND] Tên một khu rừng nổi tiếng, cách Paris khoảng 70km về phía nam, gần làng Barbizon, và bên trong có bãi đá Apremont. ↩

[ND] Nguyên văn là “artificiel”, vốn là thường được dịch là “nhân tạo”, nhưng cách dịch này không dùng được ở đây vì “nhân” có nghĩa là “người”. Thực ra nếu không vì cách dịch “nhân tạo” đã quá quen thuộc, “nghệ tạo” sát nghĩa hơn với từ “artificiel” hơn, vì giữ được gốc “art” mà nguyên nghĩa là “thủ công”, “công nghệ”. Tuy vậy, “tự nhiên/naturel” và “nhân tạo (nghệ tạo)/ artificiel” cho đến nay vẫn được cảm nhận như một cặp khái niệm đối lập. ↩

[ND] Thuật ngữ “đối xứng” (symétrie) ở đây được dùng trong nghĩa toán học hiện đại: tính bất biến qua một biến đổi nào đó, ví dụ phép quay, phép di chuyển... nó mở rộng khái niệm “đối xứng” trong hình học cổ điển.

↩

[ND] Quan sát từ chân lên đầu (hoặc ngược lại) một sinh vật có đối xứng tịnh tiến, có thể thấy nhiều cấu trúc giống nhau được lặp lại: khoang bụng, cặp chân/càng... ↩

[ND] Từ “téléonomie” được tạo thành bởi tiền tố “teleos” (mục đích) và tiếp tố “nomos” (luật). Thuật ngữ này đã từng được dịch là “luật mục đích”, nhưng ở đây chúng tôi dịch là “luật hướng đích” cho tự nhiên và rõ nghĩa hơn. Từ “luật” ở đây không có nghĩa “quy luật khoa học”, mà có nghĩa “quy định” (như trong “luật pháp”). Từ “téléonomie” (“teleonomy” trong tiếng Anh) do nhà sinh học Colin S. Pittendrigh sáng tạo năm 1958 để thay thế và chống lại mục đích luận (“téléologie” trong tiếng Pháp và “teleology” trong tiếng Anh) cổ điển mà theo đó mọi sinh vật chịu tác dụng của (và hành xử theo) “ý đồ” hướng về một mục đích định sẵn. Thuật ngữ “luật hướng đích” nhằm

chỉ quy luật (của những cơ chế sinh học trong sinh vật) làm sinh vật biến đổi về một mục đích, trong khi bản thân sinh vật không có một “ý đồ” nào.↩

[ND] Nguyên văn tiếng Latin là “*ne varietur*”.↩

[ND] Nguyên văn là “reproduction”, vừa có nghĩa “sinh sản” vừa có nghĩa “sao bản”. Chúng tôi dùng “sinh sản” một cách thống nhất, nhưng đôi khi cần mở rộng ý nghĩa “sinh sản” như “sự tự sao bản”, ví dụ như với các tinh thể.↩

Xem Phụ lục 4.↩

[ND] François Jacob, nhà sinh vật học, bạn và đồng sự với tác giả, được giải Nobel cùng với ông.

↩

[ND] Nguyên văn là “objectivité”, có nghĩa thông thường là “sự/tính khách quan”, đối lập với “sự/tính chủ quan”. Thuật ngữ “khách quan” không dùng để nói về tự nhiên nói chung, vì “khách quan” hay “chủ quan” đều là tính chất của một chủ thể có trí năng, trong khi “khách thể” ở đây đối lập với “chủ thể”.

↩

Có thể cần nhấn mạnh rằng ở đây tôi sử dụng các từ chỉ phẩm chất “hữu linh” và “sinh khí” theo một nghĩa bóng cụ thể, đôi chút khác với nghĩa thông dụng.↩

[ND] Nguyên văn “*Id*”.↩

[ND] Nguyên văn “*ego*”.↩

Tư tưởng của Bergson dĩ nhiên không thiếu những chỗ tối nghĩa cũng như cả những mâu thuẫn hiển hiện. Dường như ta có thể đặt nghi

vấn, ví dụ, về việc thuyết nhị nguyên do Bergson đề xuất là cốt yếu: có lẽ phải xem xét nó như phái sinh từ một thuyết nguyên thủy hơn (C. Blanchard, trao đổi cá nhân). Tất nhiên, ở đây tôi không nghĩ đến việc phân tích tư tưởng của Bergson trong các nhánh của tư tưởng đó, mà chỉ trong những quan hệ liên quan trực tiếp nhất của nó, khi bàn đến lý thuyết về hệ thống sinh vật. ↩

