
Segons pensaments sobre paradigmes*

per Thomas S. Kuhn

Han transcorregut alguns anys d'ençà que un llibre meu, *The Structure of Scientific Revolutions*, va ser publicat. Les reaccions han estat variades i ocasionalment estridents, però el llibre continua essent extensament llegit i molt discutit. Estic plenament satisfet de l'interès que ha desvetllat, àdhuc de les moltes crítiques. Amb tot, un aspecte de les rèpliques em preocupa de tant en tant. Fent de moderador en converses, en particular entre els entusiastes del llibre, alguns cops he trobat difícil de creure que totes les parts en la discussió s'estaven referint al mateix volum. Part de la raó del seu èxit és, conloc pesarosament, que el llibre pot significar gairebé tot per a gairebé tothom.

Cap aspecte del llibre no és tan responsable d'aquesta plasticitat excessiva com la introducció del terme «paradigma»,¹ un mot que apareix més sovint que

* Thomas S. KUHN, *Second Thoughts on Paradigms*, dins *The Essential Tension. Selected studies in scientific tradition and change* (Chicago 1977), ps. 293-319. El text al seu torn fou reproduït, amb autorització, de *The Structure of Scientific Theories*, ed. Frederick Suppe (Urbana 1974), ps. 459-482. (N. del t.)

1. Altres problemes i fonts d'incomprensió es discuteixen en el meu assaig *Logic of Discovery or Psychology of Research*, dins *Criticism and the Growth of Knowledge*, ed. I. Lakatos i A. Musgrave (Cambridge, Cambridge University Press, 1970); esp. les ps. 266-292. Aquest llibre, que inclou també una extensa «Resposta als crítics», constitueix el quart volum de les actes del Colloqui Internacional sobre Filosofia de la Ciència celebrat al Bedford College, de Londres, durant el mes de juliol de 1965. Una discussió més breu, però més sospesada, de les reaccions crítiques a *The Structure of Scientific Revolution* (Chicago 1962), l'he preparada per a la traducció japonesa d'aquest llibre. Se n'inclou una versió a l'anglès en les subsegüents impressions americanes. Algunes parts d'aquests papers continuen allà on aquest s'atura, i així clarifiquen les relacions que les idees aquí desenvolupades tenen amb nocions com incommensurabilitat i revolucions.

cap altre, exceptuant les partícules gramaticals, en les seves pàgines. Cridat a explicar l'absència d'un índex, acostumo a puntualitzar que l'entrada més consultada seria «paradigma, 1-172, *passim*». Els crítics, favorables o no, han estat unànimes a destacar el gran nombre de sentits diferents en què s'ha emprat el terme.² Una comentadora, la qual pensà que la qüestió mereixia un escrutini sistemàtic, preparà un índex parcial sobre el subjecte i en trobà pel cap baix vint-i-dos usos diferents, que anaven des d'«una conquesta científica concreta» (p. 11) fins a un «conjunt característic de creences i idees preconcebudes» (p. 17), el darrer incloent compromisos instrumentals, teòrics i metafísics (ps. 39-42).³ Encara que ni la compiladora d'aquest índex ni jo considerem la situació tan desesperada com aquestes divergències poden fer pensar, òbviament cal una clarificació. Ni tan sols la clarificació per ella mateixa serà suficient. Sigui quin sigui llur nombre, els usos de «paradigma» en el llibre es divideixen en dos grups que exigeixen noms diferents i també discussió per separat. El nostre sentit de «paradigma» és global, i comprèn tots els compromisos compartits per un grup científic; l'altre aïlla una mena particularment important de compromís i és d'aquesta manera un subconjunt del primer. En les pàgines que segueixen intentaré inicialment de discernir-los i d'analitzar llavors en profunditat aquell que jo crec que necessita atenció filosòfica amb més urgència. Per imperfecta que fos la meua comprensió dels paradigmes quan vaig escriure el llibre, encara els considero mereixedors de molta atenció.

En el llibre el terme «paradigma» s'introdueix en íntima relació, alhora física i lògica, amb la frase «comunitat científica» (ps. 10-11). Un paradigma és allò que els membres d'una comunitat científica, i ells sols, comparteixen. A la inversa, és llur possessió d'un paradigma comú que constitueix una comunitat científica d'un grup d'homes altrament dissemblants. Com a generalitzacions empíriques, aquestes afirmacions poden defensar-se totes dues. Però en el llibre funcionen almenys parcialment com a definicions, i el resultat és una circularitat amb algunes conseqüències vicioses pel cap baix.⁴ Si el terme «paradigma» ha de ser explicat satisfactoriament, cal primer que les comunitats científiques siguin reconegudes com a portadores d'una existència independent.

2. La ressenya negativa més reflexiva i més completa entorn d'aquest problema és la de Dudley SHAPERE, *The Structure of Scientific Revolutions*, «Philosophical Review», núm. 73 (1964), ps. 383-394.

3. Margaret MASTERMAN, *The Nature of a Paradigm*, dins *Criticism and the Growth of Knowledge*, ed. I. Lakatos i A. Musgrave. Les referències a pàgines posades entre parèntesis en el text són al meu *Structure of Scientific Revolutions*.

4. La més perjudicial d'aquestes conseqüències sorgeix del meu ús del terme «paradigma» en distingir un període més reculad d'un de més tardà en el desenvolupament d'una ciència individual. Al llarg del que s'anomena, a *Structure of Scientific Revolutions*, el «període pre-paradigmàtic», els qui practiquen una ciència es divideixen en un cert nombre d'escoles rivals, cadascuna de les quals reclama competència per a la mateixa matèria però s'hi acostava per camins força diferents. Aquest estadi de desenvolupament va seguit d'una transició relativament ràpida, generalment a conseqüència d'alguna notable conquesta científica, a un període anomenat «postparadigmàtic», caracteritzat per la desaparició de totes o la majoria d'escoles, un canvi que permet una conducta més plenament professional als membres de la comunitat que roman. Encara trobo que aquell model és típic i important, però pot discutir-se sense referència al primer assoliment d'un paradigma. Siguin el que siguin els paradigmes, els posseïx qualsevol comunitat científica, àdhuc les escoles de l'anomenat període pre-paradigmàtic. El meu fracàs a veure aquest punt amb claredat ha contribuït a fer que un paradigma semblés una entitat quasi mística o una propietat que, com un carisma, transforma aquells que se'n contagien. Hi ha una transformació, però no ve produïda per l'adquisició d'un paradigma.

De fet, la identificació i l'estudi de les comunitats científiques ha aparegut recentment com una significativa matèria de recerca entre els sociòlegs. Els resultats preliminars, molts d'ells encara no publicats, apunten que les tècniques requerides són complexes, però algunes són ja a l'abast i és segur que se'n desenvoluparan d'altres.⁵ La majoria dels científics practicants responen de seguida a preguntes entorn de llurs afiliacions de comunitat, donant per segur que la responsabilitat envers les diverses especialitats i tècniques de recerca usuals es distribueix entre comunitats les condicions d'afiliació de les quals són, si més no, aproximadament determinables. Donaré per fet, doncs, que els mitjans més sistemàtics per a llur identificació seran assequibles, i m'accontentaré aquí amb una breu articulació d'una noció intuïtiva de comunitat, una d'extensament compartida per científics, sociòlegs i gran nombre d'historiadors de la ciència.

Una comunitat científica es compon, segons aquest punt de vista, dels qui practiquen una especialitat científica. Vinculats per elements comuns en llur educació i aprenentatge, es veuen ells mateixos i són vistos pels altres com els homes responsables de l'acompliment d'un conjunt de propòsits compartits, incloent-hi l'ensinistrament de llurs successors. Tals comunitats es caracteritzen per la relativa plenitud de comunicació entre el grup i per la relativa unanimitat de judici del grup en qüestions professionals. En una proporció considerable els membres d'una comunitat donada hauran absorbit la mateixa literatura i n'hauran extret les mateixes lliçons.⁶ Per tal com l'atenció de comunitats diferents se centra en matèries diferents, la comunicació professional a través de línies grupals és versemblant que ha de ser àrdua, sovint dóna peu a la incomprensió i pot, si es manté, produir discrepàncies importants.

