

Sophia Breslin

Thomas Desvignes & John H. Postlethwait



O que controla
o desenvolvimento do
sexo nos peixes?

Traduzido por
Isabela Lagana Ohara, Oscar Akio Shibatta,
e Brian Sidlauskas

Geralmente os peixes, machos e fêmeas são indistinguíveis na aparência.

Nototénia-marmoreada

Macho



Fêmea



Em outros casos eles podem apresentar um ligeiro dimorfismo sexual, onde os machos e as fêmeas parecem diferentes.

Nototénia-pintada



Nadadeira anal listrada



Nadadeira anal preta

E algumas vezes, machos e fêmeas da mesma espécie são tão distintos que, anteriormente acreditavam ser de diferentes espécies!

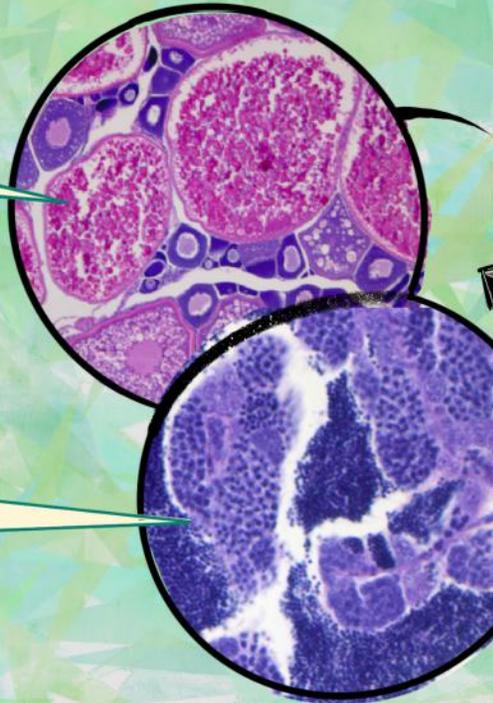
Bodião de cabeça azul



Além da aparência física, machos e fêmeas podem diferir de outras maneiras, especialmente pelas gônadas- órgãos que produzem gametas: ovócitos e espermatozoides.

As fêmeas possuem ovários que produzem grandes ovócitos.

Os machos possuem testículos que produzem espermatozoides microscópicos!

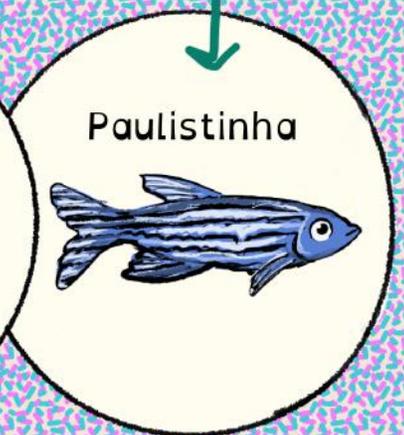
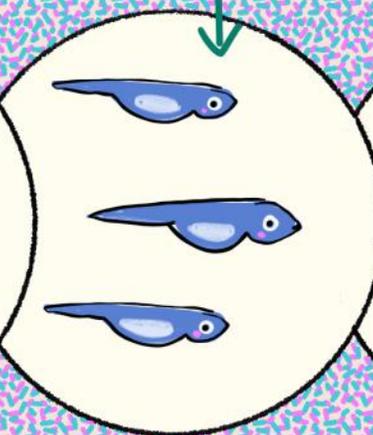
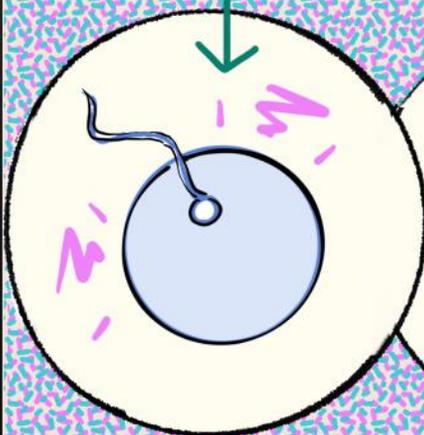


Durante a reprodução, o espermatozoides se funde com o ovócito, formando um zigoto,

