

## Film in oko: biološki temelji gledanja gibljivih podob

*Matic Majcen*

Dejavnost gledanja filma ponavadi opisujemo kot **zavestno** in večinoma **intelektualno** aktivnost, preko katere zaznavamo in razbiramo vizualne in zvočne informacije, ki jih vidimo na zaslonu. S pomočjo te aktivnosti opazujemo igralce, občudujemo fotografijo ter predvsem razmišljamo o sporočilnosti filma. Gre za izrazito subjektivno dejavnost, saj nanjo vpliva vrsta dejavnikov, kot so naše osebne lastnosti, kulturno ozadje, družbeni razred, izobrazba, vera, spol ipd. A pod tem procesom se razkriva še en, povsem drugačen proces gledanja filma, ki se ga v resnici niti ne zavedamo. Podobno kot ne razmišljamo o procesu dihanja ali o bitju srca, tudi med gledanjem filma ne razmišljamo o tem, da naše telo – oziroma natančneje oči in možgani – opravljajo neko delo sprejemanja in obdelave informacij z zaslona ali platna. Gre za povsem **nezavedno komunikacijo** – ne za tisto med ustvarjalci filma in našim umom, ki smo jo opisali poprej, temveč med zaslonom in našim očesom. Ta **primarna, biološka komunikacija** nasploh predstavlja osnovo, da se lahko odvije tista **druga, intelektualna komunikacija na zavestni ravni**. Prav zato, da bi lahko razumeli prvo komunikacijo med očesom in zaslonom, je treba podati nekoliko širšo sliko o tem, kako se je sploh razvil vid pri človeku in živih bitjih in kako se gibljive podobe umeščajo v ta okvir.

### Razvoj in značilnosti vida pri živih bitjih

Britanska avtorica Susan Denham Wade v svoji knjigi o zgodovini vida zapiše: »Na začetku je bila svetloba, vendar ni bilo nikogar, ki bi jo lahko videl.« Dejstvo je, da je naš planet mnogo starejši od vseh živih bitij, ki so se kasneje razvila na njem. Od nastanka Zemlje je trajalo 4 milijarde let, da so bitja na njem začela razvijati v smeri kompleksnih vrst kompleksnim vrstam, kakršne nas obkrožajo danes in kakšna smo tudi ljudje sami. Ta preskok v evoluciji se je odvil dokaj nenadno, in sicer pred približno **530 milijoni leti**. V tistem obdobju so se kot posledica mutacije pojavili prvi organizmi, ki so bili občutljivi na svetlobo. Na začetku seveda še ni šlo za organ v pravem pomenu besede, temveč zgolj za posamezne fotoreceptorske celice, ki so tem organizmom dajale odločilno prednost v procesih hranjenja, premikanja in razmnoževanja. Ta majhna, a še kako pomembna mutacija se je zaradi vseh prednosti hitro razvila naprej in prav iz nje je nastal specializiran in kompleksen organ za vid, ki ga danes poznamo kot oko. Znanstveniki so pokazali, da se je ta razvoj od preprostih fotoreceptorjev do očesa odvil razmeroma hitro. Švedska avtorja Dan-Eric Nilsson in Susanne Pelger sta leta 1994 pokazala, da je trajalo približno pol milijona let, da se je oko iz prvinske oblike razvilo v kompleksen organ, kar je v evolucijskem smislu seveda izredno kratka doba. Seveda je šlo pri tem za več ločenih evolucijskih linij – človeško oko se ni razvilo po enaki poti kot očesa hobotnic ali insektov, vsekakor pa izpolnjuje isto funkcijo kot pri drugih bitjih – procesiranje svetlobe. Obdobje, v katerem so se zgodile te hitre evolucijske spremembe, danes imenujemo **kambrijska eksplozija**, prav to obdobje pa ima izredno pomembno mesto v evoluciji živih bitij na Zemlji, saj so se takrat pojavila in razvila vsa glavna živalska debla. Britanski zoolog Andrew Parker je v svoji knjigi *In the Blink of an Eye* leta 2003 celo postavil teorijo, da se oko ni razvilo kot posledica širših sprememb v kambrijski eksploziji, temveč je bil prav hiter razvoj očesa glavni razlog, da so se živa bitja začela hitro razvijati proti kompleksnim vrstam.

