

Què #®¥§#\$\$@ és la creativitat?

Alger Sans Pinillos

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA (UNIPV)

alger.sanspinillos@unipv.it

ORCID: 0000-0002-8817-7286

Jordi Vallverdú

UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA (UAB)

jordi.vallverdu@uab.cat

ORCID: 0000-0001-9975-7780

Rebut: 28/04/2020

Acceptat: 14/09/2020

RESUM

La creativitat és el sant grial de les ciències cognitives i té especial importància per als investigadors de les ciències de la computació i la intel·ligència artificial. És obvi que la creativitat forma part essencial de la intel·ligència, tot i que la majoria d'estudis que intenten explicar-la o fins i tot replicar-la han fallit. En el present article proposem dues aproximacions innovadores: d'una banda, entendre els processos cognitius com a seguidors de regles o heurístiques, tot i que d'una manera flexible o fins i tot contradictòria o caòtica, però que ens mena en qualsevol dels casos a un context d'ús desacomplexat de multiheurístiques, que és el que hem denominat la «cognició mixta»; d'altra banda, proposem un mecanisme poc explorat de forma general en la literatura acadèmica cognitiva per tal de servir de punt de fulcre entre els models antics i una visió alternativa: l'abducció. Mitjançant aquestes dues estratègies, alhora que analitzant casos específics relacionats amb la capacitat creativa dels éssers humans, podem albirar un nou paradigma cognitiu més realista i sincer amb les capacitats humanes, fet que permetrà en un futur no gaire llunyà el disseny de sistemes de raonament artificials més potents i complexos.

Paraules clau: creativitat, abducció, cognició mixta, constrenyedors, disparadors, multiheurística.

ABSTRACT. *What #®¥§#\$\$@ is Creativity?*

Creativity is The Holy Grail of the Cognitive Sciences and it is very important for researchers in the Computer Sciences and AI fields. Although all attempts to explain and replicate intelligence have so far failed, the quest remains a key part of their research. This paper takes two innovative approaches. First, we see cognitive processes as involving rule-following and as flexible, even chaotic, heuristics. This first concept uses a multi-heuristic concept without any complexes as mixed-cognition. Second, we propose abduction which, though seldom employed in this specific debate, is nonetheless a good way to explore creativity. Using both strategies, along with analysis of specific human creativity cases, we suggest a new cognitive paradigm that is both more realistic and truthful than hitherto. The idea is to offer a new way to achieve more powerful, complex artificial reasoning systems.

Keywords: creativity, abduction, mixed-cognition, constraints, triggers, multi-heuristic.

SUMARI

«Houston, tenim un problema!»

Els mecanismes que ens permeten triar opcions: els constrenyadors/disparadors

Quin és el mecanisme privilegiat que ens permet triar opcions múltiples?

Si la creativitat és irracional... Què?

Concloent

Referències bibliogràfiques

Nota biogràfica

Autor per a correspondència / Corresponding author: Alger Sans Pinillos, Sezione di Filosofia, Dipartimento di Studi Umanistici, Università degli Studi di Pavia. Piazza Botta, 6 - 27100 Pavia (Itàlia).

Citació suggerida / Suggested citation: Sans Pinillos, A. i Vallverdú, J. (2021). Què és la creativitat?. *Debats. Revista de cultura, poder i societat*, 135(2), 39-51. DOI: <http://doi.org/10.28939/iam.debats-135-2.3>

Per llegir aquest títol, la teva ment ha realitzat un acte creatiu i ha mirat de resoldre la segona paraula en un acte enginyós i necessari. Bé, la veritat és que tampoc has improvisat de forma absoluta, ateses les probabilitats limitades que el teu cap ha analitzat a l'hora de seleccionar algunes paraules en lloc d'unes altres.

En aquest article volem oferir una imatge crua de la creativitat. Treballarem amb una amalgama d'elements que es relacionen de manera erràtica, dispar i anàrquica. En resum, analitzarem un concepte de creativitat atípic amb què defensem la idea de la seva irreductibilitat a un patró o model general.

Per contra, considerarem que la informació que participa en el procés que anomenem «creatiu» interactua de diferents maneres i depèn de les circumstàncies, de manera que ens enfrontem a una paradoxa: no hi ha cap mètode que expliqui com ser creatius. No obstant això, és possible fer una altra cosa, analitzar què fan les persones creatives i explorar alhora els investigadors que les han analitzat. Encara més, podem parlar de moments en els quals emergeix la creativitat. I aquesta capacitat no és un luxe útil per als moments d'oci, sinó que pot ser l'única opció de sobreviure en un entorn hostil.

«HOUSTON, TENIM UN PROBLEMA!»

Recordem la famosa frase dels astronautes de l'Apol·lo 13 i pensem què implica. En realitat, és la mostra de dues coses: la primera, la increïble capacitat humana de resoldre problemes imprevistos de forma creativa (King, 1997) i, en segon lloc, que fins i tot quan no volem ser-ho ho som, ja que la frase real que varen expressar els astronautes en dues tandes diferents fou «D'acord, Houston, aquí hem tingut un problema». Som creatius per pressions externes, per comoditat, per necessitat, per la força d'allò imprevist o també quan encalcem objectius clars. Sigui quina sigui la circumstància, som creatius. Bé, no tothom i a tothora, perquè tot plegat la majoria de les persones es limita en general a repetir accions de forma rutinària sense donar-hi més voltes.

Per tant, veiem que no hi ha patrons que permetin crear de forma artificial accions creatives, si bé sí que trobem allò que denominem «constrenyadors» per tal de definir aquells elements que permeten l'emergència de processos creatius. Es pot advertir una altra constància: els humans treballem combinant alhora molts mètodes o heurístiques diferents de forma totalment oportunista i fins i tot inconseqüent. No som agents purament racionals, sinó que solucionem problemes i ens adaptem a condicions múltiples.

De fet, allò que fa que la ment humana sigui més evasiva a l'estudi cartogràfic és l'adaptació a diversos entorns, la capacitat de triar o combinar nombroses estratègies o rituals (Currey, 2014), també denominades «heurístiques». Recentment un de nosaltres ha publicat un llibre sobre un concepte innovador per tal d'explicar aquesta capacitat i l'ha denominat «cognició mixta» (*blended cognition*) (Vallverdú i Müller, 2019).