Que se desenvolve em um embrião,

Que eclode em um juvenil,

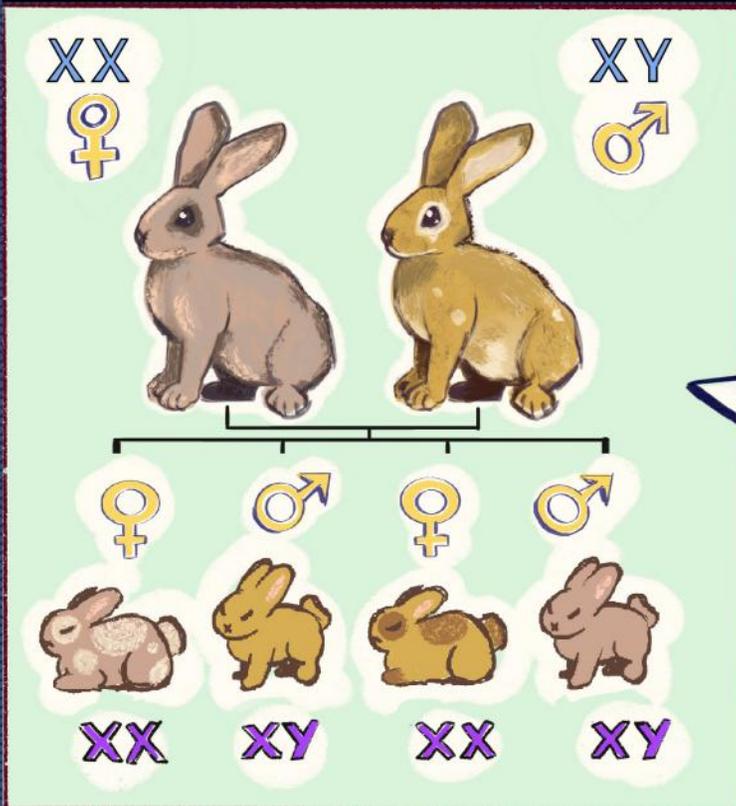
Que se torna um adulto quando desenvolve ovários e testículos maduros.



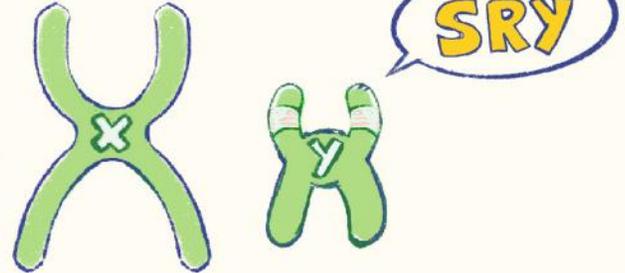
Que fatores fazem com que as gônadas se tornem ovários ou testículos?



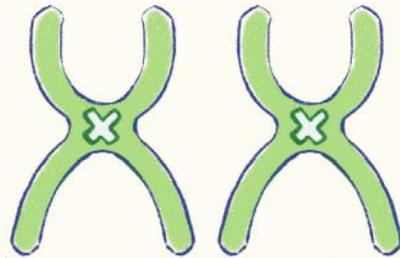
Os genes determinam o sexo da maioria dos vertebrados, e nós chamamos isso de Gene Determinador do Sexo ou GDS. Um importante Gene Determinador do Sexo (GDS) em um cromossomo sexual regula o desenvolvimento dos ovários ou dos testículos.



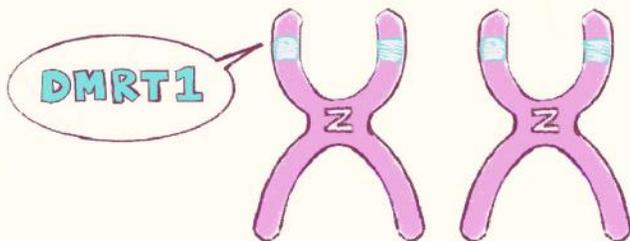
Em mamíferos o GDS é o SRY, localizado no cromossomo Y. Geralmente indivíduos com cromossomos X e Y desenvolvem testículos.



