UAB Universitat Autònoma de Barcelona
Facultat de Filosofia i Lletres

Què és un programa: tipus abstracte, objecte tècnic o estructura funcional contextual?

Nico Diaz Andreu

Grau en Filosofia

Facultat de Filosofia i Lletres

TREBALL DE FI DE GRAU

Tutor:

Jordi Vallverdú Segura

Curs 2025/26

UAB Universitat Autònoma de Barcelona

Facultat de Filosofia i Lletres

Grau: Filosofia

Curs acadèmic: 2025-2026

L'estudiant : Nico DiazAndreu amb NIF :41011942K

Lliura el seu TFG: Què és un programa: tipus abstracte, objecte tècnic o estructura

funcional contextual?

Declaro que el Treball de Fi de Grau que presento és fruit de la meva feina personal, que no copio ni faig servir idees, formulacions, cites integrals o il·lustracions diverses, extretes de cap obra, article, memòria, etc. (en versió impresa o electrònica), sense esmentar-ne de forma clara i estricta l'origen, tant en el cos del treball com a la bibliografia.

Soc plenament conscient que el fet de no respectar aquests termes implica sancions universitàries i/o d'un altre ordre legal.

SIGNATURA



Bellaterra, 07 de Juny de 2026.

Al meu avi Carles, que en pau descansi.

Índex

Resum 2
Capítol preliminar. Metodologia 5
1. Naturalesa de la investigació 5
2. Estratègia argumentativa i mètodes d'anàlisi 5
3. Tractament de les fonts 5
4. Criteris d'avaluació i construcció argumentativa 6
5. Abast i limitacions 6
Capítol 1. Els Nivells d'Abstracció 6
1.1. El mètode dels Nivells d'Abstracció 7
1.2. Tres nivells... de què? 8
1.3. El GoA de l'artefacte digital 12
1.4. L'asimetria entre descriure i produir 14
1.5. Les relacions constitutives i la individuació tècnica 16
Capítol 2. La individuació tècnica: la identitat i l'esdevenir 19
2.1. L'objecte tècnic en Simondon: contra la reducció a funció o a matèria 19
2.2. La jerarquia simondoniana de la realitat tècnica 20
2.3. El problema de les versions 23
Capítol 3. Irreduïbilitat entre nivells i l'autonomia nomològica 25
3.1. El problema de la relació entre nivells 25
3.2. El monisme anòmal com a model exportable 25
3.3. Realitzabilitat múltiple i irreduïbilitat de tipus 27
3.4. Lleis heteronòmiques i el límit de la formalització 29
3.5. Superveniència sense reducció 30
3.6. El límit: intencionalitat derivada 32
Capítol 4. Identitat com a cadena d'interpretació sedimentada 34
4.1. La intencionalitat constitutiva en l'ontologia d'artefactes 34
4.2. La cadena de producció com a cadena d'interpretació semàntica 35
4.3. Intencionalitat heretada 36
4.4. El cas dels artefactes generats automàticament 38
4.5. Els Nivells d'Abstracció com a components constitutius: tancament de l'argument 40
Conclusions 42
Contribucions filosòfiques 42
Límits del treball 43
Preguntes obertes 43
Bibliografia 45

Resum

Aquest treball proposa una ontologia dels artefactes digitals a partir del mètode dels Nivells d'Abstracció (LoA) de Floridi, la teoria de la individuació tècnica de Simondon i el diàleg entre Fodor i Davidson. La tesi central és que la identitat d'un artefacte digital no rau en cap dels seus nivells constitutius presos aïlladament: ni en el substrat físic, ni en l'estructura simbòlica, ni en l'especificació funcional, sinó en les relacions constitutives que articulen aquests nivells dins d'un procés històric d'individuació tècnica. Contra la interpretació epistemològica dels Nivells d'Abstracció defensada per Floridi, el treball sosté que, en el cas dels artefactes digitals, els nivells funcional, simbòlic i físic són components constitutius de l'objecte mateix. Aquests nivells corresponen a criteris d'identitat diferents i articulen dominis dotats d'autonomia nomològica real. L'ontologia resultant concep els artefactes digitals com a entitats tècnicament individuades la identitat de les quals es distribueix al llarg d'una cadena d'interpretacions i realitzacions intencionals que travessa el seu procés de producció. Aquest marc permet també donar compte dels artefactes generats per sistemes d'intel·ligència artificial mitjançant la noció d'intencionalitat heretada.

Paraules clau: artefactes digitals, nivells d'abstracció, ontologia del programari, intencionalitat heretada, individuació tècnica.

Abstract

This thesis proposes an ontology of digital artefacts based on Floridi's method of Levels of Abstraction (LoA), Simondon's theory of technical individuation, and the dialogue between Fodor and Davidson. Its central claim is that the identity of a digital artefact does not reside in any of its constitutive levels taken in isolation: neither in its physical substrate, its symbolic structure, nor its functional specification, but in the constitutive relations that articulate these levels within a historically produced process of technical individuation. Against Floridi's epistemological interpretation of Levels of Abstraction, the thesis argues that, in the case of digital artefacts, functional, symbolic, and physical levels are constitutive components of the object itself. These levels correspond to distinct criteria of identity and articulate domains endowed with genuine nomological autonomy. The resulting ontology conceives digital artefacts as technically individuated entities whose identity is distributed across a chain of intentional interpretations and implementations extending throughout their production history. This framework also accounts for artefacts generated by artificial intelligence systems through the notion of inherited intentionality.

Keywords: digital artifacts, levels of abstraction, software ontology, inherited intentionality, technical individuation.

Introducció

Considerem l'algoritme QuickSort. Existeix, en primer lloc, com a especificació: un procediment que divideix recursivament una seqüència situant un «pivot» en la seva posició definitiva i ordenant els subsegments resultants, amb una complexitat mitjana de O(n log n). Existeix, en segon lloc, com a codi: una implementació per exemple, en Python, que un programador pot llegir i modificar, amb un estil i unes decisions arquitectòniques que delaten qui l'ha escrit, com i amb quina finalitat. I existeix, en tercer lloc, com a procés físic: una successió determinada de transicions de voltatge que té lloc en un temps i en un maquinari concrets. La pregunta que vertebra aquest treball neix d'aquesta tríada: en quina mesura són tres coses distintes i de quina manera poden ser, alhora, un mateix objecte.

Les respostes que ofereix la tradició filosòfica tendeixen a resoldre la tensió per reducció, identificant l'artefacte amb un sol dels seus nivells. El fisicalisme l'identifica amb els seus estats físics: QuickSort seria, en última instància, una configuració de memòria i transistors. El formalisme l'identifica amb la seva estructura matemàtica abstracta, una funció computable independent de tota implementació. El funcionalisme l'identifica amb el seu comportament d'entrada i sortida, de manera que qualsevol procés que ordeni seguint el procediment especificat seria QuickSort. Cadascuna captura quelcom real, però cadascuna elimina aspectes que no són trivials. El fisicalisme no pot explicar per què dos processos sobre arquitectures completament diferents reben el mateix nom. El formalisme no distingeix una implementació en Python, amb les seves convencions, d'una altra en C. I el funcionalisme, en identificar l'artefacte amb el que fa, no pot articular la normativitat interna del codi: si l'artefacte fos el seu comportament efectiu no podria fallar, i tanmateix els programes fallen. Turner (2018, cap. 5) ho formula distingint el que un programa fa del que està destinat a fer; l'error és la divergència entre el comportament real i l'especificació, i copsar-lo exigeix un nivell (el funcional) que el comportament efectiu no esgota.

L'instrument que permet desbrossar aquest terreny sense comprometre's de bestreta amb cap dels nivells és el mètode dels Nivells d'Abstracció (LoA) de Floridi, que descriu un mateix sistema des d'observables distints. Ara bé, la tesi d'aquest treball no es limita a aplicar aquest mètode. Floridi concep els LoA com a instruments epistemològics de l'observador, neutrals respecte de l'estructura de l'objecte. Aquest treball argumenta que, en el cas específic dels artefactes digitals, determinats nivells d'abstracció no són tan sols perspectives externes, sinó components constitutius i inextricables de l'objecte mateix. El pas de l'ús epistemològic a l'ús constitutiu del mètode és la maniobra de la qual depèn tota la resta.

La tesi es pot formular així: la identitat d'un artefacte digital no rau en cap dels seus nivells de descripció presos aïlladament, sinó en l'estructura de relacions constitutives que els articula, tal com ha estat produïda i sedimentada per una cadena d'interpretacions intencionals al llarg del procés de producció. Tres elements componen aquesta formulació. Primer, la identitat és relacional i multinivell: no rau en el substrat físic, ni en la sintaxi del codi, ni en l'especificació funcional, sinó en la coherència del gradient que els articula. Segon, la identitat és diacrònica: és el resultat d'un procés històric d'individuació tècnica. Tercer, el procés és intencional: la cadena que produeix l'artefacte és una successió d'interpretacions normatives on cada baula hereta i transforma la intencionalitat de les anteriors: allò que aquest treball anomenarà intencionalitat heretada.

L'argument es desplega en quatre capítols, cadascun dels quals respon una pregunta que l'anterior deixa oberta. El primer estableix que els tres nivells de descripció de l'artefacte digital no són només perspectives de l'observador sinó components constitutius, i ho fa desplaçant el focus de com es descriuen aquests objectes a com es produeixen: és la cadena que realitza cada nivell en el medi del següent allò que converteix la covariació entre nivell i identitat en constitució i no en mera coincidència. Establerta la constitució sincrònica, resta la pregunta per la identitat a través del temps; el segon capítol hi respon amb l'ontologia de la individuació tècnica de Simondon, que tracta l'artefacte com una línia d'individuació diacrònica i no com una successió d'estats. Reconeguda la distinció entre nivells, cal saber quina relació hi guarden; el tercer capítol mostra, mobilitzant el monisme anòmal de Davidson i l'argument de les ciències especials de Fodor, que els nivells tenen autonomia nomològica relativa i que la seva irreduïbilitat és estructural. Aquest resultat, però, descansa en la realitzabilitat múltiple i deixa oberta la pregunta per la normativitat: per quin mecanisme un artefacte pot fallar respecte de la seva pròpia norma. El quart capítol hi respon amb la noció d'intencionalitat heretada, i en sotmet l'abast a prova amb el cas límit dels artefactes generats automàticament per sistemes d'intel·ligència artificial.

El treball pren el programa com a unitat privilegiada de l'ontologia dels artefactes digitals. L'elecció es justifica per una asimetria estructural: els altres artefactes digitals (arxius, imatges, documents, bases de dades) deriven la seva complexitat ontològica dels programes que els produeixen, transformen i interpreten. Un arxiu JPEG no existeix com a artefacte digital llegible sense el descodificador que el llegeix, i una base de dades no té estructura significativa sense el sistema que l'administra. Allò que distingeix aquests objectes dels seus equivalents no digitals és que la versió digital existeix per ser processada, en una mena d'ésser-per-al-processament. D'aquí que el programa ocupi el cim de la complexitat ontològica del domini. QuickSort hi servirà com a cas recurrent, complementat quan calgui amb TCP/IP o amb el llenguatge Python.

Capítol preliminar. Metodologia

1. Naturalesa de la investigació

Aquest treball adopta una metodologia analítico-conceptual pròpia de l'ontologia aplicada i la filosofia de la tecnologia. El problema ontològic del programari no requereix investigació empírica, sinó clarificació conceptual sobre quines categories ontològiques corresponen als artefactes digitals i en virtut de quines relacions constitutives un artefacte digital és el que és.

La investigació és teòrica i tètica: defensa que la identitat d'un artefacte digital és multinivell, diacrònica i irreduïble a qualsevol dels seus nivells de descripció presos per separat, i que els Nivells d'Abstracció, en el cas d'aquesta classe d'objectes, funcionen com a components constitutius de l'objecte i no com a instruments epistemològics externs. Aquesta distinció és la contribució central del treball. El treball se situa en la intersecció de tres tradicions filosòfiques: la filosofia de la ment i el debat sobre la multirealitzabilitat, l'ontologia d'artefactes, i la filosofia de la tecnologia i la informació.

2. Estratègia argumentativa i mètodes d'anàlisi

L'argument avança en quatre passos que corresponen als quatre capítols del cos del treball. El primer estableix que els tres nivells de descripció d'un artefacte digital (funcional, simbòlic i físic) són components constitutius de l'objecte. El segon, recorrent a l'ontologia simondoniana, estableix que aquesta identitat multinivell és diacrònica. El tercer, seguint l'esquema davidsonià del monisme anòmal, estableix que els nivells tenen autonomia nomològica real. El quart formula la identitat com l'estructura de relacions constitutives produïda per una cadena d'interpretacions sedimentades al llarg de la producció.

Dins d'aquest argument operen tres estratègies analítiques: l'anàlisi conceptual dels termes clau del domini ("programa", "implementació", "multirealitzabilitat", "concretització tècnica"); la reconstrucció i avaluació d'arguments, on les posicions principals es reconstrueixen de manera caritativa per identificar-ne les premisses i les insuficiències; i l'estudi de casos paradigmàtics, principalment QuickSort per a la qüestió de la identitat, Python per a la identitat diacrònica, i els artefactes generats per IA per al cas límit de la intencionalitat heretada.

3. Tractament de les fonts

La bibliografia s'organitza en tres blocs. El primer proporciona el marc analític central: Floridi (2008) aporta el mètode de Nivells d'Abstracció, del qual el treball fa un ús constitutiu en lloc d'epistemològic;

Shannon delimita el contrast necessari per mostrar que la dimensió semàntica és irreductible a la sintàctica.

El segon proporciona el marc ontològic de fons: Simondon (1958) ofereix els conceptes d'individuació tècnica i medi associat; Turner (2018) i Rapaport (1999), la noció d'implementació com a interpretació semàntica; Hilpinen (2011) i Thomasson (2007), el marc d'ontologia d'artefactes que el treball modifica per donar compte de la distribució de l'autoria en cadenes llargues; Piccinini (2015) delimita el que pot dir-se en el nivell físic.

El tercer proporciona l'instrument per a la irreduïbilitat: Davidson (1970) i Fodor (1974) aporten respectivament el monisme anòmal i l'argument de les ciències especials, que el treball exporta de la filosofia de la ment als artefactes digitals. Hui (2016) complementa l'anàlisi mostrant que en els objectes digitals les metadades i les declaracions de dependències són constitutives de l'objecte.

