

# FORMA E FUNÇÃO

## - Considerações gerais -

**Wilfried Klein**  
 Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto - USP  
 Laboratório de Morfo-Fisiologia de Vertebrados  
[wklein@usp.br](mailto:wklein@usp.br)

1

**Estrutura tem que combinar com a função (Form Fits Function)**

2

TACOMA BRIDGE  
COLLAPSE

PATHE GAZETTE

**Forma e função de um organismo são resultado de milhões de anos de **evolução**.**

**mariposa-atlas (*Attacus atlas*)**

"Bauplan" = plano de construção

4

Organismos que enfrentam pressões seletivas semelhantes, frequentemente mostram formas semelhantes.

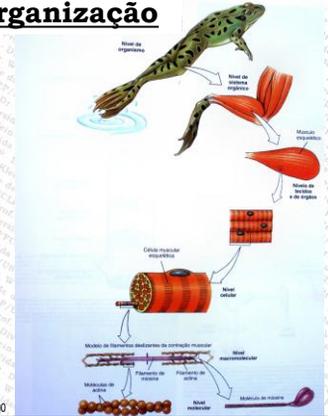


5

## Níveis de organização

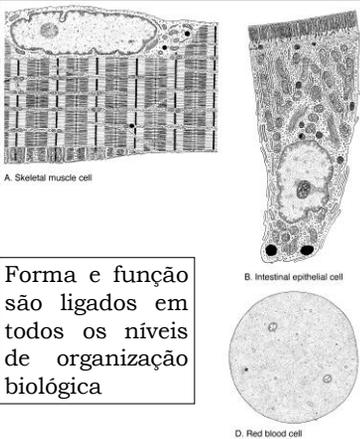
### Tipos de tecidos

- Epitelial
- Conjuntivo
- Nervoso
- Muscular



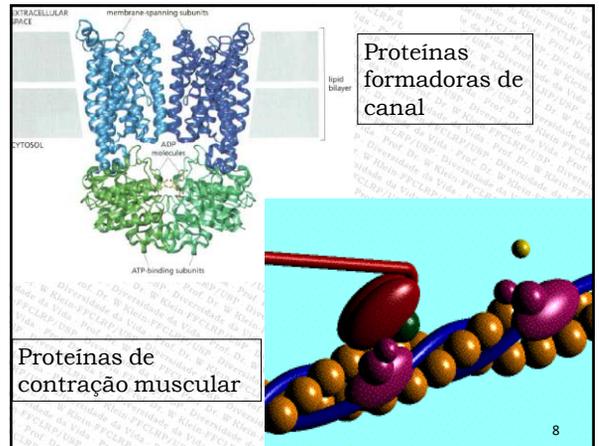
Randall, Burggren, French 2000

6



Forma e função são ligados em todos os níveis de organização biológica

7



Proteínas formadoras de canal

Proteínas de contração muscular

8

Adv Physiol Educ 45: 880–885, 2021.  
First published September 2, 2021; doi:10.1152/advan.00106.2021

american  
physiological  
society

ADVANCES IN  
PHYSIOLOGY EDUCATION

A PERSONAL VIEW

What do we mean when we talk about "structure/function" relationships?

Joel Michael

## O conceito "estrutura/função" com alguns exemplos

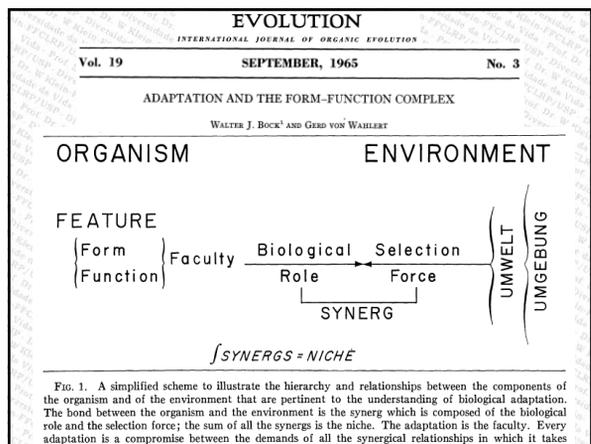
1. Cada objeto físico é feito de certo número de componentes organizadas em uma **estrutura** 3-D particular. Os objetos de interesse na fisiologia abrangem todos os níveis de organização, desde moléculas e íons até sistemas orgânicos.
2. Objetos biológicos interagem entre si de várias maneiras que dão origem às **funções** desempenhadas por um organismo biológico (respiração, produção de energia, transporte interno, reprodução, etc.).