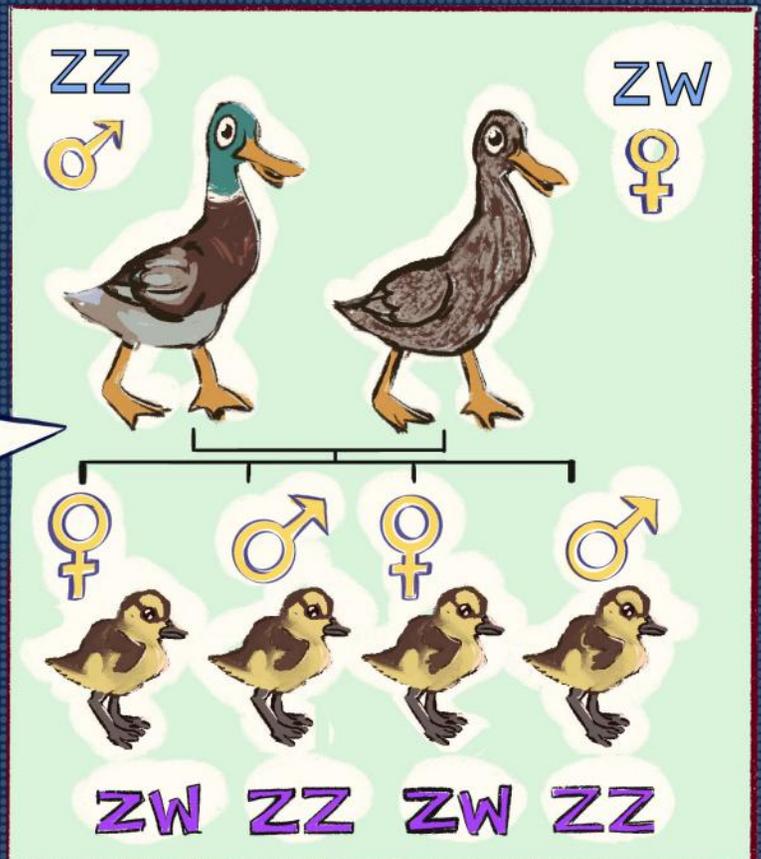
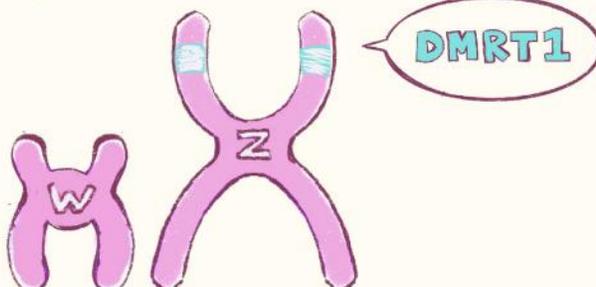
Indivíduos com dois cromossomos X geralmente desenvolvem ovários.



As aves possuem um sistema oposto: seu GDS é o DMRT1 localizado no cromossomo Z. Machos possuem dois cromossomos Z e dois genes DMRT1.

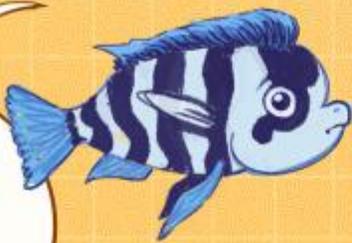


As fêmeas têm um cromossomo Z e um W e, portanto, possuem apenas um gene DMRT1.



Similar aos mamíferos, muitos peixes têm um sistema genético de determinação do sexo XX-XY.

XX
♀



XY
♂



Frontosa

Ciclídeos
"Goldfin herring"

ZW
♀



ZZ
♂

Alguns outros peixes possuem um sistema ZZ-ZW, como o as aves.

Peixe-gelo "Sailfin"

$X_1X_1X_2X_2$
♀

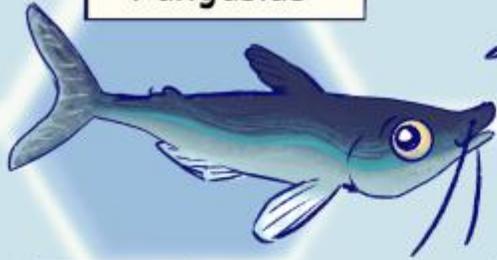


X_1X_2Y
♂

Alguns peixes têm outras variações. Por exemplo, machos de várias espécies de peixes da Antártica, possuem um cromossomo Y formado pela fusão de um cromossomo sexual e um cromossomo não sexual.

