

## O Olho Humano – Algumas Curiosidades

---

Por **Everton F. Alves**

O olho é um órgão bastante excepcional em termos de sua função [4]. A luz passa através da córnea, em seguida, através da lente, onde é focada na retina, que contém os fotorreceptores (cones e bastonetes) para detectar essa luz. Cada haste e cone que recebe luz dispara um sinal para o aparelho neural, que transmite o sinal para o nervo óptico, que passa para o cérebro a fim de realizar o processamento. Tal processo inclui a inversão da imagem e interpretação do que é visto.

O design da retina também é muito peculiar. A retina é composta de fotorreceptores, que enfrentam a entrada de luz, seguida pela camada neural, e as camadas subjacentes que fornecem nutrientes e oxigênio através de um leito capilar [4]. A interpretação evolutiva diz que a retina humana é 'invertida', uma vez que as camadas neurais estão expostas à luz enquanto as células fotorreceptoras estão afastadas da luz incidente. Para eles, esse arranjo foi o resultado da evolução improvisada em que os supostos erros no projeto se deram através de sucessivas alterações mutacionais a fim de torna-lo funcional. De acordo com Richard Dawkins [5], um dos principais defensores da evolução:

"Qualquer engenheiro poderia naturalmente supor que as fotocélulas apontariam para a luz, com seus fios sendo conduzidos para trás em direção ao cérebro. Ele iria rir de qualquer sugestão de que as fotocélulas [ficam longe da incidência da luz], com seus fios partindo do lado mais próximo da luz. [...] Cada fotocélula é, efetivamente, ligada atrás, com o seu fio saindo no lado mais próximo da luz. O fio tem de viajar sobre a superfície da retina a um ponto onde ele mergulha através de um furo na retina [...] para se juntar ao nervo óptico. Isto significa que a luz, em vez de ser garantida uma passagem livre para as fotocélulas, tem que passar através de uma floresta de fios de ligação, provavelmente sofrendo, pelo menos, alguma atenuação e distorção (na verdade, provavelmente não muito, mas, ainda assim, é o princípio da coisa que poderia ofender qualquer engenheiro neuronal). Eu não conheço a explicação exata para esse estranho formato" (p.93).

Dawkins não sabe o motivo da retina dos vertebrados ser projetada de maneira invertida, porque

ele realmente não entende como o olho funciona. Na verdade, a retina é projetada com capacidades ligeiramente sub-ótimas de captação de luz, com suas extremidades sensoriais localizadas em um abrigo contra a luz incidente, de modo a garantir a sua funcionalidade por pelo menos muitas décadas [4, 6]. Se a retina fosse projetada pelos 'engenheiros neuronais' de Dawkins, ela certamente não funcionaria tão bem. Isso porque todo o sistema óptico é impactado pelos raios ultravioletas [4].

O olho contém uma camada especial de células, o epitélio pigmentar da retina (EPR), que tem mecanismos complexos para lidar com moléculas tóxicas e radicais livres produzidos pela ação da luz. Enzimas específicas, tais como as superóxido dismutase, catalases e peroxidases estão presentes para eliminar moléculas potencialmente prejudiciais. Os antioxidantes tais como a-tocoferol (vitamina E) e ácido ascórbico (vitamina C) também estão disponíveis para reduzir o dano oxidativo. Mas, devido o dano contínuo causado pela luz, os discos (juntamente com os fotopigmentos) das células fotorreceptoras são continuamente substituídos pelo EPR [7, 8]. Se não fosse este o caso, os fotorreceptores iriam acumular rapidamente defeitos fatais que iria proibir a sua função.

Além disso, as células EPR contêm o pigmento melanina, que absorve a luz difusa e dispersa para melhorar a acuidade visual [7, 8]. O EPR se encontra em contato com a camada coroide, que contém um grande leito capilar, que tem o maior fluxo sanguíneo, por grama de qualquer tecido do corpo. Mas, por que existe um fluxo de sangue tão alto na coroide? Uma vez que as células fotorreceptoras estão em constante regeneração, elas exigem uma elevada taxa de troca de oxigênio e nutrientes. Além disso, verifica-se que a elevada taxa de fluxo de sangue é necessária para remover o calor da retina e para evitar danos resultantes do foco de luz [9].