Com és notori, les comunitats en aquest sentit existeixen en nombrosos nivells. Potser tots els científics de la naturalesa formen una comunitat. (Penso que no hauríem de permetre que la tempesta que envolta C. P. Snow obscureixi aquells punts sobre els quals ell ha dit el que era pertinent.) A un nivell només una mica inferior, els principals grups professionals de científics forneixen exemples de comunitats: físics, químics, astrònoms, zoòlegs i similars. En aquestes comunitats majors el grup de membres s'estableix fàcilment, excepte en les zones límit. L'alta especialització de la matèria, la pertinença a societats professionals i les revistes llegides són ordinàriament criteris més que suficients. Tècniques similars aïllaran també els subgrups majors: els químics orgànics i potser, entre ells, els químics de les proteïnes, els físics d'estat sòlid i els d'altres energies, els ràdio-astrònoms, etc. És sols en el nivell immediatament inferior que sorgeixen dificultats empíriques. ¿Com hauria identificat un estrany el grup en qüestió abans de la seva acceptació pública? Per a aquest grup, hom ha de recórrer a l'assistència a instituts d'estiu i a conferències

5. W. O. HAGSTROM, *The Scientific Community* (Nova York, Basic Books, 1965), caps. 4 i 5; D. J. PRICE i D. de B. BEAVER, *Collaboration in an Invisible College*, «American Psychologist», núm. 21 (1966), ps. 1011-1018; DIANA CRANE, *Social Structure in a Group of Scientists: A Test of the 'Invisible College' Hypothesis*, «American Sociological Review», núm. 34 (1969), ps. 335-352; N. C. MULLINS, *Social Networks among Biological Scientists* (Ph. D. Thesis, Harvard University, 1966), i *The Development of a Scientific Specialty*, «Minerva», núm. 10 (1972), ps. 51-82.

6. En el cas de l'historiador, per a qui les tècniques d'interviu i qüestionari són ordinàriament inassequibles, els materials originals compartits sovint forneixen els indicis més significatius per a l'estructura de comunitat. Aquesta és una de les raons per les quals obres tan àmpliament llegides com els *Principia* de Newton són presentades com a paradigmes a *Structure of Scientific Revolutions*. Ara els descriuria com a fonts particularment importants dels elements que constitueixen la matriu disciplinar de la comunitat.

especialitzades, a les llistes de distribució de pre-publicacions i sobretot a les xarxes de comunicació formal i informal, incloent-hi els enllaços que s'estableixen entre citacions.⁷ Jo suposo que el treball pot ser i serà fet, i que donarà típicament comunitats de potser un centenar de membres, algunes vegades significativament més petites. Científics individuals, en particular els més capaçs, pertanyeran a diversos d'aquests grups, ja sigui simultàniament ja en successió. Per bé que encara no és clar fins on podem arribar amb l'anàlisi empírica, hi ha raons excel·lents per suposar que la iniciativa científica es distribueix entre comunitats d'aquesta mena i avança gràcies a elles.

Deixeu-me ara suposar que tenim identificada, per les tècniques que sigui, una d'aquestes comunitats. ¿Quins elements compartits responen del caràcter relativament aproblemàtic de la comunicació professional així com de la unanimitat relativa del judici professional? Per a aquesta qüestió *The Structure of Scientific Revolutions* autoritza la resposta «un paradigma» o «un conjunt de paradigmes». Aquest és un dels dos sentits principals en què el terme apareix dins el llibre. Per a ell caldria que ara adoptés la notació «paradigma», però en resultarà una menor confusió si per contra el substitueixo per la frase «matriu disciplinar» —«disciplinar» per tal com és la possessió comuna dels practicants d'una disciplina professional i «matriu» perquè es compon d'elements ordenats de diverses menes, cadascun dels quals requereix especificació ulterior. Els constituents de la matriu disciplinar inclouen la major part o tots els objectes del compromís de grup descrits en el llibre com a paradigmes, parts de paradigmes o paradigmàtics.⁸ Ara ni tan sols intentaré de fer-ne una llista exhaustiva sinó que, al contrari, n'identificaré breument tres, els quals, perquè són centrals en l'operació cognoscitiva del grup, hauran d'interessar en particular els filòsofs de la ciència. Deixeu que m'hi refereixi com a generalitzacions simbòliques, models i exemplars.

Els dos primers ja són objectes familiars de l'atenció filosòfica. Les generalitzacions simbòliques, en particular, són aquelles expressions, desplegadas sense qüestionament pel grup, que fàcilment es poden expressar en alguna forma lògica com $(x) (y) (z) \phi (x,y,z)$. Són els components formals, o els fàcilment formalitzables, de la matriu disciplinar. Els models, sobre els quals no tindrè res més a dir en aquest paper, són allò que proveeix el grup amb analogies preferides o, quan són profundament sostinguts, amb una ontologia. A l'un extrem són heurístics: el circuit elèctric pot ser fructíferament comprès com un sistema hidrodinàmic d'estat estacionari, o un gas es comporta com una col·lecció de microscòpiques boles de billar en moviment aleatori. A l'altre són els objectes del compromís metafísic: la calor d'un cos és l'energia cinètica de les partícules que el constitueixen o, de manera més òbviament metafísica, tots els fenòmens perceptibles es deuen al moviment i la interacció en el buit d'àtoms qualitativament neutres.⁹ Els exemplars, finalment, són solucions a pro-

7. E. GARFIELD, *The Use of Citation Data in Writing the History of Science* (Philadelphia, Institute for Scientific Information, 1964); M. M. KESSLER, *Comparison of the Results of Bibliographic Coupling and Analytic Subject Indexing*, «American Documentation», núm. 16 (1965), ps. 223-233; D. J. PRICE, *Networks of Scientific Papers*, «Science», núm. 149 (1965), ps. 510-515.

8. *Vid. Structure of Scientific Revolutions*, ps. 38-42.

9. No és habitual d'incloure, per exemple, àtoms, camps o forces que actuen a distància sota la rúbrica de models, però en el present no veig cap mal en l'ús generalitzat. Òbviament el grau de compromís d'una comunitat varia quan anem dels models heurístics als

blesmes concrets, acceptats pel grup com a paradigmàtics en un sentit força usual. Molts dels lectors hauran ja endevinat que el terme «exemplar» aporta un nom nou per al segon i més fonamental sentit de «paradigma» en el llibre.

Per entendre com una comunitat científica funciona com a productora i validadora de coneixement segur, crec que ens cal comprendre per fi el funcionament d'almenys aquests tres components de la matriu disciplinar. Les alteracions en qualsevol d'ells poden produir canvis del comportament científic i afectar tant la matèria de recerca d'un grup com els seus estàndards de verificació. No tractaré aquí de defensar una tesi tan general. El meu interès primer es troba ara en els exemplars. Amb tot, per tal de donar-los-hi cabuda caldrà que digui abans alguna cosa entorn de les generalitzacions simbòliques.

En les ciències, particularment en la física, les generalitzacions es troben ja sovint en forma simbòlica: $f=ma$, $I=V/R$, o $\nabla^2\varphi + 8\pi^2m/h^2(E-V)\varphi = 0$. D'altres són expressades ordinàriament amb paraules: «l'acció és igual a la reacció», «la composició química és en proporcions fixes de pes», o «totes les cèl·lules provenen de cèl·lules». Ningú no discutirà que els membres d'una comunitat científica empen rutinàriament expressions com aquestes en llur treball, que ho fan ordinàriament sense sentir la necessitat d'una justificació especial, i que rarament altres membres de llur grup els expressen dubtes sobre aquests punts. Aquest comportament és important, car sense un compromís envers un conjunt de generalitzacions simbòliques, la lògica i la matemàtica no es podrien aplicar rutinàriament en el treball de la comunitat. L'exemple de la taxonomia indica que una ciència pot existir amb poques, potser sense cap d'aquestes generalitzacions. Després suggeriré com podria donar-se aquest cas. Però no veig cap raó per dubtar de la impressió generalitzada segons la qual el poder d'una ciència s'acrea amb el nombre de generalitzacions simbòliques que els qui la practiquen tenen a l'abast.

Noti's, amb tot, quina petita quantitat d'acord hem atribuït encara als membres de la nostra comunitat. Quan dic que comparteixen un compromís envers, posem per cas, la generalització simbòlica $f=ma$, vull dir només que no plantejaran dificultats a l'home que escriu els quatre símbols, f , $=$, m i a en successió en una línia, que manipula l'expressió resultant mitjançant la lògica i la matemàtica i que mostra un resultat encara simbòlic. Per a nosaltres en aquest punt de la discussió, però no per als científics que els empen, aquests símbols i les expressions formades combinant-los són ininterpretades, encara buides de significat empíric o d'aplicació. Un compromís compartit envers un conjunt de generalitzacions justifica la manipulació lògica i matemàtica i indueix al compromís amb el resultat. Amb tot, això no té per què comportar l'acord sobre la manera en què els símbols, individualment i col·lectivament, han de ser correlacionats amb els resultats d'experiment i observació. Fins en aquest punt les generalitzacions simbòliques compartides funcionen encara com a expressions d'un sistema matemàtic pur.

L'analogia entre una teoria científica i un sistema matemàtic pur ha estat extensament explotada per la filosofia de la ciència del segle xx i ha estat la responsable d'alguns resultats summament interessants. Però no és més que una analogia i per tant pot ser enganyadora. Crec que en alguns respectes

metafísics, però la natura de les funcions cognoscitives del model sembla que continua essent la mateixa.

n'hem estat les víctimes. Un d'ells té rellevança immediata per al meu argument.