[ND] Nguyên gốc “Ding an sich”. ↩

Chúng ta dẫn ra cả văn bản sau đây, của Henri Lefebvre *Thuyết duy vật biện chứng*, PUF, Paris, 1949, trang 92): “Phép biện chứng còn xa mới là một vận động bên trong của tinh thần, và nó là thực tiễn còn trước cả tinh thần, ở trong thực tại. Nó áp đặt lên tinh thần. Trước tiên, chúng ta hãy phân tích vận động đơn giản nhất và trừu tượng nhất; vận động của tư duy nghèo nàn nhất. Từ đó chúng ta khám phá ra những phạm trù chung nhất và sự nối chuỗi của chúng. Tiếp đó, chúng ta cần gắn vận động này với vận động cụ thể, với *dữ liệu cho trước*- chỉ khi đó chúng ta mới ý thức được về vận động của nội dung và của thực tại sáng tỏ trước chúng ta trong các quy luật biện chứng. Những mâu thuẫn trong tư duy không chỉ đến từ tư duy, từ sự bất lực của tư duy hay từ sự thiếu mạch lạc chắc chắn; những mâu thuẫn này còn đến từ nội dung. Sự nối chuỗi chúng sẽ đi tới biểu hiện của *vận động toàn thể của nội dung* và nâng nó lên cấp độ ý thức và phản tư”.

↩

”Chúng ta do đó đi đến kết luận rằng, theo một cách mà các nhà bác học trong tương lai có trách nhiệm làm sáng tỏ, nhiệt lượng bức xạ trong không gian nhất thiết phải có khả năng biến đổi thành một hình thức vận động, và trong hình thức này nó lại một lần nữa có thể

tích tụ lại và lại trở nên có hiệu lực. Như thế thì không còn khó khăn cốt yếu vốn chống lại việc các mặt trời đã chết chuyển đổi trở lại thành các tinh vân nóng sáng”. [...] “Nhưng, bất kể với tần số nào và tính chặt chẽ không lay chuyển nào chu kỳ này hoàn thành trong thời gian và không gian; bất kể bao nhiêu triệu mặt trời và trái đất sinh ra và tàn lụi; bất kể cần bao lâu để trong một hệ thống mặt trời những điều kiện của sự sống hữu cơ được thiết lập, dù chỉ ở trên một hành tinh duy nhất; bất kể nhiều vô số tần tại hữu cơ phải, trước hết, xuất hiện rồi tàn lụi trước khi cho ra đời từ giữa chúng các động vật với bộ não có năng lực tư duy và trước khi tìm thấy, trong một khoảng thời gian ngắn, những điều kiện phù hợp cho sự sống của chúng, để tiếp đó bị huỷ diệt không thương xót, chúng ta chắc rằng, trong mọi biến đổi của mình, vật chất vẫn nguyên như thế vĩnh cửu, rằng không một thuộc tính nào của nó lại có thể mất đi và rằng, do đó, nếu vật chất trên trái đất phải huỷ diệt sự nở hoa tối cao của mình - tức là tinh thần có tư duy - vào một ngày nào đó, với một độ tất yếu thành đồng gang thép, thì vật chất cũng phải tạo lại sự nở hoa đó, với cùng độ tất yếu, ở đâu đó khác và ở một lúc khác”. Engels, *Biện chứng của tự nhiên*, bản dịch Bottigelli, Editions sociales, Paris, 1952, trang 45-46.