4. Criteris d'avaluació i construcció argumentativa

Les posicions ontològiques s'avaluen amb tres criteris estàndard: coherència interna, capacitat explicativa respecte dels fenòmens rellevants (identitat, individuació, persistència, normativitat) i adequació als casos paradigmàtics. L'argumentació pivota sobre tensions que revelen els límits de cada perspectiva per separat: la paradoxa de la identitat múltiple, la tensió entre causalitat i abstracció, i el problema de la normativitat del codi amb errors. La tesi del sedimentat es presenta com la posició que dissol aquestes tensions de manera més satisfactòria.

5. Abast i limitacions

L'estudi se centra en el programari clàssic com a unitat privilegiada d'anàlisi. Els artefactes generats per sistemes d'intel·ligència artificial s'examinen al capítol 4 com a prova de resistència de la noció d'intencionalitat heretada: el marc proposat aguanta aquesta extensió, tot i que la transmissió d'intencionalitat a través de l'entrenament estadístic és qualitativament diferent de la transmissió en cadenes convencionals.

El mètode analítico-conceptual no permet la verificació empírica de les tesis ontològiques, i les conclusions descansen parcialment en intuïcions filosòfiques sobre les quals és possible el desacord raonable. Aquesta és una condició general de l'ontologia filosòfica, no un defecte específic d'aquest treball.

Capítol 1. Els Nivells d'Abstracció

1.1. El mètode dels Nivells d'Abstracció

El mètode dels Nivells d'Abstracció va ser desenvolupat per Floridi en el context de la filosofia de la informació com a instrument general d'anàlisi filosòfica, inspirat en mètodes similars usats en àmbits tècnics. El seu punt de partida és el concepte d'observable: definit tècnicament com una variable dotada de tipus que s'usa per referir-se a un aspecte del sistema considerat (Floridi 2008, §2), aquesta variable és interpretada i ancorada a una característica del sistema sota estudi. Així, la temperatura d'un gas o la instrucció en execució d'un processador en són exemples possibles. L'elecció de quines variables compten com a observables ja és, en si mateixa, una forma de compromís amb quines propietats del sistema es consideren rellevants.

Un Nivell d'Abstracció és un conjunt finit i no buit d'observables. El mateix sistema pot descriure's des de múltiples LoA distints, i cada descripció produeix un model diferent. El model és el sistema vist des d'un LoA determinat, no el sistema en si. Aquesta distinció evita tant el realisme ingenu, que identificaria el sistema amb un dels seus models, com l'antirrealisme, que negaria al sistema qualsevol existència independent dels models.

Un Gradient d'Abstracció (GoA) articula una sèrie de LoA relatius a un sistema. Floridi distingeix dos tipus de relacions entre nivells dins d'un GoA. En un GoA niuat, els nivells es relacionen per refinament de forma que cada nivell afegeix resolució a l'anterior, i existeix una relació de surjectivitat tal que tot observable del nivell superior té almenys un correlat en l'inferior. En un GoA disjunt, en canvi, els nivells no comparteixen observables sinó que mostren el sistema des d'angles distints. Floridi il·lustra el GoA disjunt amb l'exemple del semàfor, on un LoA pensat des de la normativa de trànsit inclouria els colors del semàfor i el seu estat; mentre que un pensat des del manteniment inclouria la tensió elèctrica i el model de les bombetes (Floridi 2008, §3). Aquests LoA formarien un GoA disjunt. D'aquesta manera, un GoA niuat implica dependència entre nivells; un de disjunt, independència. Com s'argumentarà, el GoA de l'artefacte digital és niuat.

Cal remarcar que Floridi és explícit en la seva intenció que el «levelisme» sigui purament epistemològic. Per a ell els LoA funcionen com a instruments de l'observador, mai com a components de l'objecte observat. Aquesta cautela té sentit dins del projecte floridià, que busca un mètode d'anàlisi neutral respecte a compromisos ontològics. El capítol següent examina si aquesta neutralitat és sostenible quan el mètode s'aplica específicament als artefactes digitals.

Abans de seguir cal esclarir la distinció prèvia sobre la naturalesa de la informació. La teoria matemàtica de la comunicació de Shannon (1948) formalitza la informació com a reducció d'incertesa en un canal, una magnitud sintàctica que mesura la improbabilitat d'un senyal amb independència del

seu contingut. En aquest marc, dos missatges amb el mateix nombre de bits transporten la mateixa quantitat d'informació independentment del que signifiquin. Floridi (2011, cap. 3-4) mostra que aquest nivell sintàctic és necessari però no suficient per a una teoria filosòfica de la informació ja que la informació semàntica exigeix, a més, que el contingut sigui ben format, significatiu i vertader. Si la identitat d'un artefacte digital fos exhaustivament capturada pel nivell sintàctic (per l'estructura de bits que el realitza), el mètode de LoA seria, en el millor dels casos, una eina descriptiva per a un observador que agrupa estats físics en categories funcionals convenients. Però si la identitat inclou una dimensió semàntica irreductible al sintàctic, aleshores els nivells que articulen aquesta dimensió no poden ser externs a l'objecte i han de formar part de les condicions en virtut de les quals l'objecte és el que és.

1.2. Tres nivells... de què?

La pregunta que aquest treball es proposa respondre exigeix justificar què cal i per què a l'hora de donar compte d'un artefacte digital. En aquest sentit no n'hi ha prou amb donar descripcions possibles. Així s'argumentarà per què són necessaris tres nivells per donar compte de l'artefacte digital i per què aquests tres semblen ser, si no definitivament suficients, almenys els que la naturalesa de l'objecte imposa com a mínim. Aquesta justificació no pot ser convencional. Ha de seguir-se d'allò que els artefactes digitals són: dels seus modes d'existència, de producció i de relacionar-se amb altres artefactes i amb els agents que els fan servir.

El punt de partida més sòlid és el nivell físic, perquè és l'únic que no admet ser qüestionat. Independentment de com es resolgui qualsevol controvèrsia ontològica sobre el programari, un artefacte digital existeix en tant que s'executa en un substrat material. Els canvis de voltatge en un transistor, per exemple, són fenòmens reproduïbles i, en principi, exhaustivament descrivibles físicament. Una instància en execució de QuickSort és, vista des d'aquest nivell, una determinada successió de transicions d'estat en el maquinari, incloent-hi accessos a registres de memòria, operacions en la unitat aritmètico-lògica, escriptures en memòria cau. Res en aquest nivell, però, és realment específic de QuickSort; res en ell distingeix, a primera vista, un procés que ordena una seqüència d'un procés sense sentit.

Aquesta darrera observació ens porta de ple al fet que tot i que aquest nivell és necessari, no és suficient. Necessari, perquè sense realització física no hi ha artefacte, sinó tot just una especificació que fa d'idea d'artefacte o mer codi. Una especificació funcional o codi que mai no s'instancia en cap substrat és només un document. Tot i això és insuficient perquè no pot dir quina seqüència d'estats constitueix el mateix programa en dues execucions successives, ni, potser l'argument més fort contra

la suficiència del nivell físic, per què el mateix algoritme implementat sobre arquitectures radicalment distintes (i que per tant es tradueix en una seqüència de bits totalment diferent, sobre un substrat totalment diferent) ha de rebre el mateix nom. Colburn (2000, cap. 12) articula aquesta insuficiència estructural distingint entre el medium of description (el codi) i el medium of execution (el maquinari): diu, cap dels dos nivells no és autosuficient, i la relació entre ells no és transparent. Per respondre aquestes preguntes cal un nivell que no sigui físic.

Aquest nivell és el simbòlic, i la seva necessitat es desprèn directament del fet que els artefactes digitals no emanen d'enlloc, es produeixen, i produir-los requereix escriure'ls en algun llenguatge formal que pugui ser interpretat per una màquina. El codi font és la seqüència d'instruccions en un llenguatge de programació, amb la seva sintaxi particular, els seus noms de variables, la seva arquitectura de mòduls i els seus comentaris; és el mode en què l'artefacte digital és produït i mantingut per agents que el poden llegir, modificar, corregir i transmetre. Prenem QuickSort de nou: el codi font que l'implementa no és la mateixa cosa que el procés físic que l'executa, ja que pot existir sense cap execució concreta o pot ser executat en substrats diferents donant lloc a estats físics totalment diferents.

El nivell simbòlic és, en aquest sentit, el nivell de la producció. És en codi que els artefactes digitals s'escriuen, es llegeixen, es depuren, es versionen i es transmeten entre agents. També hi ha part de la individualitat d'aquests artefactes que queda inscrita en aquest nivell. Dues implementacions de QuickSort poden ser funcionalment indistingibles, i ser, malgrat tot, artefactes diferents. Una pot estar escrita seguint patrons recursius i l'altra iteratius, una pot tenir noms de variables descriptius i comentaris que expliquen cada pas i cada decisió mentre que l'altra pot estar intencionalment ofuscada o seguir patrons específics d'una organització o empresa. La diferència, lluny de ser física o funcional, rau en la pròpia estructura del codi com a text semiòtic, portador de decisions de disseny, compromisos i decisions arquitectòniques i, en última instància, de la història de l'agent que l'ha produït i del procés de producció. El nivell simbòlic és, per tant, també necessari i irreduïble al físic a l'hora de constituir la identitat de l'artefacte. Irreduïble perquè la compilació que transforma codi font en codi màquina no preserva els noms de les variables, ni l'estil del programador ni tots aquests marcadors d'individualitat que s'han comentat; els deixa suspesos en el nivell simbòlic sense correlat directe en el nivell físic.

Però tampoc el nivell simbòlic no és suficient. El codi s'escriu per fer alguna cosa, per complir una funció que existeix (generalment, en major o menor mesura) amb anterioritat a qualsevol implementació concreta i que pot ser satisfeta per implementacions que res tinguin a veure. La relació entre dues implementacions de QuickSort no es pot formular en el nivell simbòlic ja que no hi ha cap

propietat del text que sigui comuna a totes les implementacions possibles de QuickSort i només a elles. I tot i això aquesta relació existeix i és la que permet dir que totes dues són el mateix tipus d'algoritme malgrat les seves diferències estructurals i estilístiques. Aquesta relació només es pot formular en el nivell funcional. Allà totes dues implementacions ordenen seqüències mitjançant un pivot amb complexitat mitjana O(n log n), el que les fa ser de tipus QuickSort. D'aquí se segueix que el nivell funcional també és necessari. Sense ell, no hi ha manera d'articular la identitat del tipus ni la norma respecte a la qual una implementació pot (o no) fallar. Sense ell tampoc no es pot explicar el comportament sobre la base del qual els artefactes digitals es relacionen entre si i es produeixen amb alguna finalitat.

La relació entre els tres nivells no és la d'un objecte vist des de tres perspectives, sinó la d'una cadena d'instanciació escalonada on el nivell simbòlic és una instanciació del funcional, i el nivell físic és una instanciació del simbòlic. En cada salt, el nivell superior actua com a tipus i l'inferior com a token de manera que hi ha múltiples codis possibles que satisfan la mateixa especificació funcional, i múltiples processos físics possibles que executen el mateix codi.

Si el nivell simbòlic és token respecte al funcional, canviar el codi mantenint la mateixa especificació produeix una instanciació diferent del mateix tipus. Dues instanciacions distintes d'un mateix tipus són objectes numèricament distints, i allò que les individua és el nivell simbòlic. Per tant, el nivell simbòlic entra en els criteris d'identitat dels tokens simbòlics, no en els del tipus funcional que instancien. Anàlogament, el nivell físic entra en els criteris d'identitat dels tokens físics, individuant execucions concretes d'un mateix codi. En cap dels dos casos el nivell inferior determina la identitat del tipus superior, però en tots dos el nivell inferior és allò que fa que una instanciació particular sigui aquesta i no una altra.

D'aquí se segueix que la constitutivitat dels nivells no és uniforme sinó esglaonada de la mateixa manera que ho és la cadena d'instanciació. El nivell funcional és constitutiu en establir la norma en virtut de la qual alguna cosa pot ser aquell artefacte o fallar en ser-ho. El nivell simbòlic és constitutiu en determinar com aquella norma s'ha realitzat en una implementació particular, amb les propietats addicionals que aquella realització aporta i en determinar què compta com una instància d'aquella implementació. El nivell físic és constitutiu en ancorar aquella implementació en un procés causalment eficaç, sense el qual els altres dos nivells no serien res més que possibilitats. Cap dels tres és extern a l'objecte i cadascun individua en el pla que li correspon dins de la cadena; i és precisament perquè individuen en plans distints que els tres són necessaris i cap pot substituir els altres.

Hi ha, doncs, tres dimensions d'existència de les quals cap artefacte digital no pot prescindir: existeix físicament, com a procés causal en un substrat material; existeix simbòlicament, com a text produït i interpretable per agents; i existeix funcionalment, com l'especificació de comportament en relació amb la qual és produït i avaluat. Les tres són necessàries en el sentit estricte que l'absència de qualsevol d'elles dissol la possibilitat mateixa de l'objecte: sense nivell físic, no hi ha realització causal; sense nivell simbòlic, no hi ha producció ni transmissió, tampoc no hi ha programa com a tal sinó que es tracta de càlcul mecànic; sense nivell funcional, no hi ha norma ni error possible, tampoc no hi ha relació possible amb altres artefactes digitals i per tant no hi ha artefacte en cap dels sentits pertinents del terme.

Aquesta individuació esglaonada permet formular un criteri precís de quan un nivell és constitutiu. La temptació seria dir que un factor és constitutiu de l'artefacte sempre que, en variar-lo, l'artefacte canviï. Però aquest criteri és massa ample i sobre-genera. En variar el compilador, el binari canvia; en pujar la temperatura fins a invertir un bit, en reanomenar l'arxiu, tenim un objecte distint en algun sentit. Cap d'aquests factors no és constitutiu de l'artefacte. La covariació contrafàctica és necessària per a la constitució, però no suficient. El que cal és indexar la constitució a un gra d'identitat, de manera que un canvi és individuador per les condicions d'identitat de quin gra altera. Així, una variació del nivell funcional que modifiqui el perfil normatiu canvia el tipus d'artefacte; una variació del nivell simbòlic que en preservi el perfil funcional però n'alteri les marques significatives canvia la implementació tot conservant el tipus; i una variació del nivell físic que en preservi el codi canvia la instància tot conservant la implementació. Cada nivell fixa, doncs, les condicions d'identitat d'un gra determinat: el funcional, les del tipus; el simbòlic, les de la implementació; el físic, les de la instància.

Dues precisions completen el criteri. No tota variació en un nivell individua. Afegir un espai en blanc al codi no produeix una implementació numèricament distinta en el sentit pertinent, perquè només individuen les marques semiòticament i històricament significatives. I el nivell on s'intervé no fixa per si sol el gra del canvi: una edició del codi que violi el perfil funcional no canvia «només la implementació», sinó que altera la pertinença al tipus. El criteri es formula, per tant, en termes de condicions d'identitat de cada gra, i no de l'estrat que materialment es manipula.

