

**“El cervell  
il·lusionista.  
A propòsit de les  
neurociències  
que hi ha darrere  
la màgia”**

**Jordi Camí**

**Lliçó inaugural del  
curs acadèmic 2018-2019**

**9 d'octubre del 2018**



# El cervell il·lusionista. A propòsit de les neurociències que hi ha darrere la màgia

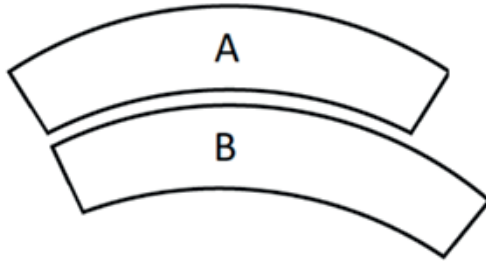
Els presento a continuació una anàlisi dels mecanismes que expliquen com funciona la màgia, des de la perspectiva de les neurociències. La màgia, l'il·lusionisme, aquest art de crear efectes que són impossibles, que violen les nostres expectatives, aquests jocs que conclouen amb la transgressió de les lleis naturals. L'il·lusionisme, una activitat artística que va arribar als teatres durant el segle XIX. La màgia venia del carrer, i era hereva de costums i de creences medievals, de quan els mags també eren sacerdots. A primers del segle XX l'il·lusionisme ja s'havia posat el frac, però encara competia amb les mèdiums i amb tota mena de personatges que reclamaven poders sobrenaturals. Avui però, per fer bona màgia ja no cal cap mena d'aliança estratègica amb el diable. Cal dedicació, entrenament i certs dots artístics i creatius. Cal dominar també un immens catàleg de mètodes i tècniques que l'il·lusionisme ha anat acumulant després de segles de proves i errors. Una saviesa adquirida de forma empírica i que abasta moltes disciplines científiques, com la física –en especial, l'òptica–, la mecànica, l'electrònica, els nous materials, però, sobretot i principalment, les neurociències, des de la neurofisiologia fins a la cognició, passant per la psicologia. Tal com argumentaré, molta màgia no es produeix pas a les mans de l'artista sinó dins del nostre cervell.

Un joc de màgia sempre comença per una demostració, un breu relat o una determinada argumentació que conclou, de manera inesperada, amb un resultat que és impossible però a la vegada fascinant. La primera reacció és la sorpresa, una emoció transitòria cap a sentiments de desconcert, d'admiració, d'embadaliment, d'entusiasme o d'estupefacció... Sentiments als quals s'imposa el misteri, el misteri de l'impossible. És aquell "no pot ser!" que diuen sempre molts espectadors. Durant la presentació del joc tot és lògic i previsible, tot el que es mostra és coherent amb l'exposició fins que, de cop, arriba aquell desenllaç inesperat que caracteritza la bona màgia. Òbviament, l'il·lusionista aconsegueix aquest gran contrast perquè durant la presentació sap amagar els secrets del seu art. Durant la presentació del joc, el públic no sap, ni veu, ni sent pas com l'il·lusionista manega els seus trucs, tot un conjunt de tècni-

ques i maniobres dirigides a produir aquesta “il·lusió de l'impossible”. Els desenllaços dels jocs de màgia poden provocar situacions tremendament provocadores i transgressores. Són situacions que deixen en evidència els automatismes i les predisposicions que caracteritzen el funcionament del nostre cervell. Perquè, tal com veurem a continuació, la màgia el que fa és jugar amb el processament inconscient del cervell.

El cervell humà ha adquirit diverses estratègies, totes elles molt perfeccionades, mitjançant les quals interpreta la realitat i ens ajuda a sobreviure als desafiaments de la natura. La màgia el que ha après, precisament, és a manipular, a interferir subtilment aquestes estratègies. La màgia aconsegueix contradir la nostra manera normal de raonar. I com ho fa? La màgia fa de “hacker” del nostre cervell, entra per les portes del darrere, de manera semblant a com quan diuen que ens observen, copien les nostres dades i ens manipulen sense que ens n'adonem.