9

3.	As <b>estruturas</b> biológicas restringem as características das <b>funções</b> que geram (em todos os níveis de organização).
3.1	A disposição dos elementos que constituem um tecido ou órgão (sua <b>estrutura</b> ) determina sua <b>função</b> . Exemplos incluem:
3.1.1	Condução de excitação cardíaca
3.1.2	O fluxo de sangue através do coração e as válvulas cardíacas
3.1.2	Acoplamento de excitação-contração no músculo esquelético
3.2	As dimensões físicas (área de superfície, espessura - <b>estrutura</b> ) são determinantes do fluxo de substâncias através de um barreira de transporte ( <b>função</b> ). Exemplos incluem:
3.2.1	A interface capilar-ar (pulmão)/capilar-água (brânquia)
3.2.2	Leitos capilares em todos os órgãos
3.2.3	A mucosa intestinal (vilosidades e microvilosidades) determina a absorção de nutrientes

3.3	A <b>estrutura</b> 3-D das proteínas determina sua função. Exemplos incluem:
3.3.1	A <b>estrutura</b> 3-D de canais e transportadores determina sua especificidade, permeabilidade, e sua <b>função</b> como portas
3.3.2	A <b>estrutura</b> 3-D das enzimas determina sua atividade ( <b>função</b> )
3.3.3	A ligação de H <sup>+</sup> , O <sub>2</sub> e CO <sub>2</sub> a Hemoglobina altera sua <b>estrutura</b> e, portanto, sua capacidade de ligação para H <sup>+</sup> , O <sub>2</sub> e CO <sub>2</sub> ( <b>função</b> ).
4.	Mudanças na <b>função</b> podem dar origem a mudanças nas <b>estruturas</b> que as geram. Exemplos incluem:
4.1	O exercício muda os tipos de fibra no músculo esquelético
4.2	Efeitos do exercício e da gravidade na densidade óssea
4.3	Efeitos do exercício no coração

11



### Biomecânica da locomoção

Center of mass

$F_b$

Kardong 2008

#### Vetores de força

$F_b$  = força do movimento do corpo  
 $F_g$  = força de reação do solo  
 $F_h$  = força horizontal (atrito)  
 $F_v$  = força vertical

**Magnitude das forças varia durante um passo!**

13

### Estresse e deformação

Úmero normal    Compressão    Tensão    Cisalhamento    Torção    Compressão e tensão

Kardong 2008

14

### Distribuição de material:

- grandes ossos das pernas: cilindros ocos (para resistir forças vindas de muitas direções dependendo da posição da perna)

(a)

(b)

Kardong 2008

15

### Distribuição de material:

- ossos que precisam resistir forças de somente uma direção

Load

Compression

Tension

I beam

Support

Support

A. An I beam with a load

B. Mandible as an I-beam

**FIGURE 5-20**

A, An I-beam supported at each end and loaded in the center tends to bend in the middle, so the top surface is under compression and the bottom surface is under tension.

B, A biological example of an I-beam-like structure is the mandible of a mammal.

Kardong 2008

16

**Distribuição de material:**

- ossos que precisam resistir forças de somente uma direção

Vamos discutir as cadeiras na nossa sala de aula com os seus encostos extremamente frágeis!!!!

**Soluções:**

- Restringir o uso às pessoas leves
- Mudar o desenho da barra de sustentação
- Mudar o material usado

**A.** An I beam with a load

**B.** Mandible as an I-beam

**FIGURE 5-20**  
 A, An I-beam supported at each end and loaded in the center tends to bend in the middle, so the top surface is under compression and the bottom surface is under tension.  
 B, A biological example of an I-beam-like structure is the mandible of a mammal

Kardong 2008 17

**Sistemas de alavanca:**

- força interna
- força externa
- "ponto fixo"

$$F_O * L_O = F_I * L_I$$

(a) Class 1: Load, Fulcrum, Effort

(b) Class 2: Load, Fulcrum, Effort

(c) Class 3: Load, Fulcrum, Effort

(a) Lever arm (l)    Lever arm (l)

