

REFLEXÕES: APRENDIZAGEM OU DERIVA ONTOGÊNICA

Dr. Humberto Maturana

Departamento de Biologia da Faculdade de Ciências Básicas e Farmacêuticas.

Universidade do Chile, Santiago, Chile.

Traduzido por Júlia Eugênia Gonçalves

1982

Neste artigo em honra do meu amigo e muitas vezes mestre Joaquin Luco, quero apresentar, de forma sucinta e esquemática, a minha visão do fenômeno da aprendizagem. Naturalmente, o que vou dizer aqui não surge do nada, mas tem seu fundamento em minha história como biólogo no Chile, onde tive a oportunidade de aprender com Luco o que jamais poderia ter aprendido em qualquer outra parte do mundo. Portanto, este trabalho é também minha expressão de gratidão a ele.

O problema

Digo que há aprendizagem quando a conduta de um organismo varia durante sua ontogenia (história) de maneira congruente com as variações

do meio e o faz seguindo um curso contingente a suas interações nele.

Que o sistema nervoso participa no fenômeno de aprendizagem, é evidente na interferência que se produz neste fenômeno quando ele se encontra danificado ou alterado. Embora o fenômeno designado pelo termo *aprendizagem* possa ser descrito de muitas maneiras diferentes, como quando se fala da "geração de uma conduta adequada ao meio a partir de uma experiência prévia", ou ainda da "aquisição de uma nova habilidade como resultado da prática", de acordo com o que o observador queira enfatizar, parece-me que a caracterização que proponho acima é necessária e suficiente para abranger todos os casos possíveis.

Há duas perspectivas básicas para lidar com o fenômeno da aprendizagem, se quisermos explicá-lo:

I. Segundo uma perspectiva, o observador vê que o meio está lá, do lado de fora, como o mundo em que o organismo tem que existir e atuar, e que lhe proporciona a informação, os dados, os significados de que necessita para fazer uma representação do mesmo, e assim calcular o comportamento adequado que lhe permitirá sobreviver nele. **De acordo com esta visão a aprendizagem é o processo pelo qual o organismo obtém informação do meio e constrói dele uma representação que armazena em sua memória e utiliza para gerar seu comportamento em resposta às perturbações que dele provêm.** A partir deste ponto de vista, a recordação consiste em encontrar na memória a representação requerida para calcular as respostas

adequadas às interações recorrentes do meio.

Nesta perspectiva o meio é instrutivo, pois especifica no organismo mudanças de estado que, por serem congruentes com ele, constituirão uma representação.

II. Segundo a outra perspectiva, o observador vê que o comportamento de um organismo (incluindo seu sistema nervoso) está determinado a cada instante por sua estrutura, e que só pode ser adequado ao meio se esta estrutura é congruente com a estrutura do meio e sua dinâmica de mudanças. De acordo com esta visão a aprendizagem é o próprio curso da mudança estrutural que segue o organismo (incluindo seu sistema nervoso) em congruência com as mudanças estruturais do meio, como resultado da recíproca seleção estrutural que se produz entre aquele e este durante a recorrência de suas interações, com conservação de suas respectivas identidades. **Segundo esta visão o organismo não constrói uma representação do meio e nem calcula um comportamento adequado a ele.** Desta perspectiva, para o organismo, em seu operar, não há meio, não há recordação nem memória, mas somente uma dança estrutural no presente que segue um curso congruente com a dança estrutural do meio, ou se desintegra.

Nesta perspectiva o comportamento do organismo permanece adequado apenas se este conserva sua adaptação durante suas interações, e o que um observador vê como recordação consiste precisamente nisso, na

aparição de comportamentos que ele vê como adequados porque o organismo conserva sua adaptação frente a perturbações do meio que ele vê como recorrentes. Segundo esta visão não há interações instrutivas. O meio apenas seleciona as mudanças estruturais do organismo, e não as específicas.

Explicação

Como cientistas, a nossa tarefa é mostrar como surgem os fenômenos, isto é, a nossa tarefa é explicativa, e não preditiva do que pode acontecer. Por isso, diante de um fenômeno a explicar, só aceitamos como hipótese explicativa sua reformulação na proposição de um mecanismo que gere o fenômeno a explicar como resultado de seu modo de operar. Mais ainda, aceitamos como explicação científica somente aquele mecanismo que, além do fenômeno a explicar, gera outros fenômenos observáveis não considerados para sua formulação, mas dedutíveis dele.

Em outras palavras, as explicações científicas são proposições de sistemas determinados estruturalmente que geram outros fenômenos observáveis além do fenômeno a explicar.

Isto tem duas implicações fundamentais:

I. A ciência só pode considerar sistemas determinados estruturalmente (sistemas fechados, limitados em sua estrutura), ou seja, sistemas nos quais

tudo o que ocorre está determinado em sua estrutura.