Des d'una perspectiva evolutiva, els humans han hagut d'adaptar-se a esdeveniments molt variats, als quals ha de reaccionar. Pensem en la quantitat de problemes a què cal donar resposta, però dels quals no tenim prou informació o en tenim massa... O pensem en els problemes als quals hem de donar una resposta immediata. Aquestes formes intuïtives de resoldre els diversos escenaris s'han etiquetat negativament com a biaixos. Però, tècnicament, són eines fonamentals per a la nostra supervivència. Poder fer coses de forma resolutiva sense ser totalment eficients ens ha permès sobreviure i per aquest motiu avui dia estan emergint treballs orientats a crear tècniques i xips de computació aproximada. Evidentment, també cal controlar l'extensió i el valor de l'aproximació i les implicacions del biaix en qüestió. Fins i tot el sentit comú és un producte cultural, com ara ens mostra el canvi de codi de les persones bilingües (Kharkhurin i Wei, 2015). Aquestes situacions metafòriques i ontològiques poden contribuir a la creació i al disseny de noves heurístiques. Per exemple, la comprensió tridimensional dels esdeveniments temporals és molt diferent entre les cultures en l'àmbit metafòric: tenim (a) perspectives d'horizontalitat, com l'anglès, que entén futur = endavant, i passat = enrere; o l'aimara, on futur = darrere, i passat = davant; (b) la verticalitat: el xinès mandarí entén futur = descendent i passat = ascendent. Això significa que els mecanismes cognitius morfològics són influents però no coercitius (Casacuberta, Ayala i Vallverdú, 2010), fet que requereix precaució en relació amb un enfocament realista ingenu de la cognició i la creativitat.

Alhora que la perspectiva evolutiva, que condiciona la morfologia i les accions de la nostra ment, tenim

el context cultural. En realitat, es tracta de diversos contextos culturals, en plural. A les escoles, amb la família, en els entorns socials i en altres centres d'aprenentatge ens nodrim d'estratègies específiques: una gramàtica, un sistema aritmètic, una forma de calcular àrees, una altra per a volums (fins i tot adaptada temporalment a la nostra capacitat), etc. Sense renunciar a fer física, allò que estudiem i sabem del món material no té res a veure quan comparem allò que curem a P5, 5è de primària, 2n de batxillerat o 3r de carrera.

Ens referim a la problemàtica entre allò que configura i, finalment, justifica una ciència amb l'evidència que, sense comprendre'n el fonament, ens permet entendre la regla. Dit en altres paraules, les aprenem de forma paral·lela a la seva justificació. A forma de testafarro, podem remetre al cas dels *Principia Mathematica*, en els quals a Russell i a Whitehead els va costar vora 379 pàgines demostrar l'addició, fenomen que, d'altra banda, ens entrenen a utilitzar de ben petits (Wittgenstein, 1967: capítols 1-3). Dit en altres paraules, aprenem en la mesura que entenem la coherència que regeix les coses que se sumen (com la seva temporalitat o la massa), sense haver de justificar-ne lògicament el procés.

Però si en aquest procés actuem amb una aproximació heurística, allò més fascinant és advertir que cada dia combinem desenes d'aquestes heurístiques des que ens llevem fins que ens tornem a despertar l'endemà. No apliquem la mateixa regla de raonament aproximat per a decidir què esmorzar, quin és el millor transport per arribar a casa, triar entre els estudis futurs, seleccionar parella, adquirir un bé immoble o llogar-lo... Tenim temps finits per a decidir entre massa opcions i, per tant, decidim en funció del caràcter, del context general o de les habilitats adquirides. Així, ens podem veure com éssers contradictoris: cristians esclavistes, científics creients en alguna religió o fins i tot nazis kantians (Vallverdú, 2019). Vivim en un entorn de multiheurístiques, on ens mostrem com a oportunistes de l'acció. En aquest context, la pregunta fonamental rau en com podem triar.

ELS MECANISMES QUE ENS PERMETEN TRIAR OPCIONS: ELS CONSTRENYEDORS/DISPARADORS

Davant la pluralitat de mecanismes i opcions que ens permeten resoldre accions diverses amb estratègies variades, és a dir, de forma creativa, quins són els mecanismes que ens permeten gestionar i orientar aquesta riquesa cognitiva? Un enfocament òptim i acceptat és el dels constrenyedors i disparadors. Ambdós representen la bivalència operacional dels aspectes morfològics i culturals a l'hora de dibuixar els marges de la nostra realitat (constrenyedors), a la vegada que permeten canviar-los (disparadors) i, amb ells, també la concepció del món.

Un punt positiu d'aquesta proposta és que permet abordar la relació lògica i cognitiva del raonament amb diversos graus de materialitat. És a dir, que permet donar compte de la interacció entre els diferents agents, així com amb els artefactes i dispositius tecnològics a través dels quals conceptualitzem la realitat, en la mesura que rebem informació i la completem amb totes les nostres cerques. D'una banda, el concepte «constrenyedor» es remunta a investigacions psicològiques sobre la creativitat (Csikszentmihalyi, 1996). De l'altra, el disparador és una incorporació, adés lògica (Aliseda, 2006), adés cognitiva (Gabbay i Woods, 2005), feta per part de les investigacions sobre el raonament abductiu.

Per un costat tenim aspectes no fàcilment modificables: la morfologia individual. El caràcter, com ara la mutació A1 que crea persones cabudes i persistents o la inquietud constant incitada pel gen DRD4 (el *wanderlust gene*), és el sistema més bàsic d'avaluar la realitat i també pot ser afectat per variacions neuroquímiques (augment o decreixement de combinacions de neurotransmissors com la dopamina, la serotonina, i la noradrenalina) (Vallverdú et al., 2016). En segon lloc, tenim les estratègies adquirides culturalment, fins i tot l'humor. Aprofitem per relatar una anècdota personal que ve al cas: fa ja anys, el nostre grup de recerca de la universitat estava dedicat exclusivament a l'estudi de la creativitat. En moltes sessions havíem de parlar de certs aspectes de l'obra de Mihaly Csikszentmihalyi i, atesa la nostra

manca de coneixement d'hongarès, se'ns feia difícil pronunciar el nom. En una sessió, l'investigador David Casacuberta va fer una genial contribució explicant-nos una regla mnemotècnica fonètica per poder referir-nos a l'autor de forma aproximada: *chick sent me high*.

A banda de riure, un fet cohesionador socialment, vam aprendre una forma fàcil per a referir-nos a l'autor. La visualització d'aquesta idea ha quedat gravada en les nostres vides fins avui. Un acte genuïnament creatiu que feia d'exitosa *affordance* cognitiva. El paper del treball no conscient que realitza la ment també és un factor per entendre certs processos altament creatius, com ara la idea somiada de Kekulé en relació a la estructura química circular del benzè o els profunds descobriments realitzats en somnis pel matemàtic indi Ramanujan.