La màgia “entra per la vista”. L'ésser humà és un animal tremendament visual; destinem prop d'un terç de tota l'escorça cerebral al processament de la visió. El fet és que la natura ens proporciona una allau constant d'informació. A cada retina dels ulls hi arriben uns 70 GB d'informació per segon, una quantitat equivalent a 70 pel·lícules de cine amb les seves bandes sonores. Aquesta allau és excessiva, per la qual cosa hem desenvolupat sistemes per filtrar, seleccionar i processar tota aquesta informació, uns sistemes que ens permeten entendre què és el que estem veient o sentint. Bàsicament, la solució consisteix a construir la nostra pròpia realitat de manera il·lusòria, tal com ho han reconegut des de sempre grans pensadors com Aristòtil i Plató, Ptolemeu, Alhazè i, després, Descartes. Perquè és el cervell mateix qui veu, toca, escolta, olora i assaboreix, i no pas els òrgans dels nostres sentits. Per això diem que vivim d'il·lusions, i no pas en sentit figuratiu. Reconstruïm la realitat, i ho fem constantment amb dades incompletes, i això és molt important, ho fem a partir de molt poca informació. Aleshores, gràcies al context i sobretot al catàleg propi, és a dir, a allò que hem après i que tenim a les nostres memòries, omplim i completem les imatges. De fet, el que fem constantment i de manera automàtica són inferències. Disposem d'un sistema interpretatiu que està molt, molt perfeccionat. El cervell aconsegueix conjectures molt ajustades i convinents, però també, a vegades, el cervell genera errors en forma d'il·lusions (òptiques, cognitives, emocionals), falses memòries, biaixos i prejudicis cognitius. Són errors d'interpretació. Com la il·lusió de Joseph Jastrow (1889) que presento a continuació. Malgrat el que es veu, les peces A i B són idèntiques.



La majoria de tot el que sentim, pensem i fem no està sota el control del processament conscient. Només som conscients dels resultats, de les solucions, i no pas dels milers i milers de càlculs per segon que s'han requerit per arribar-hi. Qui fa la majoria de feina, qui pren decisions automàtiques i de manera instintiva, és el cervell inconscient. El processament inconscient és el que ens permet sobreviure en un món que proveeix constantment un enorme cabal d'informació. Ara bé, el cervell té una grandària limitada, també té unes limitacions metabòliques i processa lentament si ho comparem amb els xips dels ordinadors dels nostres dies. Per tal de superar o minimitzar aquests límits, el cervell utilitza unes estratègies extraordinàriament efectives, com per exemple veure-hi de manera relativa, descartar molta informació que no considera útil o construir una il·lusió de continuïtat. Examinarem quatre d'aquestes estratègies, i veurem com la màgia se n'aprofita.

1. Començarem per la il·lusió de continuïtat. La nostra experiència visual és una representació del món ininterrompuda, és una experiència convincent, sí, però és il·lusòria. El fet és que no estem en condicions de processar, de manera simultània, tot el contingut d'una escena en alta resolució, no tenim ni espai ni capacitat metabòlica. Ens en sortim a base de processar només allò que canvia o que contrasta. Per acabar-ho d'adobar, només tenim bona agudesa visual a la fòvea de la retina, que és on hi ha la majoria de fotoreceptors anomenats cons, una zona que representa només un dos per cent del total de la superfície retinal. A la resta de la retina l'agudesa és tan baixa que, si no tinguéssim fòvea, seríem declarats legalment cecs. Amb aquestes limitacions, la solució consisteix a anar extraient informació mitjançant moviments continus dels ulls. Constantment fem diversos i imperceptibles moviments "escanejadors" amb els ulls, moviments ràpids com els moviments sacàdics, moviments suaus i altres tipus de moviments amb els quals anem omplint el quadre del que veiem tal com un pintor ho faria mitjançant les seves pinzellades. Sort

que no veiem aquests moviments ràpids dels ulls, perquè ens espantaríem de nosaltres mateixos! Si a més hi afegim el parpelleig, entre unes coses i les altres estem més de quatre hores en desconnexió. Per tant, tot i que captem de manera discontinua el que hi ha al món, la nostra experiència és contínua, no és fraccionada; és contínua tant en l'espai com en el temps. És, però, una continuïtat il·lusòria, ja que el cervell fusiona les diferents pinzellades que anem fent en una mateixa escena, i omple els buits gràcies a la informació que es va retenint de manera efímera a les memòries sensorials.