Če je oko organ za zaznavo in optično procesiranje svetlobe, se moramo torej vprašati: kaj sploh je svetloba? Če bi želeli z znanstvenimi termini definirati tisto, kar vidimo okoli sebe, bi to opisali kot **elektromagnetno sevanje**, ki potuje v valovih in je, kot pove že ime, sestavljeno iz električne in magnetne energije. Različni tipi elektromagnetnega sevanja sestavljajo elektromagnetni spekter, na katerega so uvrščeni vsi znani tipi elektromagnetnih valov. Na tem spektru so tipi sevanja razpršeni po dolžini valov – manjša ko je valovna dolžina, večja je energija teh valov, in večja ko je dolžina, manjša je energija. Lep primer sevanja z dolgimi valovi predstavljajo radijski valovi, medtem ko

denimo na povsem drugi strani spektra najdemo gama in rentgenske žarke.

Človeško oko zaznava zgolj izjemno majhen delček celotnega elektromagnetnega spektra. Iz tega izhaja zelo pomembna ugotovitev: večina žarkov, ki so okrog nas, je našemu očesu nevidnih. V našem vidnem spektru so po dolžini valov razvrščene barve od vijolične (ki ima najkrajšo dolžino) preko modre, zelene, rumene, oranžne in nato rdeče, ki je z najdaljšo valovno dolžino na robu našega vidnega spektra.

Če primerjamo človeški vid z vidom nekaterih drugih živali, hitro ugotovimo, da človek še zdaleč nima najboljših oči v živalskem kraljestvu. Mačke in psi denimo res slabše vidijo barve, a bolje vidijo v temi. Če naše odprto oko sprejme desetkrat več svetlobe kot takrat, kadar je zaprto, je pri mačkah razmerje med najsvetlejšo in najtemnejšo točko 135-kratnik, pri gekonu pa celo 1000-kratnik. Ptice lahko vidijo tudi ultravijolično svetlobo, ki njim in mnogim kopenskim živalim koristi pri orientaciji. Izvrsten vid imajo predvsem ptice plenilke: orel vidi osemkrat dlje od človeka in lahko zajca opazi z razdalje treh kilometrov. Njegov vid deluje kot izjemen zoom objektiv. Povsem drugačno in izredno kompleksno oko imajo na drugi strani bogomolke: če imamo ljudje v očesu tri tipe čepkov za zaznavanje barv, jih imajo bogomolke kar 16. Njihova sposobnost prepoznavanja barvnih odtenkov je neprimerno boljša kot pri človeku in lahko zaznajo že najmanjšo spremembo v barvi. Rečemo lahko, da imamo ljudje morda res najboljše možgane v živalskem kraljestvu, za oko pa tega gotovo ne bi mogli trditi.

Dejstvo, da človek vidi tako majhen del svetlobnega spektra, ima nekaj fascinantnih posledic, ki že od vekomaj begajo znanstvenike in filozofe. Zdi se namreč, da je celotna slika sveta, »resnica« o svetu, našim očem skrita. Že Platon je v antični Grčiji s svojo alegorijo o jami tako trdil, da je naša izkušnja sveta kot neke vrste projekcija v temni jami, ki jo višja bitja predvajajo za nas, nam pa nikoli ni zares dano, da bi videli, kaj se skriva zunaj. Prav filozofija je bila po njegovem orodje, s katerim si človek lahko pomaga na poti do tovrstnih spoznanj. V današnjem času kognitivni znanstvenik Donald Hoffman v svoji knjigi *The Case Against Reality* v podobnem slogu trdi, da je svet, ki ga vidimo z našimi očmi, neke vrste računalniško namizje z ikonami, na katere lahko klikamo. Te ikone so bližnjice, ki nam pomagajo opraviti najpomembnejše naloge, a so obenem tudi zelo preprost prikaz neke veliko bolj kompleksne resnice, ki se skriva v ogrodju računalnika, v katerem izredno zapleteni informacijski signali švigajo po procesorjih in digitalnih napravah. Hoffman je v svoje besede še toliko bolj prepričan zaradi tega, ker ostaja dejstvo, da evolucija človeku vida ni dala zato, da bi videl *vso* resnico sveta (od tod tudi tako ozki vidni spekter našega očesa), temveč samo zaradi tistih informacij, ki mu pomagajo pri iskanju hrane in ohranjanju vrste. Tudi Noam Chomsky je zapisal, da obstajajo meje, do katerih gre lahko človeško razumevanje zunanjega sveta, in je zaradi tega našo vrsto primerjal z mravljami, ki ne morejo nikoli razumeti, kaj se dogaja izven njihovega sveta.