Kardong 2008 18

(a)

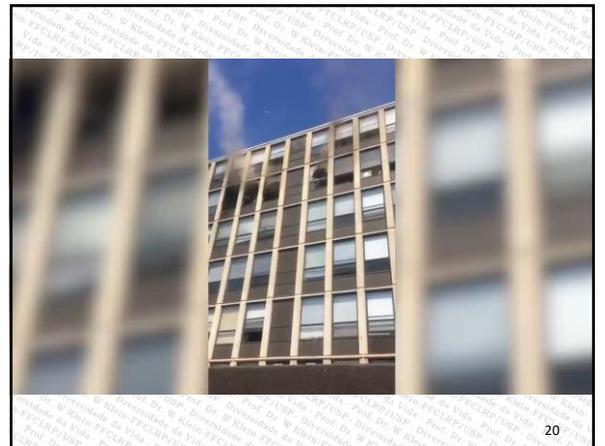
(b)

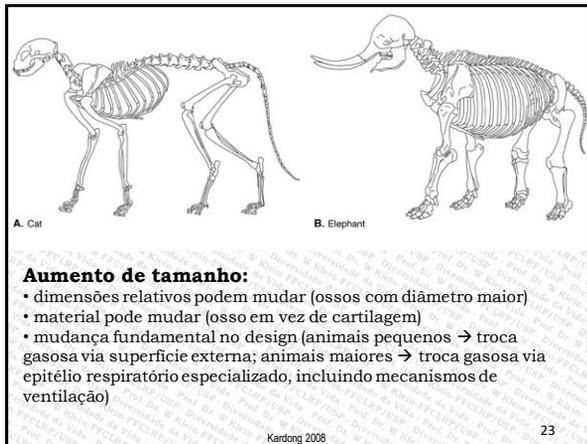
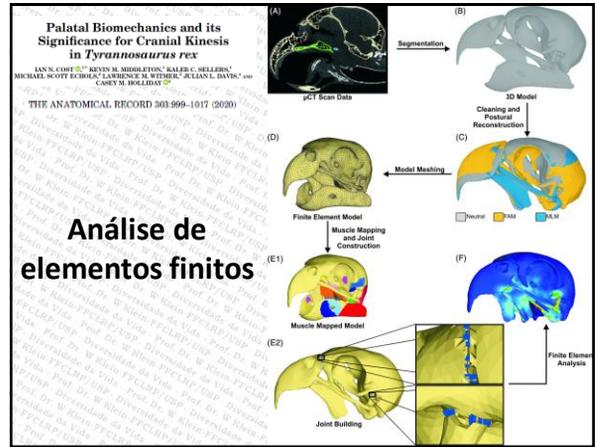
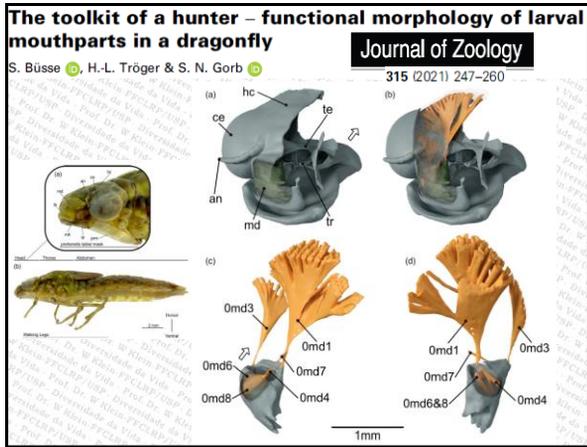
Ligaments

Sternum

Abdominal muscles

Kardong 2008 19





Claro que as relações entre estrutura e função do sistema de sustentação valem tanto para **endo- e exoesqueletos!!!!**

25

Alguma pergunta ou algum comentário sobre o conteúdo apresentado até agora? se não, vamos falar um pouco de plantas....



Uma *Euglena* nadando...

[https://de.wikipedia.org/wiki/Datree:Euglena\\_mutabilis\\_omniobskurtes](https://de.wikipedia.org/wiki/Datree:Euglena_mutabilis_omniobskurtes)

26

Diese Datei ist unter der Creative-Commons-Lizenz „Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 nicht portiert“ lizenziert.