[ND] Chúng tôi dùng “lập-thể-đặc-thù” để dịch “stéréospécifique”. Nhưng thuật ngữ này cả trong nguyên tác và trong tiếng Việt cần được giải thích rõ như tác giả đã viết ngay sau. Một thuật ngữ khoa học không thể chỉ hiểu theo từ nguyên. ↩

Câu này cố tình đơn giản hoá, một số cấu trúc của phân tử ADN đóng một vai trò phải công nhận là hướng đích. Mặt khác, một số phân tử ARN (axit ribonucleic) là những phần tử cốt yếu của bộ máy

diễn dịch mã di truyền (Phụ lục 3). Tuy nhiên cũng vẫn có những protein đặc thù tham gia vào các cơ chế đó; trong gần như mọi giai đoạn, các cơ chế này vận dụng những tương tác giữa protein và axit nucleic. Việc lược qua không thảo luận về các cơ chế nói trên không có ảnh hưởng gì đến sự phân tích các tương tác hướng đích của phân tử, và việc diễn giải chúng một cách tổng thể.



Xem Phụ lục 1, trang 284-285.



Xem Phụ lục 1, trang 296.



[ND] Thuật ngữ “đồng phân hình học”, nguyên văn là “isomères géométriques”, nói về hai chất cùng công thức hoá học nhưng khác nhau về mặt hình học. Tương tự vậy, các “đồng phân quang học” (nguyên văn “isomères optiques”) là các đồng phân nhưng tác động lên ánh sáng khác nhau (xem chú thích của tác giả).↩

Những hoá chất có một nguyên tử cacbon liên kết với bốn nhóm khác nhau thì, vì lí do đó, không thể có dạng đối xứng. Người ta bảo là chúng “có hoạt tính quang học” bởi vì khi chiếu một tia sáng đã phân cực xuyên qua những chất như thế, tia sáng hoặc là quay sang trái (chất quay trái -L), hoặc là quay sang phải (chất quay phải -D).↩

[ND] Thuật ngữ “mất đối xứng”, nguyên văn là “dissymétrique”, có thể hiểu như mô tả một hình thể nhận ra được là đã bị biến đổi theo cách nào đó từ một hình thể đối xứng. Để phân biệt với “bất đối xứng” (“asymétrique” trong tiếng Pháp), không có sự đối xứng nào dù

xấp xỉ. Lưu ý “đối xứng” ở đây hiểu trong nghĩa mở rộng trong khoa học hiện đại. ↩

[ND] Đây là nguyên lí do Pierre Curie (1859-1906) phát biểu về các hiện tượng trong thế giới vật chất: Khi một nguyên nhân A đưa đến một hậu quả B, và nguyên nhân A mang theo một tính đối xứng nào đó, thì tính đối xứng ấy phải tìm lại được trong hậu quả B. ↩

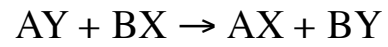
[ND] Nguyên tác tiếng Pháp là “substrat”, tiếng Anh là “substrate”, được dịch là “chất nền” hay “chất gốc”, theo TĐSH (Tự Điển Sinh Học Anh-Việt Việt-Anh, NXB KHKT, Hà Nội, 1997). ↩

[ND] Thuật ngữ “định hướng hoá trị” dùng để dịch “orientation des valences”; thuật ngữ này đã cũ và ngày nay ít được dùng, nói về đặc tính của sự phân bố trong không gian, theo cơ học lượng tử, của các điện tử hoá trị. ↩

[ND] Tác giả dùng tiếng Latin: *sensu stricto*. ↩

[ND] Cụm từ “trong pha nước” có nguyên văn là “en phase aqueuse”. Đây là cách nói thông dụng, trong thí nghiệm hoá hữu cơ thường người ta dùng cách lắng đọng để thay dung môi của hoá chất từ nước (“phase aqueuse”) sang một dung môi khác nước (“phase organique”), hoặc ngược lại. Ở đây ý chính là “dung dịch nước” chứ không phải “pha”.. ↩

Cần nhắc lại là năng lượng của một liên kết được định nghĩa như năng lượng cần thiết cần mang lại để *làm cho nó đứt gãy*. Nhưng trên thực tế, phần lớn các phản ứng hoá học, nhất là trong sinh học, là những *thay thế* liên kết, chứ không phải đứt gãy đơn thuần. Năng lượng tham gia vào một phản ứng như vậy tương ứng với một sự *thay thế* theo kiểu :