Quero esclarecer o seguinte:

Com todo sistema determinado estruturalmente ocorre que sua estrutura específica, nele e para ele:

a) um domínio de mudanças estruturais (mudanças de relações entre os componentes ou mudanças de propriedades de componentes) que não destroem a sua organização (relações entre componentes que definem a sua identidade de classe) e que chamo de **mudanças de estado**;

b) um domínio de mudanças estruturais com perda de organização (desintegração) que chamo de **mudanças destrutivas**;

c) um domínio de interações possíveis que desencadeiam no sistema mudanças de estado a que denomino **domínio de perturbações**;

d) um domínio de interações que desencadeiam mudanças destrutivas e que denomino **domínio de interações destrutivas**.

Um sistema determinado estruturalmente, por conseguinte, não admite interações instrutivas, isto é, não admite interações nas quais um agente externo especifique nele uma mudança estrutural, porque todas as suas mudanças estruturais possíveis estão especificadas em sua estrutura. Portanto a ciência não trata e nem pode tratar, por sua própria constituição, de sistemas instrutivos.

II. É possível propor explicações científicas em qualquer domínio fenomênico. As únicas restrições possíveis são aquelas oriundas de circunstâncias que interferem com: a distinção ou explicação do fenômeno a explicar, com a formulação do mecanismo gerador ou com a observação dos outros fenômenos dedutíveis da proposição explicativa. Se algumas destas condições não forem satisfeitas, não há explicação científica.

De acordo com isto, explicar o fenômeno da aprendizagem consistirá, em princípio, em mostrar como (a partir do operar do organismo e seu sistema nervoso como sistemas determinados estruturalmente) surge o que o observador vê como aprendizagem; em distinguir a mudança de comportamento do organismo congruente com as mudanças no meio e contingente à sua interação nele.

Particularmente, mostrarei que a aprendizagem é consequência necessária da história individual de todo ser vivo com plasticidade estrutural ontogênica.

Escolha de perspectiva

Na medida em que o organismo (incluindo o sistema nervoso) é um sistema determinado estruturalmente, a perspectiva informacionista, que requer interações instrutivas porque exige que o meio especifique no organismo (e seu sistema nervoso) as mudanças que lhe permitem criar uma

representação dele, deve ser abandonada.

Em outras palavras, considero que a perspectiva informacionista é constitutivamente inadequada se o que se quer é tratar dos seres vivos como sistemas determinados estruturalmente.

A outra perspectiva, no entanto, não requer interações instrutivas e é compatível com um tratamento do organismo e do sistema nervoso como sistemas determinados estruturalmente. Esta, portanto, será a perspectiva que vou adotar.

ANTECEDENTES

Comportamento

Um organismo ou um ser vivo é um sistema dinâmico. Isto é, um organismo, ou um ser vivo, é um sistema que, apesar de manter sua organização, está em contínua mudança de estado.

Um observador que olha o organismo ou o ser vivo como unidade, interagindo em um meio, não vê suas mudanças de estado. Somente consegue ver suas mudanças de posição ou de forma como reação às perturbações do meio ou como resultado de sua própria dinâmica interna.

Estas mudanças de forma ou de posição de um organismo ou ser vivo em relação ao meio são o seu comportamento. O comportamento não pertence ao organismo ou ser vivo como uma característica de todas ou de algumas de suas mudanças de estado. **O comportamento é uma relação entre um organismo ou ser vivo e o meio no qual um observador o distingue e contempla.**

O sistema nervoso, como componente de um organismo ou ser vivo, por conseguinte, não produz comportamento, mas apenas participa das dinâmica de mudanças de estado do sistema que integra. Para um observador, no entanto, o sistema nervoso participa da geração de um comportamento na medida em que participa das mudanças de estado do

organismo ou ser vivo cujas mudanças de forma e posição em relação a um meio ele contempla e descreve.

A distinção entre comportamentos aprendidos e comportamentos instintivos (ou inatos), portanto, não está no comportamento, mas na história da origem das estruturas que geram a dinâmica de estados do organismo que o observador vê como comportamento.

Assim, as estruturas que surgem na ontogenia de um organismo qualquer, contingentes à sua história de interações, dão origem a comportamentos aprendidos, enquanto aquelas que surgem independentemente desta história dão origem a comportamentos instintivos ou inatos.

Finalmente, deve notar-se que toda mudança estrutural em um organismo (incluindo seu sistema nervoso), ao resultar em uma mudança em sua dinâmica de estados, pode aparecer no meio como uma mudança de comportamento, e também, por outro lado, que toda mudança de comportamento que aparece nas interações de um organismo no meio, revela uma mudança estrutural nele.

Nestas circunstâncias o observador verá um novo comportamento como instintivo ou aprendido de acordo com a origem histórica da nova dinâmica estrutural que o gerou.

