

Què és i què no és la recerca?

Francesc Salvador i Beltran

PID_00236020

Temps de lectura i comprensió: **2 hores**



Índex

1. Creences i malentesos entorn de la ciència i la recerca.....	5
1.1. Maneres de conèixer	5
1.2. La recerca científica	6
1.3. Tipus de coneixement	8
2. La ciència, una activitat per a la cerca de coneixement: supòsits, objectius i característiques.....	11
2.1. Supòsits	11
2.2. Objectius	12
2.3. Característiques	18
Bibliografia.....	21

1. Creences i malentesos entorn de la ciència i la recerca

Constantment, el món que ens envolta ens suggereix interrogants de tota mena als quals intentem donar resposta (*què és això?, per què ho ha fet?, com es fa?*, etc.). Les qüestions solen referir-se a la immediatesa de la vida quotidiana (*com puc arribar a tal carrer?*), però de vegades també a qüestions menys immediates i més deslligades de la quotidianitat (*quin és l'origen de l'univers?*). La recerca comença quan hom s'interroga sobre algun aspecte de la realitat, bé sigui per qüestions més immediates, bé per qüestions més de fons. La manera de trobar resposta a la nostra curiositat, però, pot ésser diversa segons com ho fem per arribar-hi. El científic, lògic i filòsof Charles Peirce (1839-1914) va distingir diverses maneres de fer adreçades a obtenir respostes, és a dir, a adquirir coneixement. Vegem tot seguit quines són.

1.1. Maneres de conèixer

Una manera de respondre qüestions és a partir de les **creences adquirides**; així, els fets, els esdeveniments o les conductes s'expliquen a partir de patrons de tipus cultural i social. Aquesta manera de fer s'aferra al que podríem denominar tradició: *sempre ha estat així, sempre s'ha fet d'aquella manera*, etc. Certament, els patrons culturals i les tradicions es desenvolupen per respondre a demandes i necessitats de la societat i, en general, són capaços de donar-hi resposta en un moment determinat. Ara bé, la persistència a tenir-los com una font coneixement sense qüestionar-los, sotmetre'ls a crítica o admetre la possibilitat de canvi fa impossible l'autocorrecció del coneixement. Així, quan es produeixen errors, la mateixa insistència a persistir en la mateixa explicació fa que aquests es mantinguin per llargs períodes de temps.

Una altra manera de procedir és recórrer a **fonts de prestigi**, tot consultant persones, llibres o documents que considerem capacitats per proporcionar les respostes. És un procediment basat en autoritats, les quals pensem que són la font més adient per trobar solucions a les qüestions plantejades. És el que fem, per exemple, quan per conèixer el significat d'una determinada paraula, les dades demogràfiques d'un país o una reacció química consultem manuals, mestres, pàgines web qualificades, etc. Confiem en les respostes que proporcionen a partir de l'expertesa que han demostrat en ocasions anteriors.

No obstant això, recórrer als arguments d'autoritat sense sotmetre'ls a crítica i creure sempre la informació o argumentació que proporcionen sense qüestionar-ne mai la veracitat porta també a situacions en les quals els errors poden perdurar en el temps, sense possibilitat de detectar-los i corregir-los. Així, per

exemple, si no es fa una lectura crítica o no es contrasten amb diverses fonts d'informació, les errades en una enciclopèdia o en un llibre de text es reproduïxen i es mantenen.

La tercera manera d'aproximar-se a la realitat per obtenir respostes és seguir unes pautes contemplatives i interpretatives que facin emergir comprensions globals del món. És una manera de fer basada en la **intuïció**, que intenta copsar significats absoluts de la realitat. És habitual i útil en la creació artística, però difícil de mantenir com una font exclusiva de coneixement fora d'aquest àmbit.

Una quarta manera de procedir que permet donar resposta a interrogants és l'ús sistemàtic de la **raó**, la qual s'aplica seguint unes regles rigoroses de pensament. Aquesta manera de fer proporciona un cos de coneixements estructurats a partir de les lleis de la lògica. Ara bé, com podem garantir que un conjunt de coneixements, per molt ben estructurats que estiguin, proporcionin la resposta correcta a una determinada qüestió? O si es presenten dues o més possibilitats igualment ben estructurades, quina escollirem?