do đó nó luôn luôn nhỏ hơn năng lượng đứt gãy. ↩

[ND] Thuật ngữ “truyền cảm ứng”, nguyên văn “inducteur”, liên quan đến khái niệm cảm ứng, hay “induction” trong tiếng Pháp. “Induction” có nhiều nghĩa riêng khác nhau trong nhiều ngành khoa học khác nhau, mà ý chung là một tác động qua sự truyền năng lượng hay/và tín hiệu từ một bên phát tới bên nhận. “Cảm ứng” nguyên nghĩa là “đáp lại một tình cảm”, sau được mở rộng để trở thành thuật ngữ khoa học, nhưng vẫn giữ “cảm ứng” vừa là hiện tượng chung, vừa là hoạt động của bên nhận. Trong đời sống thì “truyền cảm” đi đôi với “cảm ứng”, do đó chúng tôi dịch thuật ngữ “inducteur” này bằng “truyền cảm ứng” để nhấn mạnh khái niệm mới này và không gây hiểu lầm. Trong hoá hữu cơ, khái niệm “cảm ứng” tương đương với sự di chuyển của một điện tử t trị, mà tác động là sự phân cực của những liên kết hoá học. ↩

[ND] Nhà vật lý người Hung (1898-1964), sang Anh năm 1933 để tránh Đức Quốc Xã, là công dân Mỹ từ 1943. Nổi tiếng trong lĩnh vực bom nguyên tử và hạt nhân; từ 1947 ông chuyển sang nghiên cứu sinh học phân tử. ↩

[ND] Nhà vật lý người Pháp (1889-1969), định cư tại Mỹ từ 1940. Nổi tiếng trong cơ học *lượng tử*, cơ học chất rắn và nhất là trong lý thuyết thông tin mà ông nghiên cứu từ 1948 khi bắt đầu làm việc cho công ti IBM. ↩

[ND] Nguyên văn “métabolite”, TĐSH dịch là “sản phẩm chuyển hoá”, chúng tôi đề nghị “chuyển hoá phẩm” cho gọn và chặt chẽ hơn, thuật ngữ này chỉ được dùng trong sinh học, cũng như thuật ngữ “métabolisme”. Chỉ có thể dịch “métabolisme” là “sự chuyển hoá” theo nguyên nghĩa, nhưng lại mất đi tính chính xác. “Chuyển hoá phẩm” là tên gọi cho bất kì hoá chất nào là sản phẩm của sự chuyển

hoá (métabolisme); “chuyển hoá phẩm thiết yếu” là những hoá chất cần thiết một cách phổ quát cho sự tăng trưởng và sự bội biến của các tế bào.

↩

E. R. Stadtman, *Advances in Enzymology*, 28, 41-159 (1966).

G. N. Cohen, *Current Topics in Cellular Regulation*, 1, 183-231 (1969). ↩

[ND] Chất dính (tiếng Pháp là “ligand”) là tên được gán cho một hoá chất mà đặc điểm là có khuynh hướng bám vào một chất khác. Có thể đề nghị từ Hán Việt “niêm tử”, cùng nghĩa. Trong sinh học cổ điển, TĐSH dịch “ligand” là “phôi tử” có thể vì chỉ dùng cho chất làm cho phôi bào dính chặt vào tử cung người phụ nữ vừa thụ thai. ↩

[ND] Ngày nay (cuối 2016) trong một mạch tổng hợp nặng vài gr, người ta đã tích hợp được vào khoảng 1,5 tỉ transistors, mỗi transistor chỉ còn nặng bằng khoảng 10 triệu lần enzym biến cấu thôi. ↩

[ND] “Chuyển đổi rời rạc” (nguyên văn là “transition discrète”) ở đây nhằm chỉ đến việc chuyển đổi từ một cấu trúc này sang một cấu trúc khác, hay nói cách khác là từ một “trạng thái cấu trúc” này sang một “trạng thái cấu trúc” khác, như được nói đến trong câu tiếp. ↩

[ND] “Dị hướng” là thuật ngữ hoá học dùng để dịch từ “allotrope”, mỗi dị hướng là một hình thức tồn tại khác nhau của một chất hoá học duy nhất, Ví dụ than có những dị hướng như than chì, kim cương, graphene... ↩

J. Monod, J. R Changeux và E Jacob, *Journal of Molecular Biology*, 6, trang 306-329 (1963). ↩

[ND] TĐSH dịch “chất thiếu hợp” từ tiếng Pháp “oligomère”, gồm hai gốc Hi Lạp “oligos” là “có một số nhỏ”, và “meros” là “thành phần”, ở đây nên đọc “thiếu hợp”, tuy tiếng Hán (ít, nhỏ, thấp...) có thể đọc “thiếu” hay “thiểu” nhưng người Việt quen dùng “thiếu” cho “có số nhỏ” và “thiểu” cho “không đủ”.↩