Acoplamento estrutural

A conservação da organização de um sistema determinado estruturalmente no meio em que existe é uma condição *sine qua non* de existência. Quer dizer, um sistema dinâmico determinado estruturalmente existe apenas enquanto sua dinâmica estrutural se dê com conservação de sua organização. Ao mesmo tempo, a conservação da organização de um sistema dinâmico determinado estruturalmente no meio em que existe exige que todas as suas interações sejam perturbações, pois do contrário se desintegra com a primeira interação destrutiva.

Isto é, a conservação da organização de um sistema dinâmico em um meio de interação exige a correspondência estrutural entre o sistema e seu meio. Quando isto não ocorre a correspondência estrutural se perde e o sistema se desintegra. Esta correspondência estrutural entre sistema e meio, que perdura enquanto o sistema conserva sua organização, e que eu chamo, de maneira geral, de *acoplamento estrutural, corresponde, nos organismos e seres vivos, à condição de adaptação ao meio.*

Em resumo, todo sistema perdura como tal enquanto conserva sua organização e seu acoplamento estrutural ao meio em que existe. Por esse motivo, a sobrevivência em um meio e a conservação da organização nesse meio é operacionalmente seletiva do caminho que segue a dinâmica estrutural de um ser vivo. Por isso também todo ser vivo se encontra onde se encontra, em cada instante, como resultado de uma história ininterrupta

de interações num ambiente, estático ou mutante, no qual conservou sem interrupção sua organização e sua adaptação (acoplamento estrutural).

A adaptação de um ser vivo a um meio não é consequência de seu existir neste meio, mas, pelo contrário, é a condição necessária que torna possível tal existência. Por isso, a morte é, simultaneamente, perda da organização e da adaptação.

A conservação da organização, no entanto, é a condição primária porque define a unidade cuja adaptação se conserva, enquanto a conservação da adaptação é relacional, pois define o contexto em que esta se dá.

Vejamos como ocorre a conservação da organização e a adaptação no ser vivo e no sistema nervoso.

I. A organização que define o ser vivo é a organização **autopoiética** (ver Maturana y Varela, 1973). Isso quer dizer que qualquer mudança estrutural do ser vivo que interfira em sua autopoiesis, seja esta de uma origem que um observador vê como interna ou o resultado do que o observador vê como uma interação no meio, o desintegra.

A consequência geral de manter sua organização autopoiética, será que o ser vivo se moverá no seu devir como ser vivo, numa contínua mudança estrutural especificada em cada instante por sua estrutura, mas que segue um curso continuamente determinado pela conservação de sua organização no âmbito de suas interações no meio.

Se o observador acredita que pode descrever o meio, dirá que este seleciona no ser vivo sua mudança estrutural ontogénica; se reconhece que não pode descrevê-lo, dirá que a ontogenia do ser vivo transcorre em uma deriva estrutural com conservação da adaptação e da organização.

II. Todo o anterior é válido para o sistema nervoso enquanto sistema, com a diferença de que a organização que se conserva não é autopoietica e o meio do sistema nervoso não é o mesmo de um ser vivo. Vejamos: o sistema nervoso é composto por um conjunto de células que, como sistemas dinâmicos determinados estruturalmente, estão em contínua mudança estrutural, de forma que em cada uma delas algumas de suas mudanças de estado resultam em perturbações para outras do mesmo conjunto.

A estas mudanças de estado das células componentes do sistema nervoso que desencadeiam mudanças de estado em outras células do sistema nervoso, eu chamo de **mudanças de atividade do sistema nervoso**. Mais ainda, eu incluo que no sistema nervoso os neurônios aferentes e eferentes (fibras musculares, por exemplo), quer dizer, todos os componentes celulares que mediante suas transformações de atividade geram mudanças de atividade nos componentes do sistema nervoso e são, por sua vez, incluídos nele porque outros componentes do sistema nervoso geram mudanças de atividade neles. Em suma, para mim, **o sistema nervoso é uma rede fechada de elementos celulares na qual toda mudança nas relações de atividade de alguns de seus componentes, sempre gera uma**

mudança na atividade de outros componentes da rede, entre os quais podem incluir-se eles mesmos.

A organização do sistema nervoso é, portanto, a de uma rede fechada de componentes que interagem entre si, desencadeando, uns nos outros, mudanças de atividade que resultam em novas interações entre eles. Esta organização é a que se mantém invariante, enquanto o sistema nervoso se mantém como sistema nervoso, em sua mudança estrutural com conservação da organização e do acoplamento estrutural que constitui seu devir como componente de um organismo.

III. Neurônios aferentes e eferentes não constituem uma exceção no fechamento do sistema nervoso como rede, não apenas porque, como sabemos, estão geralmente conectados de maneira aferente e eferente com o restante da rede, mas porque os eferentes estão conectados com os aferentes através do meio. De fato, para o sistema nervoso visto desta maneira, o meio não existe. Ou seja, o meio, que o observador vê como externo ao sistema nervoso, não existe para este, que atua como uma rede fechada de elementos que interagem entre si, porque o meio é apenas um caminho de fechamento, como um espaço sináptico.