Hi ha d'altres constrenyedors de tipus ambiental, com ara l'atzar en un context operativament sota «control» que ens permet ser conscients d'alguna anomalia o fet inesperat, com ha succeït en nombrosíssims casos de descobriments científics (Roberts, 1989). La penicil·lina, els raigs X, la sacarina i molts altres descobriments varen arribar per aquesta via. La importància del context controlat ens remet a la idea de Picasso sobre la inspiració, que li arribava treballant. Si s'inverteixen moltes hores en un treball específic, certes opcions s'obren a l'investigador, fet que explicaria també per què molts experts sovint treballen de forma individual en les mateixes idees. Tanmateix, només el primer obté reconeixement.

Un altre grup de factors culturals té a veure amb les eines formals: el llenguatge natural, l'especialitzat i els diversos sistemes quantificadors de la realitat. Gràcies a aquestes eines podem pensar la realitat i categoritzar-la, i en funció de les característiques del llenguatge emprat se'ns obre un o altre món de possibilitats de pensar i manipular-lo (Schroeder i Vallverdú, 2015; Vallverdú, 2017; Vallverdú i Schroeder, 2017). Les lògiques bivalents clàssiques occidentals, que consideraven que una proposició només és veritable o falsa, no s'adequaven a la realitat canviant del món,

i si bé les lògiques temporals de la segona meitat del segle xx van posar remei a aquesta mancança, ja en el pensament antic budista aquest fet havia estat contemplat i resolt per la lògica tetravalent del *catuskoṭi*.

Sense paraules no podem pensar, però amb elles es dibuixen els límits de la realitat; permeten tant l'estudi de les coses com l'ocultació d'altres esdeveniments que el propi llenguatge no permet analitzar. La creació parteix d'aquestes eines i en alguns casos permet superar-les. Pensem en la necessitat de la metàfora per al pensament científic, però també en com els poetes transcendeixen la realitat del llenguatge i apunten cap a aspectes anteriorment ocults simplement fent un ús més lliure de la sintaxi i la semàntica. I de retruc, aquest llenguatge que fem servir per entendre el món condiciona com podem veure el món i a nosaltres mateixos (Huang i Jaszczolt, 2018) i crea un entorn ecocognitiu cultural que podem analitzar en els rastres creatius de la nostra història, com ara els objectes arqueològics (Criado-Boado et al., 2019). Els antropòlegs cognitius especialitzats en el llenguatge han pogut aportar moltes evidències en aquest sentit (pensem en la clàssica i estudiada hipòtesi de Sapir-Whorf), així com també alguns psicòlegs culturals (Nisbett, 2004).

Tots aquests elements són molt complicats de conceptualitzar des de la simple categorització. Una forma de categoritzar-los, i així operar de forma precisa amb ells, rau en la incorporació dels constrenyidors a les investigacions sobre l'abducció i, per tant, en la seva operativitat amb els disparadors. Aquesta perspectiva permet anivellar ambdós elements, ja que es comprenen com a estratègies cognitives de l'agent en la interacció amb l'entorn i, a la vegada, permet difuminar la barrera entre ells.

QUI ÉS EL MECANISME PRIVILEGIAT QUE ENS PERMET TRIAR OPCIONS MÚLTIPLES?

A la pel·lícula *Star Wars: Episode II - Attack of the Clones* hi ha una escena en què el mestre Yoda està

impartint una lliçó perquè uns *padawans* treballen la intuïció. Usant la força, intenten parar els trets làser dels drons d'entrenament amb les espases de llum, tot cegats amb els cascs d'entrenament. De sobte, entra a buscar consell el mestre Obi-Wan, estranyament desconcertat. El problema que tant l'altera és que no pot trobar un planeta que un amic seu li ha descrit perquè als arxius de l'Ordre Jedi no hi consta el sistema on hauria de ser-hi: *«I'm looking for a planet described to me by an old friend. I trust him. But the system doesn't show up on the archive maps»*. Igual que Obi-Wan, Yoda també es preocupa pel planeta descrit.

No obstant això, quan Obi-Wan posa l'arxiu al lector de mapes, hi ha un canvi en Yoda, qui ja no entén el problema de la mateixa manera. A la projecció es pot veure un conjunt de sistemes i una anomalia, a saber: *«This is where it ought to be... but it isn't. Gravity is pulling all the stars in this area inward to this spot. There should be star here... but there isn't»*. De la mateixa manera que Le Verrier amb el Neptú, Yoda ja sap on està el planeta perdut, és a dir, on no hi ha res. Evidentment, el desconcert d'Obi-Wan no rau en la concentració de matèria i la possibilitat d'un cos que l'atregui, sinó en que el planeta que hauria de sortir no surti. Això és evident per context, ja que, a diferència de Le Verrier, ell pot comprovar amb tots els sentits si hi ha o no un planeta en aquell indret (és divertit imaginar-se Le Verrier pilotant una nau *Jedi starfighter* per anar fins a Urà i constatar l'existència de Neptú). A més a més, no es sobta de l'abducció que fa Yoda en suposar un planeta existent com a explicació. Per això, Yoda troba més interessant el motiu pel qual es troben en aquella tessitura: *«Most interesting. Gravity's silhouette remains, but the star and all its planets have disappeared. How can this be?»*. Aleshores és quan un dels *padawans*, al més pur estil de Chevalier Auguste Dupin, afirma: *«Because someone erased it from the archive memory»* i Yoda assenteix amb *«Truly wonderful the mind of a child is. The Padawan is right, go to the center of gravity's pull and find your planet you will»*.

En aquesta escena podem fer les següents preguntes: per què necessita Obi-Wan anar a parlar amb Yoda?

Quina importància té aquest darrer en l'escena? I finalment, quin valor té l'explicació del *padawan*? Ens trobem davant d'un exercici brillant de maièutica, on les preguntes guarden una relació dialèctica entre elles, per tal de produir l'efecte pedagògic de generar una possible explicació a un fet que sembla sorprenent. Igual que en el *Menó*, hi ha una gestió de la informació des de la ignorància, parcial en el cas d'Obi-Wan i total en el del *padawan*, per mitjà de les preguntes de l'únic que sí que sap el que els altres desconeixen, però no pot arribar a la solució: Yoda.

Just quan el *padawan* dona la resposta es desvela la ignorància parcial d'Obi-Wan: «*But Master Yoda, who could empty information from the archives that is impossible*» i la funesta resposta del mestre: «*Is not. It dangerous and disturbing this puzzle is. Only a Jedi could have erased those files but who and why harder to answer. Meditate on this I will*».