Aquest criteri permet respondre la pregunta per la suficiència dels tres nivells, tot esclarint que no són una llista que es pugui allargar arbitràriament, estan generats pels dos salts d'abstracció que separen els nivells. Dos artefactes difereixen en el gra d'instància si i només si són processos físics distints; difereixen en el gra d'implementació si i només si la diferència sobreviu al canvi de realització física, és a dir, si és una diferència del codi i no del substrat; i difereixen en el gra de tipus si i només si la diferència sobreviu al canvi d'implementació, és a dir, si és una diferència del perfil funcional i no del

text. Aquests dos salts, «sobreviure a la re-instanciació» i «sobreviure a la re-implementació», són exactament les dues relacions de realitzabilitat múltiple que el capítol 3 analitzarà. Tota diferència concreta entre artefactes digitals registra en el gra més fi en què sobreviu a l'abstracció, i per tant en exactament un dels tres nivells. Les subdivisions que es podrien imaginar, com ara capes del nivell físic (transistor, sistema operatiu, màquina virtual), registres del simbòlic (codi font, compilat, assemblador), dimensions del funcional (comportament d'entrada-sortida, complexitat, contractes), són refinaments interns a un gra, no graus nous: una diferència entre dues d'aquestes capes segueix sobrevivint, o no, als mateixos dos salts, i cau dins d'un dels tres graus ja establerts. Factors externs com el compilador o la temperatura tampoc no constitueixen un quart locus sinó que es manifesten com a diferència física, és a dir, són al gra d'instància. Els tres nivells són suficients perquè els graus que individuen exhaureixen, per construcció, les dimensions en què una diferència concreta pot fixar una diferència d'identitat.

És més, intentar formular un nivell que assolís una síntesi de diversos nivells esborraria unes línies divisòries que són el més revelador. El nivell físic no pot dir de si mateix què compta com a execució correcta d'un programa; el nivell simbòlic no pot anticipar les propietats que emergiran de l'execució concreta sobre un maquinari determinat; el nivell funcional no pot especificar la individualitat semiòtica/històrica que distingeix una implementació d'una altra.

La pregunta és si aquesta irreduïbilitat és tan sols epistèmica o si és ontològica. L'argument fins aquí estableix una cosa precisa: cada nivell és el locus on es fixen les condicions d'identitat del seu gra. Però això, per si sol, encara és compatible amb una lectura epistemicista, segons la qual els graus serien classes d'equivalència que un observador imposa sobre un objecte que els és indiferent. Per descartar-la cal mostrar que la correspondència entre nivell i gra és un fet produït per la manera com l'artefacte arriba a existir, i aquesta és la tasca de §1.4: la cadena que realitza cada nivell en el medi del següent és el que fa que la covariació entre nivell i identitat sigui constitució i no mera coincidència. La hipòtesi que aquest treball defensa és, per tant, l'ontològica. Convé subratllar, finalment, que aquest criteri és sincrònic.

1.3. El GoA de l'artefacte digital

Per als artefactes digitals, el GoA que articula els tres nivells (funcional, simbòlic, físic) és niuat amb certes propietats específiques. El nivell físic és el més granular, i els seus observables són propietats físiques discretes com senyals elèctrics o estats de transistors. Els observables del nivell simbòlic són instruccions, tipus, mòduls, dependències, és a dir, tot allò relatiu a l'estructura del codi com a text formal. El nivell funcional, el més abstracte, inclou comportaments, garanties de rendiment, entrades

i sortides. La jerarquia de llenguatges que Turner descriu en la seva anàlisi dels artefactes computacionals es pot llegir com una instanciació concreta d'aquest GoA niuat. A saber, Turner (2018), cap. 7 descriu la jerarquia següent: 1) Llenguatges d'especificació 2) d'arquitectura i disseny 3) de programació 4) d'assemblador i codi màquina i 5) de descripció de hardware.

Una particularitat del cas digital és que sembla haver-hi algun tipus de transició o projecció entre nivells. Una especificació funcional pot implementar-se en codi simbòlic per un programador; aquest codi pot ser compilat i interpretat per l'ordinador, convertint-se en una cadena d'estats físics que efectivament s'executen. De la mateixa manera, una cadena d'estats físics pot interpretar-se fins a cert punt per reconstruir el nivell simbòlic corresponent; i el codi pot analitzar-se per inferir quina funció es tenia en ment en escriure'l.

Aquestes transicions, però, no són transparents. El programador escriu un codi que pot o no implementar la funció de la manera desitjada, cosa que a més depèn de com i on s'executi. El compilador que transforma codi font en codi màquina no preserva tots els observables. L'estil del programador, els noms de les variables, l'estructura de mòdul, tots queden suspesos en el nivell simbòlic sense correlat directe en el nivell físic. Cal assenyalar també que hi ha decisions i consideracions (entrades externes) que fan falta per fer aquests passos. Igualment, en descompilar es perd informació estructural implícita que ve donada pel substrat concret per al qual es va compilar; i en tractar de deduir una especificació funcional d'un determinat codi es perd la implementació concreta i la intencionalitat soterrada en ella. En aquest cas també hi ha entrades externes, ara suposicions que calen per suplir la manca d'informació en el nivell inferior.

Que la transició entre nivells no sigui transparent és senyal que cada nivell té autonomia relativa, és a dir, que els observables que el constitueixen no es deixen definir en termes dels observables del nivell adjacent. La pèrdua d'informació que es produeix en compilar o en descompilar no és corregible amb més resolució tècnica; podem dir que és estructural. És possible dissenyar un llenguatge i un compilador corresponent de manera que, després de compilar, se'n puguin recuperar les decisions estilístiques del codi i d'altres elements, però res d'això s'acabaria executant; en essència s'estaria guardant un document amb el codi, al costat de l'executable. Aquesta estructura revela que els tres nivells són capes que porten propietats que no existeixen en els altres nivells.

Aquí la distinció entre GoA niuat i GoA disjunt cobra importància per a l'argument. El GoA de l'artefacte digital és niuat perquè hi ha dependència entre nivells i hi ha correspondències. Malgrat això els seus observables no són definibles en termes de l'inferior; és a dir, tot i que hi hagi dependència no hi ha

reduïbilitat. La pèrdua d'informació en cada transició és la marca que els nivells són constitutivament distints.

1.4. L'asimetria entre descriure i produir

La cautela epistemològica de Floridi, la seva insistència que el "levelisme" no implica compromisos ontològics sobre l'estructura de l'objecte, té molt de sentit dins d'un projecte de filosofia de la informació que busca un instrument d'anàlisi general. Però aquesta és una negació d'implicació, no una negació de possibilitat. És més, la línia cautelar que ell dibuixa es torna inestable per a aquest cas en el moment que el focus d'examen passa de com es descriuen els artefactes digitals a com es produeixen. La distinció pertinent passa de ser entre un observador que descriu i un objecte que existeix amb independència de la descripció, a ser entre dos tipus de relació entre un sistema normatiu i l'objecte que articula. En el primer tipus, el sistema normatiu registra propietats que l'objecte té amb independència d'ell. En el segon, el sistema normatiu determina què compta com tenir aquestes propietats de cap i de nou. Els artefactes digitals pertanyen al segon tipus.

Considerem el nivell funcional. Un RFC, el document que especifica un protocol d'Internet, descriu un comportament normatiu que el delimita. Estableix les condicions en virtut de les quals alguna cosa pot comptar com a implementació correcta o incorrecta del protocol. Abans que existeixin aquestes condicions no hi ha protocol que implementar. El mateix val per a la gramàtica formal d'un llenguatge de programació, per a l'estàndard que defineix un format d'arxiu, per a l'especificació algebraica d'un tipus abstracte de dades. L'artefacte no tindria una identitat funcional que aquests sistemes per normativitzar senzillament registrin, que es pogués destil·lar. Són aquestes normativitzacions que constitueixen entre totes la identitat funcional de l'artefacte en fixar l'espai dins del qual alguna cosa pot ser aquell artefacte o fallar en ser-ho.

Això podria llegir-se des de l'institucionalisme de Thomasson, per a qui els artefactes depenen constitutivament de les pràctiques i intencions humanes que els produeixen i mantenen. Per a ella els criteris que constitueixen la naturalesa d'un tipus artefactual depenen dels "makers" i estipulen l'essència d'aquesta naturalesa (Thomasson 2007, §5.2). Aquesta lectura és correcta, però la dependència que Thomasson descriu s'aplica a qualsevol artefacte i no captura tot allò específic dels objectes digitals. Un martell també depèn de les intencions de qui el fabrica i de les convencions que determinen què compta com un bon martell. El matís aquí és que en els artefactes digitals aquesta dependència és explícita i estructuralment interna a l'objecte, no tan sols ontològicament interna. Mentre que el context social envolta l'objecte, l'estàndard que defineix el nivell funcional d'un protocol és el document la interpretació del qual per una màquina produeix l'objecte mateix. Tots dos

determinen l'artefacte, però l'especificació funcional a més el constitueix com la seva condició de possibilitat interna.

Implementar és, en aquest sentit, establir una relació entre una abstracció i un medi, un domini sintàctic sobre un domini semàntic (Rapaport 1999, §1-2). Dues propietats d'aquesta relació són decisives per a l'argument: 1) la distinció sintàctic/semàntic no és intrínseca a cap domini, sinó relativa a la direcció de la interpretació en cada context. El codi font és semàntic respecte a l'especificació funcional, perquè n'és la realització, i simultàniament sintàctic respecte al procés físic, que n'és la interpretació. Cap nivell no és, per naturalesa, abstracte o concret. I 2) cada implementació afegeix al nou domini propietats que el domini interpretat no contenia com ara la latència del maquinari, el consum de memòria del compilador, o el comportament davant casos no anticipats per l'especificació. La implementació produeix activament el nivell següent.

D'aquí se segueix que els nivells d'abstracció d'un artefacte digital són les baules d'una cadena que produeix cada nivell a partir de l'anterior. El nivell físic és la realització del nivell simbòlic en un medi causalment eficaç. El nivell simbòlic és la interpretació del disseny en un llenguatge formal concret. El nivell funcional estableix l'espai normatiu dins del qual els nivells inferiors poden ser avaluats com a correctes o defectuosos. Això respon a l'objecció que els nivells serien condicions necessàries sense ser components constitutius. Un procés físic que, sense haver estat produït a través de cap cadena d'interpretacions intencionals, produís els mateixos outputs que QuickSort no en seria una implementació, seria un procés físic que per coincidència produeix els mateixos resultats. La diferència rau en la presència o absència de la cadena que constitueix l'artefacte com aquell artefacte.

Aquesta és una tesi etiològica sobre la implementació on la cadena de producció és constitutiva. Comparteix amb la teleosemàntica (Millikan, 1984) tant la normativitat sense intencionalitat intrínseca, com que un duplicat sorgit per atzar no seria l'artefacte, igual que un swampman no tindria funcions pròpies. Assumeixo aquesta conseqüència deliberadament.

Amb això es tanca el dubte sobre la correspondència entre nivell i condicions d'identitat del seu gra que §1.2 havia deixat pendent. La cadena de producció ho decideix, la covariació entre nivell i identitat es dóna perquè l'artefacte fou produït realitzant cada nivell en el medi del següent, no perquè un analista hagi triat agrupar estats en aquelles classes. El procés que per coincidència reprodueix els outputs de QuickSort sense aquesta cadena no comparteix identitat amb QuickSort en cap gra, precisament perquè li manca allò que fa dels nivells loci d'identitat i no perspectives externes. Els Nivells d'Abstracció són, doncs, constitutius en el sentit precís que cadascun fixa, en el seu gra i en virtut de la cadena que el produeix, què compta com el mateix artefacte i què com un de distint.

Aquesta cadena, a més, té una direcció dominant fixada pel projecte tècnic, que parteix habitualment de l'especificació. Les transicions en sentit invers, com ara descompilar codi màquina o inferir una especificació a partir del codi, no recuperen el que el medi havia afegit en la direcció original, perquè aquella contribució és irreversiblement pròpia del nivell on es va produir. La pèrdua d'informació en la inversió és la marca que cada nivell té autonomia real respecte dels altres. Prepara, d'altra banda, la tesi de la secció següent: les relacions constitutives de l'artefacte digital no s'esgoten en la cadena interna d'interpretacions, sinó que es despleguen també en l'entorn tècnic que codetermina què compta com a abstracció i què com la seva realització: el que Simondon anomenarà medi associat.

1.5. Les relacions constitutives i la individuació tècnica

L'argument de la secció anterior estableix que els LoA són components constitutius de l'artefacte digital en la mesura que cada nivell és produït activament per la interpretació del nivell superior en un nou medi. Però aquest argument ignora que la cadena de producció de l'artefacte no és autosuficient. Els objectes tècnics (i amb ells els artefactes digitals) no s'individuen així, hermèticament. S'individuen en relació amb un entorn tècnic, i les relacions amb aquest formen part constitutiva de llur identitat.

Aquesta tesi pot formular-se en termes simondonians, tot i que el seu desenvolupament complet pertany al capítol següent. L'objecte tècnic no s'individua com una substància autosuficient sinó en relació amb el seu medi associat. Simondon defineix aquest concepte a la Primera Part, capítol II de Du mode d'existence des objets techniques (1958/2012): el medi associat és l'entorn tècnic específic que l'objecte contribueix a crear i que alhora el fa possible. La relació és de coproducció, de manera que l'objecte tècnic i el seu medi es produeixen mútuament en el procés d'individuació. Qualsevol programa necessita l'ecosistema de biblioteques que utilitza i sistemes operatius sobre els quals corre o els estàndards del llenguatge que implementa. Aquest ecosistema, al seu torn, es veu afectat per aquell programa. Les relacions són en totes dues direccions, i cap d'elles no és externa a l'objecte sinó que formen part del que significa ser aquell objecte.

Per als artefactes digitals, de nou, aquesta dependència del medi associat és en major part explícita i interna a l'objecte, de la mateixa manera en què ho és l'especificació. Les relacions constitutives d'un martell amb el seu medi associat (la mà, el clau, la fusta, les convencions de l'ofici) són habitualment implícites i encarnades en la forma de l'objecte. Un exemple seria en l'arxiu de dependències, o en l'arxiu de configuració que especifica sobre quins sistemes pot executar-se.