Finalment, encara trobarem una darrera manera de fer. Segons aquesta, per obtenir respostes haurem d'**observar** els fenòmens del nostre entorn de manera rigorosa i sistemàtica. En aquest cas, el coneixement prové d'observar els fets empírics sota una situació planificada, i la informació que n'obtenim és l'únic criteri per determinar la veracitat de les explicacions que proporcionem.

1.2. La recerca científica

De les cinc maneres que hem exposat, sens dubte molta gent coincidiria a indicar que la darrera correspon a la manera de procedir de la recerca científica. Però aquesta afirmació no és ben bé certa. Fixem-nos que si basem tot el nostre coneixement només en l'**observació sistemàtica dels fets empírics**, el que s'obté és una acumulació desordenada de coneixements que acaba essent poc útil. Només si els coneixements adquirits s'ordenen segons determinats criteris, el creixement progressiu d'aquests portarà a obtenir visions estructurades del món. De fet, la recerca científica actual és la síntesi de l'observació empírica i el raonament que es deriva d'aquestes observacions, tot construint un cos estructurat de coneixements que serveixen per ordenar les noves observacions que s'incorporen, però també per suggerir i guiar les futures observacions.

Es produeix, doncs, una **acumulació ordenada de coneixement**, el contrast del qual amb l'observació empírica permet fer ajustos, és a dir, detectar errors i corregir-los (per exemple; Sagan, 1992).

Activitat

Trobareu una exposició molt didàctica de les característiques pròpies de la recerca científica al capítol 3 («La armonía de los mundos») de la videosèrie *Cosmos*, dirigida per Carl

Sagan. Vegeu també l'activitat 1 (*Components bàsics de la recerca*) que proposem relacionada amb aquest vídeo.

La síntesi entre observació empírica i reflexió teòrica és el nucli de la recerca, però les altres maneres de fer també poden tenir el seu paper. De fet, mantenir-se pertinaç fins a un cert límit en unes idees establertes impedeix que les construccions teòriques canviïn d'un dia per l'altre, la qual cosa les faria inútils, i que es mantinguin fins que s'acumula prou evidència per canviar-les. També la confiança en la bona feina d'altres investigadors permet que un investigador no hagi de posar a prova tots i cadascun dels coneixements que s'acumulen en la seva disciplina, sinó que confia en l'expertesa dels seus col·legues. I, finalment, no és rar que la part més creativa de la recerca descansi en intuïcions que ens portin a comprendre un determinat fenomen o bé emprendre una recerca per sotmetre a prova empírica una idea que se'ns ha acudit.

La recerca és una activitat rica i variada on entren en joc elements molt diversos, tots els quals contribueixen a fer que sigui una manera molt eficaç de respondre preguntes i de conèixer millor el nostre món en qualsevol dels seus àmbits (físic, biològic, social, conductual, etc.), oferint-nos una visió coherent i ordenada. Visió que no serà estàtica, sinó que variarà en funció de la nova informació empírica que incorporem, la qual de vegades ens farà canviar una determinada construcció teòrica per ajustar-la millor als fets observats. A més, a partir d'aquesta acumulació estructurada i del refinament progressiu del coneixement podem efectuar nombroses aplicacions pràctiques que afecten directament les nostres vides. Què és, doncs, allò que la fa tan eficaç per conèixer el món i actuar-hi? La clau està en la manera de fer, en les accions per adquirir el coneixement. La manera de procedir de la recerca és el que es coneix com a mètode científic, que és una seqüència d'accions que efectua l'investigador per adquirir nous coneixements o per millorar els que ja té. A l'apartat «El mètode científic: Les fases del mètode» del mòdul didàctic «Com es planifica una recerca?» veurem quines són aquestes accions; centrem-nos ara a diferenciar la recerca científica i els coneixements que produeix aquesta d'altres tipus de coneixement.