#### VIDEO GRADIVO:

- Kaj je elektromagnetni spekter? (v angleščini)  
<https://www.youtube.com/watch?v=m4t7gTmBK3g>
- Kako živali vidijo svet? (v angleščini) <https://www.youtube.com/watch?v=-ss-nmT7oAA>
- Platonova prisposoba o votlini (v angleščini)  
<https://www.youtube.com/watch?v=1RWOpQXTltA>
- David Hoffman: Ali vidimo resničnost, kakršna je v resnici? (v angleščini)  
<https://www.youtube.com/watch?v=oYp5XuGYqqY>

#### **Filmska kamera je umetno oko**

Ko sta v 19. stoletju na prizorišče stopila fotoaparati in nato še kamera, sta ta izuma tvorila del širših

tehnoloških inovacij, ki so v tistem obdobju posegle na vsa področja človekovega življenja. Fotografija in film sta bila spremljevalca sodobnosti: če so bili ljudje do tedaj vajeni zgolj statičnih podob, najpogosteje naslikanih, je nastop filma ob koncu 19. stoletja utelešal mnogo hitrejše dražljaje, ki jih je prinašal družbeni napredek. Nepričakovani učinki montaže, posebni učinki in hitro gibanje, ki jih je prikazoval film, so boljše kot katerakoli druga umetnost prikazovali družbeni napredek, ki ga je prinašala nova tehnologija, in pohitreni slog življenja v hitro rastočih urbanih središčih.

A kaj pravzaprav je filmska kamera v primerjavi z očesom? Film je v samem začetku nastal kot raziskovalno orodje, s katerim so znanstveniki preučevali gibanja, ki jih oko ni bilo zmožno procesirati. V sedemdesetih letih 19. stoletja je francoski astronom Pierre Janssen združil teleskop in kamero pri svojih opazovanjih vesoljskih pojavov, Étienne-Jules Marey in Eadweard Muybridge sta bila znana po filmskih študijah gibanja živali. Ko je film ob koncu 19. stoletja postal atrakcija za najširše množice in nato sredstvo pripovedovanja zgodb, je nova umetnost morda res uporabljala vrsto prijemov, s katerimi je lažje posredovala pripoved (npr. uvedba montaže), vseeno pa je v osnovi poskušala **podvajati človeški pogled**. Osrednje gonilo filmskega pripovedovanja zgodb je še danes to, da nam gibljive podobe dajejo vtis virtualnega živega dogajanja, ki je umetno poustvarjeno, a vendarle izgleda, kot bi se zares dogajalo pred našimi očmi. Filmska kamera je tako dejansko neke vrste umetno, mehanično oko in ima zaradi tega mnoge podobnosti z našim biološkim očesom. Pravzaprav tako oko kot kamera delujeta po zelo podobnem principu, saj sledita istemu osnovnemu načelu proizvodnje podobe.

Pomembno je poudariti, da fotoaparati in filmske kamere oponašata človeško oko z vsemi njegovimi hibami, vključno s podvajanjem vidnega pasu elektromagnetne svetlobe. Za ostale dele elektromagnetnega spektra imamo druge naprave – primer so denimo različne varnostne kamere, ki beležijo nam nevidno infrardečo svetlobo, ali pa medicinske naprave za snemanje z rentgenskimi žarki, ki »vidijo skozi« mehko tkivo v človeškem telesu.

Tako oko kot kamera imata tri osnovne elemente: temen prostor, v katerega prodre svetloba, lečo, ki svetlobo izostri, ter medij, na katerega se ta svetloba odtisne. Pri fotoaparatu in filmski kameri svetloba v temnico prodre skozi lečo, ki je ponavadi sestavljena iz zaporedja steklenih elementov. Pomembno vlogo pri tem igra zaslonka, ki jo fotograf s funkcijo fotoaparata in kamere odpira in zapira ter s tem regulira količino in kakovost svetlobe, ki prihaja v napravo. Proizvedena podoba se preko sensorja zapiše na medij (nekoč filmski trak, danes digitalne kartice). Pomemben element pri zapisu podobe je tudi ISO, s katero reguliramo občutljivost sensorja na svetlobo. S slednjim lahko dosežemo zadovoljivo snemanje v slabih svetlobnih pogojih, a to proizvede manj kakovostno, zrnasto podobo.