Hui (2016, 56-58) precisa que, en el cas dels objectes digitals, el medi associat no pot ser tan sols extern i implícit, com en els objectes tècnics clàssics, sinó que inclou protocols de xarxa i metaesquemes que la individuació del propi objecte ha anat integrant. Hui distingeix entre *milieu*

associé (el medi estabilitzador que l'individu incorpora) i el risc d'un *milieu dissocié* quan aquestes relacions es trenquen, i argumenta que el procés d'individualització del objecte digital consisteix precisament en la incorporació de restriccions lògiques internes i l'expressió d'una infraestructura relacional com a constituent del medi digital. En aquest marc la declaració de dependències és la condició de possibilitat de la seva individualització.

La formalització de les relacions constitutives no és un tret exclusiu dels artefactes digitals. Un motor, per exemple, pot anar acompanyat d'un full d'especificacions que declari els seus requisits de lubricant, les seves toleràncies de temperatura o els estàndards que implementa. Però aquesta declaració és exterior, totalment aliena a l'objecte. En l'artefacte digital, la declaració de dependències és part del propi artefacte. El package.json on s'hi declararien les dependències és un dels arxius constitutius del programa. Aquesta intuïció està recolzada per Hui (2016, 109-160), que argumenta que en els objectes digitals la descripció (les metadades) és part constitutiva de l'objecte, no un mer descriptor extern. Aquesta diferència és precisament el que fa possible la portabilitat, el versionat semàntic i el manteniment distribuït, ja que l'artefacte digital porta en si mateix el mapa de les seves relacions constitutives, i aquest mapa és executable.

En l'ordre funcional, les relacions constitutives codeterminen quin tipus d'artefacte pot ser. Els observables del nivell funcional no són propietats purament internes de l'artefacte aïllat, sinó que existeixen en virtut de les relacions que l'artefacte manté amb el seu entorn normatiu. La relació, però, no és unidireccional. El tipus funcional acota alhora quines relacions constitutives l'artefacte pot mantenir: les que resulten possibles donat aquell tipus. En sentit simondonià, és una coproducció, ni el tipus preexisteix com a essència que busca el seu medi, ni el medi el determina unilateralment.

En l'ordre simbòlic, les relacions constitutives determinen com fou produït l'objecte d'aquell tipus. El codi font d'un programa és un text que reflecteix convencions establertes del llenguatge, reflecteix el comportament (especificat) de biblioteques, reflecteix patrons de disseny reconeixibles i que porta en la seva estructura marques de decisions arquitectòniques durant la seva producció. Aquestes relacions, a més de causals, són semiòtiques en tant que el codi és interpretable, i el codi font és interpretable en la mesura que porta les marques d'aquestes relacions, per això dues implementacions funcionalment equivalents poden ser artefactes distints. Considerem la diferència entre un mòdul escrit seguint els principis de disseny d'una organització concreta (amb les seves convencions de nomenclatura determinades, política de gestió d'errors, estil de documentació interna...) i aquell mateix mòdul escrit independentment per un programador extern que satisfà la mateixa especificació funcional però la història tècnica del qual és diferent. La diferència és tal que justifica que existeixin implementacions internes de mòduls genèrics en empreses privades, malgrat

el cost que suposa generar-les, en aquest cas perquè assegura una mantenibilitat i editabilitat gràcies a les relacions simbòliques que porten. Aquestes relacions simbòliques que porta cada versió són diferents perquè el text mateix està inscrit en xarxes de pràctica diferents. Aquestes marques fan que el mòdul sigui mantenible per uns programadors i opac per a uns altres, o que certs errors siguin detectables i d'altres no. Els observables del nivell simbòlic codifiquen així no tan sols la història de producció de l'objecte sinó la seva pertinença a una comunitat tècnica concreta, amb les possibilitats i els límits que aquesta pertinença imposa.

En l'ordre físic, les relacions constitutives determinen en quins substrats l'objecte pot existir com aquell objecte. Un artefacte digital no s'executa sobre maquinari genèric, sinó que s'executa sobre arquitectures concretes amb decisions de disseny que acoten el que pot fer i com. A diferència d'altres objectes tècnics, aquestes relacions inclouen factors específicament digitals (compatibilitat amb ecosistemes d'estàndards, dependència de connectivitat) que formen part de la constitució de l'artefacte en la mateixa mesura que ho fan les condicions tèrmiques o la font d'energia.

El que unifica els tres nivells com a nivells d'un mateix artefacte i no com una col·lecció de dominis independents és la coherència de la cadena d'interpretacions considerada com un tot: el que Simondon anomenaria ressonància interna, i que és el que permet que l'artefacte persisteixi com aquell objecte tot i que algunes de les seves relacions externes canviïn. Els Nivells d'Abstracció no són, per tant, perspectives externes: el nivell funcional és el registre analític de les relacions que codeterminen quin tipus d'objecte és; el nivell simbòlic, el de les relacions que codeterminen com va ser produït com aquell tipus; el nivell físic, el de les condicions materials i els substrats en que pot existir com aquell objecte. Adoptar un LoA és reconèixer un pla real de l'estructura de l'artefacte.

Això no equival a dir que l'artefacte sigui tan sols en la mesura que ho siguin les seves relacions. Les propietats internes de l'artefacte són el resultat d'un procés d'individuació relacional, però el resultat té coherència interna pròpia que no es redueix a cap de les relacions que l'han produït. Resta, però, una pregunta que aquesta anàlisi sincrònica no pot respondre: com es produeix i es manté aquesta identitat distribuïda al llarg del temps? Els artefactes digitals es desenvolupen, es versionen, es bifurquen. Per donar-ne compte cal un marc ontològic que tracti l'esdevenir de l'objecte tècnic com quelcom més que una successió d'estats.

Capítol 2. La individuació tècnica: la identitat i l'esdevenir

2.1. L'objecte tècnic en Simondon: contra la reducció a funció o a matèria

El GoA floridià és un instrument sincrònic que descriu l'objecte des de diferents LoA en un tall temporal, però no pot donar compte de la seva identitat a través del canvi. Python 2 i Python 3 comparteixen nom, llinatge, comunitat i una part substancial de la seva semàntica, però presenten incompatibilitats prou profundes perquè cap anàlisi sincrònica per nivells no pugui explicar per quin motiu són el mateix artefacte. La limitació no és corregible amb més resolució ja que deriva de la vocació epistemològica de Floridi, que privilegia les condicions sota les quals es descriu un objecte i no les condicions sota les quals es produeix i persisteix. Per donar compte de com la identitat d'un artefacte es manté a través d'un procés històric de resolució de tensions cal una ontologia de l'esdevenir tècnic.

L'ontologia dels objectes tècnics de Simondon parteix de la tendència de la filosofia occidental a veure els objectes tècnics des de dues perspectives simètricament insuficients. Una, l'ús, segons la qual l'objecte tècnic és simplement un mitjà per a una fi; descrit per la seva funció i eficàcia. L'altra, la matèria, segons la qual és una configuració física causalment determinada; descrita pels seus components i que s'analitza per les seves propietats materials. Totes dues fracassen, defensa Simondon, perquè totes dues ignoren la coherència interna que fa que l'objecte tècnic sigui un individu tècnic. Aquesta coherència interna es pot entendre intuïtivament com la ressonància entre les seves parts; vindria a ser la forma en què estructura i funció es codeterminen de tal manera que cap no podria ser el que és sense l'altra.

Simondon distingeix entre l'objecte tècnic abstracte i concret (Simondon 1958, 1a part, cap. I, §I). L'objecte tècnic abstracte és aquell en què cada component compleix una funció relativament aïllada de manera que les parts són funcionalment independents entre si i podrien en principi substituir-se les unes per les altres sense alterar la resta. Això denota un estat poc desenvolupat de l'objecte. L'objecte concret, en canvi, és aquell en què les estructures són plurivalents i on una mateixa part compleix simultàniament funcions distintes; la modificació de qualsevol component tindria efectes sobre el conjunt. L'exemple de Simondon és el motor d'explosió en les seves versions més desenvolupades, on el bloc del motor és alhora suport mecànic, cambra de combustió i sistema de refrigeració: cada peça està tan lligada a les altres per mitjà d'intercanvis recíprocs d'energia que no pot ser una altra que la que és. En lloc de tenir tres peces amb tres funcions distintes hi ha una peça que compleix les tres alhora; separar-les conceptualment, doncs, equival a una abstracció que desfigura l'objecte real.

El procés de concretització (el moviment de l'objecte tècnic abstracte al concret) és per a Simondon el veritable camí de la individuació tècnica (Simondon 1958, 1a part, cap. I, §II). Un objecte tècnic és fabricat per primera vegada amb baixa coherència interna, molt abstracte, i no s'individua fins que el seu procés de desenvolupament ha assolit una coherència interna suficient perquè les seves parts ja no puguin descriure's independentment les unes de les altres. Aquesta individuació ocorre diacrònicament a través d'un procés històric en el qual les tensions tècniques de l'objecte van resolent-se, de manera que l'objecte tècnic individuat no és cap exemplar concret en un moment concret; és una línia evolutiva amb una certa unitat al llarg de l'esdevenir.

L'aplicació de la individuació tècnica als artefactes digitals xoca amb una aparent contradicció. L'enginyeria del programari ha consagrat com a principi incontrovertible la *separation of concerns*: cada mòdul ha de tenir una responsabilitat ben delimitada i les dependències entre components han de minimitzar-se. Un programa ben dissenyat s'assembla, des d'aquesta perspectiva, més a l'objecte tècnic abstracte de Simondon que al concret, ja que les seves parts són relativament independents. Però la contradicció és merament aparent.

Hui (2016, 14–16) proposa que la individuació dels objectes digitals és possible i necessària, i que la concretització digital consisteix en tres àmbits: la síntesi de dades a través de l'esquema de metadades, la incorporació de restriccions lògiques que regulen la identitat de l'objecte en el medi digital, i l'expressió d'una infraestructura de relacions com a constituent del conjunt tècnic. Aquesta extensió aplica el mètode de Simondon a un espai que quedava obert. Precisament perquè la individuació digital es produeix en el nivell de les relacions operatives i no en el de la mera organització sintàctica del codi, la modularitat pròpia de l'enginyeria del programari no constitueix una objecció a la concretització.

Així podem dir que la *separation of concerns* opera en el nivell simbòlic i regula llegibilitat i mantenibilitat, que no coherència interna global. Un programa amb separació de responsabilitats total en el codi pot exhibir, en el nivell funcional, una interdependència profunda on els mòduls codeterminen un comportament que cap d'ells especifica individualment. Més encara: la modularitat és una condició de possibilitat de la concretització, no la seva oposició. Una sèrie de mòduls amb interdependències opaques en el nivell simbòlic serà gairebé impossible d'articular en un artefacte internament coherent; en termes simondonians, no passaran mai de ser elements tècnics juxtaposats.

2.2. La jerarquia simondoniana de la realitat tècnica

Simondon estableix una jerarquia de tres nivells de realitat tècnica pertinent per a la present anàlisi.

L'element tècnic és la unitat mínima portadora de tecnicitat (Simondon 1958, 1a part, cap. II). És el component produït per un procés de concretització previ i que pot circular entre diversos conjunts tècnics portant amb si una certa solució estabilitzada. L'element no té marge d'indeterminació, és a dir, no pot respondre a l'entorn per si mateix, de manera que no és autònom. El seu mode d'existència és el de ser incorporat en individus més complexos. En el domini digital, el transistor, el bit, la instrucció de màquina i el mòdul de codi són tots candidats a l'estatut d'element. Tots aquests casos són unitats que porten una solució tècnica i poden integrar-se en arquitectures molt diverses sense ser redissenyades internament.

L'individu tècnic, el nivell següent, és la unitat que s'autoregula. El seu tret definitori és que té un cert marge d'indeterminació de manera que és capaç de respondre a l'entorn de maneres no completament predeterminades per llur estructura, i a través de canals d'informació. Simondon insisteix que l'individu tècnic genuí no és suficient per reemplaçar l'ésser humà, ja que el requereix com a associat en el nivell de la regulació, de manera que té una autonomia parcial. En el domini digital, el programa en execució és el candidat més precís a l'estatut d'individu tècnic, ja que és el procés que respon a entrades i produeix sortides de maneres que depenen de factors de l'entorn, inclosos altres programes, tot essent depenent de l'humà com a associat.

El conjunt tècnic, el cim d'aquesta jerarquia, és una xarxa d'individus la coherència de la qual es troba en l'estructura de relacions entre ells. Seria un nivell en el qual emergeixen propietats més enllà de les de cap dels individus pres per si sol, tot en virtut de la seva organització. En el domini digital trobaríem el sistema operatiu, la infraestructura d'Internet, l'ecosistema d'un llenguatge de programació amb les seves biblioteques i eines com a possibles exemples de conjunts tècnics. Internet és un cas particularment clar en el qual la seva identitat rau en les relacions entre components, no en cap propietat d'un dels individus components.

Aquesta jerarquia no es pot correspondre amb els nivells del GoA, ja que els LoA són talls horitzontals sobre un mateix objecte mentre que aquesta jerarquia és una escala vertical entre objectes distints i els graus d'integració als quals diferents artefactes poden haver arribat.

Trobem que per al cas del artefactes digitals el nivell d'element tècnic sembla marcar el límit on els diversos nivells es creuen. Hi ha elements, com un transistor, que pertanyen constitutivament a un sol nivell. El transistor és un element tècnic que existeix únicament en el nivell físic; una funció primitiva d'un llenguatge de programació és un element tècnic que existeix únicament en el nivell simbòlic, sense que li correspongui cap estat físic determinat (la seva realització física depèn, entre altres coses, de com s'usa en el codi). Així, l'element tècnic, en el domini digital, pot ser un objecte d'un sol nivell.

Això quadra precisament amb el fet que el tret definitori de l'element tècnic és l'absència de marge d'indeterminació, de manera que no necessita la coherència entre nivells ni amb d'altres artefactes per ser el que és, perquè no respon a l'entorn ni s'individua; per individuar-se necessitaria adquirir coherència interna, que per a un artefacte digital implicaria coherència entre nivells.

Per als graons d'individu i conjunt tècnics sí que es compleix que, en instanciar-se en el domini digital, són articulables (i, de facto, articulats) en els tres nivells del GoA. El programa en execució que opera com a individu tècnic té un nivell físic en el qual es realitzen les seves operacions, un nivell simbòlic en el qual la seva estructura va ser produïda i pot ser llegida, i un nivell funcional en el qual s'especifica i s'avalua el seu comportament. El mateix ocorre amb el conjunt tècnic, la coherència relacional del qual pot descriure's funcionalment, simbòlica i física, i necessàriament requereix dels nivells que constitueixen les seves parts constituents.