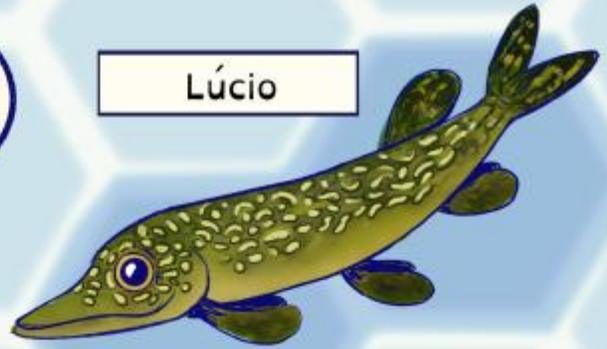
Curiosamente, e ao contrário das aves e dos mamíferos, os peixes têm muitos GDSs diferentes, e não apenas um.

Pangasius



amhr2

Lúcio

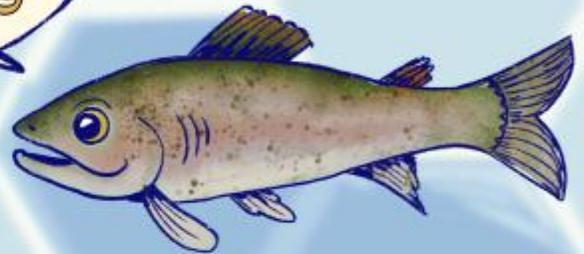


Arenque



amh

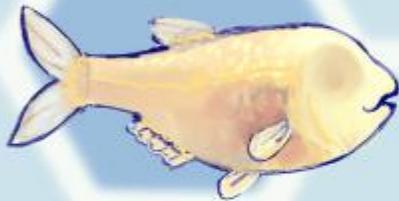
Truta-arco-íris



irf9

bmpr1b

Tetra-cego



gdf6

Medaka-japonês



dmy

Charuteiro



hsd17b1

Medaka-de-Lução



gsdf

Linguado-do-Senegal



fshr

Medaka-azul-indiano



sox3

Porém, algumas vezes, mesmo peixes intimamente relacionados/aparentados possuem GDSs diferentes, como esses três medakas.

Alguns peixes podem mudar o seu sexo quando adultos. Eles são chamados de hermafroditas sequenciais.

Protoginia é quando o peixe se desenvolve primeiro em fêmea e depois se transformam em machos. "Proto-" significa "primeiro" e "-ginia" significa "fêmea".