Opisane funkcije pri očesu seveda prevzemajo biološke »naprave«. Snop vhodne svetlobe se lomi v roženici očesa, ki je odebeljena plast na zunanji strani očesa, ki zbira svetlobne žarke, ki vstopajo v oko, obenem pa rabi kot dodatna zaščita. Odprtina v roženici, skozi katero prodrejo žarki v oko, je zenica, ki se širi in se krči, to gibanje pa uravnava šarenica, obarvan kolobar, ki ima epitelno plast pigmenta, ki ji daje značilno barvo. Šarenica je sestavljena iz obarvanih vlaken ter žilic in količino svetlobe, ki vstopi v oko, uravnava tako, da s krčenjem in širjenjem določa velikost zenice. Znotraj očesa gre ta »obdelana« svetloba še skozi lečo, prozorno beljakovinsko strukturo, ki se splošči ali izboči glede na oddaljenost oziroma bližino opazovanega predmeta in tako zbira svetlobne žarke ter jih usmeri naprej v zadnji del očesa. To so torej človeški ekvivalenti tistega, kar v fotoaparatu in kameri opravljata objektiv oziroma leča ter zaslonka.

Če je ta optični del obdelave svetlobe pri očesu in fotoaparatu precej podoben, pa se začne obdelava informacij od tu naprej bistveno razlikovati. Po opisani optični fazi obdelave svetlobe pri človeku sledita še dve fazi: kemična in informacijska. Prva se odvije na zadnji strani notranjosti očesa, na

mrežnici, ki vsebuje številne živce in krvne žile. Prav tam se svetlobni žarki združijo v sliko, slika pa je najbolj ostra v majhnem delčku mrežnice, ki mu rečemo rumena pega in ne meri več kot 0,1 mm. Gre za majhno vdolbinico, v kateri sta najbolj zgoščena dva tipa čutnih celic, s katerimi oko procesira svetlobo. Na eni strani so to paličice, ki jih imamo približno 120 milijonov in se odzivajo na intenzivnost svetlobe, na drugi pa so tu še čepki, ki jih imamo približno 6 milijonov in nam omogočajo prepoznavanje barv. Paličice so približno 1000-krat bolj dovzetne za zaznavanje moči svetlobe kot čepki. Najlepši primer te razlike je naš nočni vid – v slabi svetlobi morda res vidimo, a naše razpoznavanje barv je v takih pogojih močno okrnjeno. Obdelane informacije se v možgane prenesejo preko optičnega živca, s čimer se začne tretja, cerebralna ali informacijska faza obdelave informacij, ki je tudi najbolj kompleksna. Zanimivo je, da točka, na kateri se v očesu začne optični živec, vpeljuje hibo v naš vid – imenujemo jo slepa pega, in preprost poskus nam pokaže, da smo na tem malem delu vidnega polja res na neki način slepi.

Pri fotoaparatu in filmski kameri vlogo čutnih celic na mrežnici odigra visoko občutljiv senzor. Visokokakovostni kamere in fotoaparati se od manj kakovostnih bistveno razlikujejo ravno po tem, kako velik je senzor in kakšna je njegova sposobnost sprejemanja in procesiranja svetlobe. Pomemben standard v svetu fotografij in filma je senzor polne velikosti (»full-frame«), ki z velikostjo 35 mm krat 24 mm imitira velikost klasičnega 35-milimetrskega filmskega traku, ki je v predigitalni dobi veljal za standard snemanja in predvajanja filmov v kinodvoranah. V današnjih pametnih telefonih najdemo senzorje, ki so kljub svoji majhnosti izredno sposobni – čeprav merijo približno 6 mm krat 4 mm, proizvajajo podobe, ki bi jih lahko prav tako vrteli v kinu, pa čeprav se zaradi drugačnih lastnosti senzorja ponašajo s povsem drugačno kakovostjo podobe. Svetloba, ki jo v fotoaparatu in kameri zajame senzor, se nato zapiše na digitalni medij, najpogosteje v obliki različnih SD kartic.