Aquesta asimetria entre els nivells posa de manifest que l'individu tècnic digital (i consegüentment, el conjunt) existeix en un entorn que és constitutivament multinivell, en el que rep entrades físiques que són alhora esdeveniments simbòlics amb significat funcional, i les seves respostes són simultàniament processos físics, operacions simbòliques i accions amb conseqüències funcionals, perquè l'entorn tècnic en el qual existeix és ell mateix una articulació d'aquells tres plans.

D'això se segueix que la coherència entre nivells és la condició de possibilitat d'aquest marge d'indeterminació. Un programa els nivells del qual operessin amb independència entre si respondria, en el millor dels casos, a aspectes parcials d'aquell entorn i sense que aquestes respostes parcials constituïssin una acció unitària. La coherència entre nivells és el que fa que la resposta de l'individu tècnic digital sigui una resposta de l'objecte com a totalitat. En termes simondonians es podria dir que la ressonància interna entre nivells és la forma específica que pren, en el domini digital, la integració estructural que defineix l'individu tècnic.

Així els tres nivells són l'estructura que qualsevol objecte tècnic digital ha de portar per ser un individu. Un programa els nivells simbòlic, funcional i físic del qual estiguin prou integrats, de manera que la seva arquitectura codetermini el seu comportament de maneres que excedeixen l'especificació de qualsevol component aïllat, és un individu tècnic en sentit ple. Un els nivells del qual operin amb relativa independència entre si (en la mesura que això sigui possible) és encara, en termes simondonians, un objecte abstracte: tècnicament funcional, però no plenament individuat, només una col·lecció d'elements tècnics sense que sumin un individu tècnic ple, ja que el seu entorn no hi troba, en aquest proto-individu, una resposta a l'alçada de la complexitat de la seva estructura multinivell.

2.3. El problema de les versions

La identitat diacrònica dels artefactes digitals planteja el problema de les versions. Python 2 i Python 3 són versions de Python. Si prenem un enfocament funcionalista sincrònic respondríem comparant especificacions de manera que si les especificacions funcionals difereixen, són artefactes diferents; si coincideixen, són el mateix. Aquesta resposta falla per dues raons. Pren l'especificació d'un llenguatge de programació com una llista exhaustiva i discreta de propietats immutables, quan és un document viu, interpretat de manera diferent per diferents implementacions. Captura la identitat sincrònicament però perd la historicitat. No pot donar compte que Python 3 és el que és perquè és el successor de Python 2.

Un enfocament simondonià respon que la identitat de Python no rau en cap versió particular, sinó en la línia d'individuació que va de la versió 1.0 a les versions actuals, passant per les decisions de disseny, els compromisos adoptats, les tensions tècniques resoltes i les noves tensions introduïdes. Python 2 i Python 3 són moments diferents de la mateixa línia d'individuació. La discontinuïtat entre ells és una crisi en el procés d'individuació, anàloga al que Simondon anomena una transducció: una «operació per la qual una activitat es propaga progressivament en l'interior d'un domini, fundant-se en l'estructuració del domini» (Simondon 1958, Introducció). En aquest cas, la crisi de Python 2 a Python 3 seria transductiva en tant que l'objecte tècnic resol tensions acumulades a costa d'una ruptura parcial amb propietats anteriors, tot propagant l'estructuració del llenguatge cap a un nou domini de possibilitats.

Thomasson aquí planteja la mal·leabilitat històrica dels tipus artefactuals (2007, §5). Per a ella és la forma en què cada *maker* posterior tan sols necessita un concepte que s'aproximi en allò substancial al dels *makers* previs. Això explica per què la comunitat de Python pot reconèixer Python 3 com el mateix llenguatge malgrat les incompatibilitats, i per què un *fork* (bifurcació) suficientment radical pot produir un nou individu tècnic. També és útil matissar amb el criteri simondonià de la coherència interna, veient que quan la bifurcació assoleix una individuació pròpia, és a dir, quan els seus components codeterminen el seu comportament d'una forma que ja no pot descriure's en termes de variació sobre l'original, aleshores és un individu tècnic diferent. Aquest criteri admet graus, apuntant a que la identitat dels objectes tècnics (i dels artefactes digitals) no és una propietat binària.

La identitat d'un artefacte digital és, doncs, el resultat del seu procés d'individuació tècnica, la línia d'esdevenir que produeix i manté l'objecte com aquell objecte. Més enllà del cas de les versions, el *kernel* de Linux, per exemple, és avui un conjunt tècnic en sentit simondonià i llur individuació no rau en cap versió ni en cap *commit*, sinó en la xarxa de relacions entre subsistemes que s'han sedimentat

al llarg de tres dècades de contribució distribuïda. Resta pendent, però, fins a quin punt els nivells que constitueixen aquesta identitat són genuïnament distints i irreduïbles entre si. Una perspectiva reduccionista pot acceptar que l'objecte té història i que aquesta importa, i tot i així sostenir que tota la informació pertinent és al nivell físic. L'anàlisi que segueix examina per què aquesta tesi és insostenible.

Capítol 3. Irreduïbilitat entre nivells i l'autonomia nomològica

3.1. El problema de la relació entre nivells

La pregunta que la individuació simondoniana deixa oberta, que és més tècnicament exigent que la que responia, seria: quina forma de relació guarden els nivells entre si? Si els nivells són reduïbles, és a dir, si el nivell funcional pot en principi traduir-se al físic mitjançant lleis estrictes, aleshores la distribució de la identitat entre nivells és tan sols epistèmica, no ontològica. La individuació simondoniana seria una manera de parlar de l'objecte i no una estructura de l'objecte mateix. L'argument que segueix defensa que la reducció és impossible en principi: els nivells d'abstracció tenen autonomia nomològica relativa, i les regularitats que es formulen en el nivell funcional no són reduïbles a regularitats físiques. L'abast d'aquest argument té un límit que convé precisar abans que l'argument es desplegui: descansa en la realitzabilitat múltiple i no pressuposa que els artefactes digitals tinguin intencionalitat pròpia, qüestió que es tracta per separat.

3.2. El monisme anòmal com a model exportable

L'argument d'aquest capítol mobilitza el monisme anòmal de Davidson i l'argument de les ciències especials de Fodor, dos recursos que sovint es presenten com a rivals, però que, per als fins d'aquesta anàlisi, responen preguntes diferents i es complementen.

Donald Davidson proposa a Mental Events (1970) una solució al problema ment-cos que parteix de tres principis que semblen incompatibles (Davidson 1970, §II): el principi d'interacció causal (els esdeveniments mentals i físics interactuen causalment), el principi del caràcter nomològic de la causalitat (tota relació causal és recolzada per una llei estricta), i el principi de l'anomalisme d'allò mental (no hi ha lleis psicofísiques estrictes). Davidson resol la tensió distingint entre la identitat dels esdeveniments particulars (*tokens*) i la reduïbilitat dels tipus (*types*) de manera que els esdeveniments mentals són idèntics a esdeveniments físics com a particulars, però les propietats mentals no són reduïbles a propietats físiques perquè no hi ha lleis estrictes que connectin els dos vocabularis.

L'exportació d'aquest esquema als artefactes digitals sembla raonable però s'ajudarà del pas justificatiu que segueix. Cada execució concreta d'un programa (cada procés físic en un maquinari particular en un moment concret) és un esdeveniment físic particular (*token*) idèntic a un esdeveniment físic. Però el programa com a tipus, QuickSort, el protocol HTTP o el compilador de Python, no és idèntic a cap tipus físic particular. La propietat ser-una-execució-de-QuickSort no és una propietat física. No hi ha cap predicat en el vocabulari de la física que capturi extensionalment tots i tan sols els processos físics que realitzen QuickSort, perquè aquest conjunt inclou realitzacions sobre

silici, sobre vàlvules de buit, sobre relés mecànics i sobre qualsevol substrat físic, com a mínim, que gaudeixi de completitut de Turing.

Més enllà d'això, Davidson necessita que els nivells superiors siguin causalment eficaços per sostenir la identitat *token*. Podria semblar que aquest requisit és problemàtic per als artefactes digitals, on la causalitat sembla operar exclusivament en el nivell físic.

La resposta és que en realitat no cal formular la causalitat descendent en la seva versió forta, on el nivell superior produiria estats físics per sobre dels processos causals del nivell inferior, generant el problema de l'exclusió causal de Kim. N'hi ha prou amb una versió moderada on el nivell funcional és causalment rellevant perquè constreny l'espai de realitzacions físiques admissibles. Una especificació que requereix ordenar en temps O(n log n) exclou implementacions de temps $O(n^2)$; un protocol que garanteix lliurament ordenat de paquets exclou substrats físics sense connectivitat. El nivell funcional no produeix cap estat físic concret, però delimita quin conjunt d'implementacions simbòliques pot comptar com a realització vàlida. Anàlogament, el nivell simbòlic constreny les realitzacions físiques admissibles. En suma: no tot substrat pot executar qualsevol codi, i no tot codi realitza qualsevol especificació.

Cal precisar que aquest constrenyiment és de naturalesa normativa, no causal en sentit estricte. Un programador pot escriure codi que viola l'especificació, de manera que el que el nivell funcional exclou no és físicament impossible però sí incorrecte respecte de la norma que constitueix aquell artefacte. Aquesta distinció és important perquè si el constrenyiment fos físic, el marc col·lapsaria cap al fisicalisme. El constrenyiment opera en el pla de les condicions de correcció, i és precisament per això que és compatible amb la superveniència sense reducció que §3.5 desenvolupa.

El que Davidson aporta, i la realitzabilitat múltiple no podria, és precisament aquesta arquitectura d'esdeveniments. La multirealitzabilitat estableix que els tipus funcionals no es redueixen, però com una propietat funcional pot ser causalment rellevant si tota causalitat és nomològica i no hi ha lleis pont estrictes entre el funcional i el físic? La resposta davidsoniana és que l'esdeveniment funcional no és un esdeveniment distint que competeixi pel mateix efecte (que reobriria l'exclusió de Kim), sinó el mateix esdeveniment físic descrit sota un altre vocabulari, i és causalment eficaç perquè cau, sota la seva descripció física, sota lleis físiques estrictes. La irreduïbilitat dels tipus i la identitat dels *tokens* són, així, perfectament compatibles. Establerta aquesta compatibilitat, resta mostrar les dues coses que la sostenen: 1) que el nivell funcional té efectivament regularitats pròpies irreduïbles (§3.3) i 2) que la seva irreduïbilitat respecte del físic no és un fet provisional sinó estructural (§3.4).

Aquest repartiment de tasques mostra també perquè ni l'argument de la realitzabilitat múltiple ni el monisme anòmal no són suficients per si sols. El primer estableix la irreduïbilitat dels tipus; el segon explica com aquesta irreduïbilitat és compatible amb la identitat dels esdeveniments particulars.

3.3. Realitzabilitat múltiple i irreduïbilitat de tipus

L'argument de Fodor a *Special Sciences* (1974) reforça el resultat que hem trobat a l'esquema davidsonià. Fodor argumenta que les ciències especials (psicologia, economia, biologia, i implícitament la informàtica) són irreduïbles a la física, no per deficiència epistèmica sinó per raons estructurals, essent aquestes, en resum, que llurs tipus no corresponen a cap tipus físic natural perquè són realitzables múltiplement en substrats físics heterogenis.

L'argument tècnic central és l'argument de la disjunció. Suposem que volguéssim formular una llei pont que connectés el predicat funcional ser-un-algoritme-d'ordenació amb un predicat físic. Aquest predicat físic hauria de capturar extensionalment totes i tan sols les realitzacions físiques dels algoritmes d'ordenació incloent, com comentàvem, sobre silici amb arquitectura x86, sobre ARM, sobre qualsevol altre substrat físic que ho permeti. El resultat seria una disjunció heterogènia de predicats físics que no constitueix cap tipus natural físic i que no té cap unitat en el nivell físic que correspongui a la unitat del tipus funcional. Els predicats dels nivells superiors corresponen, vistos des de baix, a disjuncions que manquen d'unitat natural en el nivell inferior.

Fins aquí, l'argument segueix Fodor en la seva formulació original, que considera la relació entre el nivell funcional i el físic. Però la realitzabilitat múltiple no s'esgota en aquesta relació i, de fet, opera amb la mateixa força entre el nivell funcional i el simbòlic, i entre el nivell simbòlic i el físic. És més, sembla que la multirrealitzabilitat entre funcional i físic es deu a la que trobem entre funcional i simbòlic i entre aquest i físic.

Considerem primer la relació entre el nivell funcional i el simbòlic. Davant d'una especificació funcional qualsevol programador que la conegui pot produir un codi diferent que la satisfaci. Totes aquestes implementacions realitzen la mateixa especificació funcional i, tanmateix, són textos simbòlics irreduïblement distints. La propietat ser-una-implementació-de-QuickSort no és, doncs, una propietat del nivell simbòlic en cap sentit que pugui capturar-se mitjançant un predicat textual.

Cal recalcar que si trobéssim moltes transcripcions, però totes equivalents, no podríem formular aquest argument. El punt és que no ho són. El codi és la interpretació de l'especificació en un medi concret, amb les decisions, les convencions i la història tècnica que això comporta (exactament els efectes laterals d'implementació que Rapaport descriu), i dues implementacions de QuickSort que

satisfan la mateixa especificació funcional poden diferir en eficiència real, en comportament davant entrades mal formades, en llegibilitat per a una comunitat tècnica determinada, en vulnerabilitats de seguretat... sense que cap d'aquestes diferències no sigui capturada, ni capturable, per l'especificació funcional. Són propietats genuïnes del nivell simbòlic que en aquest exercici són posades de manifest, en tant que aquestes propietats serien redundants respecte del nivell funcional si una especificació funcional tingués una única realització simbòlica possible. El fet que no ho siguin és la marca que el nivell simbòlic té una riquesa ontològica pròpia que el nivell funcional no esgota.

Considerem ara la relació entre el nivell simbòlic i el físic, on opera la formulació original de Fodor. Cada implementació de QuickSort en codi font (ja de per si una entre infinites possibles) admet al seu torn infinites realitzacions físiques distintes de manera molt similar a la relació que hem trobat inicialment respecte del nivell físic, incloent diferents arquitectures i demés. Cadascuna d'aquestes realitzacions és un procés físic diferent, amb estats de transistors, fluxos d'energia i patrons electromagnètics únics. Cap predicat físic no captura el conjunt d'aquestes realitzacions com un tipus natural.