[ND] Theo TĐSH, “đơn phân gốc” là “protomère” và “đơn phân” là “monomère”.↩

[ND] Theo TĐSH, “récepteur” được dịch là “thụ quan”, hay “thụ thể”.↩

[ND] “Lưỡng phân”, nguyên văn là “dimère”, có nghĩa là “có hai phần giống nhau”.↩

[ND] “Đơn phân” được dịch từ nguyên văn “monomère”.↩

[ND] “Tứ phân” nguyên gốc tiếng Pháp là “tétramère”.↩

J. Monod, J. Wyman và J.-R Changeux, *Journal of Molecular Biology*, 12, trang 88-118 (1965).↩

[ND] Nguyên văn “homéostatique”, theo TĐSH.↩

Xem Chương 3, trang 94.↩

[ND] Chức năng của galactosidase liên quan đến việc tiêu hoá sữa (lactose là ngu ần cung cấp đường có trong sữa).↩

Nhà nghiên cứu Phần Lan Karstom, người đã có những đóng góp đáng kể trong nghiên cứu về những hiện tượng này, sau đó đã bỏ nghiệp nghiên cứu, hình như để đi tu.↩

[ND] “Khởi điểm”, nguyên văn là “promoteur”, theo TĐSH có nghĩa là điểm khởi đầu hay gen khởi đầu của ADN.↩

[ND] Trong đoạn này tác giả sử dụng một cách gọi bằng chức năng của những tác nhân tham gia vào quy trình đi đều hoà, chứ không gọi tên hoá học của các tác nhân đó. Các tác nhân đó có bản chất hoá học khác nhau, và chúng đều đã được mô tả từ chương trước cho tới đây. Chúng tôi dùng “bộ phận” một cách chung chung, để theo văn phong của tác giả, nhằm tập trung vào chức năng đi đều hoà cho dễ hiểu. Để ghi nhớ: bộ phận truyền cảm ứng là một hợp chất nằm trong protein galactosidase; bộ phận ức chế là một protein đặc biệt; bộ phận truyền tin là một phân tử ARN.



E. Jacob và J. Monod, *Journal of Molecular Biology*, 8,318-356 (1961). Cũng xem “The lactose operon”, Cold J.R. Beckwith và David Zipser chủ biên, Spring Harbor Monograph (1970).

[ND] Nguyên văn là “organicisme”, một tên cũ cho thuyết chủ toàn (holisme), coi trọng cái toàn thể của sinh vật hơn là sự phân tích sinh vật thành những thành phần đơn giản hơn (thuyết quy giản).

Koestler và Smythies, *Vượt lên giàn hoá luận* (Beyond Reductionism), Ed. Hutchinson, London (1969).

Von Bertalanfy, trong Koestler, *sđd*.

[ND] Theo TĐSH, “đơn phân gốc” là *protomère* và “đơn phân” là *monomère*.



[ND] Nguyên văn là “élément de symétrie”, tức các yếu tố cho phép xác định một phép đối xứng, gồm một hay nhiều điểm, mặt phẳng, đường thẳng...



[ND] Theo TĐSH, “đơn phân” là “monomère”.↩

Người ta biết rằng sự xuất hiện của những cấu trúc và đặc tính mới trong quá trình phát triển phôi đã được nhiều lần nhận định là một quá trình “biểu sinh”, như là minh chứng cho sự phong phú dần dần của sinh vật mà nguồn gốc là các dữ kiện di truyền thuần túy, biểu thị trong trứng ở trạng thái tiên khởi. Tính từ “biểu sinh” này được dùng để quy chiếu về những lí thuyết, ngày nay đã lỗi thời, đi ngược lại những người theo lí thuyết “tiên thành” (họ cho rằng trong trứng ẩn chứa một mô hình thu nhỏ của động vật trưởng thành). Tôi dùng từ “biểu sinh” ở đây để nói về mọi quá trình phát triển cấu trúc và chức năng, mà không quy chiếu về bất cứ lí thuyết nào.↩