Aquesta il·lusió de continuïtat té però els seus efectes col·laterals. Un d'ells és l'anomenada "ceguesa al canvi". Aprofito l'ocasió per retre un petit homenatge a una persona que va traspasar fa uns dies, descansi en pau. És Jean Laplace, el que fou el mític dibuixant d'"Els 8 errors" de *La Vanguardia*, que, des de 1977, ha anat aportant un dibuix diari a aquest i a set o vuit diaris més de tot Europa. Per tal de detectar els vuit errors cal seguir una estratègia, mirant i comparant bocins de cada figura (a continuació). Si comparéssim les dues escenes en la seva totalitat, no seríem capaços de veure cap dels vuit errors.



Examinin ara les dues imatges següents, una al costat de l'altra. Semblen idèntiques però no ho són; tenen una diferència. La diferència és difícil de detectar a causa de la manera com veiem les coses.



Si hi incrustem una reixeta (podem fer-ho mentalment) i aleshores anem comparant quadre per quadre entre les dues imatges, aleshores sí, arribarà un moment que podrem detectar on està la diferència (figures a continuació).



Només si comparem petits bocins de l'escena podrem detectar-hi diferències; és un sistema que fem per manejar poca informació, aquella poca quantitat que és assequible per a la nostra limitada memòria a curt termini. Però normalment no funcionem així. La memòria a curt termini no ens permet comparar en temps real la informació continguda entre tota una escena i la que apareix immediatament a continuació. Per això a vegades tenim ceguesa al canvi. És una limitació que explica per què algunes situacions de la vida real poden ser perilloses. Aquest és el

cas de les bicicletes circulant enmig del trànsit de vehicles en una gran ciutat, la circulació de les quals sovint passa desapercebuda tant per als conductors com per als vianants. Per tal d'alertar sobre el fenomen i reforçar la seguretat dels ciclistes, l'any 2008 l'Autoritat del Transport de Londres va publicar un spot amb una història molt pròpia de la tradició cultural londinenca: <https://youtu.be/ubNF9QNEQLA>. El vídeo Whodunit consisteix en una explicació teatral d'un crim, durant la qual es produeixen 21 canvis en menys d'un minut, canvis que són indetectables per a les persones que veuen l'spot per primera vegada. Indetectables per ceguesa al canvi. En definitiva, construïm una il·lusió de continuïtat i, a causa d'això, moltes coses, molts detalls, ens poden passar desapercebuts. Els mags ho saben; no saben què és la ceguesa al canvi, però sí que han après que “la mà és més ràpida que la vista”

2. Abans comentava que només processem les coses quan canvien; de fet, el cervell processa informació exterior només quan detecta diferències, diferències de luminància o de grandària, per exemple. Per això diem que veiem les coses de manera relativa i no pas de manera absoluta. Com afirmava el pintor Matisse, “jo no pinto coses, jo el que pinto són les diferències entre les coses!”. El contrast i el context, doncs, són les nostres referències a l'hora de processar el que rebem pels sentits. Què volem dir quan diem *contrast*? Imaginem-nos que, de cop i volta, en aquest escenari apareix un jove despullat. Quina sorpresa tindríem, oi?, quin contrast! En canvi, imaginem-nos que on apareix és en una platja nudista plena de gent (imatge que es projecta a l'auditori). Aleshores la seva aparició seria considerada previsible, segurament anodina. No ens cridaria pas la mateixa atenció. Això es deu al fet que els receptors dels òrgans dels sentits i les neurones només reaccionen, s'activen, quan hi ha contrast. Si quelcom a l'escena és nou o és anòmal genera contrast, ens crida l'atenció, ens fa reflexionar. Si el que hi ha o succeeix a l'escena és lògic i previsible, tota l'atenció es va desactivant. Precisament, els mags han après a no despertar cap mena d'alarma, a no cridar gens l'atenció, quan volen. Quan aneu a veure màgia, comproveu que la presentació d'un joc de màgia generalment no genera mai cap mena de contrast; en l'exposició tot és lògic i previsible, com quan una persona nua va a una platja nudista. Per la mateixa raó, el final inesperat del joc encara és més sorprenent, perquè és inesperat.