[https://www.youtube.com/watch?v=neeP9v\\_x3Gs](https://www.youtube.com/watch?v=neeP9v_x3Gs) NatureTech : The Material World (BBC) Part 1/4 HD 27

Jardim botânico de Londres



28

Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments (2021) 101:267–284  
 https://doi.org/10.1007/s12549-020-00466-9

SENCKENBERG

ORIGINAL PAPER

**From tree to architecture: how functional morphology of arborecence connects plant biology, evolution and physics**

Anita Roth-Nebelsick<sup>1</sup> · Tatiana Miranda<sup>2</sup> · Martin Ebner<sup>2</sup> · Wilfried Konrad<sup>2,3</sup> · Christopher Traiser<sup>2</sup>

**Fig. 1** Three distinct approaches to arborecence. (a) “Carry the crown” of the Sennock Building, Vienna, Austria (photo: An. Lorenz, Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments). (b) The improved mechanically robust branching system of tree (photo: W. Konrad, Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments). (c) Microscopic views of tree trunks showing different cellular structures (photo: W. Konrad, Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments).

**Plantas**

- Tamanho
- Madeira = Celulose + hemicelulose + lignina

**Xylem**

- Bordered pits
- Secondary walls
- Simple pits
- Primary walls
- End wall perforation
- Tracheids
- Vessel elements

**Phloem**

- Sieve plate
- Nucleus
- Companion cell
- Sieve areas
- Sieve plate
- Sieve cell (gymnosperms)
- Sieve tube element (angiosperms)

30

LETTER

doi:10.1038/sature15539

**Death from drought in tropical forests is triggered by hydraulics not carbon starvation**

L. Rowland<sup>1</sup>, A. C. L. da Costa<sup>2</sup>, D. R. Galbraith<sup>3</sup>, R. S. Oliveira<sup>4</sup>, O. J. Binks<sup>5</sup>, A. A. R. Oliveira<sup>6</sup>, A. M. Pullen<sup>7</sup>, C. E. Doughty<sup>8</sup>, D. B. Metcalfe<sup>9</sup>, S. S. Vasconcelos<sup>10</sup>, L. V. Ferreira<sup>11</sup>, V. Malhi<sup>12</sup>, J. Grace<sup>13</sup>, M. Mancuccini<sup>14</sup> & P. Moyle<sup>15</sup>

**Figure 4** Xylem vulnerability to embolism and predicted loss of xylem hydraulic conductivity as a function of tree diameter (dotted). A general linear model was employed to test for the effects of genus and tree dbh on the estimates of xylem PLC obtained for each species ( $n = 37$  trees in total). The dashed lines give the predicted regressions for each of the six genera, whereas the bold black line gives the overall mean regression line across all species (The adjusted  $R^2$  in the figure refers to the overall model, while the  $P$  value refers to the significance of tree dbh). The inset shows the predicted losses of hydraulic conductivity (PLC) as a function of tree size and mean midday  $\psi_m$ . In the main graph, each genus is represented with a different symbol and/or colour, as detailed in the legend. In the inset, the bold lines represent the average prediction for the most vulnerable genus (red, *Pouteria*) and for the most resistant one (blue, *Eschweilera*), with the shaded areas (pink, light blue) giving the respective 95% confidence intervals.

31

**Plantas**

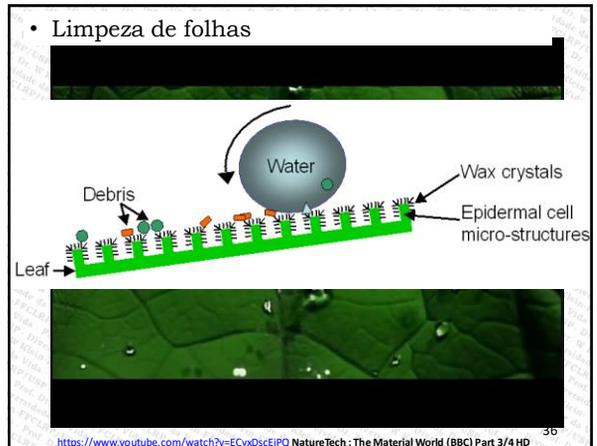
- maior velocidade de vento → redução da área superficial exposta → menos arrasto → chance menor de quebrar (mas menor área para fotossíntese)