Quan una expressió com $f=ma$ apareix en un sistema matemàtic pur hi és, per dir-ho d'alguna manera, d'un cop i per sempre. Això és, si entra en la solució d'un problema matemàtic plantejat en el sistema, hi entra sempre en la forma $f=ma$ o en una forma reducible a aquella per la substitutivitat d'identitats o per alguna altra regla de substitució sintàctica. En les ciències les generalitzacions simbòliques solen comportar-se de manera molt diferent. No són tant generalitzacions com esborranys de generalització, formes esquemàtiques l'expressió simbòlica detallada de les quals varia d'una aplicació a la següent. En el problema de caiguda lliure, $f=ma$ esdevé $mg=md^2s/dt^2$. Per al pèndol simple, es converteix en $mgsin\theta = -md^2s/dt^2$. Per als oscil·ladors harmònics acoblats es converteix en dues equacions, la primera de les quals pot escriure's $md^2s_1/dt^2 + k_1s_1 = k_2(d + s_2 - s_1)$. Problemes mecànics més interessants, per exemple el moviment d'un giroscopi, mostrarien encara una desaparitat més gran entre $f=ma$ i la generalització simbòlica actual a la qual hom aplica la lògica i la matemàtica; però el punt ja deu ser clar. Encara que les expressions simbòliques ininterpretades són la possessió comuna dels membres d'una comunitat científica, i encara que són aquestes expressions que proveeixen el grup d'un punt d'entrada a la lògica i la matemàtica, no és a la generalització compartida que aquests instruments s'apliquen sinó a una o altra versió especialitzada d'ella. En cert sentit, cada classe d'aquestes requereix un nou formalisme.¹⁰

Una interessant conclusió se'n segueix, amb probable rellevança per al *status* dels termes teòrics. Aquells filòsofs que presenten les teories científiques com a sistemes formals ininterpretats remarquen sovint que la referència empírica penetra aquestes teories des del més pregon, avançant des d'un vocabulari bàsic empíricament significatiu fins als termes teòrics. A despit de les dificultats ben conegudes que envolten la noció d'un vocabulari bàsic, no puc dubtar de la importància d'aquest camí en la transformació d'un símbol ininterpretat en el signe per a un concepte físic particular. Però no és l'únic camí. Els formalismes en ciència també es relacionen amb la natura per dalt, sense que intervingui la deducció que elimina els termes teòrics. Abans que pugui començar les manipulacions lògiques i matemàtiques, que resulten en la predicció de lectures mètriques, el científic ha d'inscriure la forma particular de $f=ma$ que aplica, posem per cas, a la corda vibrant, o la forma particular de l'equació de Schrödinger que aplica, per exemple, a l'àtom d'heli en un camp magnètic. Qualsevol que sigui el procediment que empra en fer-ho, no pot ser purament sintàctic. El contingut empíric ha de penetrar les teories formalitzades tant per dalt com per baix.

Hom no pot, penso jo, eludir aquesta conclusió suggerint que l'equació de Schrödinger o $f=ma$ siguin construïdes com una abreviatura per a la conjun-

10. Aquesta dificultat no es pot evitar enunciant les lleis de la mecànica newtoniana en forma, posem per cas, lagrangeana o hamiltoniana. Al contrari, aquestes darreres formulacions són explícitament esbossos de llei més que lleis, mentre que la formulació newtoniana de la mecànica no ho és. Començant amb equacions de Hamilton o de Lagrange, hom ha d'escriure encara una hamiltoniana o lagrangeana particular per al problema particular que té entre mans. Observeu, això no obstant, que un avantatge decisiu d'aquestes formulacions és que fan molt més fàcil d'identificar el formalisme particular apropiat a un problema particular. Contrastades amb la formulació de Newton, il·lustren així una típica direcció del normal desenvolupament científic.

ció de les nombroses formes simbòliques particulars que aquestes expressions prenen en llur aplicació a problemes físics particulars. En primer lloc, els científics encara demanarien criteris que els diguessin quina versió simbòlica particular hauria d'aplicar-se a cada problema, i aquests criteris, a l'igual que les regles de correlació que, tal com s'ha dit, transporten significat des d'un vocabulari bàsic als termes teòrics, serien un vehicle per al contingut empíric. A més a més, cap conjunció de formes simbòliques particulars exhauriria allò que hom pot dir apropiadament que saben els membres d'una comunitat científica sobre com aplicar les generalitzacions simbòliques. Confrontats amb un nou problema, sovint poden estar d'acord en l'expressió simbòlica particular apropiada al problema, fins i tot encara que cap d'ells no hagi vist aquesta expressió particular abans.

A qualsevol recompte dels aparells cognoscitius d'una comunitat científica es pot raonablement demanar que ens digui alguna cosa entorn de la manera en què els membres del grup, avançant-se a l'evidència empírica directament rellevant, identifiquen el formalisme especial apropiat a un problema particular, sobretot a un problema nou. Aquesta és clarament una de les funcions que el coneixement científic ha de prestar. No vol dir, és clar, que ho faci sempre correctament; hi ha espai, àdhuc necessari, per a comprovacions empíriques sobre un formalisme especial proposat per a un nou problema. Els passos deductius i la comparació de llurs resultats finals mitjançant experimentació romanen com a requisits previs de la ciència. Però els formalismes especials s'accepten regularment com a plausibles o es refusen com a no-plausibles amb anterioritat a l'experimentació. Amb una freqüència remarcable, noresmenys, els judicis de la comunitat resulten ser correctes. Designar un formalisme especial, una nova versió de la formalització, no pot ser per consegüent tant com inventar una nova teoria. Entre altres coses la primera operació pot ser ensenyada com no ho pot ser la invenció de teoria. És sobretot per això que hi ha els problemes en els finals de capítols dels llibres de text sobre ciència. Què deurà ser el que aprenen els estudiants mentre els resolen?

La major part del que resta d'aquest article es dedica a aquesta pregunta, però l'abordaré indirectament, fent-ne primer una de més usual: com connecten els científics les expressions simbòliques amb la natura? Es tracta, de fet, de dues preguntes en una, per tal com es pot formular sobre una generalització simbòlica especial dissenyada per a una situació experimental particular o bé sobre una conseqüència simbòlica singular d'aquella generalització deduïda per comparació amb l'experimentació. Per als propòsits presents podem, però, tractar aquestes dues preguntes com una de sola. També a la pràctica científica ordinàriament es responen juntes.

Des de l'abandó de l'esperança d'un llenguatge de dades sensorials la resposta habitual a aquesta pregunta ha estat feta en termes de regles de correspondència. Aquestes s'han pres ordinàriament perquè fossin o bé definicions operacionals de termes científics o també un conjunt de condicions necessàries i suficients per a l'aplicabilitat dels termes.¹¹ Personalment no tinc cap dubte

11. D'ençà que es va llegir aquest paper m'he adonat que suprimir la distinció entre les dues qüestions esmentades en el paràgraf precedent introdueix una possible font de confusió en aquest punt i més endavant. En l'ús filosòfic normal, les regles de correspondència relacionen les paraules només amb altres paraules, no amb la natura. Així els termes teòrics prenen sentit per via de les regles de correspondència que els lliguen a un vocabulari bàsic prèviament significatiu. Només aquest darrer es vincula directament a la

que l'examen d'una comunitat científica donada revelaria unes quantes d'aquestes regles compartides pels seus membres. Probablement unes poques d'altres es podrien induir legítimament de l'observació acurada de llur comportament. Però, per raons que he donat en un altre lloc i a les quals em referiré breument més avall, dubto realment que les regles de correspondència descobertes d'aquesta manera fossin ni de bon tros suficients en nombre o força per justificar les actuals correlacions entre formalisme i experimentació fetes regularment i sense problemes per membres del grup.¹² Si el filòsof vol un conjunt adequat de regles de correspondència, se n'haurà de proveir de moltes per ell mateix.¹³

Gairebé segur que aquesta és una feina que pot fer. Examinant els exemples recollits de la pràctica passada de la comunitat, el filòsof pot raonablement esperar de construir un conjunt de regles de correspondència adequades, juntament amb generalitzacions simbòliques conegudes, per explicar tots aquells exemples. Molt probablement seria capaç de construir alguns conjunts alternatius. Malgrat tot, hauria de ser extraordinàriament cautelós a descriure'n qualsevol com a reconstrucció de les regles sostingudes per la comunitat estudiada. Encara que cadascun dels seus conjunts de regles seria equivalent respecte a la pràctica passada de la comunitat, no cal que siguin equivalents quan s'apliquen al següent problema afrontat per la disciplina. En aquest sentit serien re-

natura. Part del meu argument s'adreça a aquest punt de vista corrent i per tant no hauria de crear cap problema. La distinció entre un vocabulari teòric i un de bàsic no farà al cas en la seva forma present perquè es pot demostrar que molts termes teòrics es vinculen amb la natura de la mateixa manera, qualsevol que pugui ser, que els termes bàsics. Però a més a més estic preocupat per inquirir com pot funcionar el «lligam directe», tant d'un vocabulari teòric com d'un de bàsic. En el procés ataco l'assumpció, sovint implícita, segons la qual qui sàpiga com emprar correctament un terme bàsic té accés, conscientment o inconscientment, a un conjunt de criteris que defineixen aquell terme o proveeixen les condicions necessàries i suficients que en governen l'aplicació. Per a aquest mètode de relació per criteris estic emprant també aquí el terme «regla de correspondència», i això trenca amb el tractament normal. L'excusa per estendre-m'hi és la meva creença que la dependència explícita de les regles de correspondència i la dependència implícita dels criteris introdueixen el mateix procediment i desvien l'atenció de la mateixa manera. Ambdós mètodes assimilen el llenguatge a una matèria de convenció més del que en realitat és. Com a resultat, dissimulen l'extensió en què un home que adquireix un llenguatge científic o un de quotidià aprèn simultàniament coses sobre la natura que no estan compreses elles mateixes en les generalitzacions verbals.