El que trobem rellevant d'aquest exemple és que mostra una situació en què no importa el grau de coneixement per tal de liderar el grup que està indagant la incògnita, ni aquesta queda resolta per informació externa a la que s'ha donat. Per contra, el procés creatiu es redueix a combinar la informació de diferents maneres per tal d'obtenir una sortida a l'atzucac. El rerefons individual s'enfronta a una problemàtica tal, que al final la resposta del *padawan* només obre les portes a una nova investigació.

Aquesta escena és rellevant perquè s'hi barregen diferents factors i actors. Per començar, el paradigma personalista de l'anàlisi del problema queda suprimit. Això fa que hi treballin diferents tipus de coneixement davant un mateix enigma, el qual no es pot respondre. Per exemple, com ja s'ha dit, Obi-Wan té el constrenyedor de no considerar la hipòtesi d'un membre de l'Ordre Jedi traïdor. D'altra banda, els constrenyidors que duen al *padawan* a posar sobre la taula un robatori fan en aquest context el paper de disparador, car permeten ampliar el camp de possibilitats i sortir de la immobilitat mitjançant el traç d'un nou camí. El que defensem aquí és que l'abducció és la base operacional del nostre raonament,

que permet constreñir i disparar informació en clau de generació i tria de possibilitats.

Definir el raonament abductiu és una tasca força complicada. Ja fa uns anys que s'ha deixat de banda l'intent de donar compte d'aquest concepte per mitjà d'una descripció que l'abastés per complet. Ara per ara, la tendència és la d'adoptar una definició orientativa que s'adapti bé al camp concret al qual es vol aplicar, a la vegada que no xoqui amb les característiques essencials que es van configurar a principis d'aquest segle. Van sorgir del debat que va originar la interpretació representada per l'esquema —no explicatiu— GW (Gabbay i Woods, 2005) i l'esquema —explicatiu— AKM (Alchourrón, Gärdenfors i Makinson, 1985; Aliseda, 2006; Magnani, 2009, etc.), on queda més o menys acceptat que el raonament abductiu és «un procés pel qual quelcom que no podria ser acceptat per virtut d'una explicació clàssica es té com consideració d'un altre tipus de virtut» (Gabbay i Woods, 2005; Magnani, 2015; 2016; 2017).

Actualment, davant la qüestió de donar una definició de l'abducció, està bastant estesa la solució que ofereix el model EC de Magnani, que es basa en definir a partir del context (Aliseda, 2014¹), fins al punt de considerar com a circumstancials algunes de les característiques que més consagrades estaven, a saber, el problema de si l'abducció és un model explicatiu (AKM) i si ha de preservar la ignorància (GW) (Magnani, 2017). Això ha desencaiat força el debat a la vegada que ha permès que problemàtiques que es presentaven com irresolubles ara es puguin mirar de manera local. Un exemple és el de IB(A)E² (v. g. Schurz, 2008), que ara es pot entendre contextualment. Per això, es pot concebre com apta l'accepció computacional

1 Aquest és un exemple força esclaridor del que vull dir, car Aliseda segueix defensant el seu model AKM, però ara centrat en el cas del diagnòstic mèdic. A una publicació anterior (Rodríguez et al., 2008), Aliseda entén que el diagnòstic representa el que és l'abducció i que això es pot fer en termes del model AKM.

2 *Inference to the best explanation* i *Inference to the best available explanation*.

d'abducció entesa com una inferència a la millor explicació (disponible) o com una deducció a la inversa (Kakas, 2017).

Això ha permès centrar la investigació de l'abducció en la problemàtica sobre com es desplega en cada un dels contextos, sense que importin gaire les seves característiques essencials. Això és, en allò que es dona en qualsevulla circumstància, a saber, que un procés abductiu és un raonament que genera quelcom nou (*fill-up*) i que, d'entre les opcions, permet triar-ne una o més per sobre de les altres (*cutdown*). Aquestes són quelcom diferent al tipus de coneixement que es dona quan un resultat es pot comprovar o contrastar d'alguna manera.

A diferència de la deducció, l'abducció ofereix un resultat ampliatiu i, per tant, no necessari i, a diferència de la inducció, aquesta ampliació és temptativa. És important distingir el sentit habitual de «temptatiu» amb el d'aquest debat, ja que la característica que es vol capturar en el debat sobre l'abducció rau en un valor epistèmic afegit. Aquest valor permet entendre que aquest raonament opera «com si» fos coneixement clàssic, en el sentit que l'usem quan suposem una connexió amb el bagatge epistèmic que posseïm, sense que es mantingui la monotonia entre els dos elements i, per tant, sense que la inferència es pugui fer a partir de probabilitats o generalitzacions. Aquest darrer paper el tindria de manera predominant la inducció, que s'ocuparia de la fase tradicional de comprovació i validesa provisional en ciència natural. És per això que, des de la denúncia de Hintikka (1998; 1999; 2007) sobre el fet que l'abducció s'ha convertit en el problema fonamental de la filosofia, el seu valor epistemològic és un dels temes més controvertits del debat actual.

Aquest problema sorgeix de no tenir presents les operacions implicades en l'abducció, tendència que es coneix com la visió heretada de la ciència, on es dibuixa la dicotomia entre el context de justificació i el de descobriment. Com és sabut, la justificació és allò que es pot explicar (capturar) mitjançant la seva formalització, mentre que el descobriment és

el conjunt de processos psicològics que es combinen de manera anàrquica (heurística). Com que el descobriment no pot ser formalitzat, en general no és considerat part component del coneixement (Popper, 2002³). Aquesta visió beu directament de la dicotomia que va fer Frege entre lògica i psicologia, car ell considerava que una teoria només podia fer referència a aquells elements que es podien descriure (Niiniluoto, 2014: 378). Aquestes delimitacions són hereves de la distinció entre analític i sintètic (Putnam, 2002). En definitiva, es fa una jerarquia on allò que es pot descriure a partir d'uns paràmetres concrets és l'única matèria sobre la qual erigir el nostre món.