Não temos dificuldade em fazer abstração das características do espaço sináptico e reconhecer que elas não entram como tais na transmissão sináptica. O mesmo acontece com o meio que vemos interpor-se como espaço sináptico entre um eferente e um receptor.

O peculiar é que nós, como observadores, estamos parados no meio, como quem está parado num espaço sináptico do sistema nervoso dentro do organismo e o abrimos na descrição.

Isso nos leva a dizer que é um erro pensar que o mundo de objetos que nós descrevemos como seres com linguagem (ver Maturana, 1978) participa na geração da dinâmica de estados do sistema nervoso. Isto é um erro. Para a dinâmica de estados do sistema nervoso, o meio descrito pelo observador é irrelevante. O que é significativo para essa dinâmica de estados é apenas o fechamento na conexão aferente/eferente, e não como ela ocorre.

IV. Nestas circunstâncias, assim como o operar do ser vivo como unidade autopoietica consiste numa dança interna de produções moleculares fechada em uma contínua autopoiesis, o operar do sistema nervoso consiste em uma dança interna de contínua geração de mudanças de relações de atividade entre seus componentes, fechada sobre si mesma porque o sistema nervoso é, como unidade, uma rede de componentes que só interagem entre si. Por isso, assim como distintos sistemas autopoieticos se diferenciam na maneira particular pela qual sua estrutura realiza sua autopoiesis, diferentes sistemas nervosos se diferenciam na forma pela qual sua estrutura determina em cada um deles, o curso particular das mudanças de relações de atividade entre seus componentes que constituem seu operar como rede fechada de interações. O sistema nervoso não gera comportamentos, mas seu operar como rede fechada componente de um organismo em um meio (ao qual estão acoplados

estruturalmente) resulta no que um observador vê como os comportamentos do organismo em seu meio.

V. O meio de qualquer sistema é tudo aquilo que não é determinado como parte dele por sua organização e que pode interagir com ele como unidade. Mais ainda, todo sistema interage em seu meio através do operar de seus componentes, mediante propriedades distintas daquelas envolvidas em sua participação no sistema que integram. Por isso, todo sistema determinado estruturalmente interage por dimensões ortogonais àquelas que o definem. Assim, para o sistema nervoso que integra um organismo, o resto do organismo, o meio ambiente do organismo e, muitas vezes, produtos do operar dos seus componentes que interagem de maneira ortogonal à sua dinâmica de estados, constituem seu meio. O mesmo é válido para o organismo, considerando que o sistema nervoso é parte de seu meio.

VI. Devido à sua condição de sistema fechado em sua dinâmica de estados, o sistema nervoso não tem entradas nem saídas, e uma descrição sua nesses termos não reflete nem sua organização nem seu operar.

O que um observador chama de estímulo e vê como uma entrada, no próprio operar do sistema nervoso é, de fato, uma circunstância de interação do meio com os componentes do sistema nervoso, ortogonal ao seu operar como rede fechada de relações de atividade entre componentes que, ao desencadear uma mudança em sua estrutura

desencadeia também uma mudança em seu domínio de estados.

Assim, o fóton que absorve o fotorreceptor desencadeia nele uma mudança estrutural (isomerização do fotorreceptor) que modifica suas propriedades e seu modo de participação na dinâmica de estados no sistema nervoso que integra.

A mudança que se produz no fotorreceptor não é especificada pelo fóton, mas pela sua própria estrutura. Por isso, dizer que o fóton leva informação é equivocado operacionalmente, ou enganador para a compreensão do operar do sistema nervoso como sistema.

VII. O sistema nervoso não interage nem pode interagir no nível de sua dinâmica de estados. Somente pode fazê-lo em um domínio ortogonal a esta dinâmica, no nível da estrutura de seus componentes. Por isso, todos os componentes do sistema nervoso podem aparecer diante de um observador operando como superfícies sensoriais, já que são pontos de interação ortogonal à sua dinâmica de estados que desencadeiam as mudanças em seu domínio de estados.

VIII. O que um observador vê como estímulo é o que ele considera que interage com o sistema nervoso ou com o organismo. De fato, sem dúvida, o observador é que determina a interação, já que em cada caso é a estrutura de cada sistema que especifica seu domínio de interações.

IX. A conservação da organização do sistema nervoso (sua condição de rede

fechada) como componente de um organismo envolve a conservação de sua organização como unidade em seu meio na medida em que o organismo é parte do meio de existência do sistema nervoso e de seus componentes. Por isso, o domínio de mudanças de estado do sistema nervoso está também determinado pela conservação da organização e pelo acoplamento estrutural ao meio (adaptação) do organismo que integra.