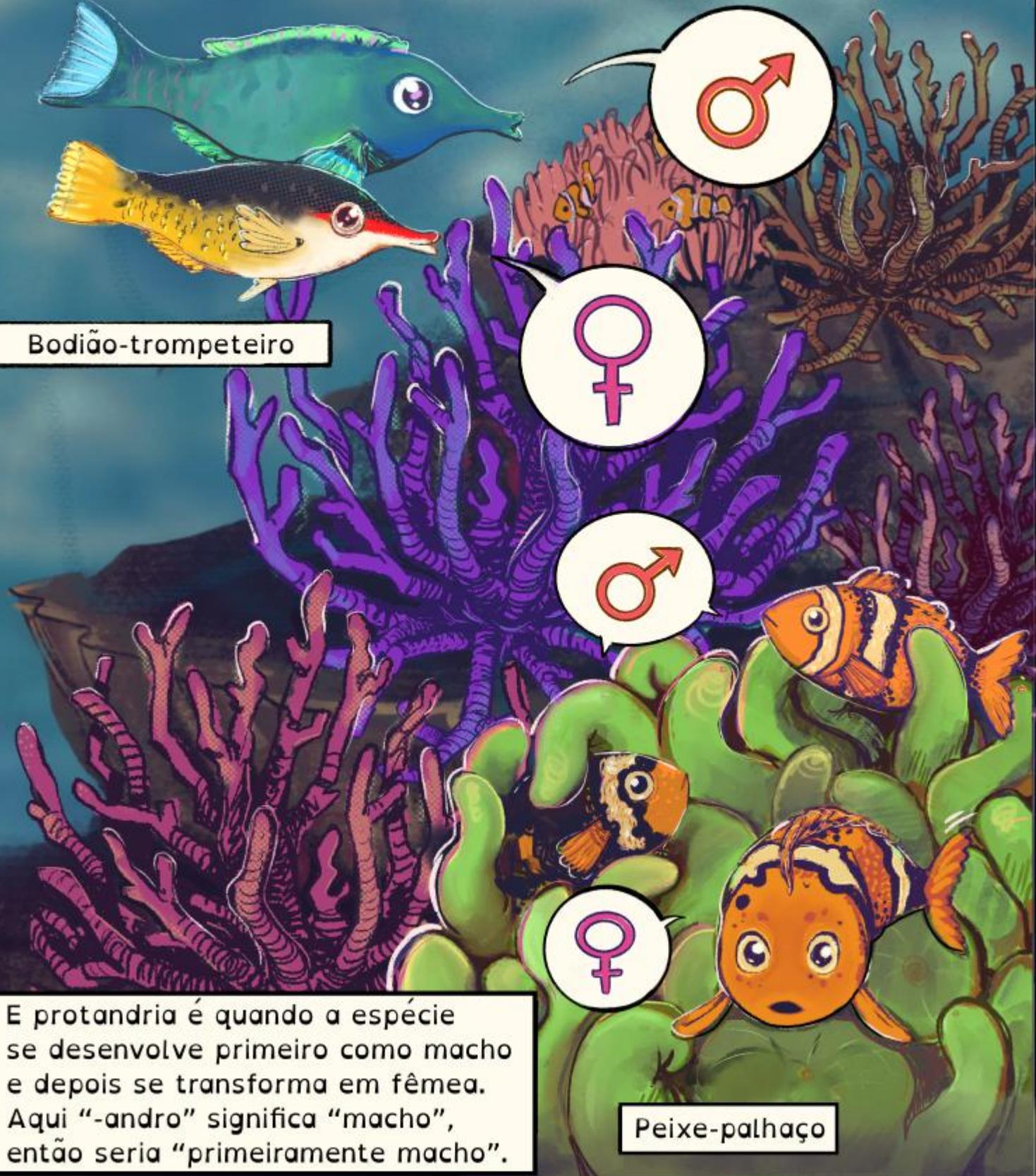


Bodião-trompeteiro



E protandria é quando a espécie se desenvolve primeiro como macho e depois se transforma em fêmea. Aqui "-andro" significa "macho", então seria "primeiramente macho".

Peixe-palhaço



Existem mais algumas maneiras incomuns do sexo ser determinado- ou não em peixes.

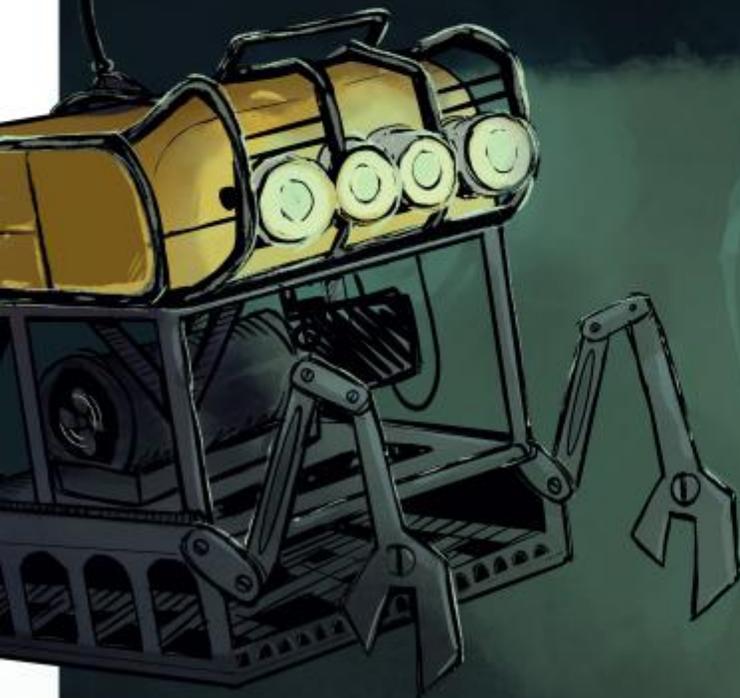
Em algumas espécies, os indivíduos conseguem alternar entre serem machos e fêmeas: uma mudança de sexo bidirecional.

