

REFLEXÕES: aprendizagem ou consequência ontogenética

Dr. Humberto Maturana
Departamento de Biología da Faculdade de Ciências Básicas e Farmacêutica.
Universidade do Chile, Santiago, Chile.
Traduzido por Júlia Eugênia Gonçalves

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 e é baseado em minha história como um 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 a minha expressão de gratidão para com ele.

O problema

Digo que há aprendizagem quando o comportamento de um organismo varia durante sua história (ontogênese), de maneira consistente com as mudanças ambientais e o faz seguindo um curso contingente de suas interações com o ambiente.

Que o sistema nervoso participa no fenômeno de aprendizagem é evidente, na interferência que produz neste fenômeno quando se encontra danificado ou alterado. Embora o fenômeno designado pelo termo aprendizagem possa ser descrito de muitas maneiras diferentes, como quando se fala de "*a geração de um comportamento adequado ao meio ambiente a partir de uma experiência anterior*," ou se refere à " *aquisição de uma nova habilidade como resultado da prática*", de acordo com o que o observador queira enfatizar, eu acho que a caracterização que proponho acima é necessária e suficiente para cobrir todos os casos possíveis.

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

1-Por uma determinada perspectiva, o observador vê que o meio está lá, do lado de fora, como o mundo em que o organismo tem de existir e agir, que lhe fornece as informações, os dados, os significados que precisa para fazer-se uma representação do mesmo, e, assim, calcular o comportamento adequado que lhe permitirá sobreviver nele. De acordo com este ponto de vista, **a aprendizagem é o processo pelo qual o organismo recebe informações do ambiente e constrói uma representação dele armazenada em sua memória, usando-a para planejar o seu comportamento em resposta às perturbações que vêm com ele.** A partir deste ponto de vista, a recordação consiste em encontrar na memória a representação exigida para calcular as respostas apropriadas para as interações decorrentes do meio ambiente.

Nesta visão, o meio é instrutivo, pois produz no organismo mudanças de estado que, por serem congruentes com ele, constituem uma representação dele;

2-Numa outra perspectiva, o observador vê que o comportamento de um organismo (incluindo seu sistema nervoso central) é determinado em cada instante por sua estrutura, e que só pode ser apropriado para o meio se esta estrutura é consistente com a estrutura do meio e sua dinâmica de mudança. De acordo com este ponto de vista, a aprendizagem é o próprio curso da mudança estrutural que o organismo vive (incluindo o seu sistema nervoso) de acordo com as mudanças estruturais do meio, como resultado da seleção estrutural produzida entre ambos durante suas interações recorrentes, com conservação de suas respectivas identidades. **Segundo esta visão, o organismo não constrói uma representação do meio e nem planeja um comportamento adequado para ele.** Desta maneira, para o organismo operar não há meio, nem recordações, nem memória, apenas uma dança estrutural no presente, que segue um curso consistente com o meio, ou se desintegra.

Nessa visão, o comportamento do organismo permanece adequado apenas se mantém a sua adaptação durante suas interações e o que um observador vê como uma lembrança consiste justamente nisso: na aparição de comportamentos vistos como adequados, porque o organismo mantém sua adaptação em relação a distúrbios ambientais tidos como recorrentes. Neste ponto de vista, não há interações instrucionais e o meio apenas seleciona as alterações estruturais do organismo e não as especifica.

Explicação

Como cientistas, a nossa tarefa é mostrar como os fenômenos surgem, isto é, a nossa tarefa é explicativa, não preditiva de sucessos que podem 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 ser explicado como um resultado de sua operação. Mais ainda, aceitamos como explicação científica apenas aqueles mecanismos que, além de explicar o fenômeno, gerem outros fenômenos observáveis não considerados para sua formulação, mas dedutíveis dela.

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

Isto tem duas implicações fundamentais:

- A ciência só pode considerar os sistemas de estrutura determinada (sistemas fechados, limitados em sua estrutura), ou seja, sistemas em que tudo o que acontece é determinado por sua estrutura.