Correlações sensório-motoras

Na medida em que o observador está no espaço de fechamento do sistema nervoso como componente do organismo, no nível da conexão aferente-eferente, está também em seu domínio de existência e onde ele exprime seu comportamento. Nesta perspectiva, o observador pode descrever a dinâmica de estados do sistema nervoso como uma dinâmica de correlações sensório-motoras, na qual cada mudança de estado do sistema nervoso (mudança de correlação sensório-motora), que ele vê como uma mudança de postura ou como movimento do organismo (isto é, como um comportamento), na verdade, é uma mudança na conexão aferente-eferente que se realiza o fechamento do sistema nervoso através do meio no qual ele observa o organismo mover-se. De maneira geral, portanto, cada vez que um observador especifica uma superfície de interações com um organismo, define para este um domínio comportamental como um domínio de mudanças observáveis de posição do organismo em um meio,

que ele vê no sistema nervoso como um domínio de correlações sensório-motoras. Todo comportamento em um organismo envolvendo seu sistema nervoso surge nele como expressão de sua dinâmica de correlações sensório-motoras.

Dinâmica Estrutural

Sistema nervoso e organismo, que são sistemas dinâmicos, estão em contínua mudança estrutural. Tais mudanças estruturais podem ser mudanças nas relações entre os componentes ou nas características dos componentes. No sistema nervoso, as primeiras aparecem como mudanças nas relações de atividade entre seus componentes, resultantes de mudanças nas propriedades destes, que têm caráter reversível por sua constante de recuperação curta em relação à dinâmica total do organismo. As mudanças de membranas associadas à condução de um impulso nervoso ou à transmissão sináptica, que modifica reversivelmente a estrutura dos componentes do sistema nervoso e, portanto, suas propriedades, são deste tipo. Estas mudanças eu chamo de mudanças de primeira ordem. O segundo tipo de mudanças acontece no sistema nervoso como mudanças irreversíveis ou de constante temporal de recuperação muito longa em relação à dinâmica total do organismo. Os efeitos tróficos e hormonais que constituem mudanças estruturais irreversíveis, ou de constante de reversão muito longa nos componentes do sistema nervoso e que, portanto,

modificam suas propriedades de uma maneira que admite uma história de mudança cumulativa irreversível, são modificações deste outro tipo, que chamo de mudanças estruturais de segunda ordem.

VISLUMBRE DE RESPOSTA

Deriva ontogênica

Durante a ontogenia de um organismo e de seu sistema nervoso produzem-se continuamente mudanças estruturais de primeira e de segunda ordem, desencadeadas por suas respectivas interações em seus respectivos meios. Isso tem várias consequências fundamentais. Vejamos:

I. Na medida em que tanto o organismo como o sistema nervoso formam parte cada um do meio do outro, suas respectivas derivas ontogênicas devem se dar em um recíproco acoplamento, enquanto conservam suas respectivas organizações. Isso significa que o organismo forma uma unidade que inclui o sistema nervoso de uma tal maneira, que as interações dos componentes do sistema nervoso com o resto do organismo são ortogonais à sua participação na dinâmica de estados do sistema nervoso. Ao mesmo tempo significa que a deriva ontogênica da dinâmica de estados no sistema nervoso deve ser congruente com a conservação da adaptação (acoplamento estrutural) do organismo ao seu meio de existência.

II. O que o observador vê como comportamento ao contemplar as interações de um organismo com o sistema nervoso em seu meio é sempre expressão da dinâmica de estado de uma unidade que inclui o sistema nervoso, e não apenas um produto deste último. Além disso, o que o

observador vê a cada instante como comportamento é sempre expressão do presente estrutural da unidade organismo, que inclui o sistema nervoso, e esse presente estrutural é sempre o resultado de uma deriva estrutural ontogênica que começa com a célula inicial que dá origem ao organismo. A construção genética da célula inicial é um ponto de partida que restringe as ontogenias possíveis, porém não as especifica. Por isso toda ontogenia é uma epigênese que envolve sempre o organismo como unidade, sejam quais forem os componentes que um observador possa nele distinguir.

II. A dinâmica de estados do sistema nervoso como uma dinâmica de correlações sensório-motoras é, em cada instante, o resultado da epigênese do organismo e, portanto, o resultado da história de sua mudança estrutural, com conservação de sua organização e adaptação. Ao mesmo tempo, é o resultado de sua própria epigênese como componente do organismo num meio. O observador pode associar distintas configurações de correlações sensório-motoras do sistema nervoso a diferentes comportamentos e descrever o sistema nervoso como o gerador de ações do organismo sobre o mundo, com maior ou menor intencionalidade propositiva ou com maior ou menor eficiência ou eficácia. Em todos os casos, entretanto, a dinâmica de estados do sistema nervoso é uma dinâmica interna de correlações de atividade entre seus componentes, que segue um curso determinado em sua estrutura, em circunstâncias em que esta é, em todo instante de observação, o resultado da epigênese do organismo.