Aquesta visió heretada prové directament d'un tipus de sistemes que estaven destinats a explicar un tipus concret de fenòmens. Per això són desastrosos quan s'apliquen a altres descripcions del món. Un exemple evident és la qüestió del valor, el qual queda relegat a una pseudopsicologia o, pitjor, a un tipus d'intuicionisme, és a dir, sense que pugui descriure res del món (ibíd.). No obstant això, ja en aquell moment hi havia les veus dissonants, la visió desatesa («*neglected view*», segons Aliseda, 2006: 39), que deien que els models explicatius que s'oferien no eren satisfactoris, ja que no explicaven el canvi de paradigma (Kuhn, 1996; Feyerabend, 2010). No contemplaven la càrrega teòrica a l'hora d'explicar els fenòmens observats (Hanson, 1971; 1972⁴) ni la realitat de la pràctica investigadora (Lakatos, 1976) o, el cas més interessant, no donaven compte dels avenços tecnològics, com és el cas de la crítica de Simon (1977) des de la computació aleshores emergent. És interessant per dos motius. El primer que exposo potser no és molt rellevant per a allò que ens ocupa aquí, però cal pensar que Simon era economista i que aquesta disciplina era i és un tema controvertit dins la filosofia de la ciència. D'altra

3 Cal fer cas de l'avertència d'Aliseda (2006: 12) de la mala traducció del títol original en alemany a l'edició anglesa, en la que es va traduir *Logik der Forschung* (Lògica de la investigació) com *The Logic of Scientific Discovery* (Lògica del descobriment científic).

4 Una bona exposició i anàlisi de la *Theory-ladenness* es pot trobar a Estany (2011).

banda, a partir de la lectura de Hanson, Simon afirma que si no hi ha una lògica per introduir coses noves, aleshores no hi ha manera de fer-ho (Simon, 1977: 378); com que sí que és possible, aleshores cal pensar que hi ha algun tipus de lògica. Simon pensava que aquesta lògica es podria capturar amb la computació, que semblava que seria la manera de representar les heurístiques considerades psicològiques i irrelevantes per a la fonamentació del coneixement (i, qui sap? Potser podria fer canviar l'estatut d'algunes ciències, com el de l'economia).

Totes aquestes discussions arriben al mateix lloc: ni la lògica occidental clàssica ni, per tant, l'epistemologia, poden abastir tot allò que haurien d'abastir. D'alguna manera, l'abducció s'ha recuperat des d'aquest esperit, el de tornar a introduir allò psicològic en la lògica, però sense menystenir-la. Evidentment, els exemples més recents són els que formen el conjunt d'investigacions actuals, les quals volen capturar l'element abductiu des de diferents branques, però sempre amb l'objectiu pragmatista d'aconseguir esbrinar quin tipus de raonament participa en l'adquisició del coneixement i com aquest pot canviar. El primer objectiu és potser el clàssic, el que neix amb el pragmatisme a mans de Peirce (1958: 5.348⁵), quan intentava completar l'estètica transcendental (Kant, 1961: 34, citat per Dilman, 1973: 2). Aquest, ras i curt, rauria en implicar l'aspecte pràctic en l'arquitectònica de la raó pura i, així, postular que experimentar és una acció, és a dir, una interacció amb el món.

La versió naturalitzada d'aquesta interpretació consisteix a procurar no caure en un reduccionisme (Magnani, 2018a) i intentar trobar l'espai del conjunt d'elements que actualment identifiquem com a psicològics i que també participen en els raonaments més conscients (i menys comuns). Aquí, l'abducció adquireix un paper en la representació en els estadis perceptius primaris (Shanahan, 2005), on les nostres ments es modifiquen per mitjà de la interacció i manipulació de l'entorn (Magnani,

2018b), adquirint i generant coneixement (Hintikka, 2007: 11). Tanmateix, com que aquesta proposta es pot llegir sota la llum del model EC, no es perd l'aplicació contextual i, per tant, aquelles ciències on els mètodes explicatius clàssics feien perdre credibilitat adquireixen un estatus epistemològic rellevant, com és el cas de l'arqueologia (Shelley, 1996⁶), la medicina (Rodríguez, Aliseda i Arauz, 2008) i la psicoanàlisi (Sans, 2019), entre altres⁷, on hi ha més casos que ens sorprenen, ja que es surten d'allò previsible.

Des d'aquesta perspectiva és possible fer un pas més i incorporar la idea que, tant en aquest primer estadi perceptiu com en els casos on un fet inesperat pot necessitar un tipus diferent de raonament, la possibilitat que l'abducció incorpora de manera temptativa passa per un procés creatiu. Sigui per concebre una possible unió de fets o pel simple fet que pugui ocórrer una explicació, aparentment de manera inesperada, sembla que l'abducció i la creativitat poden tenir una relació (que no una equiparació). Tenint en compte que l'abducció s'ha relacionat moltes vegades amb el raonament hipotètic (Harman, 1965), podem intentar entendre la proposta de Łukasiewicz (1970), on afirma que la creativitat està present en tot raonament, per exemple, a l'hora de capturar els fets del món a través de generalitzacions, lleis, etc.

Nogensmenys, aquesta creativitat opera de manera més intensa en casos on altres mètodes de raonament no poden donar compte del fet, a saber, a l'hora de generar hipòtesis (que fàcilment podem entendre com possibilitats). Łukasiewicz (1970: 7) entén la generació d'hipòtesis per mitjà de la reducció⁸, la

5 Referència agafada d'Aliseda (2006: 170), qui cita directament de Hookway (1992: 18).

6 En el seu moment, Feyerabend (2018) va emprar investigacions arqueològiques per a justificar les seves crítiques a la concepció de progrés que la visió heretada havia causat. És interessant pensar en la raó que tenia.

7 Tot això ens duu a pensar en Rivadulla i la seva argumentació a favor de millorar l'herència per mitjà d'un apropament al pragmatisme (Rivadulla, 2015: 23-46).

8 Com és sabut, «reducció» és com tradicionalment s'ha traduït el passatge on Aristóteles (1995: 25, 20-35) parla de la ἀπαγωγή (apagōgē), això és, de l'abducció.

creativitat de la qual es diferenciaria, per exemple, de la deducció, en el sentit que aquesta reconstrueix i la reducció construeix. En aquest sentit entén també Thagard (1988) l'abducció: com un pont entre la justificació (hipotèticodeductiva) i el descobriment (psicològic). Per a ell, l'abducció és la manera de generar hipòtesis (Thagard, 1988: 51-52) a partir d'un concatenat de regles actives que condueixen a «l'*explanans*» de «l'*explanandum*». Igual que en els lemes de Harman (1965: 91), les regles actives de Thagard són el contingut gnoseològic que permet fer les relacions que, d'altra banda, no es poden donar només amb l'associació per generalització. El resultat de l'abducció és una veritat projectada (*projected truth*), que queda determinada per la plausibilitat de la mateixa hipòtesi. Aquesta plausibilitat ve de diferents constrenyadors, alguns d'ells tan evidents per a nosaltres com l'enumeració de casos observables, però també d'altres que no es tenen tant en compte com una cosmologia concreta. Un exemple és el de Le Verrier i el descobriment del planeta Neptú, l'existència del qual va ser una hipòtesi fins que d'Arret i Galle el van observar (Grosser, 1979: 117). És interessant perquè el motiu pel qual va ser considerat una veritat projectada (Sans, 2017: 85-88) va ser que la plausibilitat de la hipòtesi generada a partir de «l'abducció existencial» (Thagard, 1988: 54) era prou elevada, car provenia d'una concepció harmònica del cosmos⁹ més un conjunt de càlculs matemàtics.