Quero esclarecer o seguinte:

A estrutura do sistema que o determina é específica e ocorre nele e para ele:

a) - um domínio de mudanças estruturais (mudanças nas relações entre os componentes ou mudanças nas propriedades dos componentes) que não destrói a sua organização (relações entre os componentes que definem a sua identidade de classe) e que chamamos de **mudanças de estado;**

b) - um domínio de mudanças estruturais com perda de organização (desintegração) que chamamos 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 no sistema e que denomino **domínio de interações destrutivas**.

Um sistema de estrutura determinada, por conseguinte, não suporta as interações de instrução, isto é, não admite interações nas quais um agente externo, especifique nele uma alteração estrutural porque todas as alterações possíveis estão especificadas em sua estrutura. Portanto, a ciência não é e não pode, por sua própria constituição, lidar com sistemas de ensino.

- Explicações científicas podem ser propostas a qualquer domínio. As únicas restrições possíveis são aquelas oriundas de circunstâncias que interferem com: a distinção ou explicação do fenômeno a ser explicado, com a formulação do mecanismo gerador ou com a observação de outros fenômenos dedutíveis da proposição explicativa. Se algumas destas condições não forem satisfeitas, não há nenhuma explicação científica.

Assim, explicar o fenômeno da aprendizagem consiste, em princípio, em mostrar como, (a partir do organismo e seu sistema nervoso como sistemas de estrutura determinada), surge o que o observador vê como aprendizagem; em distinguir a mudança de comportamento do organismo de acordo com as mudanças no meio ambiente em virtude da interação entre ambos.

Particularmente, mostrarei que a aprendizagem é uma consequência necessária da história individual de todos os seres vivos com plasticidade estrutural ontogênica.

Escolha de perspectiva

Como o organismo (incluindo o sistema nervoso) é 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.

A outra perspectiva, no entanto, não exige interações instrucionais e é compatível com um tratamento do organismo e seu sistema nervoso como sistemas de estrutura determinada. Esta, portanto, será a perspectiva que vou adotar.

Justificativa

Comportamento

Um organismo ou um ser vivo é um sistema dinâmico. Isto é, um organismo ou uma vida, é um sistema que, apesar de manter sua organização, está em constante mudança de status.

Um observador, olhando para o organismo vivo como uma unidade interagindo num meio, não vê suas mudanças de estado. Somente consegue ver suas mudanças de posição ou de forma como reação a perturbações no meio ou como resultado de sua própria dinâmica interna. Estas alterações na forma ou posição de um organismo vivo em relação ao meio é 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 ser vivo ou organismo e o ambiente no qual um observador é capaz de distingui-lo e contemplá-lo.

O sistema nervoso, como um componente de um organismo ou ser vivo, por conseguinte, não produz o comportamento, só participa nas alterações do estado dinâmico que o sistema integra. Para um observador, no entanto, o sistema nervoso participa da geração do comportamento, na medida em que participa nas alterações de estado do organismo ou ser vivo, cuja mudança de forma ou de posição no que diz respeito ao meio, ele contempla e descreve. **Assim, as estruturas que surgem de maneira ontogênica num organismo qualquer, relacionadas com sua história de interações, dão origem a comportamentos aprendidos.**

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

Assim, as estruturas que surgem na ontogênese de qualquer organismo, dependem da história de interações que dão origem a comportamentos aprendidos, enquanto que aquelas independentes desta história dão origem a um comportamento instintivo ou inato.

Finalmente, deve notar-se que qualquer alteração estrutural num organismo (incluindo os do sistema nervoso), para resultar em uma mudança na sua dinâmica de estados, pode aparecer como uma mudança de comportamento, e também, por outro lado, que qualquer alteração comportamental que aparece nas interações de um organismo no ambiente, 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.

Integração estrutural:

A conservação da organização de um sistema determinado estruturalmente no meio em que existe, é uma condição sine qua non de sua existência. Quer dizer, um sistema dinâmico, determinado estruturalmente, existe apenas enquanto sua dinâmica estrutural possui 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 contrario, se desintegra com a primeira interação destrutiva.