3. També deia que, per tal de gestionar l'allau d'informació que rebem, cal descartar molta informació, més concretament cal seleccionar-la, sense la qual cosa no podrem entendre què és el que estem veient. Per concentrar-nos en quelcom en concret utilitzem un procés d'orientació i de filtre que anomenem *atenció*, un procés que es recolza en la memòria



a curt termini –un tipus de memòria, com hem comentat, amb una capacitat limitada. Estem atenent doncs quan ens estem concentrant mentalment en alguna cosa, no necessàriament quan estem mirant alguna cosa. El control de l'atenció és, precisament, una de les metodologies que domina més i millor el món de la màgia. Fins al punt que l'il·lusionisme ha encunyat el terme *misdirection*, per tal d'agrupar les diferents tècniques emprades per al control de l'atenció. Els mags dominen la comunicació no verbal, controlen l'atenció del públic amb la mirada i amb els gestos, i són capaços de dirigir contínuament i activament l'atenció del públic mentre fan el joc de màgia.

Quan observem una cosa per primera vegada hem de fer un esforç d'atenció dirigit a interpretar els fets observats, un esforç que no té res a veure amb l'esforç que cal fer quan l'escena ja ens és familiar. Així mateix, quan alguna cosa es percep per primera vegada, sigui nova o inesperada, es requereixen més recursos "atencionals" que no pas quan aquesta cosa es percep en successives ocasions. Això ha fonamentat un principi en màgia, el "principi de no-repetició", segons el qual els mags mai repeteixen jocs basats en el mateix mètode. No els repeteixen pel fet que, a mesura que el públic va veient exactament el mateix, cada cop està en millors condicions d'anticipar el que passarà, i fins i tot de pensar més del compte sobre allò que està veient. A més, si el públic aprèn a saber on ha de dirigir l'atenció, en lloc que aquesta sigui adreçada pel mag, la situació pot comprometre l'eficàcia del desenllaç màgic. És el mateix fenomen que s'experimenta en qualsevol il·lusió que conté imatges ocultes, com per exemple la del "dàlmata"; en aquest tipus d'il·lusions la imatge oculta no es veu fins que hom no es familiaritza amb la imatge; després, però, es veu sempre. <http://www.michaelbach.de/ot/cog-Dalmatian/index.html>

Examinem ara un altre fenomen relacionat amb l'atenció que és molt important en la vida quotidiana. Està ben comprovat que, quan se'ns divideix l'atenció, no estem en condicions d'atendre diverses coses simultàniament, sinó que les hem d'atendre una rere l'altra. Contràriament al que puguin dir les conviccions populars, les persones multitasca no existeixen, el que sí hi ha són persones molt entrenades per fer determinades tasques, i que les desenvolupen amb una rapidesa i una eficiència extraordinàries. El fet és que la majoria de nosaltres, quan estem davant d'una demanda d'atenció molt alta, mentre fem la tasca que se'n deriva no podem fer altres coses, o no les podem fer bé. En aquest sentit, s'han acumulat moltes proves demostratives del fet que conduir i parlar per telèfon o contestar un WhatsApp només fa que augmentar el risc de patir un accident. Aquest estiu aquesta malèfica combinació ha estat associada a la primera causa d'accidents mortals en carretera a Ca-

talunya! El que estem descrivint s'anomena *ceguesa per desatenció*, un efecte secundari de l'atenció dividida. Ceguesa per desatenció i ceguesa al canvi expliquen situacions inversemblants però molt freqüents en la vida quotidiana. Vegin el vídeo a continuació protagonitzat per un mentalista londinenc, Derren Brown, el qual surt al carrer fent de turista i demana als vianants que li indiquin com arribar a un lloc determinat de la ciutat. El vídeo ens demostra que no sempre es pot pas atendre tot, no sempre es pot captar tot el que passa en un moment donat si preval una demanda d'atenció important (ser amable i atendre al turista, en aquest cas). [https://youtu.be/vBPG\\_OBgTWg](https://youtu.be/vBPG_OBgTWg)