Então, por que o projeto dos 'engenheiros' de Dawkins é uma péssima ideia? Dawkins acha que a camada neural deve estar sob os fotorreceptores, colocando-os entre os fotorreceptores e a coroide. Mas, para onde iria o EPR (que é necessário para regenerar os fotorreceptores)? Se fosse entre a camada neural e a coroide, o EPR estaria muito longe dos fotorreceptores para ser regenerado. Além disso, este projeto iria colocar outra camada entre os fotorreceptores e o seu fornecimento de sangue, reduzindo a troca de oxigênio e nutrientes, e minimizando a eficácia da coroide na remoção de calor dos receptores. A ideia de Dawkins impediria os fotorreceptores de serem regenerados e provavelmente levaria a danos causados pelo calor. Tal projeto certamente falharia no primeiro ano de utilização. Nessa perspectiva ainda bem que, qualquer que seja o designer inteligente, não projetou o olho da mesma forma que ele faria.

Ademais, alguns críticos afirmam que a retina vertida (em que fotorreceptores se encontram na superfície, expostos à luz incidente) de cefalópodes, tais como lulas e polvos, são mais eficientes do que a retina invertida do ser humano [10]. Mas, isso pressupõe que a retina invertida é ineficiente em primeiro lugar. No entanto, eles não conseguiram demonstrar que a retina invertida é um projeto ruim, e que funciona mal; eles ignoram as muitas boas razões para isso.

Os críticos também não mostraram que cefalópodes realmente enxergam melhor. Pelo contrário, seus olhos apenas se aproximam de alguns olhos de pequenos vertebrados em termos de eficiência, e eles provavelmente são daltônicos [6]. Evidências indicam que a retina de cefalópodes é menos complexa do que a retina 'invertida' em humanos [11]. Sabe-se também que, os cefalópodes em seu ambiente natural são expostos a uma intensidade de luz muito menor do que são os humanos, e eles geralmente vivem apenas dois ou três anos, no máximo. Nada se sabe sobre a vida útil da lula gigante que vive em grandes profundidades em que há pouca luz [6]. Assim, os cefalópodes necessitam de menos proteção contra danos em células fotorreceptoras. Devido ser projetado de forma diferente para um ambiente diferente, o olho de cefalópodes pode funcionar bem com uma retina 'vertida'.

É fácil de perceber que os críticos são muito tendenciosos em fazer comparações 'científicas' quando lhes convém. Mas, o que dizer do olho humano em comparação com o das lulas? [12]. Embora o olho da lula seja maior que o do homem, ambos os olhos são muito parecidos em termos de estrutura, que é composta de íris, pupila e retina ?, mas por que ninguém sugere ancestralidade comum entre essas espécies? Os cientistas inteligentistas sabem que usar a homologia estrutural e fisiológica entre as espécies como base para a ancestralidade comum é ilógico, pois sabem que as semelhanças são apenas um projeto comum.

Explicado isto, vamos às descobertas da complexidade desse órgão tão privilegiado. Em 2007 cientistas alemães descobriram no olho uma sofisticada rede de fibras ópticas de alta performance, que canaliza toda a luz com menos distorção antes de chegar às células fotorreceptores, sem qualquer perda, assim como uma placa óptica [13]. É uma camada de células em forma de cone chamadas de células Müller, que funciona como uma segunda lente dentro do olho canalizando a luz incidente através da camada opaca e colocando-a exatamente onde ela é necessária. Os autores comparam esse sistema a uma placa óptica, mas tais placas normais têm pacotes simples de fibras ópticas. Os pesquisadores descobriram que o olho dos vertebrados é mais complexo, pois as células em forma de funil recolhem mais luz na superfície do olho. Para eles, esta descoberta pode ter aplicações técnicas úteis para engenheiros ópticos humanos.

Em 2010 pesquisadores israelenses descobriram que as células Müller fazem muito mais do que apenas transportar a luz para os fotorreceptores [14]. Elas agem como filtros de ruído, afinadoras e focalizadoras de cor. Pelo menos dois tipos de luz entram nos olhos: luz informativa, que vem diretamente através da pupila, e 'ruído' que já foi refletido múltiplas vezes dentro do olho. As simulações mostraram que as células Müller transmitem maior proporção das primeiras, enquanto que as últimas tendem a esvaír. Isso sugere que as células agem como filtros de luz, mantendo as imagens nítidas e as cores em foco. Do mesmo modo que a luz se separa num prisma, as lentes dos nossos olhos separam as diferentes cores fazendo com que algumas frequências fiquem fora do foco na retina. O largo topo das células Müller permite que elas recolham qualquer cor separada e voltem a focá-las para dentro da mesma célula-cone. Isso garante que todas as cores de uma imagem fiquem no foco.