Tukaj že nastopi pomembna razlika med očesom in kamerami. Senzor v aparatih namreč deluje tako, da film posname kot hitro zaporedje povsem ločenih fotografij. Razlog, zakaj naše oko filma ne zazna kot ločenih fotografij, tiči v slabosti očesa, ki ji rečemo »vztrajnost vida«. Čepki in paličice se namreč na spremembe v svetlobi odzivajo relativno počasi – najboljši dokaz tega so različni svetlobni madeži, ki ostanejo na očesni mrežnici po tem, ko ugasnemo luč in nastopi popolna tema. Če torej fotografije vrtimo dovolj hitro, naše oko tega ne bo zaznalo kot zaporedje statičnih podob, temveč kot gibljive podobe oziroma film. Meja, pri kateri se zgodi ta prehod, je pri približno 16 sličicah na sekundo. Temeljna razlika v primerjavi z očesom je v tem, da oko ne proizvaja ločenih podob, temveč neprekinjen tok informacij, ki jih posreduje naprej proti možganom.

Pomembno je torej spoznanje, da naprave za zajemanje fotografije in filma poskušajo imitirati osnovne lastnosti človeškega očesa (predvsem v zaznavanju gibanja in dimenzijskih lastnosti zunanjega sveta), vendar pa te podobe zajemajo na precej drugačen način. Če je optična faza še podobna tisti v očesu, pa se faza zajemanja in zapisovanja podob na medij zelo razlikuje. Pri tem je seveda treba imeti v mislih tudi dejstvo, da človeško telo ne proizvaja zares objektivnih in materializiranih podob, ki bi jih bilo mogoče posredovati naprej, temveč so podobe venomer zgoljčasne ter podvržene nepredvidljivim mehanizmom v možganih. Prav zato pravimo, da so spomini nezanesljivi, in ravno zaradi tega je mogoče, da se ljudje istega dogodka spominjajo oziroma ga podoživljajo povsem drugače.

#### VIDEO GRADIVO:

- Podobnosti med očesom in fotoaparatom (v angleščini) [https://www.youtube.com/watch?v=\\_TtA8iVA9zc](https://www.youtube.com/watch?v=_TtA8iVA9zc)
- Obdelava svetlobe v človeškem očesu (v angleščini) <https://www.youtube.com/watch?v=YcedXDN6a88>
- Test slepe pege (v angleščini) [https://www.youtube.com/watch?v=aB\\_oEknhlW8](https://www.youtube.com/watch?v=aB_oEknhlW8)

- Zaslonka (v angleščini) <https://www.youtube.com/watch?v=YoJL7UQTVhc>
- ISO (v angleščini) <https://www.youtube.com/watch?v=q8cj9Lj9w-g>
- Zaklop (v angleščini) <https://www.youtube.com/watch?v=7R9ZTxoTOSk>

## Zaključek: so podobe sploh resnične?

Videli smo torej, da sta fotoaparata in filmska kamera imitacija človeškega očesa kot nečesa, kar je že samo po sebi pomanjkljivo, saj je znanstveno dokazano, da z njim vidimo zgolj majhen delček elektromagnetnega spektra, tistega, ki nam je tekom evolucije koristil v boju za preživetje. Ali lahko torej že v izhodišču ugotovimo, da se fotografske in filmske podobe že po definiciji ne morejo približati temu, da bi prikazovale kakršnokoli resnico? Odgovor na to vprašanje je hkrati »da« in »ne« – odvisno od tega, iz katerega zornega kota gledamo.