Isto denota que a conservação da organização de um sistema dinâmico num meio de interação, exige a correspondência estrutural entre o sistema e seu meio. Quando isto não acontece, 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 é o que eu chamo, de maneira geral, integração estrutural e corresponde nos organismos vivos e seres vivos à condição de adaptação ao meio.

Em resumo, todo sistema perdura como tal enquanto conserva sua organização e sua integração estrutural ao meio em que existe. Por isso, a sobrevivência num ambiente e a conservação de sua organização é operacionalmente seletora do caminho seguido pela 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 sua organização e sua adaptação, sem interrupção (integração estrutural.)

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

A conservação da organização, sem dúvida, é a condição primária porque define a unidade cuja adaptação se conserva, enquanto que a conservação da adaptação é relacional, pois define o contexto em que esta ocorre.

Vejamos como acontece a conservação da organização e a adaptação no ser vivo e no sistema nervoso:

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 de origem interna ou externa, o desintegra.

A consequência geral de manter sua organização autopoiética, será que o ser vivo se manterá no futuro como ser vivo, numa contínua mudança estrutural específica em cada instante, que segue um curso continuamente determinado pela conservação de sua organização no âmbito de suas interações com o 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 numa derivação estrutural com conservação de adaptação e organização.

Todo o anterior é válido para o sistema nervoso enquanto sistema, com a distinção de que a organização que se conserva não é autopoiética 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 em outras do mesmo conjunto.

A estas mudanças de estado das células do sistema nervoso, que geram mudanças de estado em outras células do sistema nervoso, eu chamo de **mudanças de atividade do sistema nervoso**. Mais ainda, eu digo 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 nos componentes do sistema nervoso, são, por sua vez, incluídos 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 nas quais toda mudança nas relações de atividade de alguns de seus componentes, sempre gera 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, promovendo 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 suas mudanças estruturais com conservação da organização e a integração estrutural que constitui seu futuro como componente de um organismo.

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

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. Para a dinâmica de estados do sistema nervoso, o ambiente descrito pelo observador é irrelevante. O que é significativo para esta dinâmica é o fechamento da conexão aferente / eferente e não como ela ocorre.

Nestas circunstâncias, assim como o operar do ser vivo como uma unidade autopoietica consiste numa dança interna de produções moleculares fechada numa contínua autopoiesis, o operar do sistema nervoso consiste numa dança interna de contínua geração de mudanças de relações nas atividades entre seus componentes, fechada sobre si mesma porque o sistema nervoso é uma unidade, uma rede de componentes que só interagem entre si. Por isso, assim como distintos sistemas autopoieticos se diferenciam na maneira particular de realizar 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 condutas. Porém, sua operação como uma rede fechada compoendo um

organismo num meio determinado (ao qual estão integrados estruturalmente) faz com que o observador veja as condutas do organismo em seu meio.

O ambiente de qualquer sistema é tudo aquilo que não fica determinado como parte dele, por sua organização e que pode interagir com ele como unidade. Além do mais, todo sistema interage em seu meio por intermédio da operação de seus componentes, mediante propriedades distintas daquelas que participam no sistema que integram. Por isso, todo sistema determinado estruturalmente interage por dimensões octogonais 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, os produtos deste organismo, constituem seu meio. O mesmo é válido para o organismo, considerando que o sistema nervoso é parte de seu meio.

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

O que um observador chama de estímulo e vê como uma entrada é o operar mesmo do sistema nervoso. É, de fato, uma circunstância de interação do meio com os componentes do sistema nervoso, octogonal à sua operação, como uma rede fechada de relações de atividade entre componentes que, ao desenrolar uma mudança em sua estrutura, desenvolve também uma mudança em seu domínio de estados.

O sistema nervoso não interage nem pode interagir no nível de sua dinâmica de estados. Somente pode fazê-lo num domínio octogonal 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 nestes pontos de interação octogonal acontecem as mudanças em seus domínios de estados.