No obstant això, aquesta relació de l'abducció i la creativitat coixegen de la mateixa cama que la resta de teories de l'abducció: no poden donar una resposta clara a la generació (*fill-up*) i tria d'hipòtesis (*cutdown*). La nostra proposta és entendre el procés creatiu de l'individu en la comunitat, on generar i triar és quelcom compartit. En aquest sentit, cal eliminar l'exemple imaginarí d'un individu isolat de la resta o especialment inspirat (Feyerabend, 1987) a l'hora de gestionar el flux d'informació que rebem al llarg de tota la vida i que compartim en cada una de les nostres accions, la qual cosa permet el procés creatiu.

A la vegada i a causa d'això, els elements conceptuals amb què erigim els nostres sistemes sempre tenen prou erosions com per poder trencar-los, combinar-los, etc. (Feyerabend, 1987: 704), això és, per poder usar-los com més convingui.

SI LA CREATIVITAT ÉS IRRACIONAL... QUÈ?

Amb allò que hem estudiat fins al moment podem extreure diverses idees: a) la creativitat és un mecanisme evolutiu; b) no hi ha un únic model per a explicar la creativitat; c) els constrenyadors culturals permeten i limiten alhora la capacitat creativa. Per tant, podem plantejar-nos la possibilitat de formalitzar la creativitat? La resposta ha de ser per força negativa, sense que això ens aboqui a considerar aquesta habilitat com quelcom inefable. Si bé hi ha màquines que seguint estratègies diverses han superat l'ésser humà en reptes mentals com els escacs (IBM, Deep Blue) o el Go (Google-DeepMind, Alpha Go i Alpha Zero), en cap cas han manifestat la capacitat d'aplicar de forma eficient les seves estratègies a la totalitat de problemes que afecten els humans. Tampoc poden triar com reprogramar-se ni decidir entre sistemes de càlcul, des d'una perspectiva naturalista de la cognició algorítmica (Zenil i Gauvrit, 2018). Alhora, la causalitat desapareix difosa en un garbuix indesxifrable de dades opaques (Pearl i Mackenzie, 2018).

Existeixen estratègies interessants de *deep learning*, d'algoritmes genètics o de lògiques multivariades formalitzables en sistemes artificials, però no és possible programar una creativitat sintètica (Vallverdú, 2013). De la mateixa manera que els epistemòlegs que tenen en compte la cognició consideren que els humans fan aproximacions on n'hi ha prou amb ser «suficientment raonable» (Elgin, 2019), les aproximacions artificials a la creativitat han de considerar el disseny artificial i variable de constrenyadors que permetin que els sistemes albiren un cert horitzó creatiu. I per a fer això hauran de pagar el mateix preu que paga l'ésser humà: entrar en el domini de la fal·libilitat i la incertesa, on els

⁹ Un exemple és la manera en què s'entenia aleshores «planeta».

individus fan apostes, sovint irracionals, empesos per les intuïcions. Sigui com sigui, el paradigma computacional passa primer per una caracterització de la cognició humana quant al fenomen de la creativitat.

Una aproximació viable rau en la caracterització dels paràmetres de l'abducció a partir de la proposta EC cognitiva (Magnani, 2009), la qual intenta caracteritzar la manera en què ens afecta l'entorn a l'hora de generar coneixement. Dit en altres paraules, s'hi tracta el paper que té el context a l'hora de determinar el límit de la proliferació d'hipòtesis, així com la proliferació d'aquestes en la mesura que interactuem amb allò que ens envolta. D'aquesta manera, es pot entendre que cada pas determina, però en la mesura que implica modificacions, també obre noves portes. Dins de tots els paràmetres, el més important és tenir present que l'abducció genera un estat d'incertesa davant d'un fet que no podem explicar de manera tradicional; sigui perquè no en tenim experiència prèvia o perquè se'ns presenta de manera suficientment diferent com per a no poder donar-ne compte (Aliseda, 2006: 46).

Aquest fet genera emocions i sensacions que ens empenyen a aplicar diferents estratègies per tal de solucionar l'estat d'incertesa. Malgrat que són complicades de conceptualitzar, des de l'abducció s'ha treballat la sorpresa, la teorització de la qual es remunta a Peirce (1958: 5.188-189, 7.202). Una possible manera d'entendre-la des de la contemporaneïtat consisteix a copsar la sorpresa en termes d'un esdeveniment que violenta la creença preexistent (Gabbay i Woods, 2005: 82). Un altre disparador clàssic és la ignorància, la qual es pot remuntar fins al mètode socràtic d'empènyer dialècticament l'agent cap al saber en mostrar-la. En termes contemporanis, la dificultat rau en dotar aquest «no saber» de valor epistèmic. Des de la caracterització de l'abducció, tenim el ja esmentat valor temptatiu, que preserva en certa mesura la ignorància. Cal incorporar-hi la reflexió que la ignorància mai és total. D'una banda, això vol dir que la sorpresa queda mitigada, en la mesura que allò ignorat és embolcallat per tot allò que té un sentit. Dit en altres paraules, hi ha una

relació heurística entre els elements que componen el context i l'agent sorprès. Ens referim a tot allò cultural i circumstancial que, d'una banda, permet que hi hagi una sorpresa (perquè quelcom no encaixa en el sistema) i, de l'altra, ajuda a solucionar l'estat en qüestió. També cal tenir present el fet cognitiu de saber que ignorem quelcom, fet que empeny, de nou, a voler saber.

Tots aquests fets que interaccionen amb el context per trobar una resposta queden alhora limitats, això és, constrets, per aquest. En aquest sentit, la mateixa cultura i factors materials que permeten generar una hipòtesi impliquen a la vegada els límits materials a l'hora de donar-hi resposta.