12. *Vid. Structure of Scientific Revolutions*, ps. 43-51.

13. És, crec jo, sorprenent, la poca atenció que els filòsofs de la ciència han prestat a l'enllaç llenguatge-natura. Segurament la força epistemològica de l'aventura dels formalistes depèn de la possibilitat de fer-la aproblemàtica. Una de les raons per a aquesta negligència es troba, ho sospito, en el fet de no haver captat quant ha estat perdut, des d'un punt de vista epistemològic, en la transició d'un llenguatge de dades sensorials a un vocabulari bàsic. Mentre que el primer semblava viable, les definicions i les regles de correspondència no requerien atenció especial. «Parcel·la verda allà» a penes necessitava una especificació operacional més aprofundida; «el benzè bull a 80° centígrads» és, però, una mena d'afirmació molt diferent. A més a més, com suggeriré més avall, els formalistes sovint han barrejat la tasca de perfeccionar la claredat i l'estructura dels elements formals d'una teoria científica amb el treball ben diferent d'analitzar el coneixement científic, i només el darrer planteja problemes d'interès actual. Hamilton va fer una formulació de la mecànica newtoniana millor que la de Newton, i el filòsof pot tenir l'esperança de realitzar millores addicionals a través de formalització nova. Però no pot donar per descomptat que se'n sortirà amb la mateixa teoria amb què començà ni que els elements formals de qualsevol versió de la teoria seran coextensius amb la teoria mateixa. Per a un típic exemple de l'assumpció que un formalisme perfeccionat és immediatament un recompte del coneixement desplegat per la comunitat que empra el formalisme a millorar, *vid.* Patrick SUPPES, *The Desirability of Formalization in Science*, «Journal of Philosophy», núm. 65 (1968), ps. 651-664.

construccions de teories una mica diferents, cap de les quals no caldria que fos l'única que el grup sosté. El filòsof, en pensar com a científic, podria ben bé haver millorat la teoria del grup, però no l'hauria analitzada com a filòsof.

Suposem, per exemple, que el filòsof s'interessa per la llei d'Ohm, $I = V/R$, i que sap que els membres del grup que ell estudia mesuren el voltatge amb un electròmetre i el corrent amb un galvanòmetre. Buscant una regla de correspondència per a la resistència, pot escollir el quocient del voltatge dividit pel corrent, en el qual cas la llei d'Ohm esdevé una tautologia. O pot en canvi escollir de correlacionar el valor de la resistència amb els resultats de mesures obtingudes en el Pont de Wheatstone, en el qual cas la llei d'Ohm proporciona informació sobre la natura. Per a la pràctica passada totes dues reconstruccions poden ser equivalents, però no establiran el mateix comportament futur. Imagineu, en particular, que un experimentador molt expert de la comunitat aplica voltatges més grans que qualssevol dels aplicats abans i descobreix que la relació voltatge-corrent canvia gradualment a voltatge elevat. Segons la segona reconstrucció, el Pont de Wheatstone, ha descobert que hi ha desviacions de la llei d'Ohm a voltatge elevat. En la primera reconstrucció, però, la llei d'Ohm és una tautologia i no és possible d'imaginar-ne desviacions. L'experimentador ha descobert, no una desviació de la llei, sinó més aviat que la resistència canvia amb el voltatge. Les dues reconstruccions porten a localitzacions diferents de la dificultat i a diferents models de recerca consegüent.¹⁴

Res de la discussió precedent no prova que no hi hagi un conjunt de regles de correspondència adequat per explicar el comportament de la comunitat estudiada. Una negació d'aquesta mena a penes es pot provar. Però la discussió pot portar-nos a prendre una mica més seriosament alguns aspectes de la formació i el comportament científics que els filòsofs sovint han procurat de manejar correctament. En els textos científics o en l'ensenyament de la ciència es troben molt poques regles de correspondència. Com poden haver-ne adquirit un conjunt suficient els membres d'una comunitat científica? Així mateix és digne de tenir-se en consideració el fet que si un filòsof els demana de proveir-se de tals regles, regularment els científics en negaran la rellevança i per això de vegades creixen de manera extraordinàriament inarticulada. Si finalment cooperen, les regles que produeixen poden variar d'un membre a un altre membre de la comunitat, i resultar totes insuficients. Hom comença a preguntar-se si

14. Un exemple menys artificial requeriria la manipulació simultània d'algunes generalitzacions simbòliques i demanaria doncs més espai del que disposem ara. Però els exemples històrics que mostren els efectes diferencials de les generalitzacions sostingudes com a lleis o com a definicions no costen de trobar (vegeu la discussió de Dalton i la controversia Proust-Berthollet [*sic N. del t.*] a *Structure of Scientific Revolutions*, ps. 129-134) ni el present exemple manca de fonament històric. Ohm realment mesurà la resistència dividint el voltatge pel corrent. La seva llei fornía així una part d'una definició de resistència. Una de les raons perquè resultés tan notablement difícil d'acceptar (la desatenció a Ohm és un dels exemples més famosos de resistència a la innovació ofert per la història de la ciència) és que era incompatible amb el concepte de resistència acceptat amb anterioritat al treball d'Ohm. Precisament perquè exigia la redefinició de conceptes elèctrics, l'assimilació de la llei d'Ohm produí una revolució en la teoria elèctrica. (Per als moments d'aquesta revolució, *vid.* T. M. BROWN, *The Electric Current in Early Nineteenth-Century Electricity*, «Historical Studies in the Physical Sciences», núm. 1 (1969), ps. 61-103, i M. L. SCHAGRIN, *Resistance to Ohm's Law*, «American Journal of Physics», núm. 31 (1963), ps. 536-547). Sospito que, força generalment, les revolucions científiques es poden distingir dels desenvolupaments científics normals pel fet que els primers requereixen, al contrari dels segons, la modificació de generalitzacions que prèviament havien estat considerades com a quasi-analítiques. ¿Va descobrir Einstein la relativitat de la simultaneïtat, o bé va destruir una implicació prèviament tautològica d'aquest terme?

en la pràctica de la comunitat no es despleguen més que unes poques regles d'aquestes, si no hi ha algun camí alternatiu pel qual els científics correlacionen llurs expressions simbòliques amb la natura.

Un fenomen familiar tant als estudiants de la ciència com als historiadors de la ciència aporta un indici. Havent estat totes dues coses, parlaré per pròpia experiència. Els estudiants de física regularment expliquen que han repassat un capítol de llur text, l'han entès perfectament i malgrat tot troben dificultats a resoldre els problemes del final del capítol. Gairebé sense variació llur dificultat està a plantejar les equacions apropiades, a relacionar els mots i exemples del text amb els problemes particulars que se'ls demana que resolguin. Ordinàriament, també, aquestes dificultats desapareixen totes pel mateix sistema. L'estudiant descobreix una manera de veure el seu problema com a similar a un problema amb el qual ja s'ha trobat. Així que s'ha vist aquesta semblança o analogia, només resten dificultats de manipulació.