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 alguma, o observador é que determina a interação, já que em cada caso é a estrutura de cada sistema que especifica seu domínio de interações.

A conservação da organização do sistema nervoso (sua condição de rede fechada) como componente de um organismo, leva à conservação de sua organização como unidade de seu meio, na medida em que o organismo é parte do meio no qual existe o sistema nervoso e seus componentes. Por isso, o domínio das mudanças de estados do sistema nervoso está restrito pela conservação da organização e pela integração 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 e onde existe a conduta. Nesta perspectiva, o observador pode descobrir a dinâmica de estados do sistema nervoso como uma dinâmica de relações sensório motoras, nas quais cada mudança de estado do sistema nervoso é vista como uma mudança de postura ou como um movimento do organismo (como uma conduta). Na verdade, é uma mudança na conexão aferente- eferente que se realiza no contexto do sistema nervoso, por intermédio 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 de conduta como um domínio de mudanças observáveis de posições do organismo no meio, que ele vê no sistema nervoso como um domínio de correlações sensório motoras. Toda conduta num organismo gerada por seu sistema nervoso, surge 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 modificações nas relações entre os componentes ou nas características de seus componentes. No sistema nervoso, os primeiros 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 são chamadas de modificações de primeira ordem. Os segundos acontecem 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 evolução muito longa, num dos 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. Estas mudanças são chamadas de modificações estruturais de segunda ordem.

VISLUMBRANDO A RESPOSTA

Consequência Ontogênica

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

1- Na medida em que tanto o organismo como o sistema nervoso formam parte cada um deles do meio do outro, suas respectivas consequências ontogênicas devem ocorrer numa recíproca integração, apesar de conservarem 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 octogonais à sua participação na dinâmica de estados do sistema nervoso. Ao mesmo tempo, significa que a consequência ontogênica da dinâmica de estados no sistema nervoso deve ser congruente com a conservação da adaptação (integração estrutural) do organismo ao seu meio ambiente.

2- O que o observador vê como conduta ao contemplar as interações de um organismo com o sistema nervoso em seu meio, é sempre a expressão da dinâmica de estado de uma unidade que inclui o sistema nervoso, não ele mesmo, mas apenas um produto deste último. Além disso, o que o observador vê em cada instante como conduta é sempre a expressão do presente estrutural do organismo que inclui o sistema e este presente estrutural é sempre o resultado de uma consequência estrutural ontogênica que se inicia com a célula original que dá origem ao organismo. A construção genética da célula inicial é o ponto de partida que restringe as ontogenias possíveis, porém não as especifica. Por isso, toda ontogenia é uma epigênese que trata sempre o organismo como unidade, sejam quais forem os componentes que um observador possa nele distinguir.

3- 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 à diferentes condutas 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, sem dúvida, a dinâmica de estados do sistema é uma dinâmica interna de correlações de atividade entre seus componentes, que segue um curso determinado em sua estrutura, em circunstâncias nas qual esta é, em todo instante de observação, o resultado da epigênese do organismo.

4- A diferença entre características estruturais de um organismo determinadas geneticamente e não determinadas geneticamente, não têm relação com sua origem epigenética numa 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, é de determinação genética. Outra característica, em troca, que aparece somente sob certas histórias de interações genéticas, é adquirida. No processo de seu estabelecimento no decorrer da epigênese do organismo, sem dúvida, ambos os tipos de características estruturais são indistinguíveis: ambas aparecem como resultado de uma consequência ontogênica do organismo com conservação de organização e adaptação. Um observador do organismo em seu contexto, imaginando alternativas, pode descrever este processo como de seleção

epigênica na qual distintas histórias de interações ontogênicas selecionam distintos cursos de mudanças estruturais para o caso da mesma constituição genética inicial.