CONCLOENT

Fins al moment, quan hem parlat de creativitat només ho hem fet des de la perspectiva cognitiva humana, si bé és una habilitat que podem trobar en altres espècies biològiques, des dels micetozous o els insectes fins a tot tipus d'animals, com els ximpanzés (Sawyer, 2011). Com a tema obert, les aproximacions a la creativitat encara parteixen de resolucions de problemes concrets on d'altres propostes embarranquen i, així, aquestes resolucions encarrilen millor el debat. Nosaltres proposem una solució on no cometem l'error d'identificar cap element amb un altre, sinó que entenem que cada procés té la seva identitat i que cada aspecte hi participa d'una manera concreta. Això ho hem presentat des d'una visió ecocognitiva, on es dona per fet que la persona compta, al menys, amb la part natural essencial i quasi sempre amb la social (mentre que Mowgli o Tarzan tenen la primera part, la qual és necessària per interpretar els signes que els permetran fer el pas autoconscient de ser un ésser humà o aprendre d'altre de la seva mateixa espècie, Robinson Crusoe o Chuck Noland ja duen la seva cultura i llenguatge a l'illa abandonada). Aquests elements permeten dibuixar i delimitar la realitat (constrenyedors), a la vegada que contenen la clau per ampliar-la (disparadors). Això es fa a partir de combinar la multiplicitat de codis de diferent manera (multiheurístiques i *blended*). Hem

identificat el raonament abductiu com l'element base del nostre aparell cognoscitiu a l'hora de generar i triar diferents respostes, moltes de les quals poden ser enteses com a creatives. A la vegada, perquè aquest raonament pugui operar, necessita constrenyidors i disparadors, els quals combinen heurísticament la informació diversa.

Allò interessant és veure com els agents racionals ho són en la mesura que realitzen tasques de combinació de múltiples patrons, tant teòrics com de gestió

de l'acció. Alhora, aquesta racionalitat passa per l'adaptació situada i contextual de cada individu enfront d'un problema que vol resoldre. Aquesta certa fal·libilitat i manca d'exhaustivitat no fa més que actuar d'esperonador de possibles formes alternatives de veure la realitat. El joc creatiu no passa per la recombinació d'un nombre finit de conceptes en un joc amb regles perennes, sinó justament per allò oposat: per la capacitat de crear nous significats a partir de formes inèdites amb què processar la informació.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- Alchourrón, C. E., Gärdenfors, P. i Makinson, D. (1985). On the logic of theory change: Partial meet contraction and revision functions. *Journal of Symbolic Logic*, 50(2), 510-530. <https://doi.org/10.2307/2274239>
- Aliseda, A. (2014). *La lógica como herramienta de la razón. Razonamiento ampliativo en la creatividad, la cognición y la inferencia*. Gran Bretanya: Milton Keynes.
- Aliseda, A. (2006). *Abductive Reasoning: Logical Investigations into Discovery and Explanation*. Dordrecht: Springer.
- Aristóteles (1995). *Tratados de lógica (Órganon) II: Sobre la interpretación. Analíticos primeros. Analíticos segundos* (Trad. M. Candel). Madrid: Editorial Gredos.
- Casacuberta Sevilla, D. J., Ayala, S. i Vallverdú, J. (2010). Embodying cognition: A morphological perspective. En J. Vallverdú (ed.), *Thinking machines and the philosophy of computer science: concepts and principles* (p. 344-366). IGI Global.
- Criado-Boado, F., Alonso-Pablos, D., Blanco, M. J., Porto, Y., Rodríguez-Paz, A., Cabrejas, E., i Martínez, L. M. (2019). Coevolution of visual behaviour, the material world and social complexity, depicted by the eye-tracking of archaeological objects in humans. *Scientific reports*, 9(1), 1-11.
- Csikszentmihalyi, Mihaly (1996). *Creativity : Flow and the psychology of discovery and invention*. Nova York: Harper Perennial.
- Currey, M. (2014). *Rituales cotidianos. Cómo trabajan los artistas*. Madrid: Turner.
- Dilman, I. (1973). *Induction and Deduction*. Oxford: Basil Blackwell.
- Elgin, C. Z. (2019). *True enough*. Boston: MIT Press.
- Estany, A. (2011). The thesis of theory-laden observation in the light of cognitive psychology. *Philosophy of Science*, 68, 203-217.
- Feyerabend, P. (1987). Creativity: A dangerous myth. *Critical Inquiry*, 13(4), 700-711.
- Feyerabend, P. (2010). *Against Method*. Londres: Verso.
- Feyerabend, P. (2018). *Philosophy of Nature*. Cambridge: Polity Pr.
- Gabbay, M i Woods, J. (2005). *A practical logic of cognitive systems. The reach of abduction. Insight and trial*, vol. 2. Amsterdam: Elsevier.
- Grosser, M. (1979). *The Discovery of Neptune*. Nova York: Dover Publications, Inc.
- Hanson, N. R. (1971). *Observation and Explanation: A guide to Philosophy of Science*. Londres: George Allen & Unwin, Ltd.
- Hanson, N. R. (1972). *Patterns of Discovery*. Nova York: Cambridge University Press.
- Harman, G. (1965). The inference to the best explanation. *The philosophical review*, 74(1), 88-95.
- Hintikka, J. (1998). What is abduction? The fundamental problem of contemporary epistemology. *Transactions of the Charles Sanders Peirce Society*, 34, 503-533.