El mateix cas apareix clarament en la història de la ciència. Els científics modelen la solució d'un problema a partir d'una altra solució, sovint amb tan sols un recurs mínim a les generalitzacions simbòliques. Galileu descobrí que una bola que baixa rodant per un pla inclinat adquireix just la velocitat necessària per retornar a la mateixa altura vertical en un segon pla inclinat de qual-sevol pendent i aprengué a considerar aquesta situació experimental com la d'un pèndol amb una massa puntual com a pes en lloc d'un disc. Huyguens resolgué llavors el problema del centre d'oscil·lació d'un pèndol físic imaginant que el cos extens d'aquest darrer es componia de pèndols puntuals de Galileu els lligams entre els quals podrien deixar-se anar instantàniament en qual-sevol moment de l'oscil·lació. Després que els lligams eren deixats anar, els pèndols puntuals individuals oscil·larien lliurement, però llur centre de gravetat col·lectiu, com el del pèndol de Galileu, pujaria només fins a l'altura des de la qual el centre de gravetat del pèndol extens havia començat a caure. Finalment Daniel Bernoulli, encara sense l'ajuda de les lleis de Newton, va descobrir com el càlcul del flux d'aigua per un orifici en un dipòsit pot considerar-se anàleg al pèndol de Huyguens. Determini's el descens del centre de gravetat de l'aigua en el dipòsit mantenint obert l'orifici durant un interval infinitesimal de temps. A continuació imagini's que cada partícula d'aigua es mou seguidament per separat cap amunt fins a la màxima altura abastable amb la velocitat que posseïa al final de l'interval de descens. L'ascens del centre de gravetat de les partícules separades ha d'equivaler llavors al descens del centre de gravetat de l'aigua en el dipòsit mentre es mantenia obert l'orifici. A partir d'aquesta visió del problema, la velocitat d'efusió, tant de temps recercada, s'obtenia tot seguit.¹⁵

Faltant-nos temps per multiplicar els exemples, suggereixo que una habilitat adquirida per veure semblances entre problemes aparentment dispars exerceix en les ciències una part significativa del paper atribuït generalment a les regles de correspondència. Del moment que un problema es veu que serà anà-

15. Per a l'exemple, *vid.* René RUGAS, *A History of Mechanics*, trad. [anglesa] J. R. Maddox (Neuchâtel, Editions du Griffon, i Nova York, Central Book, Co., 1955), ps. 135-136, 186-193, i Daniel BERNOULLI, *Hydrodynamica, sive de viribus et motibus fluidorum, commentari opus academicum* (Estrasburg, J. R. Dulseckeri, 1738), sec. 3. Per a l'extensió fins a la qual la mecànica va progressar durant la primera meitat del segle XVIII a base de modelar la solució d'un problema sobre una altra, *vid.* Clifford TRUESDELL, *Reactions of Late Baroque Mechanics to Success, Conjecture, Error and Failure in Newton's «Principia»*, «Texas Quarterly», núm. 10 (1967), ps. 238-258.

leg a un altre de prèviament resolt, en resulten un formalisme apropiat, així com una manera nova de connectar les seves conseqüències simbòliques amb la natura. Havent copsat la semblança, hom empra simplement les connexions que s'han mostrat efectives abans. Crec que el més important que adquireixen els estudiants en fer problemes és aquesta habilitat per reconèixer semblances autoritzades per un grup, tant si els resolen amb llapis i paper com en un laboratori ben condicionat. Al llarg de llur aprenentatge, es programen per a ells un bon nombre d'aquests exercicis, i els estudiants que cursen la mateixa especialitat generalment fan els mateixos i de manera molt semblant, per exemple el pla inclinat, el pèndol cònic, les el·lipses de Kepler, etc. M'he referit abans a aquests problemes concrets amb llurs solucions anomenant-los exemplars, exemples estàndard de la comunitat. Constitueixen el tercer tipus principal de component cognoscitiu de la matriu disciplinar i illustren la segona funció principal del terme «paradigma» a *The Structure of Scientific Revolutions*.¹⁶ Adquirir un arsenal d'exemplars, tant com aprendre generalitzacions simbòliques, és una part integrant del procés mitjançant el qual un estudiant arriba a tenir accés a les realitzacions cognoscitives del seu grup disciplinar.¹⁷ Sense exemplars no aprendria mai gaire del que el grup sap sobre conceptes fonamentals com força i camp, element i compost, o nucli i cèl·lula.

Procuraré d'explicar breument, per mitjà d'un exemple senzill, la noció de relació de similitud apresada, una percepció adquirida d'analogia. Però abans deixeu-me matisar el problema al qual s'adreçarà aquesta explicació. És una poca-soltada dir que qualsevol cosa és semblant a, i també diferent de, qualsevol altra cosa. Depèn dels criteris, diem generalment. A l'home que parla de similitud o d'analogia, li plantejem de seguida aquesta qüestió: semblant respecte a què? En aquest cas, però, aquesta és precisament la pregunta que no s'ha de formular, car una resposta ens forniria de seguida regles de correspondència. Adquirir exemplars no ensenyaria a l'alumne res que regles com aquestes, en la forma de criteris de similitud, no poguessin haver suplert igualment bé. Fer problemes seria llavors mera pràctica d'aplicació de les regles i no hi hauria necessitat de parlar de similitud.

Però fer problemes, ja ho he argumentat, no consisteix exactament en això. Recorda molt més el trencaclosques infantil en el qual es demana de trobar els perfils d'animals o les cares amagades en el dibuix d'arbustos o de núvols. El nen busca formes que siguin com les dels animals o les cares que ell coneix. Així que les troba ja no queden difuminades altre cop en el fons, per tal com la manera que té el nen de veure el dibuix s'ha transformat. De la mateixa manera, l'estudiant de ciència, confrontat amb un problema, mira de veure'l

16. És clar que és el sentit de «paradigma» com a exemple estàndard el que va determinar originalment la meua tria d'aquell terme. Malauradament, la major part de lectors de *The Structure of Scientific Revolutions* han passat per alt allò que per a mi era la seva funció central, i empren «paradigma» en un sentit pròxim a aquell per al qual ara proposo «matriu disciplinar». Veig poques possibilitats de recuperar «paradigma» per al seu ús original, l'únic que és filològicament apropiat del tot.

17. Noteu que els exemplars (i també els models) són uns determinants de la infraestructura de comunitat molt més efectius que les generalitzacions simbòliques. Moltes comunitats científiques comparteixen, per exemple, l'equació de Schrödinger, i llurs membres troben aquella fórmula gairebé de manera equivalent en llur educació científica. Però, en continuar l'aprenentatge, diguem que cap a la física d'estat sòlid d'una banda i la teoria de camp de l'altra, els exemplars que troben divergeixen. Després d'això l'únic que es pot dir inequívocament que comparteixen és l'equació de Schrödinger ininterpretada, no la interpretada.

com un dels problemes exemplars amb què s'ha trobat abans. Quan hi ha regles per guiar-lo ell, és clar, les desplega. Però el seu criteri bàsic és una percepció de similitud que és alhora lògicament i psicològicament anterior a qualsevol dels nombrosos criteris a través dels quals pot haver-se fet aquella mateixa identificació de similitud. Un cop s'ha vist la similitud hom pot demanar criteris, i sovint val la pena de fer-ho. Però no se'n té necessitat. La sèrie mental o visual adquirida en aprendre de veure dos problemes com a semblants es pot aplicar directament. Vull ara argumentar que, sota circumstàncies apropiades, hi ha algun mitjà de processar dades en grups de similitud que no depèn d'una resposta prèvia a la pregunta: semblant respecte a què?

El meu argument comença amb una breu digressió sobre el terme «dades». Filològicament deriva d'«allò donat». Filosòficament, per raons profundament inserides en la història de l'epistemologia, aïlla els elements estables mínims fornits pels nostres sentits. Encara que no confiem més en un llenguatge de dades sensorials, frases com «verd allà», «triangle aquí» o «calent allí baix» continuen connotant els nostres paradigmes d'una dada, la que dona l'experiència. En diversos aspectes hauran de fer aquest paper. No tenim accés a elements d'experiència més mínims que aquests. Mai que processem dades conscientment, ja sigui per identificar un objecte, descobrir una llei o inventar una teoria, no manipulem necessàriament sensacions d'aquesta mena o llurs compostos. A despit d'això, des d'un altre punt de vista, les sensacions i llurs elements no són el donat. Vist teòricament més que experimentalment, aquest títol correspon més aviat als estímuls. Per bé que hi tenim accés només indirectament, via teoria científica, són els estímuls que ens afecten com a organismes, no les sensacions. Una gran quantitat de processos neurals s'esdevenen entre la nostra recepció d'un estímulo i la resposta sensorial que és la nostra dada.

Res d'això no pagaria la pena de dir-ho si Descartes hagués estat encertat en postular una correspondència biunívoca entre els estímuls i les sensacions. Però nosaltres sabem que no existeix res d'aquesta mena. La percepció d'un color donat pot ser evocada per un nombre infinit de longituds d'ones combinades diversament. A la inversa, un estímulo donat pot evocar una varietat de sensacions, la imatge d'un ànec en un recipient, la imatge d'un conill en un altre. No hi ha respostes com aquestes que siguin enterament innates. Podem aprendre de distingir colors o models que eren indistingibles abans d'ensinistrar-nos-hi. Fins a una extensió encara desconeguda, la producció de dades a partir dels estímuls és un procediment après. Després del procés d'aprenentatge, el mateix estímulo evoca una dada diferent. Trec per conclusió que, tot i que les dades són elements mínims de la nostra experiència individual, només cal que siguin respostes compartides a un estímulo donat entre els membres d'una comunitat educacional, científica o lingüística relativament homogènia.¹⁸

Torno ara al meu argument principal, però no als exemples científics. Inevitablement aquests darrers resulten complexos en excés. Per contra demano d'imaginar un nen petit en un passeig amb el seu pare per un parc zoològic.