La realitzabilitat múltiple opera, per tant, en dos salts successius i independents: de l'especificació funcional al codi, i del codi al procés físic. I, com veiem, la irreduïbilitat entre el nivell funcional i el físic és el resultat acumulat de dues irreduïbilitats diferents. Aquest és un matís important a l'argument de Fodor que, formulat per a la relació ment-cervell, no havia pogut explicitar.

Per als artefactes digitals, així, la realitzabilitat múltiple és una veritat constitutiva, i ho és en tots els nivells alhora. Els artefactes digitals estan dissenyats per ser portables, poder executar-se en diferents maquinaris, sistemes operatius... i per ser reimplementables, la mateixa especificació pot i ha de poder ser satisfeta per codis diferents escrits per agents diferents per a fins diferents. Aquesta doble portabilitat és intrínseca i implica que la identitat de l'artefacte digital no pot residir ni en cap de les seves instanciacions físiques particulars ni en cap de les seves implementacions simbòliques particulars.

Fodor distingeix entre *token physicalism* i *type physicalism*. El *token physicalism* sosté que cada esdeveniment concret és un esdeveniment físic; el *type physicalism*, que cada propietat esmentada en les lleis de qualsevol ciència és una propietat física. El primer és compatible amb la realitzabilitat múltiple; el segon no. Per als artefactes digitals cada execució concreta de QuickSort és un esdeveniment físic (*token physicalism* vertader), però la propietat ser-aquest-QuickSort no és una propietat física ni ser-QuickSort és una propietat física o simbòlica (*type physicalism* fals en tots dos casos). Així podem demostrar l'autonomia ontològica veritable entre els nivells.

3.4. Lleis heteronòmiques i el límit de la formalització

L'argument de la secció anterior estableix que no existeix cap llei pont tipus-a-tipus que connecti el nivell funcional amb el físic. Podria objectar-se que aquest resultat és provisional i que potser una formalització suficientment potent del nivell físic acabaria per capturar les extensions dels predicats funcionals. És aleshores que entra en joc la distinció davidsoniana entre lleis homonòmiques i heteronòmiques, que tanca aquesta via, mostrant que l'absència de lleis pont és una marca estructural dels dominis involucrats.

Convé distingir amb precisió què afegeix aquest resultat al de §3.3, perquè no és el mateix. La realitzabilitat múltiple estableix el fet extensional que el conjunt de realitzacions físiques d'un tipus funcional és, en efecte, una disjunció heterogènia sense unitat natural, de manera que ara no hi ha cap predicat físic coextensiu amb el funcional. L'heteronomia estableix que ni en principi, augmentant indefinidament la resolució del vocabulari físic, s'obtindria aquell predicat, perquè els dos vocabularis tenen compromisos dispars i operen sobre tipus naturals discontinus. Són dos resultats lògicament independents. És concebible un domini on les realitzacions fossin de fet heterogènies (resultat fodorià) però on un refinament del vocabulari inferior acabés capturant-les (negació del resultat davidsonià), i el cas invers. Que tots dos es compleixin per als artefactes digitals és el que clausura la via reduccionista des de dos costats. Fodor barra el pont per extensió; Davidson, per vocabulari.

Les lleis homonòmiques poden ser completades i refinades dins del seu propi vocabulari conceptual de manera que les correccions que requereixen es formulen en termes del mateix domini. Les lleis heteronòmiques, en canvi, quan es tracta de precisar-les, exigeixen saltar a un vocabulari diferent. Davidson argumenta que les correlacions entre predicats mentals i predicats físics són heteronòmiques en sentit estructural. La mateixa estructura es reprodueix entre els nivells dels artefactes digitals. Qualsevol intent de formular físicament el predicat executar-correctament-QuickSort produeix una disjunció de predicats físics heterogènia, perquè el que unifica els membres del conjunt és una propietat del nivell funcional, el satisfer una especificació. Això no té representació en el vocabulari físic. El salt que la disjunció intenta suturar és heteronòmic i requereix vocabulari d'ordre diferent, no resolució addicional en el mateix ordre. On 3.3 mostrava que no hi ha lleis pont per raons d'extensió, que les realitzacions físiques dels tipus funcionals són infinites i heterogènies, aquí s'ha mostrat que tampoc no és possible trobar-les millorant la formalització ja que els vocabularis operen sobre tipus naturals distints i cap refinament intern a un d'ells no pot produir els predicats de l'altre.

Colburn arriba a una conclusió anàloga des de la filosofia de la informàtica (2000, cap. 12). Recuperant l'argument de Fetzer, mostra que els enunciats sobre la màquina abstracta no impliquen lògicament enunciats sobre la màquina física. La verificació formal d'un programa garanteix que satisfà la seva especificació en el nivell abstracte, però no garanteix que el procés físic que l'executa sobre maquinari real ho faci. Hi ha sempre un salt irreductible en principi entre els dos nivells que cap quantitat de formalització pot eliminar, perquè entre un sistema formal i un sistema causal no hi pot haver relació causal en cap sentit. El propi Colburn estableix el paral·lel amb el problema ment/cos, cosa que fa d'aquesta estructura la contrapartida tècnica de la heteronomia davidsoniana en el sentit que el vocabulari funcional i el vocabulari físic no es connecten per lleis estrictes perquè operen sobre dominis amb tipus naturals ontològicament discontinus.

3.5. Superveniència sense reducció

Les seccions 3.3 i 3.4 han establert que no hi ha lleis pont entre el nivell funcional i el físic: ni per raons d'extensió (la realitzabilitat múltiple produeix disjuncions sense unitat natural), ni per raons de vocabulari (els dominis són heteronòmics i cap refinament intern a un d'ells no produeix els predicats de l'altre). Ara cal respondre si hi ha realment algun tipus de dependència entre nivells. La resposta ha de ser afirmativa, perquè si els nivells fossin completament independents, la identitat *token* segons la qual cada execució concreta és un esdeveniment físic particular, seria inexplicable.

Primer distingim entre funcional prim i funcional gruixut. No totes les propietats que es formulen en el nivell funcional tenen el mateix estatut ontològic. Cal distingir entre dos tipus de propietats funcionals. Una propietat funcional prima és aquella que es pot especificar purament en termes del comportament d'entrada-sortida i dels estats computacionals d'un procés, amb independència de la seva història de producció: *ordenar una seqüència en temps O(n log n) usant un pivot*, per exemple. Una propietat funcional gruixuda és aquella que, a més del comportament, incorpora una relació amb una cadena de producció intencional: *ser-una-execució-de-QuickSort*, *ser-una-instanciació del protocol TCP/IP definit per l'RFC 793*, *ser un compilador de Python en el sentit de la Python Software Foundation*. Aquestes propietats gruixudes no es deixen especificar en termes purament computacionals perquè contenen un component relacional. Com s'ha establert a §3.2, la propietat *ser-una-execució-de-QuickSort* no és una propietat física; s'argumentarà ara que tampoc no és una propietat funcional prima.

Aquesta distinció no és ad hoc. Correspon a una tensió real en l'ontologia dels artefactes que la literatura ha identificat. La diferència entre la funció computada i la funció pròpia en el sentit de Millikan (1984), o la que Turner (2018, cap. 5) estableix entre allò que un programa fa i allò que el

programa està destinat a fer. La funció destinada és normativa i depèn de la cadena d'intencions que ha produït l'artefacte; la funció executada és descriptiva i depèn del procés físic en curs. El §4 d'aquest treball desplegarà un argument per donar compte d'aquesta dimensió normativa.

Davidson introdueix la superveniència en el context del monisme anòmal per resoldre precisament la tensió entre que els esdeveniments mentals siguin causalment eficaços i que no hi hagi lleis psicofísiques estrictes. La seva resposta és que n'hi ha prou que no pugui haver-hi cap canvi en les propietats mentals sense un canvi en les propietats físiques. Formalment: A supervé a B si i només si no és possible que dos esdeveniments siguin idèntics en totes les seves propietats B i difereixin en alguna propietat A. La superveniència és, per tant, una relació de covariació necessària que no implica ni reducció ni definibilitat.

Transportada als artefactes digitals, i restringida al funcional prim, la superveniència es pot formular de manera forta i transparent: no pot haver-hi dos processos físics idèntics en tots els seus estats de transistors, en tots els seus fluxos d'energia, en tots els seus patrons electromagnètics, que difereixin en les seves propietats funcionals primes. Si dos processos físics són completament idèntics, executen la mateixa funció computacional. Aquesta afirmació reflecteix el determinisme computacional, que és una conseqüència directa del fet que les funcions digitals es defineixen en termes d'estats discrets que estan implementats en propietats físiques fixades el moment de fabricació del maquinari. No hi ha cap factor extern, intencional o contextual, que intervingui en la relació entre estat físic i funció prima un cop fixada l'arquitectura. Això distingeix el cas dels artefactes digitals del cas dels estats mentals, on la qüestió de si dues realitzacions físiques idèntiques produirien necessàriament el mateix estat mental és controvertida. Per als artefactes digitals, la superveniència del funcional prim sobre el físic és constitutiva i transparent.

El funcional gruixut, en canvi, no supervé al físic en aquest sentit fort. Dos processos físicament idèntics (un dins la cadena de producció intencional de QuickSort, l'altre un procés que per atzar reprodueix els mateixos estats) computen la mateixa funció prima, però difereixen en la propietat gruixuda *ser-una-execució-de-QuickSort*. Aquesta diferència no contradiu la superveniència del funcional prim, perquè el funcional gruixut és una propietat relacional que inclou la genealogia de l'objecte com a constituent. En termes de la distinció intrínsec/relacional, la funció prima és intrínseca al procés; la propietat gruixuda és relacional i apunta a un context extern al procés físic. L'aparent violació de la superveniència es dissol en el moment que es reconeix que la propietat en joc no és del tipus que la superveniència pretén cobrir. La superveniència davidsoniana, aplicada als artefactes digitals, cobreix les propietats funcionals intrínseques; les propietats relacionals artefactuals que

inclouen la cadena de producció queden fora del seu abast, i és precisament per donar-ne compte que el capítol 4 necessita un instrument diferent.

Ara bé, i aquest és el punt central de la superveniència, la relació és asimètrica. Que el mateix substrat físic impliqui necessàriament la mateixa funció prima no implica que la mateixa funció prima requereixi el mateix substrat físic. No funciona en l'altra direcció. Això és exactament el que la realitzabilitat múltiple, establerta a §3.3, descriu. Aquesta asimetria és la que trenca la possibilitat de la reducció. Si la superveniència fos simètrica i la mateixa funció impliqués el mateix substrat físic, el predicat funcional seria coextensional amb algun predicat físic i la reducció seria possible. Però la realitzabilitat múltiple garanteix que no hi ha coextensió: el conjunt de realitzacions físiques de qualsevol predicat funcional prim és una disjunció heterogènia sense unitat natural en el nivell físic. La superveniència sense simetria és, per tant, la forma precisa de la dependència sense reducció en l'ordre del funcional prim.

Aquesta combinació de dependència necessària de baix a dalt per al funcional prim, irreduïbilitat de dalt a baix, i exterioritat de la cadena constitutiva al físic per al funcional gruixut és l'estructura que el mètode de LoA necessita per defensar que els tres nivells de l'artefacte digital són genuïnament distints sense ser ontològicament independents. La maquinària davidsoniana assegura la identitat *token* dels processos i la irreduïbilitat dels tipus funcionals prims; però la identitat artefactual plena, la que confereix a un procés la propietat d'*ésser* aquest artefacte i no un procés casual que el simula, requereix un instrument adicional que complementi la primera.

Així, es nivells d'abstracció dels artefactes digitals tenen autonomia nomològica relativa: les regularitats del nivell funcional no es redueixen a regularitats físiques, tot i que cada instància funcional sigui idèntica a una instància física. Això és la conseqüència estructural necessària de la realitzabilitat múltiple. I els artefactes digitals en constitueixen un cas especialment clar, perquè la portabilitat i la reimplementabilitat garanteixen que la realitzabilitat múltiple no és aquí un fet contingent, sinó una condició de possibilitat de l'objecte mateix.

3.6. El límit: intencionalitat derivada

L'argument d'aquest capítol descansa en la realitzabilitat múltiple i no pressuposa que els artefactes digitals tinguin intencionalitat pròpia. Precisament per això té un límit que convé reconèixer amb claredat, perquè és el límit que obliga a passar al capítol següent.

Davidson aplica el monisme anòmal a estats mentals d'agents racionals, que són esdeveniments amb contingut intencional genuí. L'exportació del seu esquema als artefactes digitals és vàlida pel que fa a

la irreduïbilitat entre nivells, però deixa oberta la pregunta per la normativitat sobre per què hi ha programes que fallen, és a dir, que divergeixen de la seva especificació funcional.

La resposta és que la intencionalitat normativa dels artefactes digitals és una intencionalitat heretada, transmesa per la cadena de producció que l'ha constituït. Cada baula d'aquesta cadena (l'arquitecte, el programador...) opera sobre l'estructura produïda per la baula anterior, la pren com a domini sintàctic i la interpreta en un nou domini semàntic. La intencionalitat del programador queda inscrita en el codi font i la de l'especificador en l'especificació. L'objecte final porta en la seva estructura la història de totes les interpretacions que l'han produït, tot i que cap d'elles no sigui directament observable.

Aquesta noció d'intencionalitat heretada és el que el capítol següent desenvolupa. Per als fins d'aquest capítol, n'hi ha prou de dir que no invalida l'argument de la irreduïbilitat ja que no és contradictori dir que un objecte pot tenir autonomia nomològica entre els seus nivells de descripció i que tingui la seva normativitat constituïda externament, per herència.

Capítol 4. Identitat com a cadena d'interpretació sedimentada

4.1. La intencionalitat constitutiva en l'ontologia d'artefactes

La tradició analítica de l'ontologia d'artefactes coincideix a atorgar a la intencionalitat del productor un paper constitutiu en la identitat de l'artefacte. Hilpinen formula aquesta intuïció mitjançant el que anomena la Condició de Dependència (Hilpinen 2011, §2): l'existència i algunes propietats de l'artefacte depenen constitutivament de la intenció productiva del seu autor. Aquesta és una afirmació ontològica sobre què fa que l'objecte sigui aquell artefacte. Un objecte que resulta d'un procés causal cec no és un artefacte encara que tingui la mateixa forma que un de produït intencionalment.