IV. A diferença entre características estruturais de um organismo determinadas geneticamente e não determinadas geneticamente não tem relação com sua origem epigênica em uma ontogenia do organismo com conservação de organização e adaptação, mas sim com a diversidade de histórias ontogênicas que as tornam possíveis. Assim, uma característica estrutural que aparece na epigênese, sob qualquer história de interações ontogênicas, diz-se que é de determinação genética. Outra característica que, ao contrário, aparece somente sob certas histórias de interações ontogênicas, diz-se que é adquirida. No processo de seu estabelecimento no decorrer da epigênese do organismo, entretanto, os dois tipos de características estruturais são indistinguíveis: ambas aparecem como resultado de uma deriva ontogênica do organismo com conservação de organização e adaptação. Um observador do organismo em seu contexto, imaginando alternativas, pode descrever este processo como sendo um processo de seleção epigênica em que as distintas histórias de interações ontogênicas selecionam distintos cursos de mudanças estruturais para o caso da mesma constituição genética inicial.

V. O que foi dito no tópico anterior é válido para a estrutura do sistema nervoso e, portanto, também para sua dinâmica sensório-motora e aquilo que o observador vê como comportamento. Os comportamentos instintivos e aprendidos, segundo este ponto de vista, não se diferenciam em sua natureza, mas nas possibilidades de surgimento epigênico das estruturas que determinam as correlações sensório-motoras do organismo que as exhibe. Mais ainda, segundo este ponto de vista, não há

comportamentos herdados, pois somente se herdam estruturas iniciais (constituição genética da célula inicial de um organismo) que determinam pontos de partida para possíveis epigêneses.

RESPOSTA

Aprendizagem

Tudo que foi dito mostra que a epigênese de um organismo é um processo de contínua mudança estrutural e que este segue um curso em contínua congruência com as mudanças estruturais do meio, como resultado inevitável da necessária conservação da organização e da adaptação na qual tem que acontecer a ontogenia de todo sistema. Tudo que foi dito mostra também que isso acontece de maneira que as mudanças comportamentais do organismo surgem como resultado de sua história de interações associadas a essa mudança estrutural, de maneira que a adequação das mudanças comportamentais do organismo às mudanças do meio são o resultado de sua conservação e adaptação.

Em suma, o que foi dito mostra que não há diferença intrínseca entre comportamento instintivo e comportamento aprendido, já que ambos são o resultado da epigênese do organismo e surgem, em cada caso, como consequência inevitável de sua história de interações com conservação da organização e da adaptação. A diferença entre eles está somente no grau de liberdade epigenética que determina a estrutura da célula inicial.

A aprendizagem, assim como a diferenciação celular, não é um fenômeno de adaptação do organismo ao meio, e sim a consequência da epigênese do

organismo com conservação de sua adaptação em um meio particular no qual a conservação da organização e da adaptação são as referências operacionais para o caminho seguido pela mudança estrutural. O organismo está onde está porque conservou sua organização e sua adaptação em um meio mutante ou estático, e dizemos que aprendeu porque, comparativamente, vemos que seu comportamento está diferente ao de um momento anterior, de uma maneira contingente à sua história de interações. Sem comparação histórica não podemos dizer nada: somente veríamos um organismo em congruência comportamental com seu meio no presente.

Reflexões sobre as reflexões

O fenômeno a explicar era a mudança de comportamento do organismo, congruente com as mudanças do meio e contingente à sua interação com ele. O procedimento explicativo foi indireto. Eu coloquei a sobrevivência como o fenômeno fundamental para a conservação da organização e da adaptação (mecanismo gerador do dito fenômeno), e a aprendizagem como o fenômeno adicional observável como consequência do operar do mecanismo explicativo da sobrevivência. Isto foi possível mostrando que a conservação da congruência entre o comportamento de um organismo e as perturbações que o meio exerce sobre ele é:

a) uma condição necessária de existência do organismo, implícita na

conservação da organização e adaptação durante a ontogenia;

b) o resultado de que a mudança estrutural do organismo, com seu sistema nervoso incluído, siga sempre um curso determinado pela coincidência das perturbações ambientais e a conservação da organização e adaptação que, de fato, constituem a condição de existência do organismo. Isso parece uma tautologia, e é. É um sistema de equações com algumas variáveis, tais como a estrutura inicial (o zigoto, em um organismo com reprodução sexuada, por exemplo) e a sequência de perturbações que constituem o meio efetivo no qual se realiza a ontogenia do organismo, que, uma vez fixadas, determinam uma única solução: a história individual do organismo em congruência com o meio até sua morte (perda de sua congruência com o meio). Percebo que isso oferece algumas dificuldades ao leitor. Vejamos:

I. Parece que o que foi dito deixa o problema aberto e não mostra como se produz a conservação da organização e da adaptação. Isso não é estritamente correto. O que se faz é mudar o problema. O problema já não é mais como o organismo se acomoda ao meio, por meio do comportamento ou de qualquer outra maneira. O problema agora é: como é a estrutura inicial de um organismo no nível da primeira célula (zigoto, no ser humano, por exemplo) de modo que admite uma epigênese que ocorre com uma certa sequência particular de interações e depois de 25 anos há um adulto com o comportamento de um médico, em circunstâncias que essa mesma célula inicial não admite uma epigênese que culmine em um elefante?