18. A *The Structure of Scientific Revolutions*, particularment al capítol 10, insisteixo repetidament en el fet que els membres de comunitats científiques diferents viuen en mons diferents i que les revolucions científiques canvien el món en el qual treballa un científic. Ara voldria dir que els membres de comunitats diferents es presenten amb dades diferents per als mateixos estímuls. Noti's, però, que aquest canvi no converteix frases com «un món diferent» en inapropiades. El món donat, sigui el de cada dia o el científic, no és un món d'estímuls.

El nen ha après prèviament de reconèixer els ocells i de distingir-ne els pit-roigs. Durant la tarda que ara s'acosta aprendrà per primera vegada d'identificar els cignes, les oques i els ànecs. Qualsevol que hagi ensenyat sota aquestes circumstàncies sap que l'eina pedagògica primària és l'ostensió. Les frases com «tots els cignes són blancs» poden fer algun servei, però no calen. Les suprimiré de la meua consideració, de moment, donat que el meu objectiu és aïllar un mode diferent d'aprenentatge en la seva forma més pura. L'educació de Johnny procedeix llavors com segueix. Son pare assenyala un ocell, dient: «Mira, Johnny, allà hi ha un cigne». Poc després Johnny mateix assenyala un ocell i diu: «Papà, un altre cigne». Però encara no ha après el que són els cignes i cal corregir-lo: «No, Johnny, això és una oca». La següent identificació d'un cigne que fa Johnny es confirma com a correcta, però la seva «oca» següent és de fet un ànec, i el nen necessita correcció altre cop. Però després d'uns pocs encontres més com aquests, cadascun amb la seva correcció o reforçament apropiats, l'habilitat de Johnny per a identificar aquests ocells aquàtics és tan gran com la del seu pare. La instrucció s'ha completat ràpidament.

Demano ara què ha succeït a Johnny, i sostinc la plausibilitat de la resposta següent. Durant la tarda, part del mecanisme neural mitjançant el qual el nen processa els estímuls visuals ha estat reprogramat, i les dades que rep dels estímuls, tots els quals haurien provocat en principi «ocell», han canviat. Quan començà el seu passeig, el programa neural descobria les diferències entre els cignes individuals tant com aquelles que hi ha entre els cignes i les oques. Cap al final del passeig, característiques com la longitud i curvatura del coll del cigne s'han descobert i d'altres s'han suprimit de manera que les dades del cigne s'avenen l'una amb l'altra i difereixen de les dades de les oques i dels ànecs, cosa que no s'esdevenia abans. Ocells que prèviament havien semblat iguals (i també tots diferents) s'agrupen ara en grups discontinus en l'espai perceptual.

Un procés d'aquesta mena es pot modelar amb facilitat en una computadora; jo mateix sóc en les primeres fases d'un tal experiment. S'entra a la màquina un estímulo, en forma d'una cadena de n dígitos ordenats. Allí es transforma en una dada per l'aplicació d'una transformació preseleccionada de cadascun dels n dígitos, tot aplicant una transformació diferent per a cada posició en la cadena. Qualsevol dada obtinguda d'aquesta manera és una cadena de n números, una posició en el que anomenaré un espai de qualitat n -dimensional. En aquest espai, la distància entre dues dades, mesurada amb una mètrica euclidiana o una de no-euclidiana apropiada, representa llur similitud. Quins estímuls es transformen en dades similars o pròximes és cosa que depèn, és clar, de la tria de les funcions de transformació. Diferents conjunts de funcions produeixen diferents grups de dades, models diferents de similitud i diferència, en l'espai perceptual. Però no cal que les funcions de transformació siguin construïdes per l'home. Si es donen a la màquina estímuls que poden ser reunits en grups i se la informa de quins estímuls han de ser col·locats en els mateixos grups i quins en d'altres de diferents, ella mateixa pot dissenyar un conjunt apropiat de funcions de transformació. Noti's que ambdues condicions són essencials. No tots els estímuls es poden transformar perquè formin grups de dades. Fins i tot quan això és possible, la màquina, com el nen, ha de ser informada primer de quins van junts i quins separats. Johnny no va descobrir ell tot sol que hi havia cignes, oques i ànecs. Més aviat li ho va ser ensenyat.

Si ara representem l'espai perceptual de Johnny en un diagrama bi-dimensional, el procés pel qual ha passat és una mica com la transició de la figura 1

a la figura 2.¹⁹ A la primera, els ànecs, les oques i els cignes estan tots barrejats. A la segona s'han agrupat en conjunts discrets amb distàncies apreciables entre ells.²⁰ D'ençà que el pare de Johnny li ha dit, en efecte, que els ànecs, les oques i els cignes són membres de famílies naturals discretes, Johnny té tot el dret d'esperar que qualssevol ànecs, oques o cignes futurs s'encabiran naturalment dins o en el límit d'una d'aquestes famílies, i que no trobarà cap dada que caigui en la zona intermèdia entre elles. Aquesta expectativa pot trencar-se, tal vegada durant una visita a Austràlia. Però li servirà mentre continua com a membre de la comunitat que ha descobert a partir de l'experiència la utilitat i viabilitat d'aquestes distincions perceptuals particulars i ha transmès l'habilitat de practicar-les d'una generació a la següent.

En ésser programat per reconèixer allò que la comunitat a què ha de pertànyer en el futur ja sap, Johnny ha adquirit una informació important. Ha après que les oques, els ànecs i els cignes formen famílies naturals discretes i que la natura no ofereix cigne-oques o oca-ànecs. Algunes constel·lacions de qualitats van plegades; d'altres no es troben en absolut. Si les qualitats en els seus grups inclouen l'agressivitat, la seva tarda al parc pot haver acomplert funcions de conducta tant com funcions zoològiques ordinàries. Les oques, al contrari que els cignes i els ànecs, claquen i piquen. El que Johnny ha après és així un coneixement valuós. ¿Però sap què signifiquen els termes «oca», «ànec» i «cigne»? En qualsevol sentit pràctic sí, car pot aplicar aquestes designacions inequívocament i sense esforç, esbossant conclusions de comportament de llur aplicació, sigui directament o per via d'afirmacions generals. D'altra banda, ha après tot això sense adquirir, o almenys sense que li calgués adquirir, ni tan sols un criteri per a identificar els cignes, les oques o els ànecs. El nen pot assenyalat un cigne i dir-vos que ha d'haver-hi aigua a prop, però pot molt bé escaure's que sigui incapaç de dir-vos què és un cigne.

En resum, Johnny ha après d'aplicar designacions simbòliques a la natura sense que li calgués res de semblant a les definicions o a les regles de correspondència. En llur absència, ell emprà una percepció apresada, encara que primitiva, de similituds i diferències. Mentre adquiria la percepció ha après alguna cosa sobre la natura. Aquest coneixement pot ser englobat, després d'això, no en generalitzacions o regles, sinó en la relació mateixa de similitud. Certament no estic suposant, deixeu-m'ho remarcar, que la tècnica de Johnny sigui l'única a través de la qual s'adquireix i s'emmagatzema el coneixement. De la mateixa manera que tampoc no penso que molt del coneixement humà sigui adquirit i emmagatzemat amb tan poc de recurs a les generalitzacions verbals. Però vull instar al reconeixement de la integritat d'un procés cognoscitiu com aquest tot just esbossat. En combinació amb processos més familiars, com la generalització simbòlica i la modelització, és, segons crec, essencial per a una reconstrucció adequada del coneixement científic.

¿Cal que ara digui que els cignes, oques i ànecs que Johnny trobava durant el seu passeig amb el pare eren el que he estat anomenant exemplars? Presentats a Johnny amb llurs designacions corresponents, constituïen les solucions a un problema que els membres de la seva comunitat futura ja havien resolt. L'assimilació d'aquestes solucions forma part del procés de socialització

19. Pel que fa als dibuixos estic en deute amb el llapis i la paciència de Sarah Kuhn.

20. Més avall restarà palès que tot allò que és especial en aquest mètode de processar estímuls depèn de la possibilitat de reunir les dades en grups amb espai buit entre ells. En absència d'espai buit no hi ha altra alternativa a l'estratègia de processament, la qual, dissenyada per a un món de totes les dades possibles, se sosté en definicions i regles.