[ND] TĐSH dịch “épigénétique” là “biểu sinh” theo “chiết tự” vì gốc “épi-” có nghĩa bên ngoài (biểu), và gốc “-génétique” có nghĩa di truyền hay sinh sản (sinh). Có thể hiểu sai “génétique” là từ “gènes” mà ra, nhưng không phải thế: từ “génétique” có trước từ “gène” và sau từ “génération” (có nghĩa chung là phát sinh), tuy rằng ba từ này cùng gốc Hi Lạp “genos” (sinh đẻ). Lí thuyết biểu sinh không phải là lí thuyết di truyền hiện đại, “dữ kiện di truyền” thời đó chỉ là một khái niệm mơ hồ, do đó có chú thích của tác giả đi kèm từ này: khi tác giả dùng từ “biểu sinh” thì đó không phải là một lí thuyết mà là một quá trình phát triển.↩

[ND] TĐSH, nguyên văn “organites cellulaires”, cũng viết “organites”; thuật ngữ chỉ một bộ phận chức năng nào đó của tế bào.



[ND] TĐSH, nguyên văn “particules”, hiểu theo nghĩa gốc và chung, là “một phần rất nhỏ”.↩

[ND] Nguyên văn tiếng Latin “in vitro”. Nghĩa đen “trong thủy tinh” (ống thủy tinh để làm thí nghiệm), nghĩa chung là “trong thí nghiệm”.

↩

M. Nomura, *Ribosome*, Scientific American, 221,28 (1969).↩

[ND] TĐSH, nguyên văn “bactériophages”. Người ta gọi là “bactériophages” những virút tấn công các vi khuẩn.

[ND] TĐSH, nguyên văn “genome”.↩

[ND] TĐSH, nguyên văn “mitochondries”, ti là tơ (“mito”), hàm ý “dạng sợi”. Trên thực tế các mitochondries còn có dạng hạt hay dạng gậy.

↩

[ND] “Khả thể” và “hiện thể”: ở đây tác giả nhắc đến cặp khái niệm triết học quen thuộc “en puissance” và “en acte” (hay “actuel”) của Aristote. “Khả thể” là trạng thái tiềm ẩn chưa xuất hiện, và “hiện thể” hay “hiện thực” là trạng thái đã xuất hiện. Nhiều dịch giả hay/và tác giả đã dùng hai thuật ngữ tiếng Việt này.↩

J. R Changeux, *Đối xứng và chức năng trong các hệ sinh học, ở tầng đại phân tử*(Symmetry and function in biological systems at the macromolecular level), A. Engstrom và B. strandberg chủ biên, Nobel Symposium N°11, trang 235-236, John Wiley and Sons Inc, New York (1969).↩

[ND] Gradient trong tiếng Pháp hay tiếng Anh là vector biểu diễn cường độ và hướng biến thiên của một trường. Vì khái niệm toán học này được áp dụng rất rộng trong nhiều trường hợp, chúng tôi giữ nguyên mà không dịch.



[ND] "Chuỗi tuyến tính kiểu tôpô": nguyên văn "séquence topologiquement linéaire", đây là cách nói ngắn gọn và chính xác của tác giả. Vì "topologie" là toán học về sự biến đổi liên tục, câu này có nghĩa: cấu trúc sơ khởi có thể được biến đổi liên tục thành một đoạn sợi thẳng.



[ND] Nguyên văn bằng tiếng Latin: *ultima ratio*, thông thường được dùng như phán quyết hay câu trả lời cuối cùng, của người có chức quyền cao nhất, nhà vua hay chánh án tối cao... ↩

[ND] Nhấn mạnh này của tác giả cho thấy "bộ bài" ở đây không phải là một bộ bài cụ thể nhất định, mà là một bộ bài trừu tượng đại diện cho tập hợp các bộ bài 200 lá.