Em 2011, estudo realizado por cientistas norte-americanos sugeriu mais complexidade no olho humano ao encontrar uma proteína que age como uma bússola [15, 16]. Esta proteína chamada criptocromo está presente no olho humano, e é responsável pela sensibilidade ao campo magnético da Terra no que se refere ao senso de orientação. Em 2012 um estudo cingapuriano sugeriu a capacidade do olho humano em funcionar como detector óptico de alta sensibilidade [17]. As células fotorreceptoras da retina detectam a diferença entre diferentes fontes de luz, ou seja, interpretam as propriedades estatísticas da luz. Isto é algo que só pode ser mensurado pelas propriedades quânticas da luz. O estudo ainda sugere que a complexidade do olho humano supera qualquer dispositivo artificial desenvolvido. Como podemos observar, a ciência tem feito grandes descobertas, mas mesmo assim a complexidade do olho humano ainda não foi totalmente compreendida.

Este texto é apenas um excerto que integra o eBook [Teoria do Design Inteligente](#) de Everton F. Alves.

---

## Referência

[1] Lynch M. Rate, molecular spectrum, and consequences of human mutation. Proc Natl Acad Sci U S A. 2010; 107(3):961-8.

[2] Lamb TD. [A Fascinante evolução do olho](#). Scientific American Brasil. Edição 111 [Ago. 2011]. Disponível em:

[3] Harjunmaa E, Kallonen A, Voutilainen M, Hämäläinen K, Mikkola ML, Jernvall J. On the difficulty of increasing dental complexity. Nature. 2012; 483(7389):324-7.

[4] Deem R. [Bad Designs in Nature? Why the "Best" Examples Are Bad](#). [mar. 2013]. Disponível em:

[5] Dawkins R. The Blind Watchmaker: Why the evidence of evolution reveals a universe without design. New York: W.W. Norton and Company, 1986.

[6] Gurney PWV. [Is our 'inverted' retina really 'bad design'?](#) Journal of Creation 1999; 13(1):37-44.

[7] Young RW. The Bowman Lecture: Biological renewal: Applications to the eye. Trans. Ophthalmol. Soc. UK 1982; 102:42-67.

[8] Guerry RK, Ham WT, Mueller HA. Light toxicity in the posterior segment. In Tasman W, Jaeger EA. Clinical Ophthalmology, Vol. 3, New York: Lippincott-Raven, 1998.

- [9] Parver LM, Auker C, Carpenter DO. Choroidal blood flow as a heat dissipating mechanism in the macula. *Am J Ophthalmol.* 1980; 89(5):641-6.
- [10] Diamante J. Voyage of the Overloaded Ark. *Discover* 1985, pp. 82-92.
- [11] Budelmann BU. Cephalopod sense organs, nerves and brain. In: Pörtner HO, O'Dor RJ, Macmillan DL. *Physiology of cephalopod molluscs: lifestyle and performance adaptations.* Basel, Switzerland: Gordon and Breach, 1994.
- [12] Nilsson DE, Warrant EJ, Johnsen S, Hanlon R, Shashar N. A unique advantage for giant eyes in giant squid. *Curr Biol.* 2012; 22(8):683-8.
- [13] Franze K, Grosche J, Skatchkov SN, Schinkinger S, Foja C, Schild D, Uckermann O, Travis K, Reichenbach A, Guck J. Muller cells are living optical fibers in the vertebrate retina. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2007; 104(20):8287-92.
- [14] Labin AM, Ribak EN. Retinal glial cells enhance human vision acuity. *Phys Rev Lett.* 2010; 104(15):158102.
- [15] Baker RR. Goal orientation by blindfolded humans after long-distance displacement: possible involvement of a magnetic sense. *Science.* 1980; 210(4469):555-7.
- [16] Foley LE, Gegear RJ, Reppert SM. Human cryptochrome exhibits light-dependent magnetosensitivity. *Nat Commun.* 2011; 2:356.
- [17] Sim N, Cheng MF, Bessarab D, Jones CM, Krivitsky LA. Measurement of photon statistics with live photoreceptor cells. *Phys. Rev. Lett.* 2012; 109:113601.