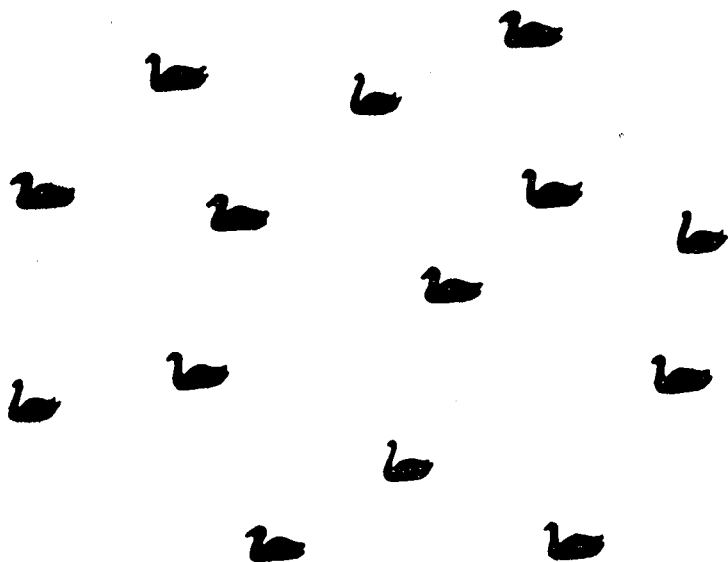


Fig. 1

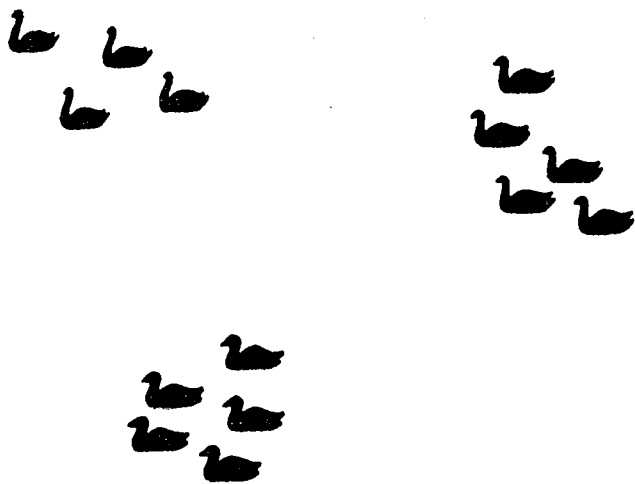


Fig. 2

a través del qual Johnny esdevé part d'aquella comunitat i, alhora, aprèn sobre el món que la comunitat habita. Johnny, per descomptat, no és cap científic, igual com no és encara ciència el que ha après. Però pot molt bé arribar a ser un científic, i la tècnica emprada en el seu passeig encara serà viable. Que realment en faci ús serà summament obvi si esdevé un taxonomista. Els herbaris, sense els quals cap botànic no pot funcionar, són magatzems d'exemplars professionals, i llur història és coextensiva amb la de la disciplina a la qual presten suport. Però la mateixa tècnica, si bé en la seva forma menys pura, és essencial també a les ciències més abstractes. Ja he argumentat que assimilar les solucions a problemes tals com el pla inclinat i el pèndol cònic forma part de l'aprenentatge del que és la física newtoniana. Només després que s'han assimilat uns quants problemes d'aquesta mena, pot procedir l'estudiant o el professional a identificar per ell mateix altres problemes newtonians. Aquesta assimilació dels exemples forma part, encara, d'allò que el capacita per aïllar les forces, masses i restriccions dins un nou problema, i per idear un formalisme apropiat per a la seva resolució. A despit de la simplicitat excessiva, el cas de Johnny hauria d'indicar per què continuo insistint en el fet que els exemplars compartits tenen funcions cognoscitives essencials anteriors a una especificació dels criteris en relació amb els quals són exemplars..

Conclouré el meu raonament retornant a una pregunta crucial discutida abans en relació amb les generalitzacions simbòliques. Suposat que els científics assimilien i emmagatzemen coneixement en exemples compartits, ¿cal que el filòsof s'ocupi del procés? ¿No podria, en comptes d'això, estudiar els exemples i derivar-ne regles de correspondència, les quals, al costat dels elements formals de la teoria, farien superflus els exemples? Per a aquesta pregunta he suggerit ja la resposta següent. El filòsof és lliure de prendre regles en lloc d'exemples i, si més no en principi, pot esperar de reeixir-hi en fer-ho. En el procés de substitució, però, alterarà la naturalesa del coneixement posseït per la comunitat de la qual els exemples van ser extrets. El que estarà fent, en efecte, és substituir un mitjà de processar dades per un altre. A menys que sigui extraordinàriament primmirat, afeblirà la cognició de la comunitat en fer-ho. Fins i tot actuant amb compte, canviarà la naturalesa de les futures respostes de la comunitat a alguns estímuls experimentals.

L'educació de Johnny, encara que no sigui en ciència, forneix un nou tipus d'evidència a aquestes afirmacions. Identificar cignes, oques i ànecs per mitjà de regles de correspondència més que per similituds percebudes és dibuixar corbes tancades i no-interseccionades a l'entorn de cadascun dels grups de la figura 2. El que en resulta és un simple diagrama de Venn que mostra tres classes no superposades. Tots els cignes es troben en una, totes les oques en una altra, etc. Per on, però, cal dibuixar les corbes? N'hi ha infinites possibilitats. Una d'elles s'illustra a la figura 3, on els límits es dibuixen molt a prop de les figures dels ocells que es troben en els tres grups. Donats aquests límits, Johnny pot ara dir que el criteri consisteix a ser un membre de la classe dels cignes, les oques o els ànecs. D'altra banda, pot neguitejar-se per causa de l'ocell aquàtic que veu més pròxim a la corba. La figura perfilada en els diagrames és òbviament un cigne pel criteri de la distància percebuda, però no és cigne, oca ni ànec per les regles de correspondència per al conjunt de membres de la classe introduïdes recentment.

Els límits, després d'això, no s'haurien de dibuixar massa a prop dels extrems d'un grup d'exemplars. Anem per tant a l'altre extrem, figura 4, i di-

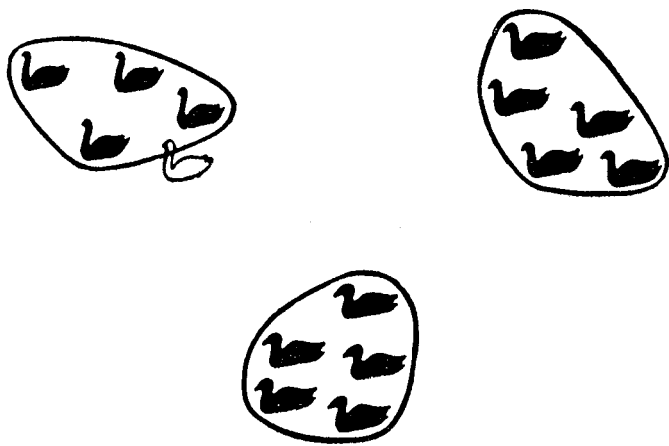


Fig. 3

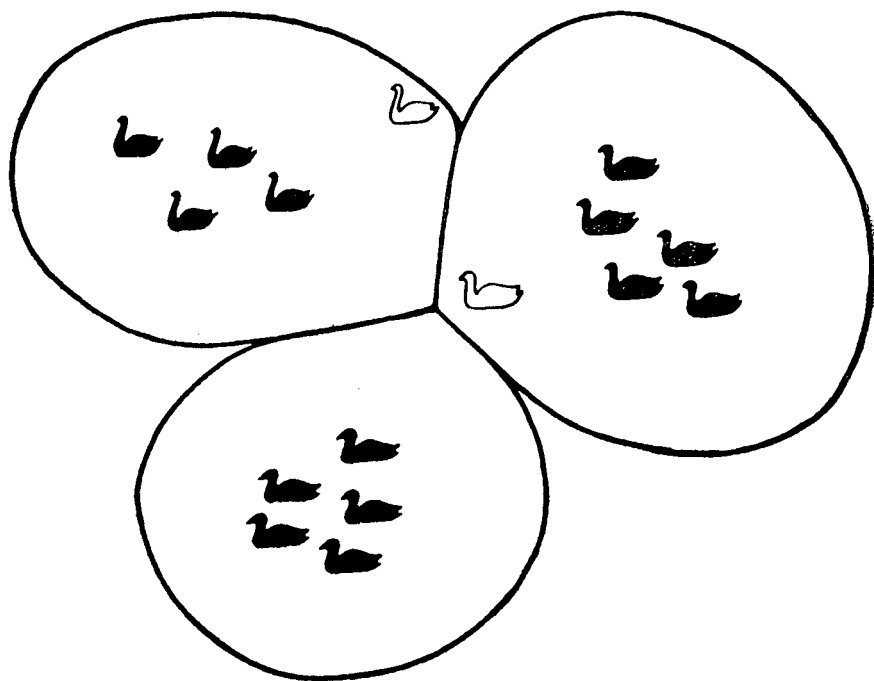


Fig. 4

buixem uns límits que exhaureixin pràcticament totes les parts de l'espai perceptual de Johnny. Amb aquesta opció, cap ocell que aparegui prop dels grups existents no presentarà problema, però evitant aquesta dificultat n'hem creada una altra. Johnny solia saber que no hi ha cigne-oques. La nova reconstrucció del seu coneixement el priva d'aquesta informació. En canvi li proporciona una cosa que és extraordinàriament improbable que necessiti: el nom que aplicarà a la dada d'un ocell posat en l'espai desocupat entre els cignes i les oques. Per reemplaçar el que s'ha perdut podem imaginar d'afegir a l'aparell cognoscitiu de Johnny una funció densitat que descriu la probabilitat de trobar-se un cigne en posicions diverses dins els límits dels cignes, al costat de funcions semblants per a les oques i els ànecs. Però el criteri de similitud original ja les fornira. En efecte, ens hauríem limitat a tornar al mecanisme de processament de dades que havíem pensat de reemplaçar.