K. Popper. *Xã hội mở và những kẻ thù của nó* (The Open Society and Its Enemies), Routledge, London (1945). ↩

V. Weisskopt, *Tính đối xứng và chức năng trong hệ thống sinh học ở cấp độ đại phân tử* (Symmetry and Function in biological systems at the macromolecular level), Engstrom và strandberg chủ biên, Nobel Symposium N°11, trang 28, Wiley and Sons, New York (1969). ↩

Xem Phụ lục 2. ↩

L. Orgel, *Journal of Molecular Biology*, 38, trang 381-393 (1968).↩

Chúng ta sẽ quay về điểm này trong Chương 8.↩

Một số nhà phê bình (ví dụ Piaget) các ấn bản đầu tiên của cuốn sách này dường như đã tìm thấy sự hài lòng tuyệt vời khi có thể đề cập đến một số kết quả gần đây mà qua đó họ nghĩ rằng đã nhìn thấy một sự bác bỏ thực nghiệm của đề xuất này. Đó là phát hiện bởi Temin và Baltimore ra enzyme được phú cho tính chất phiên mã RNA thành ADN, tức là theo hướng ngược lại hướng phiên mã kinh điển. Những quan sát tuyệt vời này thực ra đã không hề vi phạm nguyên lý rằng sự *dịch mã* của thông tin chuỗi theo hướng ADN (hoặc RNA) đến protein là không thể đảo ngược. Các tác giả của phát hiện này, vốn là các nhà sinh học phân tử rất xuất chúng, chưa bao giờ rút ra từ công trình của họ những kết luận mà chẳng hạn Piaget có vẻ như từ đó suy ra.

↩

Giải thích một phần, xem trang 200.↩

L.E. Orgel, *Proceedings of the National Academy of Science*, 49, trang 517 (1963).↩

Xem Phụ lục 2, trang 299.↩

G. G. Simpson, *The Meaning of Evolution* (Ý nghĩa của sự tiến hoá); Yale University Press (1967).↩

[ND] như chúng ngài.↩

N. Tinbergen, *Tập tính xã hội ở động vật* (Social Behavior in Animals), Methuen, London (1953).↩

[ND] Nguyên văn tiếng Pháp là “hominien”, một chi của họ người với danh pháp khoa học là “Hominidae”. ↩

[ND] Nguyên văn “émergence” (tiếng Pháp) hay “emergence” (tiếng Anh). ↩

A. Leroi-Gourha, *Cử chỉ và lời nói* (Le Geste et la Parole), Albin Michel (1964); R.L. Holloway, *Current Anthropology*, 10, trang 395-412 (1969); J. Bronowsky, “To honor Roman Jakobson”, Mouton, Paris, trang 374 (1967).

↩

Trích dẫn theo Leroi-Gourhan, sđd. ↩

B.T. Gardner, R.A. Gardner, *Tập tính của động vật linh trưởng phi con người* (Behavior of non-human Primates), Schrier và Stolnitz chủ biên, Academic Press, New York (1970). ↩

E. Lenneberg, *Các nền tảng sinh học của ngôn ngữ* (Biological Foundations of Language), Wiley, New York (1967). ↩

Lenneberg, sđd. ↩

L. Orgel, sđd. ↩

[ND] Nguyên văn tiếng Latin là “*Omne vivum ex ovo*”. ↩

Xem F. Crick, *Journal of Molecular Biology*, 38, trang 367-379 (1968). ↩

R. W. Sperry, nhiều chỗ... ↩

Thuyết cho rằng bộ nhớ được mã hoá trong chuỗi các gốc đại phân tử nào đó (axit ribonucleic) gần đây có được sự tín nhiệm từ một số nhà sinh lí học. Họ dường như đã tin mình quay về và sử dụng các

quan niệm rút ra từ nghiên cứu mã di truyền. Nhưng thuyết này không đứng vững được, đích xác trong cách nhìn của tri thức hiện tại của chúng ta về mã và cơ chế dịch mã.



Có lẽ ngoài trừ loài ong.



J. Z. Young, *Một mô hình bộ não* (A model of the brain), Oxford University Press (1964).

H. B. Barlow, *Journal of Physiology*, 119, trang 69-88 (1953).

T. N. Wiesel và D. H. Hubel, *J. Neurophysiol.*, 29, trang 1115-1156 (1966).

[ND] Bạn đọc có thể tham khảo thêm thuyết màu sắc của Goethe.

D. H. Hubel và T. N. Wiesel, *Journal of Physiology*, 148, trang 574-591 (1959).

K. Lorenz, *Sự tiến hóa và sự sửa đổi tập tính* (Evolution and Modification of Behavior), University of Chicago Press, Chicago (1965).