Hilpinen distingeix el caràcter pretès de l'artefacte del seu caràcter real. Això és, distingeix les propietats que l'autor es va proposar conferir-li de les propietats que l'objecte té efectivament. El caràcter real sempre és més ric que el pretès donat que cap productor no pot anticipar totes les propietats que tindrà el resultat, i l'artefacte satisfà les intencions de l'autor si i només si el caràcter real inclou el pretès, sense que necessàriament coincideixi exactament. Al cas dels artefactes digitals el caràcter pretès és, típicament, l'especificació funcional; el caràcter real és el comportament emergent en execució sobre maquinari concret, que, invariablement, inclou propietats no previstes pel dissenyador, com vulnerabilitats de seguretat o efectes laterals d'implementació.

Aquí Thomasson planteja que la naturalesa del tipus artefactual depèn dels conceptes que els *makers* tenen sobre el que estan produint. Thomasson distingeix dos nivells de dependència conceptual (2007, §3). En el nivell categorial, els fundadors del tipus determinen que els trets pertinents són intencionals i no físics (quan es va produir la primera cadira, es va establir implícitament què és allò rellevant per ser una cadira, per exemple, la funció de seure). En el nivell específic, els *makers* concrets de cada artefacte individual determinen quins trets particulars fan que aquest objecte sigui una instància d'aquell tipus. Això té la conseqüència de que els tipus artefactuals tenen naturaleses constituïdes per pràctiques i conceptes humans contingents enlloc d'una essència natural.

El model de Thomasson, però, pressuposa un *maker* identificable amb intencions relativament ben definides, i és aquí on els artefactes digitals complexos exerceixen una pressió que el model no pot absorbir sense modificació. El *kernel* de Linux o el compilador de Python han estat produïts col·lectivament i al llarg de dècades. En aquests casos, la noció de *maker* amb intencions ben definides s'esvaeix ja que no hi ha cap agent singular les intencions del qual constitueixin la identitat de l'artefacte. Thomasson (2007, §6) reconeix aquesta tensió, la situa sota l'etiqueta de la *distributed authorship* i la deixa com un límit del seu model sense arribar a resoldre-la. La resposta que es proposa a continuació és que la intencionalitat dels artefactes digitals complexos no rau en cap *maker*

individual sinó en la cadena de producció que els ha generat: és una intencionalitat heretada, distribuïda al llarg de la cadena i sedimentada estructuralment en l'objecte.

4.2. La cadena de producció com a cadena d'interpretació semàntica

La cadena de producció d'un artefacte digital és una cadena d'interpretacions semàntiques on cada baula pren el resultat de la precedent com a domini sintàctic i el realitza en un nou domini semàntic, afegint-hi propietats que aquell domini no contenia (Rapaport, 1999). La cadena pot tenir com a exemple l'esquema que Turner (2018, cap. 3) descriu com Funció → Disseny → Estructura → Implementació → Artefacte, tot i que cap nivell no és inherentment medi o abstracció i, per tant, no cal que la producció segueixi aquest ordre cronològicament.

El que resulta d'aquesta cadena és una estructura de relacions constitutives sedimentades: la coherència interna que l'artefacte manté al llarg de les seves transformacions, la xarxa de relacions entre nivells que fa que l'objecte sigui recognoscible com aquell artefacte al llarg de les modificacions successives. Aquesta estructura és dinàmica però s'estabilitza a través del canvi. El codi s'executa i es versiona, i la identitat no rau en cap estat particular de la cadena sinó en la coherència que persisteix a través d'ells. En termes simondonians, és la ressonància interna que defineix l'individu tècnic i que l'esdevenir no esgota. Els LoA són com la cadena s'articula i deixa la seva empremta en l'objecte.

Hui (2016, p. 141) arriba a una conclusió convergent des d'un angle diferent: «it would be valid to say that content is not a key issue for a digital object; what really matter are relations». La identitat de l'objecte digital no rau en cap de les seves propietats intrínseques aïllades, sinó en l'estructura de relacions que l'esquema de metadades, les restriccions lògiques internes i les connexions amb el medi digital han anat constituint. L'estructura de relacions constitutives sedimentades que aquí proposem pot llegir-se, en el vocabulari de Hui, com l'estructura de relacions que la individuació de l'objecte ha sedimentat i que li permet persistir reconeixiblement en el medi digital tot i les modificacions successives.

Aquesta precisió té una conseqüència directa per a la qüestió de la identitat diacrònica que el capítol 2 havia deixat parcialment oberta. Si la identitat de l'artefacte és l'estructura relacional que persisteix i no cap estat particular de la cadena, aleshores cal distingir dos sentits de canvi. Un canvi que modifica propietats de l'artefacte preservant l'estructura de relacions constitutives entre nivells és un canvi dins de la identitat del mateix artefacte, com podrien ser-ne una correcció d'errors o una optimització que manté la coherència. Un canvi que altera l'estructura de relacions constitutives és el que produeix un artefacte nou. Això seria un canvi que redefineix la norma funcional fins al punt que les implementacions anteriors ja no poden avaluar-se com a correctes respecte d'ella o que trenca la

continuïtat simbòlica de manera que la cadena d'intencionalitat deixa de ser traçable. El criteri no és la magnitud del canvi sinó si l'estructura de relacions constitutives entre nivells es preserva o es trenca.

Això també es pot formular en termes de convergència conceptual entre *makers* successius (Thomasson 2007, §5.2): la identitat es preserva mentre cada baula operi amb criteris de correcció prou afins als de les precedents perquè els seus productes es puguin reconèixer mútuament com a instanciacions del mateix tipus.

Aquest criteri respon, ara en el vocabulari de la sedimentació, la pregunta que el capítol 2 formulava en el vocabulari simondonià de la línia d'individuació i la transducció. Cal reconèixer, però, que el criteri admet casos on decidir si es tracta del mateix artefacte o d'un de nou depèn parcialment de quins aspectes de l'estructura relacional es prenen com a definitoris. Un exemple pertinent és el de Python 2 i 3, on la comunitat d'usuaris i el llinatge històric apunten cap a la continuïtat, mentre que la ruptura de compatibilitat apunta cap a la novetat. Aquesta indeterminació és una propietat comuna d'objectes la identitat dels quals és diacrònica i admet graus i ho trobem també a d'altres autors com Simondon. Pretendre que el criteri talla net seria menys fidel a l'objecte que reconèixer que en certs llindars la identitat es difumina.

4.3. Intencionalitat heretada

La noció d'intencionalitat heretada, anunciada a §3.6 com a resposta al límit que la irreduïbilitat nomològica deixava obert, pot ara desplegar-se a partir de l'anàlisi de la cadena de producció. Permet donar compte de la normativitat interna dels artefactes digitals sense pressuposar-los intencionalitat intrínseca.

En el sentit de Brentano, la intencionalitat és la propietat dels estats mentals d'estar dirigits cap a un contingut, de ser sobre alguna cosa. Aquesta intencionalitat intrínseca és la que tenen les creences o els desitjos dels agents. Els artefactes digitals no la tenen, un programa no és sobre res per si sol. Semblaria, doncs, que els artefactes digitals tan sols tenen intencionalitat derivada, que és la que els atribuïm des de fora en virtut del seu ús.

Però la intencionalitat merament derivada no és suficient per donar compte de la normativitat interna del codi. Quan atribuïm intencionalitat a un senyal de trànsit, ho fem de manera completament externa, és a dir, el senyal no porta en si cap rastre del procés que li dona significat, i el significat li és imposat per una convenció social que podria canviar sense que el senyal canviés en absolut. Els artefactes digitals funcionen de manera fonamentalment diferent. Un programa amb un error és un programa que no satisfà les condicions de la seva pròpia constitució, condicions que estan

estructuralment inscrites en l'objecte a través de la cadena de producció que el constitueix. La normativitat no li ve imposada des de fora en el moment d'ús, pot tenir un error que ningú no es trobi durant anys, quan algú se'l trobi per primer cop no serà quan l'artefacte comenci a tenir l'error i, de fet, un programa pot ser defectuós sense cap usuari. Així la normativitat és interna a l'objecte, i cal explicar per quin mecanisme ho és.

La intencionalitat heretada és la figura que permet donar compte d'aquest fenomen. Ni intrínseca ni merament derivada, aquesta és la intencionalitat que cada baula de la cadena de producció transmet i transforma en interpretar l'estructura de la baula anterior. Cada baula té un agent o un sistema que actua funcionalment com a agent amb intencions o funcions normatives, i opera sobre l'estructura produïda per la baula precedent prenent-la com a domini sintàctic. En fer-ho, hereta la normativitat d'aquella estructura de manera que les seves accions estan orientades a preservar la continuïtat normativa que aquella estructura porta, i la realitzen en un nou domini semàntic que porta les marques d'aquest acte d'interpretació. Des de l'especificador que defineix què ha de fer el sistema fins al compilador que produeix codi màquina que realitzi correctament les instruccions del codi font, cada agent transmet la normativitat de les baules anteriors tot transformant-la. Un error és una ruptura de la continuïtat normativa en algun punt d'aquesta cadena de manera que el resultat d'alguna baula no satisfà els criteris que la baula anterior havia establert.

Fins aquí, la intencionalitat heretada explica com la normativitat es transmet al llarg de la producció d'una instància de l'artefacte. Però aquest mecanisme no pot donar compte de per quin motiu la història del procés de producció és part de la identitat de l'artefacte. Aquesta dimensió requereix la figura simondoniana de la sedimentació.

En Simondon, el que se sedimenta en l'objecte tècnic al llarg del procés de concretització no és la intencionalitat de cap agent individual sinó les resolucions de tensions tècniques que l'objecte ha anat incorporant en la seva forma. Cada problema tècnic que es resol queda inscrit en l'estructura de l'objecte com una solució estabilitzada que ja no necessita ser reconsiderada i forma part de la coherència interna de l'individu tècnic. El que se sedimenta, doncs, no és un estrat d'intencions sobre un altre, sinó la integració progressiva de decisions de disseny en una estructura que les absorbeix i les fa indistingibles de la forma de l'objecte. Python porta sedimentades les decisions que van resoldre les tensions que van marcar el seu desenvolupament i cap programador que escrigui Python avui no necessita reobrir aquestes tensions perquè queden inscrites en la forma mateixa del llenguatge.

Les dues figures articulen dimensions complementàries de la mateixa identitat. La cadena d'interpretacions semàntiques descriu el mecanisme sincrònics: explica per quin motiu la normativitat

de cada instància és interna i traçable a través de la producció. La individuació simondoniana descriu el mecanisme diacrònic: explica per quin motiu les versions successives són versions del mateix objecte i per quin motiu la seva història de producció és constitutiva de la seva identitat. Juntes, articulen una identitat que és alhora normativament traçable en la producció de cada instància i estructuralment persistent a través de l'esdevenir tècnic de l'objecte.

Dos programes que implementen QuickSort, tots dos correctes, tots dos amb el mateix comportament observable per a qualsevol entrada possible, però produïts per cadenes d'intencionalitat distintes i amb histories d'individuació distintes, no són el mateix artefacte. La seva identitat semàntica és diferent perquè la continuïtat normativa que els constitueix és diferent i perquè les tensions tècniques que han resolt i incorporat en la seva forma són distintes. Aquesta diferència es manifesta en propietats reals com mantenibilitats distintes per comunitats tècniques distintes o comportaments distints en condicions no especificades per cap de les dues especificacions funcionals. Així la identitat és diacrònica i la intencionalitat és constitutiva, i la història del procés de producció és part de la identitat de l'artefacte.

4.4. El cas dels artefactes generats automàticament

Cerquem ara les tensions i el rendiment filosòfic de la noció d'intencionalitat heretada aplicant-la al cas dels artefactes generats automàticament per sistemes d'intel·ligència artificial. Quan un sistema com un gran model de llenguatge genera codi, qui és l'autor filosòficament rellevant? Les teories de la intencionalitat artefactual que hem vist fallen en respondre aquesta pregunta: Hilpinen no aplica ja que es trenca la línia traçable de les intencions productives; Thomasson, de manera similar, es topa amb que no hi ha una transmissió dels conceptes de makers a makers i, de fet, és controvertible que hi hagi un maker amb conceptes com a tal.

La resposta que la teoria de la intencionalitat heretada proporciona comença amb aquesta distinció: d'una banda, la intencionalitat té un paper constitutiu-normatiu en fixar les condicions de correcció en virtut de les quals alguna cosa compta com aquell artefacte i pot fallar en ser-ho. De l'altra, un paper individuador-històric en dipositar en l'objecte les marques de pràctica que distingeixen una implementació d'una altra de funcionalment equivalent. Aquesta distinció mostra que el paper constitutiu-normatiu correspon al caràcter pretès de Hilpinen i a la dependència categorial de Thomasson; l'individuador-històric, al caràcter real i als trets específics. En un programa escrit directament per un programador, totes dues feines recauen sobre la mateixa cadena; en un artefacte generat automàticament es reparteixen entre fonts de naturalesa diferent, i és aquest repartiment el que cal explicitar.

El paper constitutiu-normatiu té dues baules d'interpretació intencional. La primera és la intencionalitat dels dissenyadors del sistema generador, que l'han construït perquè produeixi artefactes que satisfacin especificacions funcionals expressades en llenguatge natural; aquesta intenció és estructuralment interna al sistema i opera com la baula que fixa l'espai del que el sistema pot produir. La segona és la intencionalitat de l'usuari que instrueix el sistema mitjançant un *prompt*: la seva intenció d'obtenir un artefacte que satisfaci tal especificació orienta normativament la generació concreta i estableix el criteri de correcció implicitament. Entre totes dues constitueixen la cadena d'interpretacions intencionals de la qual depèn la identitat de l'artefacte generat, exactament en el sentit que els capítols anteriors han desenvolupat.

El corpus d'entrenament no participa en aquesta cadena, és un "*reservori formatiu"*. Alimenta el paper individuador-històric (les convencions d'estil i patrons arquitectònics que el resultat exhibeix), però no el constitutiu-normatiu, ja que no és el corpus el que fixa què compta com a execució correcta de l'artefacte generat. Aquesta reubicació no és *ad hoc*, es justifica per analogia amb la producció humana, que el marc ja tracta. Un programador humà aprèn de manuals i del codi d'altri; aquesta formació modela les seves disposicions i deixa marques reconeixibles en tot el que escriu. No obstant això, no diem que la intencionalitat dels autors d'aquells manuals s'hereti en cada programa que produeix. Té una influència real i alhora difusa, agregada i no traçable individualment, i mai no hem pensat que aquesta difusió amenacés la intencionalitat heretada dels artefactes fets per humans. El corpus de l'LLM ocupa, respecte del sistema, la mateixa posició que la formació respecte del programador.