II. Tudo o que foi dito não parece tomar adequadamente em consideração o sistema nervoso. Isso também não é estritamente certo. O que se faz é devolver ao sistema nervoso sua condição de componente do organismo e mostrar que seu papel na mudança comportamental não é *sui generis*. Com efeito, na medida em que o sistema nervoso participa como qualquer outro órgão na deriva estrutural ontogênica do organismo, o que lhe cabe propriamente é a enorme ampliação do domínio de estados que torna possível no organismo. **Em outras palavras, o sistema nervoso é peculiar na maneira como amplia o domínio das possíveis epigêneses do organismo, não na forma como se insere nelas.**

III. Poderia parecer que a dança de correlações sensório-motoras que, conforme foi dito, caracteriza o operar do sistema nervoso como rede fechada de componentes que interagem entre si, não pode dar conta da enorme riqueza de comportamentos do ser humano. Esta dificuldade surge de se pensar que a complexidade de comportamentos do ser humano está em seu sistema nervoso. De fato, se o comportamento é o que o observador vê na circunstância de interações do organismo em seu meio, o que chamamos de riqueza comportamental humana pela riqueza de significado que vemos nela (arte, literatura, ciência, filosofia) não está no sistema nervoso como gerador de comportamentos, mas na circunstância histórica em que ocorrem as correlações sensório-motoras geradas por ele.

Em outras palavras, duas correlações sensório-motoras que um observador descreve como iguais em dois momentos históricos distintos podem ter

significados radicalmente diferentes porque são historicamente comportamentos distintos. O sistema nervoso torna possível uma certa variedade de correlações sensório-motoras em um organismo determinado, mas, sobretudo, torna possível seu enlace em muitas circunstâncias de interações distintas ao permitir muitas e muito diferentes derivas estruturais ontogênicas do organismo em circunstâncias históricas variáveis. A riqueza da vida humana é social porque a sociedade é também parte do meio em que um organismo conserva sua organização e sua estrutura. Ao sistema nervoso em sua deriva estrutural não faz diferença em que epigênese ele participa; de qualquer modo ele existe imerso em uma deriva estrutural. É ao ser social que isso faz diferença, porque a sociedade que gera seu comportamento opera recursivamente como o âmbito no qual ele deve conservar sua organização e adaptação em sua epigênese.

IV. De acordo com o que foi dito, o problema já não é compreender a organização do sistema nervoso. Este é uma rede fechada de componentes que interagem entre si. O problema agora é, concretamente, compreender a estrutura desta rede como um sistema fechado que gera mudanças de relações de atividade em uma dança completamente interna, que, vista pelo lado de fora, aparece como correlações sensório-motoras. Muito já se disse particularmente no domínio da postura e dos movimentos oculares. Há muito mais a dizer ainda, principalmente, sobre o domínio do acoplamento estrutural do sistema nervoso através de suas interações ortogonais ao seu domínio de estados. Neste sentido, os estudos de Joaquim Luco sobre os efeitos tróficos abriram um mundo.

V. Para muitos, pensar no operar do sistema nervoso sem recorrer à noção de representação ou de captação de informação será uma dificuldade. Esta dificuldade é meramente aparente. Nenhum mecânico precisa, para compreender como funciona um automóvel, descrever seu motor em função do mundo de relações ambientais em que ele é usado. O que ele sabe é que existem dois domínios disjuntos que ele relaciona: o domínio dos estados do motor, expresso como relações entre seus componentes, e o domínio das interações do automóvel no meio em que é usado (a estrada, o motorista etc.). Se o carburador está com defeito o carro não anda bem, porém não porque o carburador falha em sua representação do caminho. O mesmo acontece com o sistema nervoso. O que hoje temos que fazer para compreendê-lo é reconhecer a existência de dois domínios disjuntos, o do comportamento e o dos estados do sistema nervoso, e reconhecer que a conexão entre os dois é ortogonal ao operar deste último, e que ela está no acoplamento estrutural.

VI. Outra dificuldade para aceitar esta explicação geral do fenômeno da aprendizagem reside em que correntemente se pensa que o aprender envolve uma certa intencionalidade, um certo propósito. Isso porque, em geral, se pensa que o que é central em todo comportamento são suas consequências. Isto é um erro. O propósito que vemos nos comportamentos não pertence a eles, mas à descrição ou ao comentário do observador. Tal descrição é boa na conversação, mas é enganadora no domínio conceitual. A aprendizagem não tem propósito, é uma consequência da mudança estrutural dos seres vivos sob condições de

sobrevivência com conservação da organização e da estrutura. Não há representação do meio, não há ação sobre o meio, não há memória, não há passado nem futuro, somente o presente. Porém, porque há aprendizagem há linguagem (ver Maturana, 1978) e descrições nas quais o passado e o futuro surgem... e podemos equivocarnos sobre a aprendizagem.