Clarament, cap de les dues tècniques extremes per dibuixar límits de classe no donarà bon resultat. El terme mitjà indicat a la figura 5 és una millora òbvia. Tot ocell que apareix prop d'un dels grups existents hi pertany. Tot ocell que apareix a mig camí entre els grups no té nom, però allí és improbable que existeixi una dada així. Amb límits de classe com aquests, Johnny hauria de ser capaç d'operar amb èxit durant un temps. Encara no ha guanyat res de substituir per límits de classe els seus criteris de similitud originals, i ha tingut alguna pèrdua. Si l'aptitud estratègica d'aquests límits s'ha de mantenir, pot ser necessari que llur localització canviï cada cop que Johnny troba un altre cigne.

La figura 6 mostra el que tinc *in mente*. Johnny ha trobat un nou cigne. Entra enterament, com li pertoca, dins l'antic límit de classe. No hi ha hagut problema d'identificació. Però pot haver-n'hi en una pròxima vegada a no ser que es dibuixin nous límits, aquí representats com a línies de punts, per donar compte de la configuració alterada del grup de cignes. Sense l'ajustament exterior del límit dels cignes, l'últim ocell trobat, encara que sense cap mena de problemes fos un cigne pels criteris de semblança, pot anar a parar a sobre o fins i tot fora de l'antic límit. Sense la retracció simultània del límit dels ànecs, l'espai buit, el qual es pot preservar (segons que els més grans i més experimentats que Johnny li han assegurat), hauria esdevingut massa estret. Si això és així —és a dir, si cada nova experiència pot comportar algun ajustament dels límits de classe— hom podria molt bé preguntar si Johnny va ser prudent en permetre que els filòsofs li dibuixessin qualsevol d'aquests límits. El primitiu criteri de similitud, que ell havia adquirit prèviament, l'havia capacitat per dominar tots aquests casos sense problemes i sense un ajustament continu. Hi ha, n'estic segur, una cosa tal com el canvi de sentit o el canvi en l'abast d'aplicació d'un terme. Però sols la noció que el sentit o l'aplicabilitat depenen de límits predeterminats podia dur-nos a voler desplegar aquí una fraseologia com aquesta²¹

No estic indicant, deixeu-m'ho remarcar, que mai no hi hagi bones raons per dibuixar límits o adoptar regles de correspondència. Si a Johnny se li haguessin presentat unes sèries d'ocells que omplissin l'espai buit entre els cignes i les oques, s'hauria vist forçat a resoldre el dilema resultant amb una línia

21. Així mateix hom podria retenir aquí frases com «vaguetat de sentit» o «illimitada textura de conceptes». Totes dues impliquen una imperfecció, alguna cosa que mancava i que pot després aportar-se. Aquest sentit d'imperfecció es crea, però, solament per un estàndard que requereix la nostra possessió de condicions necessàries i suficients per a l'aplicabilitat d'una paraula o frase en un món de totes les dades possibles. En un món en què algunes dades no apareixen mai, un criteri com aquest és superflu.

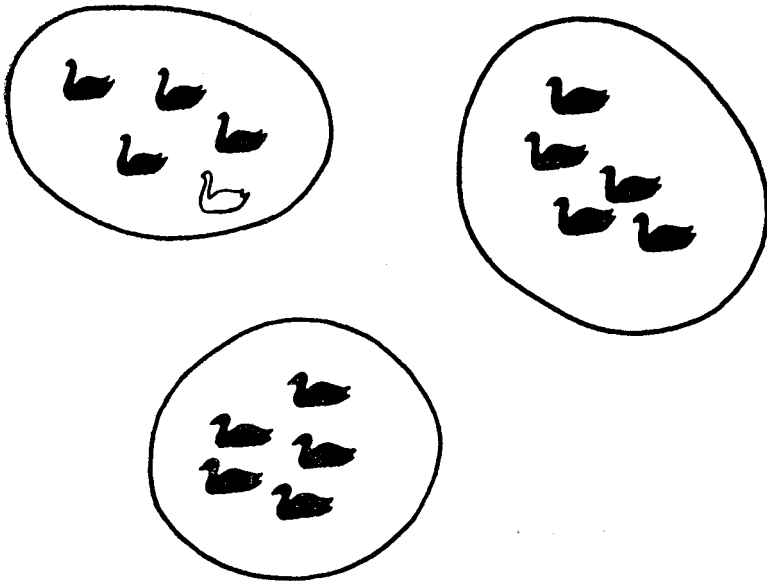


Fig. 5

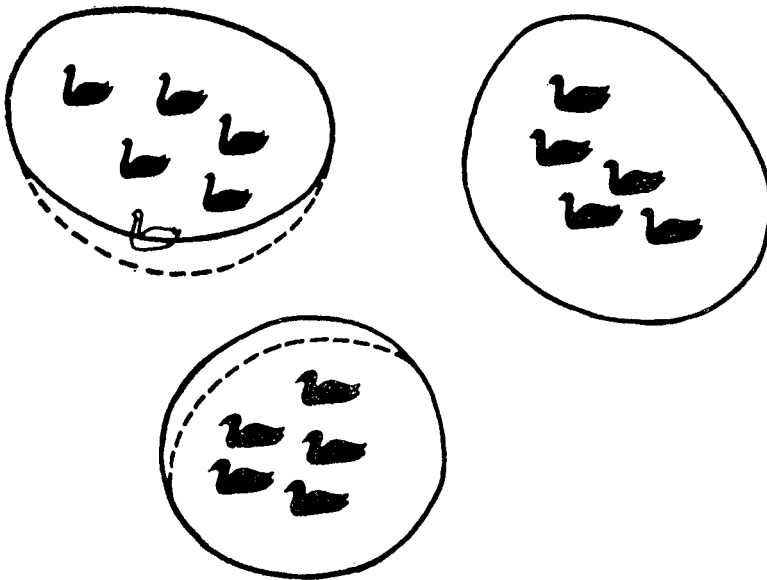


Fig. 6

que dividís el continu cigne-oca per definició. O, si hi hagués raons independents per suposar que el color és un criteri estable amb vista a la identificació d'ocells aquàtics, Johnny podria assenyadament haver-se declarat a favor de la generalització «tots els cignes són blancs».²² Aquesta estratègia podria estalviar un valuós temps de processament de dades. En qualsevol cas la generalització forniria un punt d'entrada a la manipulació lògica. Hi ha ocasions apropiades per canviar a l'estratègia ben coneguda que es basa en límits i regles. Però aquesta no és l'única estratègia assequible per al processament d'estímuls o de dades. N'existeix una d'alternativa, basada en el que he estat anomenant una percepció de similitud apresada. L'observació, ja sigui de l'aprenentatge de llenguatge, de l'educació científica o de la pràctica científica, indica que s'empra extensament, de fet. Ignorant-la en la discussió epistemològica podem fer molta violència a la nostra comprensió de la naturalesa del coneixement.

Retornem finalment al terme «paradigma». Formava part de *The Structure of Scientific Revolutions* perquè jo, l'autor-historiador del llibre, en examinar el conjunt de membres d'una comunitat científica, no vaig poder detectar prou regles compartides per respondre de la aproblemàtica conducta de recerca del grup. Exemples compartits en una pràctica reeixida podien substituir, segons vaig concloure a continuació, la deficiència en regles del grup. Aquests exemples eren els seus paradigmes, i com a tals eren essencials per fer-ne una recerca continuada. Malauradament, havent assolit aquesta meta, vaig pensar permetre a les aplicacions dels termes d'expandir-se, fins a abraçar tots els compromisos compartits de grup, tots els components del que ara prefereixo anomenar la matriu disciplinar. Inevitablement, el resultat fou la confusió, i obscuria les raons originals per a la introducció d'un terme especial. Però aquestes raons encara romanen. Els exemples compartits poden exercir funcions cognoscitives atribuïdes comunament a les regles compartides. Quan ho fan, el coneixement es desenvolupa de manera diferent de quan es governa per regles. Aquest paper ha estat, sobretot, un esforç per aïllar, clarificar i fer comprendre aquests punts essencials. Si poden ser copsats, estarem capacitats per prescindir del terme «paradigma», però no pas del concepte que menà a la seva introducció.

THOMAS S. KUHN
traducció de Marcel Ortín

22. Noti's que el compromís de Johnny amb «tots els cignes són blancs» pot ser un compromís o bé amb una llei sobre els cignes o bé amb una definició (parcial) dels cignes. Això és, ell pot rebre la generalització bé com a analítica, bé com a sintètica. Com s'indica més amunt, a la nota 14, es pot comprovar que la diferència té conseqüències, particularment si Johnny troba a continuació un ocell aquàtic negre que, en d'altres aspectes, s'assembla molt a un cigne. Les lleis esbossades directament a partir de l'observació són corregibles de mica en mica, mentre que les definicions generalment no ho són.