5- 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 interpreta como conduta. As condutas instintivas e aprendidas, 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 condutas herdadas, somente se herdaram 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 contínuo de mudança estrutural e que este segue um curso em contínua congruência com as mudanças estruturais do meio ambiente, 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 de conduta do organismo surgem como resultado de sua história de interações associadas a estas mudanças estruturais, de maneira que a adequação das mudanças de conduta do organismo com as mudanças do ambiente são o resultado da conservação e adaptação deste.

Em suma, tudo que foi dito mostra que não há diferença entre conduta instintiva e conduta aprendida, já que ambas 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 elas 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, é a consequência da epigênese do organismo com conservação de sua adaptação num meio particular no qual a organização e a adaptação tenham sido as referências operacionais para o caminho seguido pela mudança estrutural. O organismo está onde está porque conservou sua organização e sua adaptação num meio mutante ou estático, e decidimos que aprendeu porque, comparativamente, vemos que sua conduta está diferente a de um momento anterior, de uma forma contingente à sua história de interações. Sem comparação histórica não podemos dizer nada: somente veríamos um organismo em congruência de conduta com seu ambiente, no presente.

Reflexões sobre as reflexões

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

- a) Uma condição necessária da 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 é a conservação da organização e adaptação que, de fato, constituem a condição de existência do organismo. Isso parece uma tautologia, mas não é. É um sistema de equações com algumas variáveis, tais como a estrutura inicial (o zigoto, num 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 congruência com o meio). Percebo que isso oferece algumas dificuldades ao leitor. Vejamos:

1-Parece que o que foi dito deixa um 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 se acomoda o organismo ao meio, por meio da conduta 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 certa sequência particular de interações e depois de 25 anos há um adulto com a conduta de um médico, ao passo que essa mesma célula inicial não admite uma epigênese que culmine num elefante ?

2- 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 de conduta não é "sui generis". Com efeito, na medida em que o sistema nervoso participa como qualquer outro órgão na formação estrutural ontogénica do organismo, o que lhe cabe propriamente é a enorme ampliação de estados que torna possível o 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.**

3- Pareceria que a dança de correlações sensório motoras que, segundo foi dito, caracteriza o operar do sistema nervoso como rede fechada de componentes que interagem entre si, não

pudesse dar conta da enorme riqueza de condutas do ser humano. Esta dificuldade surge de se pensar que a complexidade de condutas do ser humano está em seu sistema nervoso. De fato, se a conduta é o que o observador vê na circunstância de interações do organismo em seu meio, o que chamamos de riqueza de conduta humana pela riqueza que nela vemos (arte, literatura, ciência, filosofia) não está no sistema nervoso como gerador de condutas, mas na circunstância histórica em que ocorrem as correlações sensório motores geradas por ele.

Em outras palavras, duas correlações sensório motores que um observador descreve como iguais em dois momentos históricos distintos podem ter significados radicalmente diversos porque são historicamente condutas distintas. O sistema nervoso torna possível certa variedade de correlações sensório motoras num organismo determinado mas, sobretudo, torna possível seu enlace em muitas circunstâncias de interações distintas, ao permitir muitas e variadas consequências estruturais ontogênicas do organismo em circunstâncias históricas mutantes. A riqueza da vida humana é social porque a sociedade é também parte do meio no qual um organismo conserva sua organização e sua estrutura. Com o sistema nervoso acontece o mesmo, a partir de que epigênese participa; de todos os modos, ele existe imerso numa gênese estrutural. Ao ser social não acontece o mesmo, porque a sociedade que gera sua conduta opera recursivamente como o âmbito no qual deve conservar sua organização e adaptação em sua epigênese.

4- Segundo tudo que foi dito, o problema já não é mais 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 numa dança completamente interna, a qual, 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, sobre o domínio da integração estrutural do sistema nervoso por meio de suas interações octogonais aos seus domínios de estado. Neste sentido, os estudos de Joaquim Luco sobre os efeitos tróficos abriram um mundo.