En definitiva, com més dividida estigui l'atenció, menys quantitat d'informació podrem extreure; és a dir, si l'atenció està dividida no estarem en condicions d'atendre a tot el que estigui passant en un moment donat. I allò que no s'atén, no es memoritza, no existeix, i això precisament és quelcom que també han après els mags de manera empírica. Els mags empren molt sovint tècniques per dividir l'atenció, amb la finalitat que no vegem coses que també passen a l'escenari. Els mags ens fan mirar allà on els convé, i també aconseguen que “miris però no vegis”.

4. Parlem finalment de l'acte de percebre. Quan atenem, quan ens concentrem en alguna cosa que hem seleccionat, estem aleshores en condicions d'interpretar-la, de saber-ne el significat. Percebre és interpretar, la qual cosa és possible gràcies al que hem après, gràcies a la informació que guardem a les nostres memòries. Percebre és inferir, i és un procés que ens obliga a ser creatius. Per interpretar fem avaluacions d'hipòtesis, fem inferències bayesianes, emprenem el raonament estadístic en retrospectiva, calculem quina és la probabilitat, quina és la “millor conjectura” que es correspon amb les observacions que tenim al davant. Obtenim significats molt encertats emprant poquíssima informació: com diu el meu company Rodrigo Quian Quiroga, “no m'interessa aturar-me en les formes específiques de milers de pèls negres en contrast amb altres tants de grocs, m'interessa saber que és un tigre i sortir corrent”.

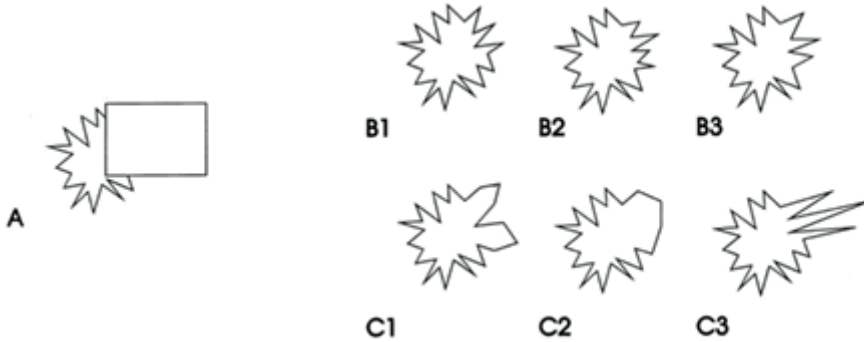
El cervell ha de desplegar processos interpretatius per molts i diferents motius. Un d'ells es deu al fet que les imatges arriben als nostres ulls en dues dimensions. I atès que una imatge bidimensional pot correspondre a infinits objectes reals que poden tenir una projecció idèntica sobre les retines, no ens queda cap més remei que fer hipòtesis respecte del que veiem. I el fet és que generalment ho encertem. Ho encertem gràcies a l'enciclopèdia visual que, des de petits, hem anat bastint, i on hi emmagatzemem totes les combinacions viscudes. Vegeu com ens arriba la informació dins del cervell. La imatge borrosa de la figura següent és una

simulació que reflecteix com arriba una imatge comprimida al cervell per tal de ser processada.