Com apuntàvem uns paràgrafs més amunt, la recerca científica posa l'èmfasi a contrastar el conjunt estructurat de coneixements, el que en direm teoria, amb dades empíriques. Aquestes proporcionen el criteri de veritat per decidir si un coneixement es considera o no correcte. Si allò que diu la teoria i allò que diuen les dades encaixa, es considera que el que diu la teoria és correcte; si no encaixa, es desestima la teoria. Les dades, doncs, sempre manen. Acceptar-ho té conseqüències importants. Així, contra el que hom pugui pensar, l'activitat de recerca, com tota activitat humana, és susceptible de cometre errors (i, de fet, en comet), però com que contrasta de manera continuada les construccions teòriques amb la informació empírica, tard o d'hora detecta els errors i els corregeix, proporcionant una visió cada vegada més acurada del món. No

és la infal·libilitat el que caracteritza la recerca científica, sinó la seva manera intrínseca de fer, basada en les dades empíriques, que li permet detectar i **corregir errors**.

No és tampoc una característica de l'activitat de recerca la perennitat dels coneixements que proporciona. Just el contrari: com que els coneixements estan sotmesos a l'avaluació permanent que suposa el seu contrast amb les dades empíriques, el coneixement canvia d'acord amb la nova informació que produeixen noves dades. La recerca més aviat produeix el que anomenaríem un **coneixement provisional**. Així, una determinada explicació es dona per vàlida fins que n'apareix una de millor, més adequada o més exacta segons el criteri que proporcionen les dades. La provisionalitat del coneixement és una segona conseqüència important d'acceptar les dades com a àrbitres per incorporar o refusar uns coneixements.

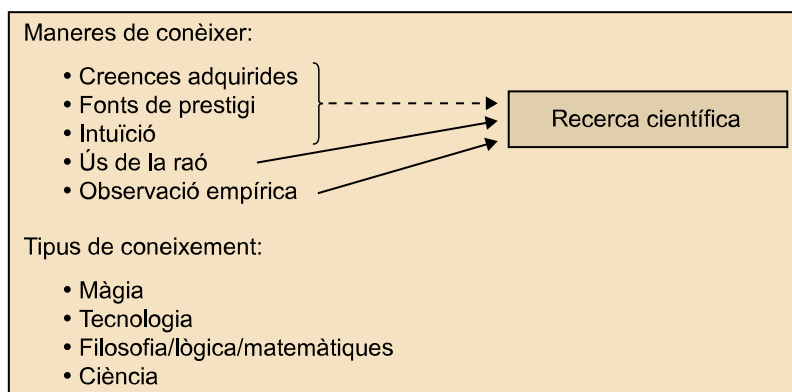
En resum, l'exigència de sotmetre a prova empírica els coneixements i donar primacia a les dades, dotar els coneixements adquirits d'una estructura lògica, l'autocorrecció del coneixement i la seva provisionalitat constitueixen les característiques pròpies de l'activitat de recerca basada en el mètode científic. Cap altra activitat que impliqui obtenir coneixement, és a dir, respondre preguntes del nostre entorn, incorpora tots aquests trets a la vegada, tot i que certament en pot compartir alguns. Tot seguit mostrarem altres tipus de coneixement i els compararem amb els coneixements produïts per la recerca científica

1.3. Tipus de coneixement

El que podríem anomenar **màgia** (o coneixement màgic) i tot allò que l'envolta, per exemple les arts endevinatòries, segueix tota una metodologia ben establerta, de vegades bastant complexa; però si es fa una contrastació empírica de les seves afirmacions (cosa que és possible en moltes ocasions), les dades no produeixen cap modificació en els seus coneixements i tècniques. Encerti o no l'endevinació (generalment, el nivell d'encert és el mateix que l'atzar), no es produeix cap canvi en la manera de fer i l'endevinador segueix aplicant exactament les mateixes tècniques. En aquest cas les dades no manen, sinó que són els coneixements previs els que manen. A diferència del que havíem vist més amunt, en la màgia, quan hi ha discrepància entre l'estructura de coneixement i les dades empíriques, no hi ha un replantejament del coneixement, sinó un refús de les dades. Quan el xaman, fetiller o curandero proposa a algú un ritual o una determinada manera d'elaborar i prendre els remeis per desprendre's de la mala sort o per guarir una malaltia i fracassa, la *culpa* del fracàs no és mai del ritual o del remei, sinó del mateix individu, que no ha fet bé el ritual o no s'ha pres el remei de la manera que li havien dit. Tot i que l'evidència empírica contradiu el coneixement establert, aquesta no és usada per modificar-lo.