5- 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 compreender como funciona um automóvel para descrever seu motor. O que ele sabe é que existem dois domínios disjuntos que se relacionam: o domínio dos estados do motor, expresso como relações entre seus componentes e o domínio das interações do automóvel no ambiente em que é usado (a estrada, o motorista). Se o carburador está com defeito o carro não anda bem, porém, não é devido ao carburador que o motorista 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 da conduta e o dos estados do sistema nervoso, e reconhecer que a conexão entre os dois é octogonal ao operar deste, ao qual está em integração estrutural.

6- Outra dificuldade para aceitar esta explicação geral do fenômeno da aprendizagem reside em que correntemente se pensa que o aprender trás em si uma certa intencionalidade, um certo propósito. Isso porque, em geral, se pensa que o cerne de toda conduta são suas consequências. Isto é um erro. O propósito que vemos nas condutas não pertence a elas, mas

à descrição ou 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 a aprendizagem existe há linguagem (ver Maturana, 1978) e descrições nas quais o passado e o futuro surgem... E podemos equivocarnos na aprendizagem.

7- Finalmente, um comentário sobre o aprender. O que disse neste artigo é que a aprendizagem é um processo que acontece na vida, porém, não consiste em captar o mundo, como a palavra aprender sugere. **O fenômeno de aprender é mudar com o mundo, quando o sistema nervoso está envolvido nisso. Este mudar com o mundo aparece como uma mudança de conduta que acontece com a mudança das correlações sensório motoras que são resultado da mudança estrutural do sistema nervoso, que segue a regra de conservar a organização e adaptação do organismo.**

Para isso, o sistema nervoso deve estar em contínua mudança estrutural, de maneira que as interações do organismo com o meio resultem 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, sem dúvida, deve ter a estrutura que permita, sob muitas histórias distintas de mudança ambiental, muitas epigêneses distintas que podem levar ao mesmo organismo (mesma constituição inicial) e muitas ontogenias 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 somente gera correlações internas e que, dentro de certos limites, admite mudanças sobre como se realizam estas correlações internas sem interferir com a 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 trás consigo uma recorrência de estados em si, que tem a ver com a recorrência de alguns estados do meio ambiente. Estas recorrências constituem uma condição que exige do organismo uma estabilidade estrutural básica que defina relacionalmente uma invariância operacional em torno da qual devem acontecer todas as mudanças estruturais que ele sofre em sua necessária dinâmica estrutural. Acontece, sem dúvida, que estas mudanças estruturais estão também ligadas por relações com o meio. O sistema nervoso satisfaz estas duas condições com sua dinâmica de correlações internas, vistas externamente como correlações sensório motoras, assim :

a) Por um lado, assegura um conjunto de correlações sensório motoras capazes de gerar as necessárias condutas 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, gerem mudanças estruturais locais;

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

Os estudos sobre aprendizagem de Joaquim Luco fizeram com que as baratas demonstrassem que é assim. A barata, ao perder suas duas patas anteriores, tem a possibilidade de realizar todas as correlações sensório motoras que um observador vê, 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 destas correlações sensório motoras. O sistema nervoso não está desenhado para que o organismo viva de certa maneira. Porém, se o sistema nervoso gera certas correlações sensório motoras, o organismo vive de certa maneira em seu domínio de integração estrutural. As baratas não foram feitas para perderem o primeiro par de patas e aprenderem a limpar as antenas apoiadas em três. Porém, foram feitas de tal modo que se perdem suas duas primeiras patas podem passar ao largo de sua ontogenia e apoiar-se nas três restantes e limpar-se com a quarta que está livre. Isto, se acontece, é o resultado de uma simples consequência evolutiva, segundo a qual todos os organismos atuais pertencem à linhagens que nunca foram interrompidas e dos quais resultaram os zigotos ou células iniciais que tornaram possível nossa epigênese particular. Mais ainda, nesta consequência evolutiva, a aprendizagem, como fenômeno ontogenético é simples epigênese, simples consequência estrutural com conservação da organização e adaptação da unidade em ontogenia. O resto, disse o observador.

REFERENCIAS

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. En preparación.