Convé veure per què aquesta reubicació dissol una tensió amb l'argument de Rapaport, que exigeix que cada baula d'una cadena de producció prengui el resultat de l'anterior com a domini sintàctic i el realitzi en un nou domini semàntic, preservant i transformant la seva estructura normativa. Si el corpus fos una baula, hauria de complir aquesta condició, i no la compleix: en els grans models de llenguatge la relació entre el corpus i les sortides és un procés d'aproximació estadística on el model aprèn correlacions de coocurrència i genera seqüències que en maximitzen la probabilitat donada una entrada. Cap transformació en aquest procés no és una interpretació semàntica a la Rapaport, de manera que la intencionalitat dels programadors del corpus no es transmet al model. La condició de Rapaport és aquí el criteri que distingeix una baula de la cadena d'un reservori formatiu, i el corpus cau, sense residu, del costat del reservori.

El que abans havíem anomenat *influència intencional estadística* queda esclarit. El model no hereta les intencions dels programadors del corpus; n'absorbeix patrons de pràctica tècnica que emergeixen, per via estadística, de milions d'actes intencionals. Aquests patrons són regularitats que reflecteixen

intencions sense transmetre-les, i és aquest «reflectir sense transmetre» el que caracteritza la relació d'un reservori amb el que en beu. El resultat és un artefacte que porta marques de pràctica tècnica intencional sense que cap intenció individual del corpus sigui traçable en la seva estructura; però la seva identitat com a artefacte no descansa en aquelles marques, sinó en la cadena constitutiva que el dissenyador i l'usuari conformen. Per això l'artefacte generat automàticament és un artefacte en sentit ple, i ho és per la mateixa raó i en el mateix sentit que ho és un programa escrit a mà, i és que la seva normativitat prové d'una cadena d'interpretacions intencionals traçable. La diferència amb el cas humà no és de tipus, sinó d'opacitat i de complexitat del reservori que el modela.

Això també esclareix la qüestió per la responsabilitat: si la identitat de l'artefacte descansa en la cadena constitutiva, les preguntes sobre responsabilitat moral i legal pels seus efectes han de respondre's rastrejant aquesta cadena. La cadena té dos loci localitzables: els dissenyadors del sistema, responsables de les intencions que van codificar i de les restriccions que van imposar o ometre, i l'usuari del *prompt*, responsable de la intenció que ha orientat la generació. El corpus, en tant que reservori formatiu, no és un locus de responsabilitat pel resultat concret, de la mateixa manera que els autors dels manuals amb què es va formar un programador no responen dels errors d'un programa seu en particular. Això no nega que l'ús de dades d'entrenament alienes plantegi qüestions pròpies, però són qüestions sobre la constitució del reservori, no sobre la responsabilitat per l'artefacte generat. Lluny de generar una responsabilitat col·lectiva difusa i ingestionable, doncs, el marc la concentra allà on pot ser assignada. L'examen del cas dels artefactes generats automàticament ha mostrat així el rendiment de la perspectiva: el marc no necessita cap excepció per acomodar-los, sinó que els tracta amb els mateixos recursos que els artefactes fets per humans.

4.5. Els Nivells d'Abstracció com a components constitutius: tancament de l'argument

Els Nivells d'Abstracció no són, en el cas dels artefactes digitals, instruments epistemològics adoptats per un observador extern. Són els components a través dels quals la cadena d'interpretacions intencionals s'articula i se sedimenta en l'artefacte. Cada LoA en el GoA de l'artefacte digital correspon a una baula en la cadena de producció. Constituir aquí vol dir que cada nivell és el resultat d'un acte d'institució normativa que fixa el criteri en virtut del qual alguna cosa pot ser aquell artefacte o fallar en ser-ho, i que aquest acte forma part de l'objecte mateix.

El nivell funcional no existeix independentment de l'especificació que el defineix. L'especificació no registra una funció que l'artefacte tindria independentment, com si QuickSort existís com a entitat platònica esperant ser descoberta. Sense especificació no hi ha identitat funcional, hi ha processos físics que per coincidència produeixen certs *outputs*, però no artefactes en cap sentit rellevant.

El nivell simbòlic no és una descripció del procés físic ni una projecció de l'especificació funcional. És el nivell en el qual les decisions del programador (incloent tries arquitectòniques, les seves convencions d'estil, la seva manera de gestionar els errors, els seus noms de variables, la seva pertinença a una comunitat tècnica) s'inscriuen estructuralment en l'artefacte. Dues implementacions de QuickSort funcionalment idèntiques però produïdes per cadenes d'intencionalitat distintes són artefactes distints en el sentit que el seu nivell simbòlic porta inscrites històries de producció distintes, i aquestes històries formen part del que l'artefacte és.

El nivell físic, lluny de la perspectiva fisicalista que diria que és l'artefacte en si del qual els nivells superiors serien abstraccions, és la realització dels nivells superiors en un medi causalment eficaç, amb les propietats addicionals que aquell medi aporta. No es pot dir d'un procés físic que sigui QuickSort a seques, en tot cas és la realització de QuickSort en una arquitectura concreta, amb latències i consums que aquella arquitectura determina.

Cap anàlisi limitada a un sol nivell no pot donar compte de l'artefacte digital de manera adequada. Una anàlisi limitada al nivell físic pot donar compte de l'eficàcia causal de l'artefacte però no pot dir per quin criteri dos processos físics sobre arquitectures radicalment distintes són el mateix programa, ni quan un procés físic és una execució correcta o defectuosa. Una anàlisi limitada al nivell funcional pot donar compte del que l'artefacte ha de fer però no de com està estructurat, de les propietats que la seva història de producció ha sedimentat en ell (i que la realitzabilitat múltiple fa inaccessibles per al nivell funcional). Una anàlisi limitada al nivell simbòlic pot donar compte de l'estructura del codi, llur història i de la comunitat tècnica a la qual pertany, però no de la normativitat funcional que orienta la seva producció ni dels processos físics que el realitzen.

L'anàlisi per Nivells d'Abstracció no és, per tant, una tècnica descriptiva entre d'altres entre les que escollir. És el mètode exigit per la naturalesa dels artefactes digitals. La identitat d'aquests objectes és distribuïda entre nivells constitutivament interdependents, produïts per cadenes d'interpretacions intencionals que sedimenten en la seva estructura la història de la seva producció, i irreductibles a qualsevol dels seus plans de descripció presos per separat. Adoptar un d'aquests LoAs és reconèixer un pla real que la cadena de producció ha produït i que l'artefacte ja porta en la seva estructura abans que cap observador el formuli.

Conclusions

Aquest treball ha proposat i defensat la tesi següent: la identitat d'un artefacte digital no rau en cap dels seus nivells presos aïlladament, sinó en l'estructura de relacions constitutives que els seus nivells configuren, una estructura sedimentada per la cadena d'interpretacions intencionals que ha produït i mantingut l'objecte com aquell objecte; i, correlativament, els Nivells d'Abstracció no són instruments descriptius externs, sinó components constitutius d'aquell procés.

L'argument ha avançat en quatre passos solidaris. El primer ha establert que la identitat de l'artefacte està distribuïda entre nivells i que, per a aquesta classe d'objectes, l'ús epistemològic del mètode de LoA cedeix el pas a un de constitutiu. Els nivells funcional, simbòlic i físic són els components a través dels quals l'objecte adquireix la seva determinació com aquell artefacte. Aquest pas ha exigit un criteri precís de constitutivitat, indexat al gra d'identitat que cada nivell individua (el tipus, la implementació i la instància), que distingeix la covariació constitutiva de la mera covariació contrafàctica. El segon ha establert que aquesta identitat és diacrònica, el resultat d'un procés històric de concretització que sedimenta en l'objecte les tensions tècniques resoltes i les decisions adoptades al llarg de la seva línia d'individuació. El tercer ha mostrat que els nivells tenen autonomia nomològica relativa: els tipus funcionals no són reduïbles a tipus físics, ni per extensió ni per vocabulari, tot i que cada instància funcional sigui idèntica a una instància física, i aquesta irreduïbilitat és estructural. El quart ha formulat en positiu en què consisteix la identitat: en l'estructura de relacions constitutives sedimentades que una cadena d'interpretacions semàntiques diposita en l'artefacte, transmetent i transformant la intencionalitat des de les baules superiors fins a l'artefacte final; i n'ha provat l'abast amb el cas dels artefactes generats automàticament, que el marc acomoda sense necessitat d'excepcions.

Contribucions filosòfiques

Les contribucions més originals del treball en són dues. La primera és la distinció entre l'ús epistemològic i l'ús constitutiu del mètode de LoA, i la defensa que per als artefactes digitals el segon és l'apropriat. Aquesta distinció no està desenvolupada en l'obra de Floridi, que manté deliberadament el levelisme en el pla epistemològic. L'extensió al pla constitutiu no contradiu el projecte floridià sinó que el radicalitza per a una classe específica d'objectes: aquells la identitat dels quals és parcialment determinada per les pràctiques que els descriuen.

La segona contribució és la noció d'intencionalitat heretada, que permet donar compte de la intencionalitat dels artefactes digitals sense pressuposar un autor individual amb intencions ben definides. Aquesta noció articula la cadena de producció tècnica com una cadena d'interpretacions semàntiques normatives, i té conseqüències per almenys dos debats filosòfics contemporanis: el

debat sobre l'autoria en l'era de la intel·ligència artificial generativa, i el debat sobre la responsabilitat moral i legal sobre els efectes dels sistemes automatitzats.

Límits del treball

El constructivisme moderat que la posició adoptada requereix genera tensions que no s'han resolt completament. La distinció entre propietats constitutives i propietats emergents dels artefactes digitals (entre el que l'artefacte és i el que resulta ser) necessita un desenvolupament més precís. La frontera entre allò constitutiu i allò emergent és filosòficament porosa.

L'aplicació de la individuació simondoniana al programari ha requerit reformulacions que el propi Simondon no hauria reconegut necessàriament com a seves. La noció de matèria de l'objecte tècnic, central en l'anàlisi simondoniana del motor d'explosió, es reformula aquí com l'entorn tècnic en el qual opera l'artefacte digital. Aquesta reformulació és filosòficament plausible però mereix una discussió més detinguda que la que aquest treball pot oferir. Tot i això, la reformulació de la noció simondoniana de matèria com a medi tècnic en el qual opera l'artefacte digital no és una proposta sense precedents en la literatura. Hui (2016) ha argumentat amb detall que la transposició del vocabulari simondonià als objectes digitals exigeix substituir la noció de matèria física per la d'un *medi digital* constituït per protocols, estàndards i metaesquemes que actuen com a medi associat de l'objecte. La reformulació que proposa aquest treball s'inscriu en aquesta línia, tot i que va més lluny en identificar la cadena d'interpretacions semàntiques com el mecanisme concret d'aquesta mediació.

Resta també oberta la pregunta per la normativitat dels artefactes digitals: si la identitat de l'artefacte inclou l'especificació funcional com a component constitutiu, aleshores un programa amb un error és un programa que no satisfà les condicions de la seva pròpia constitució. Aquesta dimensió normativa mereix un tractament propi.

Preguntes obertes

Tres preguntes romanen obertes amb prou pes filosòfic com per merèixer un desenvolupament propi.

La primera: poden els artefactes digitals adquirir intencionalitat pròpia a través de processos d'aprenentatge automàtic, o la intencionalitat que exhibeixen és sempre heretada de les seves cadenes de producció? Els grans models de llenguatge exhibeixen comportaments que cap dissenyador individual no va especificar ni preveure. La noció d'intencionalitat heretada els situa com a artefactes en sentit ple però amb una cadena d'herència particularment opaca. Hi ha un llindar de complexitat a partir del qual aquesta opacitat es converteix en intencionalitat genuïna?

La segona: hi ha un llindar de complexitat en la individuació tècnica a partir del qual els artefactes digitals adquireixen un tipus d'identitat que excedeix la suma de les intencions que els han produït? El kernel de Linux, la pila de protocols d'Internet, els ecosistemes de llenguatges de programació són conjunts tècnics la coherència interna dels quals no pot rastrejar-se a cap dissenyador identificable. La individuació simondoniana admet graus; però hi ha un punt en el qual l'objecte tècnic es torna genuïnament autònom respecte de les seves condicions d'origen?

La tercera: quines conseqüències concretes té l'ontologia proposada per a la responsabilitat moral i legal sobre els efectes dels artefactes digitals? Si la identitat inclou la cadena d'intencionalitat heretada, aleshores la responsabilitat no pot localitzar-se en l'artefacte ni en cap actor singular: ha de distribuir-se al llarg de la cadena. Les conseqüències per al dret de la intel·ligència artificial i per a la política de regulació de sistemes automatitzats són significatives.

Aquestes preguntes són el programa d'investigació que una ontologia filosòficament responsable dels artefactes digitals ha d'abordar. Aquest treball aspira a haver preparat el terreny conceptual sobre el qual aquest programa pot avançar.

Bibliografia

Colburn, Timothy R. 2000. *Philosophy and Computer Science*. Routledge.

Davidson, Donald. 1970. “Mental Events.” In *Experience and Theory*, edited by L. Foster and J. W. Swanson, 79–101. University of Massachusetts Press.

Floridi, Luciano. 2008. “The Method of Levels of Abstraction.” *Minds and Machines* 18 (3): 303–29.

Floridi, Luciano. 2011. *The Philosophy of Information*. Oxford University Press.

Fodor, Jerry A. 1974. “Special Sciences (Or: The Disunity of Science as a Working Hypothesis).” *Synthese* 28 (2): 97–115.

Hilpinen, Risto. 2011. “Artifact.” In *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*, edited by Edward N. Zalta. https://plato.stanford.edu/entries/artifact/.

Hui, Yuk. 2016. *On the Existence of Digital Objects*. Electronic Mediations 48. Minneapolis: University of Minnesota Press.

Millikan, Ruth Garrett. 1984. *Language, Thought, and Other Biological Categories*. MIT Press.

Piccinini, Gualtiero. 2015. *Physical Computation: A Mechanistic Account*. Oxford University Press.

Rapaport, William J. 1999. “Implementation Is Semantic Interpretation.” *The Monist* 82 (1): 109–30.

Simondon, Gilbert. 1958. *Du mode d'existence des objets techniques*. Aubier.

Thomasson, Amie L. 2007. “Artifacts and Human Concepts.” In *Creations of the Mind: Theories of Artifacts and Their Representation*, edited by Eric Margolis and Stephen Laurence, 52–73. Oxford University Press.

Turing, Alan M. 1936. “On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem.” *Proceedings of the London Mathematical Society* 42 (2): 230–65.

Turner, Raymond. 2018. *Computational Artifacts: Towards a Philosophy of Computer Science*. Springer.