0 m/s

10 m/s

20 m/s

32



• Aplicações



<https://www.youtube.com/watch?v=EcVx5cEFP0> NatureTech: The Material World (BBC) Part 3/4 HD



The aquatic fern *Salvinia molesta* traps underwater in a thin layer of air, which it can hold for many weeks. © Prof. Dr. Wilhelm Barthlott/University of Bonn

UNIVERSITÄT BONNEN UNIVERSITÄT BONNEN

The University Studying Research International

You are here: home — News — Lubricant for oil tankers  
Date: Jan 24, 2019

**Lubricant for oil tankers**

Study by the University of Bonn: High-tech surfaces could greatly reduce drag and CO<sub>2</sub> emissions of ships

**Ship hulls were coated with special high-tech air trapping material, up to 30 percent of fuel CO<sub>2</sub> emissions could be avoided.** This is the conclusion reached by scientists from the University of Bonn together with colleagues from St. Agapite and Rosstock in a recent study. According to the study, ships could save up to 30 percent of fuel as a result of reduced drag. If so-called emulsifying effects are also considered, such as the reduced growth of organisms on the hull, the reduction can even be doubled. The study has now been published in the journal "Philosophical Transactions A".

Ships are among the worst fuel guzzlers in the world. Together, they burn an estimated 250 million tonnes per year and emit around one billion tonnes of carbon dioxide into the air – about the same amount as the whole of Germany emits over the same period. The main reason for this is the high degree of drag between hull and water, which constantly slows the ship down. Depending on the type of ship, drag accounts for up to 50 percent of energy consumption. This also makes it a huge economic factor: After all, fuel consumption is responsible for half of transport costs.

Drag can be significantly reduced using technical tricks. For example, the so-called "microbubbles technology" actively pumps air bubbles under the hull. The ship then travels over a bubble carpet, which reduces drag. However, the production of the bubbles consumes so much energy that the bubble savings effect is very small.

**Coatings retain air for weeks.**

Newest high-tech coatings may promise a solution. They are able to hold air for long periods of even weeks. "Around ten years ago, we were already able to demonstrate on a prototype that in principle it is possible to reduce drag by up to ten percent," explains Dr. Matthias Mai from the Max Planck Institute for Biodiversity of Plants at the University of Bonn, one of the authors of the study. "Our partners at Rosstock University later achieved a 30-percent reduction with another material developed by us." Since then, various working groups have taken up the principle and developed it further. "The technology is not yet mature enough for practical use. Nevertheless, the authors forecast a fuel-saving potential of at least five percent in the medium term. But more

News  
Press releases (Active)  
Calendar

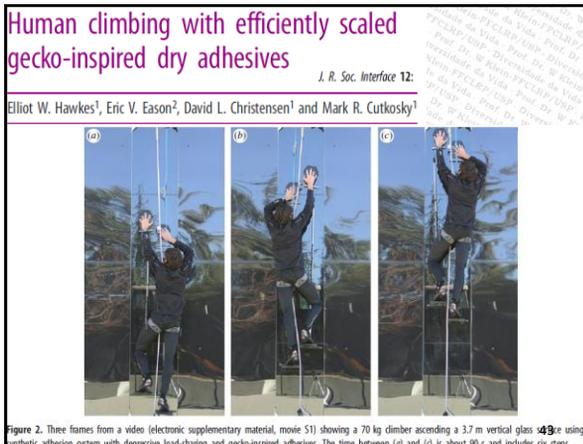
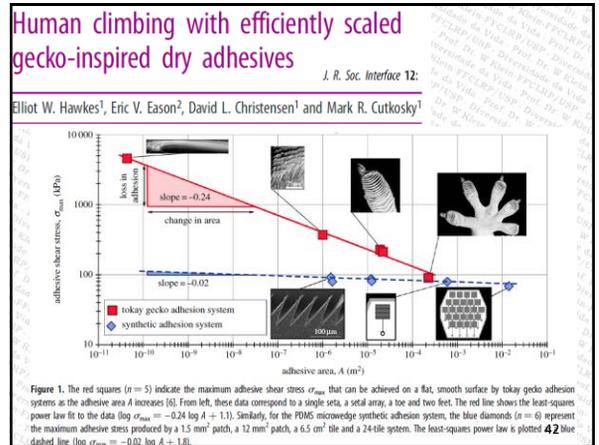
Pressrelease images  
By clicking on the thumbnail, you get a larger preview. Clicking it will open the high-resolution version of the image; you can save it with a right click. The impression in connection with the service is free, while the image selected author is mentioned.