Dejstvo je, da sta bila film in fotografija tako v 19. kot v 20. stoletju izredno pomemben sopotnik razvoja sodobnih družb v času, ko je svet bliskovito napredoval in se moderniziral. Nemški filmski teoretik Thomas Elsaesser je v svoji knjigi *Teorija filma: uvod skozi čute* zapisal, da je film, ko se je ob koncu 19. stoletja pojavil, deloval kot neke vrste »protetično oko, kot mehanični podaljšek človeške zaznave«. Natančneje: »Kako vzneseni so morali biti občutki ob misli, da imamo končno organ, ki ni več vezan na telo in ki se lahko po zaslugi mehničnega izuma svobodno klata in potuje, lahko postane praktično neviden, skoraj nikjer (pa naj bo to zasebni, družbeni ali fizični prostor) mu ni prepovedan vstop in ne zdi se le vseprisoten, temveč omogoča tudi potovanje skozi čas – nazaj v preteklost in naprej v prihodnost, kot denimo v Mélièsovem *Potovanju na luno* [*Le voyage dans la Lune*, 1902].« Ni presenetljivo, da je ta novost povzročila tovrstne občutke evforije novega odkrivanja, ta občutek pa se je ohranil še več desetletij po prvih filmskih projekcijah, ko so filmski ustvarjalci odkrivali nove možnosti filmskega sporočanja. Italijanski filmski teoretik Francesco Casetti je v svoji klasični knjigi *Oko 20. stoletja* zatrdil, da je film s tem postal ultimativni dokument sodobne družbe in svojega časa – v polnem pomenu besede »oko 20. stoletja«. Film je torej človeško družbo popisoval z veliko kredibilnostjo popolne resnice. Pomislimo, kako pomembni so bili v času obeh svetovnih vojn filmski obzorniki, ki so ljudem prinašali novice s celotnega sveta. Pomislimo, kako pomemben je bil žanr dokumentarnega filma, ki je vzniknil kot protipol zabavljajske filmske industrije. Pomislimo, kako pomembno vlogo so venomer igrale podobe v medicini, od rentgenskih slik do ultrazvočnih preiskav ipd. In ne nazadnje pomislimo, kakšno vlogo so fotografski in filmski dokazi igrali v policijskih preiskavah in sodnih procesih. S pomočjo podob so lahko obsojali zločince, postavljali diagnoze, se poučili o resničnih dogodkih s povsem drugih koncev sveta.

Dojemanje podob pa se je na prehodu iz 20. v 21. stoletje začelo močno spreminjati. Z nastopom digitalne tehnologije v devetdesetih letih minulega stoletja in z njeno popolno prevlado po prelomu stoletja fotografija in film nista bila več nekaj, kar prenaša in sporoča resnico, temveč nekaj, s čimer je mogoče manipulirati do te mere, da je mogoče z njima do popolne prepričljivosti potvarjati resnico. V drugem desetletju 21. stoletja so računalniške animacije izpopolnjene do te mere, da ob vrhunski izvedbi ni mogoče ločiti med realnostjo in animacijo, v filmu so se začeli pojavljati prvi poskusi, da bi oživili preminule filmske igralce, odvijati so se začeli prvi hologramski koncerti velikih glasbenikov iz preteklosti. Čeprav smo zaradi vseprisotnosti pametnih telefonov bolj obkroženi s podobami kot kdajkoli prej, je ta tehnologija s sabo prinesla tudi veliko skepso do njih. Preko pojma »lažnih novic« je postalo jasno, da je pojem resnice vse manj pomemben in da se pod vplivom političnih ideologij raje zadovoljimo s privlačnejšo različico informacije kot pa s pravim, preverjenim virom.

Film je tako danes v središču razprave o resnici in laži, zato je bolj kot kdajkoli prej pomemben tudi razmislek o podobah, ki nas obkrožajo, pa naj gre za filme, oglase, spletne videe ali novice ipd. S

tem se ponovno vračamo k Platonu: starogrški filozof je morda res trdil, da človek nikoli ne more videti, kaj biva zunaj jame, v kateri smo ujeti skupaj z umetno proizvedenimi podobami, vendar pa je obenem ponudil filozofijo kot orodje, ki nam pomaga pri razmišljanju in zavedanju lastnega položaja. Takšno orodje je tudi znanje o filmu – prav znanje je tisti pripomoček, ki nam omogoča lažje manevriranje po današnji kompleksni medijski krajini, saj nam daje orodje, s katerim lahko razločimo realnost od potvorjenosti ter laž od resnice.

**Omenjena in priporočena literatura:**

Casetti, Francesco. 2013: *Oko 20. stoletja*. Ljubljana: Slovenska kinoteka.

Eagleman, David. 2011: *Incognito: The Secret Lives of the Brain*. New York: Vintage Books.

Elsaesser, Thomas in Hagener, Malte: 2015. *Teorija filma: uvod skozi čute*. Ljubljana: Slovenska kinoteka.

Hoffman, Donald D. 2019: *The Case Against Reality: How Evolution Hid the Truth From Our Eyes*. London: Allen Lane.

Parker, Andrew. 2003: *In the Blink of an Eye: The Cause of the Most Dramatic Event in the History of Life*. Cambridge: Perseus Publishing.

Wade, S. Denham. 2019: *As Far as the Eye Can See: A History of Seeing*. Cheltenham: The History Press.