Gobie Catalina



Em algumas espécies, um peixe pode ter ovários e testículos, produzindo ovócitos e espermatozoides ao mesmo tempo! Sendo eles hermafroditas simultâneos.

Veículos Operados Remotamente (VOR) podem explorar o fundo dos oceanos e observar esses peixes tão raros!

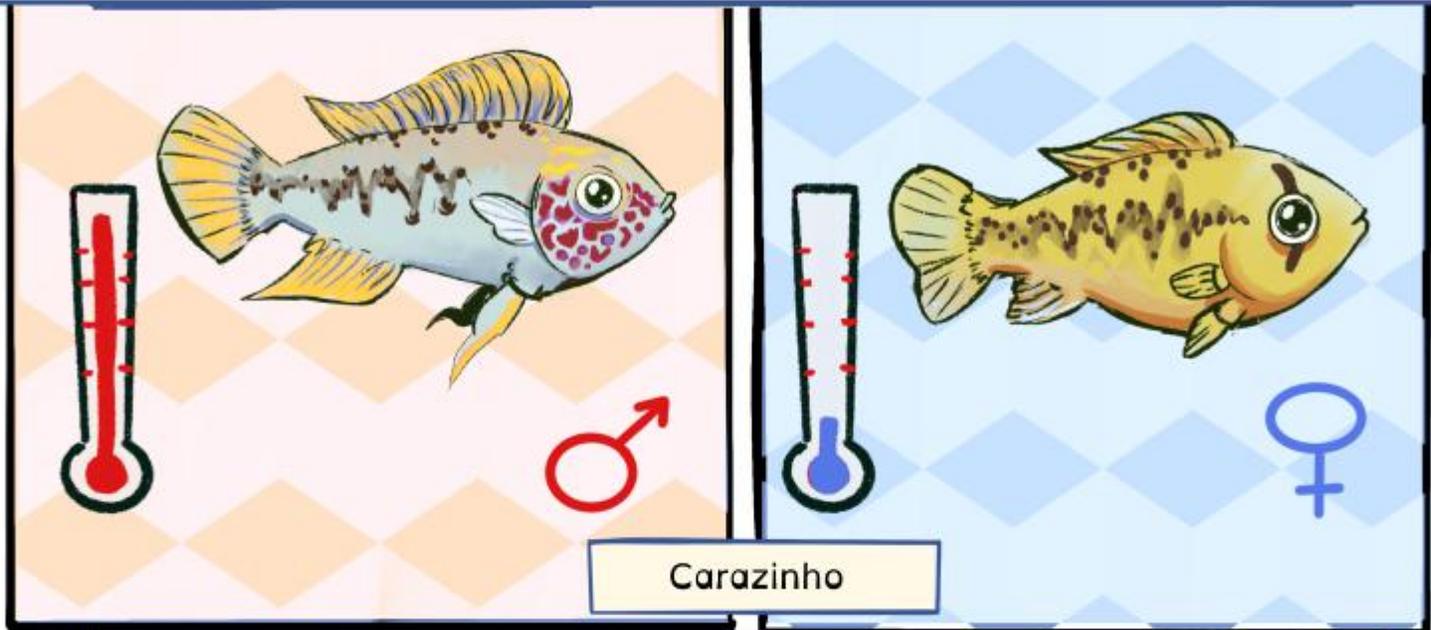


Peixe-tripé

Em alguns casos o sexo dos peixes não é determinado pelos genes, mas sim pelo seu ambiente.