Scanning electron microscope image of a surface that is modeled on that of *Salvinia molesta*. © Wilhelm Barthlott/University of Bonn

39

**Gekkota**

40



# O caso da 'complexidade irreduzível' e do Design inteligente

45

(a)

46

**Flagelo**

Complexidade irreduzível?

FOLHA DE SÃO PAULO

ciência

## Universidade Mackenzie de SP abre centro que questiona a evolução

RENALDO JOSÉ LOPES  
COLABORADOR DE CIÊNCIA E FOLHA

19/05/2017 09:32:00

ciência

A Universidade Presbiteriana Mackenzie, uma das mais tradicionais de São Paulo, acaba de inaugurar um núcleo de ciência, fé e sociedade que tem como um de seus objetivos a realização de pesquisas sobre a chamada teoria do DI (Design Inteligente).

Os defensores do DI, cujas ideias são rejeitadas pela maioria da comunidade científica, argumentam que os seres vivos são tão complexos que ao menos parte de suas estruturas só poderia ter sido projetada deliberadamente por algum tipo de inteligência.

O novo centro recebeu o nome de Núcleo Discovery-Mackenzie por causa da parceria entre a universidade brasileira e o Discovery Institute, nos EUA.

A instituição americana está entre os principais promotores da causa do DI e já sofreu derrotas judiciais em seu país por defender que a ideia fosse ensinada em escolas públicas em paralelo com a teoria da evolução. Hoje a explicação mais consolidada sobre a diversidade da vida.

Teólogos dos EUA consideram que o DI *certa, se adotada, viola imediatamente os ensinamentos bíblicos* (a ideia de que Deus criou diretamente o homem e os demais seres vivos) e, portanto, sua adoção violaria a separação legal entre religião e Estado no país.

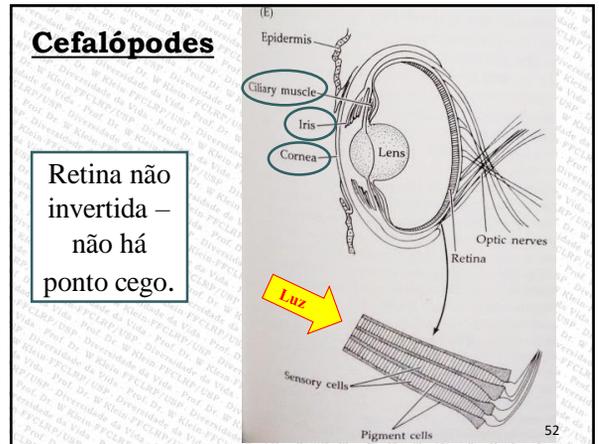
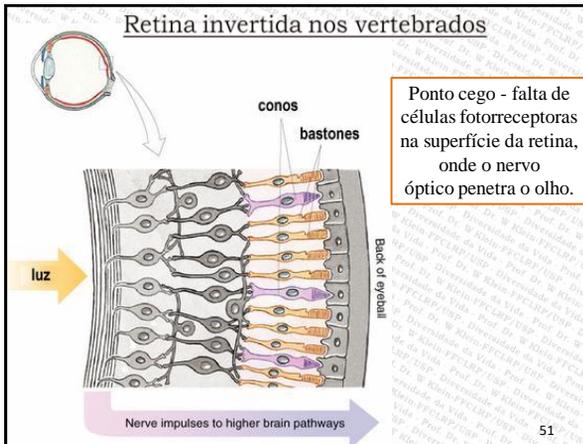
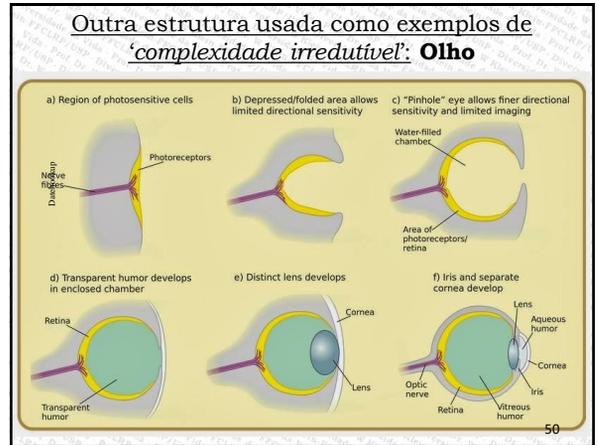
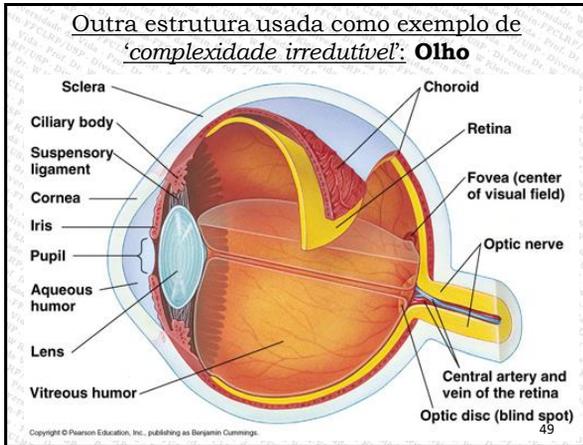
"É importante destacar que não é um núcleo de DI, e sim um núcleo de fé, ciência e sociedade", declarou à Folha o teólogo e pastor presbiteriano David Charles Gomes, chanceler da universidade. "Nossa instituição é confessional, o que significa que ela tem uma visão segundo a qual o mundo tem um significado transcendente. E não existe ciência que, no fundo, não reflita também sobre coisas transcendentes."