Tan bon punt captem imatges als ulls, la informació d'aquestes imatges circula pel cervell passant per diferents colls d'ampolla, de tal manera que la informació es comprimeix i es descomprimeix, i en aquest trajecte es van produint pèrdues. Per això el cervell ha d'acabar reconstruint la imatge i, com dèiem, aquesta reconstrucció és una interpretació gràcies a tot el que guardem a la nostra biblioteca personal. L'acte de percebre és un acte creatiu, per bé que tot ja està al nostre cervell. Efectivament, la majoria de vostès ha interpretat que la imatge comprimida correspon a la de Charles Chaplin, però si aquest actor no l'haguéssim vist mai, aquesta imatge no ens diria res. Així ho va descriure Gabriel García Márquez a *Cien años de soledad*: “El mundo era tan reciente que muchas cosas carecían de nombre, y para mencionarlas había que señalarlas con el dedo”

El procés perceptiu té la particularitat que sempre ens ofereix solucions, no ens deixa mai a l'estacada; a més, les solucions emergeixen immediatament, de manera automàtica. Com a conseqüència d'aquests automatismes tenim una tendència irrefrenable a completar qualsevol objecte que se'ns presenta parcialment ocult. Encara que la informació sigui escassa, el cervell completa les parts invisibles dels objectes ocults, donant-los una forma i un significat perceptiu molt concrets. És un procés inconscient que es fa de manera automàtica, i és molt difícil de dominar. La figura que ve a continuació ens revela els riscos de les nostres obsessions, dels nostres automatismes. El més freqüent és pensar que la part oculta de A és com es desvela a B1, B2 o B3, quan podria ser també la que es presenta a C1, C2 o C3. La màgia ho sap molt bé, i prou que se n'aprofita.



Extreta d'Ekroll V *et al. Perspectives on Psychological Science*; 2017, 12:91-106

No només inferim el que veiem, sinó que també ens hi anticipem. Ens hi anticipem perquè som lents, perquè el nostre cervell processa lentament! La reacció motora o mental a qualsevol percepció es produeix amb retard, un retard d'almenys un terç de segon, retard que encara pot ser més gran si la ment està ocupada amb altres coses, per exemple si estem amb l'atenció dividida. Pensem en el cas dels porters de futbol. Algú del públic creu que, davant d'un penal, el porter es llança cap al costat cap al qual "ha vist" que el jugador xutava la pilota? En realitat els porters gairebé sempre es tiren i esperen tenir la sort d'encertar el costat adequat. Una recerca de la Universitat d'Amsterdam va analitzar els penals llançats en tots els mundials entre 1982 i el 2010, i va demostrar que quan l'equip anava guanyant o empatant el porter es llançava un 50% de vegades a la dreta i un 50% de vegades a l'esquerra, però que si l'equip anava perdent llavors el porter tenia preferència pel costat dret (set de cada deu vegades) (Roskes *et al. Psychological Sciences*; 2011, 22: 1403-7). L'exemple del tennis és tant o més il·lustratiu: amb una pista d'aproximadament vint metres de longitud, el jugador que té el servei generalment llança la bola a uns dos-cents quilòmetres per hora, i el contrincant només disposa d'unes quatre-centes mil·lèsimes de segon per detectar la trajectòria de la bola, dirigir el seu cos i la raqueta cap a ella i, finalment, colpejar-la en la direcció adequada perquè arribi al camp contrari. Com som capaços de fer-ho? Doncs creant hipòtesis, amb poca informació, amb la coreografia. Inferint i anticipant-nos.

La màgia també pot interferir subtilment el món de les nostres memòries, tot alterant la fixació dels records, o bé promovent oblits, desinformant o dificultant l'evocació dels records adquirits. La màgia també sap mani-

pular les nostres decisions més instintives. Això no és trivial, i aquestes capacitats se sumen a las ja descrites aquí. Ho deixo anotat i pendent de desenvolupar, atès que el temps no em permet d'estendre'm més.

La màgia, doncs, s'aprofita de totes les estratègies del nostre cervell. Per tal d'aconseguir la il·lusió d'impossibilitat, la màgia juga amb els nostres automatismes, amb les predisposicions cognitives. En definitiva, els mags han après a dialogar amb el cervell inconscient, aquest gran desconegut.





**Universitat  
Pompeu Fabra**  
*Barcelona*