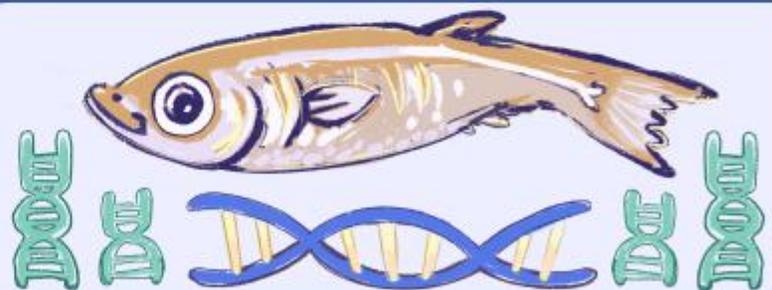
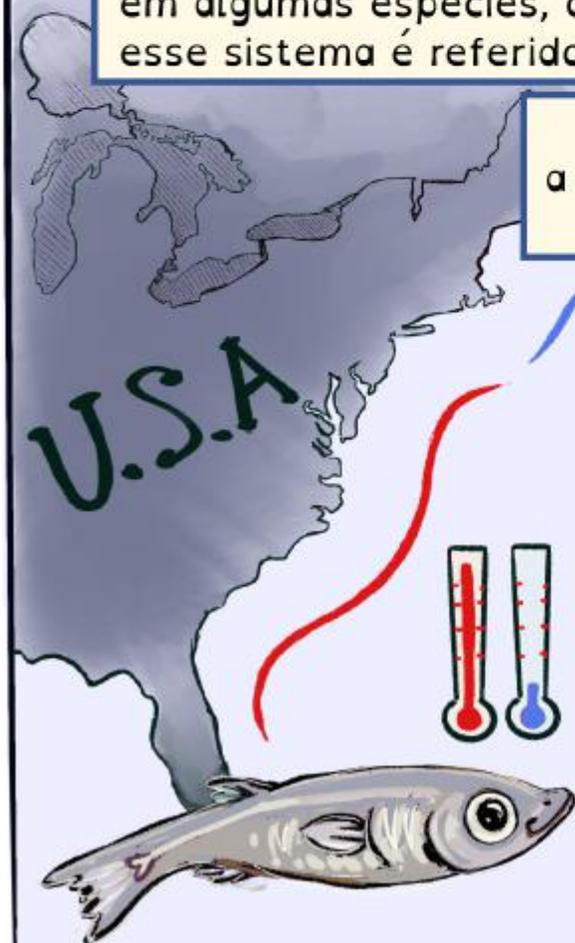
Nós chamamos isso de Determinação do Sexo pelo Ambiente (DSA).

Por exemplo, algumas vezes a temperatura pode determinar o sexo de um peixe.



E, finalmente, os genes e o ambiente podem interagir: em algumas espécies, o efeito do ambiente pode anular o GDS; esse sistema é referido como GDS + DSA.

Na região norte do Golfo de Maine, a determinação do sexo em Peixe-rei-verde é na maioria das vezes genético.



Porém, mais para o Sul, as peixes-rei-verdes são muito sensíveis a temperatura. As águas frescas da primavera favorecem o desenvolvimento de fêmeas, dando para elas um longo tempo para crescer até a reprodução. As águas quentes do verão favorecem o desenvolvimento de machos que conseguem mesmo com corpos pequenos produzir milhões de espermatozoides.

E essas não são todas as maneiras que sexo pode ser determinado em peixes. Quase tudo o que você pode imaginar existe!

Por que os mecanismos de determinação do sexo nos peixes são tão diversos enquanto os mamíferos e as aves parecem ter só um mecanismo?



Será que as mudanças nos sistemas de determinação do sexo contribuíram para a diversificação das espécies dos peixes? Nós ainda temos muitas coisas para aprender.

Créditos da tradução:

Português: Isabela Lagana Ohara, Oscar Akio Shibatta & Brian Sidlauskas

Alemão: Angelika Scharl

Dinamarquês: Henrik Lauridsen

Espanhol: Manuel Novillo & Alejandro Valdivieso

Francês: Thomas Desvignes & Guillaume Lecointre

Italiano: Luca Schiavon & Chiara Papetti

Norueguês: Benedicte Garmann-Aarhus

A fonte é a OpenDislexic-Alta,
um tipo de letra desenvolvida contra alguns sintomas comuns da dislexia.

O quadrinho foi criado como parte da
Universidade de Ciências em Oregon e a Iniciativa de Quadrinhos.

O material foi baseado no trabalho suportado pela bolsa número OPP-2232891 de Escritório de Programas Polares na Fundação Nacional da Ciência dos Estados Unidos. Qualquer opinião, encontros, conclusões ou recomendações expressadas nesse material são dos autores e não necessariamente refletem a visão da Fundação Nacional da Ciência.

Esse trabalho foi suportado pela concessão número R35GM139635 do Instituto Nacional das Ciências Mediciniais Gerais (INCMG). O conteúdo é apenas da responsabilidade dos autores e não necessariamente representam a visão oficial do Instituto Nacional da Saúde.