- Hintikka, J. (1999). *Inquiry as inquiry. A logic of scientific discovery*. Dordrecht: Springer Science i Business Media.
- Hintikka, J. (2007). *Socratic epistemology. Explorations of knowledge-seeking by questioning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hookway, C. (1992). *Peirce*. Londres: Routledge.
- Huang, M. i Jaszczolt, K. M. (eds.) (2018). *Expressing the self. Cultural diversity and cognitive universals*. Oxford: OUP.
- Kant (1961). *Critique of Pure Reason* (Trad. N. Kemp). Londres: Macmillan.
- Kharkhurin, A. V. i Wei, L. (2015). The role of code-switching in bilingual creativity. *International journal of bilingual education and bilingualism*, 18(2), 153-169.
- Kakas, A. C. (2017). Abduction. En C. Sammut i G. I. Webb (eds.), *Encyclopedia of Machine Learning and Data Mining*. Nova York: Springer Science i Business Media, 1-8.
- King, M. J. (1997). Apollo 13 creativity: In-the-box innovation. *The Journal of creative behavior*, 31(4), 299-308.
- Kuhn, T. (1996). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: Chicago University Press.
- Lakatos, I. (1976). *Proofs and refutations. The logic of mathematical discovery*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Łukasiewicz, J. (1970). *Creative elements in science. Selected works*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company.
- Magnani, L. (2009). *Abductive cognition. The epistemological and eco-cognitive dimensions of hipotetical reasoning*. Heidelberg/Berlin: Springer.
- Magnani, L. (2015). The eco-cognitive model of abduction. 'Απαγωγή now: Naturalizing the logic of abduction. *Journal of Applied Logic*, 13, 285-315.
- Magnani, L. (2016). The eco-cognitive model of abduction II. Irrelevance and implausibility exculpated. *Journal of Applied Logic*, 15, 94-129.
- Magnani, L. (2017). *The Abductive Structure of Scientific Creativity. An Essay on the Ecology of Cognition*. Suïssa: Springer.
- Magnani, L. (2018a). The Urgent Need of a Naturalized Logic. *Philosophies*, 3(44). DOI: 10.3390/philosophies3040044
- Magnani, L. (2018b). Eco-Cognitive computationalism: from mimetic minds to morphology-based enhancement of mimetic bodies. *A Etropy*, 20, 430-446.
- Nisbett, R. (2004). *The geography of thought: How Asians and Westerners think differently... and why*. EUA: Simon and Schuster.
- Niiniluoto, I. (2014). Representation and truthlikeness. *Foundations in Science*, 19(4), 375-379. DOI 10.1007/s10699-014-9346-2
- Pearl, J. i Mackenzie, D. (2018). *The book of why: the new science of cause and effect*. Basic Books.
- Peirce, C. S. (1958). A. A. W. Burks (ed.), *Collected papers of Charles Sanders Peirce*, vol. 1-6. Cambridge: Harvard University Press.
- Popper, K. (2002). *The logic of scientific discovery*. Nova York: Routledge.
- Putnam, H. (2002). *The Collapse of fact/value dichotomy and other essays*. Cambridge: Harvard University Press.
- Rivadulla, A. (2015). *Meta, método y mito en la ciencia*. Madrid: Trotta.
- Roberts, R. M. (1989). *Serendipity: Accidental discoveries in science*.
- Rodríguez de Romo, A. C., Aliseda, A. i Arauz, A. (2008). Medicina y lógica: el proceso diagnóstico en neurología. *Ludus Vitalis*, 30, 135-163.
- Sans, A. (2017). El lado epistemológico de las abducciones: la creatividad en las verdades-proyectadas. *Revista iberoamericana de argumentación*, 15, 77-91. DOI: 10.15366/ria
- Sans, A. (2019). Rigor Mortis: Què passa quan una teoria nega allò que no li pertany o què passa quan un coneixement es veu obligat a adaptar-se al que no pot. Comentari crític de «Construir en la foscor. Teoria i observació en ciència i en psicoanàlisi» de R. Caper. *Revista Catalana de Psicoanàlisi*, 35(2), 141-152.
- Sawyer, R. K. (2011). *Explaining creativity: The science of human innovation*. Oxford University Press.
- Schroeder, M. i Vallverdú, J. (2015). Situated phenomenology and biological systems: Eastern and Western synthesis. *Progress in biophysics and molecular biology*, 119(3), 530-537.
- Shanahan, M. (2005). Perception as abduction: Turning sensor data into meaningful representation. *Cognitive Science*, 29, 103-134
- Shelley, C. (1996). Visual abductive reasoning in archaeology. *Philosophy of Science*, 63(2), 278-301.

- Schurz, G. (2008). Patterns of abduction. *Synthese*, 164, 201-234. DOI 10.1007/s11229-007-9223-4
- Simon, H. (1977). Does scientific discovery have a logic? En *Models of discovery* (p. 326-337). Holanda: Pallas Paperback.
- Thagard, P. (1988). *Computational philosophy of science*. Massachusetts: MIT Press.
- Vallverdú, J. (2013). Programming Synthetic Innovation? *Revista Iberoamericana de Argumentación*, 7, 1-12.
- Vallverdú, J., Talanov, M., Distefano, S., Mazzara, M., Tchitchigin, A. i Nurgaliev, I. (2016). A cognitive architecture for the implementation of emotions in computing systems. *Biologically Inspired Cognitive Architectures*, 15, 34-40.
- Vallverdú, J., (2017). Brains, language and the argumentative mind in Western and Eastern societies. The fertile differences between Western-Eastern argumentative traditions. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 131, 424-431.
- Vallverdú, J. i Schroeder, M. (2017). Lessons from culturally contrasted alternative methods of inquiry and styles of comprehension for the new foundations in the study of life. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 131, 463-468.
- Vallverdú, J. (2019). ¿Nazis kantianos? El homo politicus desde la racionalidad limitada o La banalidad de la Ética. *Democracia y Conocimiento*, 55-72.
- Vallverdú, J. i Müller, V. C. (eds.) (2019). *Blended cognition. The robotic challenge*, Berlin: Springer.
- Wittgenstein, L. (1967). *Remarks on the foundations of Mathematics*. GH Von Wright, R. Rhees i GEM Anscombe (eds.), Massachusetts: The M.I.T Press.
- Zenil, H. i Gauvrit, N. (2018). Algorithmic cognition and the computational nature of the mind. Unconventional Computing. *Encyclopedia of complexity and systems science*. Springer.

NOTA BIogrÀFICA

Alger Sans Pinillos

Ha estat becari predoctoral al Departament de Filosofia de la Universitat Autònoma de Barcelona gràcies a l'ajut de "Formación de Profesorado Universitario" (FPU-2015), on va realitzar i va obtenir el doctorat en Ciència Cognitiva i Llenguatge amb una tesi sobre els aspectes prescriptius del raonament abductiu. Actualment és investigador postdoctoral de Filosofia de la Ciència (programa "Understanding the Limits of Cognition: uncertainty, abduction, creativity, naturalization of irrationality and ordinary reasoning, computational domestication of ignorant entities") al Departament d'Humanitats —Secció de Filosofia— de la Universitat de Pavia, Itàlia.

Jordi Vallverdú

És investigador a ICREA Acadèmia (Institució Catalana per a la Recerca i els Estudis Avançats) i professor a la Universitat Autònoma de Barcelona, on es dedica a l'estudi de la ciència, la computació i la cognició. Autor de múltiples publicacions, les seves investigacions finançades actuals abasten la causalitat en epidemiologia (grup GEHUCT), la innovació biomèdica (TECNOCOG, Grup d'Estudis sobre Tecnologia i Cognició), aspectes filosòfics de les xarxes col·laboratives (Apphil - Recercaixa), ciència ciutadana (H2020 CSI-COP, Projecte Europeu Horizon 2020 "Citizen Scientists Investigating Cookies and App GDPR Compliance"), causalitat a Deep Learning.