VII. Finalmente, um comentário sobre o aprender. O que disse neste artigo é que **a aprendizagem é um processo que se dá no viver, mas que não consiste em captar [apreender] o mundo, como a palavra aprender sugere. O fenômeno de aprender é mudar com o mundo, e quando o sistema nervoso está envolvido nisso, este mudar com o mundo aparece como uma mudança comportamental que se dá com a mudança das correlações sensório-motoras, que resultam da mudança estrutural do sistema nervoso que segue a deriva conservando a organização e adaptação do organismo.**

Para isso, o sistema nervoso deve estar em contínua mudança estrutural, de modo que as interações do organismo com o meio resultem em que estas mudanças sigam determinado curso e não outro: as interações do organismo com o meio selecionam o curso da epigênese do sistema nervoso na qual ele conserva sua organização e adaptação. O sistema nervoso, entretanto, deve ter a estrutura que permita, sob muitas histórias distintas de mudança ambiental, muitas epigêneses distintas que podem levar o mesmo organismo (mesma constituição inicial) e muitas ontogênias distintas, com conservação da organização e da adaptação. Portanto, e em

última instância, a grande pergunta sobre o sistema nervoso deve ser: qual é a estrutura desta rede fechada que só gera correlações internas e que, dentro de certos limites, admite mudanças sobre como se realizam estas correlações internas sem interferir na conservação da organização e adaptação do organismo que integra?

Eu não tenho uma resposta em particular, mas creio que teria uma resposta geral.

Todo organismo existe num meio com o qual é congruente. Tal congruência envolve uma recorrência de estados em si mesmo que tem a ver com a recorrência de alguns estados do meio. Estas recorrências constituem uma condição que exige no organismo uma estabilidade estrutural básica que defina relacionalmente uma invariância operacional em torno da qual devem se dar todas as mudanças estruturais que ele sofre em sua necessária dinâmica estrutural. Acontece, entretanto, que essas mudanças estruturais estão também ligadas por relações com o meio. O sistema nervoso satisfaz estas duas condições com sua dinâmica de correlações internas, que são vistas externamente como correlações sensório-motoras.

Assim:

a) Por um lado, assegura um conjunto de correlações sensório-motoras capazes de gerar os necessários comportamentos recorrentes;

b) Assegura a possibilidade de novas correlações sensório-motoras ao admitir que as novas coincidências de relações internas de atividade que

surgem das mudanças estruturais das superfícies sensoriais do organismo desencadeiam mudanças estruturais locais;

c) Assegura que estas últimas mudanças redundem em que novas configurações de perturbações substituam as configurações de perturbações antigas frente às novas perturbações ambientais, recorrentes ou não.

Os estudos sobre aprendizagem que Joaquim Luco fez com as baratas demonstram que é assim. A barata, ao perder suas duas patas anteriores, tem a possibilidade de realizar todas as correlações sensório-motoras que um observador verá como a limpeza da antena usando uma das patas de seu segundo par. Sua aprendizagem é a seleção, em sua dinâmica estrutural, de mudanças que permitem uma nova correlação dessas correlações sensório-motoras. O sistema nervoso não está desenhado para que o organismo viva de uma certa maneira, e sim, se o sistema nervoso gera certas correlações sensório-motoras, o organismo vive de certa maneira em seu domínio de acoplamento estrutural. As baratas não são feitas para perder o primeiro par de patas e aprender a limpar as antenas apoiadas em três. Porém são feitas de tal modo que se perdem suas duas primeiras patas podem chegar, no decorrer de sua ontogenia, a apoiar-se em três das restantes e limpar-se com a quarta que está livre. Isto, se acontece, é o resultado de uma simples deriva evolutiva, segundo a qual todos os organismos atuais pertencemos a linhagens que nunca se interromperam e dos quais resultaram os zigotos ou células iniciais que tornaram possível

nossas epigêneses particulares. Mais ainda, nessa deriva evolutiva a aprendizagem como fenómeno ontogênico é simples epigênese, simples deriva estrutural com conservação da organização e adaptação da unidade em ontogenia. O resto, foi o observador que disse.

REFERÊNCIAS

MATURANA, H.R.; VARELA, F.G. (1973). *De máquinas y seres vivos*. Editorial Universitaria, Santiago.

MATURANA, H.R. (1978). Biology of language: epistemology of reality. En: *Psychology and Biology of Language and Thought*. E. Lenneberg and H. Miller. (Eds). Academic Press, New York.

MATURANA, H.R. (1980). Autopoiesis: reproducción, herencia y evolución. En *Autopoiesis, dissipative structures and spontaneous social orders*. A.A.A. Selected Symposium 55. Milan Zeleny (Ed.).

MATURANA, H.R.; VARELA, F.G. Evolution or phylogenetic and ontogenic drift. Em preparação.