**DE BACTÉRIAS AO TRÂNSITO**

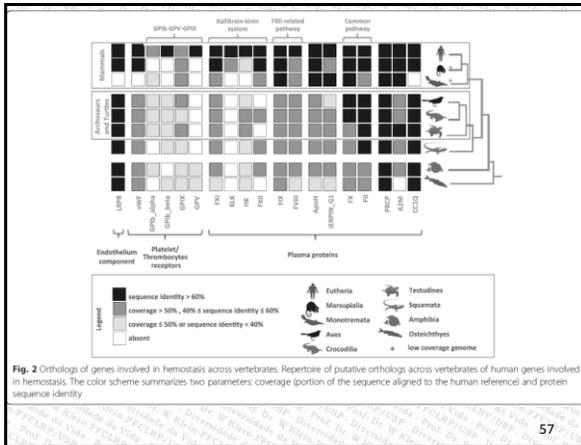
Segundo Gomes, o contato com o Discovery Institute já acontece desde a década passada, quando a universidade começou a organizar o ciclo de simpósios Darwinismo Hoje, trazendo biólogos defensores da teoria da evolução e paleoantropólogos que questionam o consenso científico.

<http://m.folha.uol.com.br/ciencia/2017/05/1882590-universidade-mackenzie-se-ig-abre-centro-que-questiona-a-evolucao.shtml?mpob=compfb>

48







**IMPOSSÍVEL!**

Conheça o treino de 17 minutos que mata a glândula que produz gordura e reduz as mitocôndrias de gluten do organismo. Comprovado pela USP de Ribeirão Preto

58

**ISSO NÃO EXISTE!**

Conheça o treino de 17 minutos que mata a glândula que produz gordura e reduz as mitocôndrias de gluten do organismo. Comprovado pela USP de Ribeirão Preto

59

**Por quê quer fazer isso?**

Conheça o treino de 17 minutos que mata a glândula que produz gordura e reduz as mitocôndrias de gluten do organismo. Comprovado pela USP de Ribeirão Preto

60



**ISSO NÃO EXISTE!**

Conheça o treino de 17 minutos que mata a glândula que produz gordura e reduz as mitocôndrias de gluten do organismo  
Comprovado pela USP de Ribeirão Preto

61



**Me mostre a fonte!**

Conheça o treino de 17 minutos que mata a glândula que produz gordura e reduz as mitocôndrias de gluten do organismo  
Comprovado pela USP de Ribeirão Preto

62



**Continua sonhando...**

Conheça o treino de 17 minutos que mata a glândula que produz gordura e reduz as mitocôndrias de gluten do organismo  
Comprovado pela USP de Ribeirão Preto

63