J. Levi-Agresti và R.W. Sperry, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 61, trang 1151 (1968).



[ND] Nguyên văn là “corpus callosum”.

[ND] dịch từ “idéal”: thuộc về phạm trù các ý tưởng, nhưng ở đây “ý-thể- giới” của tác giả xuất phát từ những đặc tính bẩm sinh của ngôn ngữ và mẫu hình tiềm ẩn trong cấu trúc của bộ não, thuật ngữ “idéal” được đề trong ngoặc trong lần sử dụng đầu, vì khi đó tác giả đồng nhất hoá những đặc tính nói trên với thế giới ý tưởng mà chúng sản xuất, trong mức độ mà chúng tiến hoá song song với cấu trúc vật chất của cơ thể. Trong triết học, ý thể là thuật ngữ mà tác giả Trần Thái Đình dùng để dịch “idéal” trong triết học Kant; “idéal” là mẫu hình của mọi ý tưởng.



[ND] ở đây chúng tôi dịch “éthique” là “đạo lí”, khác với “morale” là “đạo đức”. “Éthique” cụ thể hơn “morale”, đó là “morale” được suy diễn thành những quy tắc ứng xử cụ thể trong những hoàn cảnh cụ thể. Bởi vậy một bên là “đức”, một bên là “lí”, “đức” gồm giá trị cơ bản của một xã hội, không thể giải thích, ngược lại với “lí”.



[ND] viết gọn của “định đề về tính khách thể của tự nhiên”, xem Chương 1. 

[ND] Tác giả nói đến “arts mécaniques”, từ ngữ thời cổ Đại và Trung cổ để chỉ các ngành nghề sản xuất vật dụng trong đời sống hay buôn bán... đối lập với “arts libéraux” quý phái hơn, không dùng đến chân tay. 

[ND] Từ “forme” có rất nhiều nghĩa, ở đây dùng theo nghĩa của Platon, mà thuật ngữ triết học quen thuộc là “mô thức”. 

[ND] ở đây tác giả dùng cả hai nghĩa của từ “histoire”, vừa là một câu chuyện, vừa là lịch sử, chúng tôi dịch bằng cả hai nghĩa để trung

thành với ý tưởng của tác giả: một câu chuyện tưởng tượng về lịch sử, nhưng được tin tưởng là lịch sử thực sự. ↩

[ND] Thông thường người ta coi hai thuật ngữ “ontogenèse” và “ontogénie” là những thuật ngữ sinh học đồng nghĩa. Tác giả đã sử dụng “ontogenèse” như thuật ngữ sinh học (sự phát sinh cá thể); nhưng ở đây ông sử dụng “ontogénie” trong một ý nghĩa hoàn toàn mới để bàn về triết học như là: sự sáng tạo ra (khái niệm, ý tưởng về) bản thể. ↩

[ND] dịch từ “historiciste”, thuộc chủ thuyết “historicisme”, quyết định luận lịch sử, cho rằng lịch sử quyết định toàn bộ thực tại và tương lai xã hội. ↩

Có lẽ cần nhấn mạnh một lần nữa là tôi sử dụng tính từ này với một ý nghĩa đặc biệt, xác định trong Chương 2 (xem trang 60). ↩

[ND] Trong đoạn này chúng ta gặp hai từ “postulat” và “axiome”, mà thực ra trong khoa học ngày nay không còn phân biệt, chúng tôi dùng “định đề” và “tiên đề” theo cách dịch đã có. Chúng đều là những điểm bắt đầu không thể chứng minh mà phải yêu cầu chấp nhận trước khi xây dựng khoa học. Ở đây hai thuật ngữ này được tác giả mở rộng sang khoa học luận. Theo từ nguyên thì “postulat” có từ thời cổ đại, còn “axiome” chỉ có từ giữa thế kỷ 16, khi ý thức về sự phân biệt giữa thế giới khách quan và sự nhận thức về nó đã rõ ràng. “Axiome” “cụ thể” hơn “postulat” ở chỗ nó được định nghĩa như “sự thực hiện nhiên” của thế giới khách quan mà không chứng minh được. Còn postulat bao hàm cả thế giới khách quan lẫn những nguyên tắc về nhận thức luận. ↩