Una manera d'actuar similar la trobem en moltes pseudociències que proposen remeis al marge de la medicina: quan fracassen no atribueixen la culpa al procediment de la pseudociència, sinó al pacient (o les persones que en tenen cura), acusant-los de no haver seguit bé les ordres. No cal dir que, a més de no corregir mai els errors, creen un fort sentiment de culpabilitat en el pacient i en les persones del seu entorn. És una manera de fer que, a diferència de l'activitat de recerca científica, no permet l'autocorrecció i, per tant, el coneixement roman inalterable en el temps (la lectura de les línies de la mà, per exemple, es pot fer ara exactament com es feia fa segles). En canvi, és una manera de fer en què predomina el principi d'autoritat o la persistència en les tradicions.

Figura 1. Quadre resum de les maneres de conèixer i dels tipus de coneixement. La recerca científica és una síntesi entre l'ús de la raó i les observacions empíriques, amb algunes contribucions d'altres maneres de conèixer.



La **tecnologia**, per contra, basa tot el coneixement que produeix en l'experiència empírica; però més aviat l'acumula que no pas l'estructura en un cos teòric, sense preguntar-se per les causes que produeixen els fenòmens. En no disposar d'una teoria que guii el procés de recerca, molt sovint l'adquisició de coneixements es fa per assaig i error.

Totes les societats humanes han desenvolupat una tecnologia més o menys sofisticada, des dels còdols tallats de fa més de dos milions d'anys de la cultura olduvaiana fins al desenvolupament tècnic de les civilitzacions més modernes. En tots els casos, però, el denominador comú del desenvolupament tecnològic és no demanar el perquè. Per exemple, els polinesis van desenvolupar un sistema d'orientació que els permetia navegar a mar oberta amb les seves canoes a partir de l'observació de la posició dels astres i del coneixement els corrents marins, però no van generar cap teoria que donés explicació de perquè del moviment relatiu dels astres o de les causes que produeixen els corrents marins.

Finalment, **la filosofia, la lògica i les matemàtiques** desenvolupen elaboracions teòriques ben estructurades a partir d'uns principis de pensament, com el de no-contradició o el d'identitat. El criteri per determinar si el coneixement que produeix és o no correcte és demostrar si compleixen els principis

Una curiositat

La nostra espècie (*Homo sapiens*), o altres espècies fòssils (per exemple l'*Homo habilis*, que desenvolupà la cultura olduvaiana) no és única a desenvolupar tecnologia. Per exemple, grups de ximpanzés (*Pan troglodytes*) de l'Àfrica occidental disposen des de fa 4.300 anys d'una indústria lítica simple documentada arqueològicament.

en què es basa sense necessitat de recórrer a referents empírics. Els canvis i refinaments en el coneixement s'assoleixen pel progressiu ajust d'aquest als principis que el determinen, eliminant les contradiccions internes.

Actualment, però, a diferència del que succeïa fa uns tres-cents anys, l'activitat de recerca i els coneixements que produeix no es limiten a unes quantes disciplines amb uns procediments relativament simples que interessin un nombre reduït d'acadèmics i estudiosos, sinó que els coneixements i els procediments han crescut molt i tenen importants repercussions econòmiques i socials. Per això, la recerca científica recorre i treu profit de diversos tipus de coneixement. Així, les matemàtiques i la lògica s'han convertit en una eina gairebé imprescindible per elaborar teories. D'altra banda, la tecnologia pura, la de l'assaig i error, que avança sense comprendre les causes, és cada vegada més rara perquè no pot prescindir de la potència d'acció que proporcionen els models i les teories produïts per l'activitat de recerca científica. En l'actualitat, tecnologia i coneixement científic se solen recolzar l'una en l'altre. Tot i això, hem intentat delimitar els àmbits i les característiques de diferents tipus de coneixement (màgia, tecnologia i filosofia, lògica i matemàtiques) i establir les diferències més importants amb el coneixement que produeix la recerca científica. Si en aquest apartat hem mostrat els trets diferencials del coneixement científic amb altres tres tipus de coneixement, a l'apartat següent mostrarem i aprofundirem en allò que caracteritza la recerca basada en el mètode científic.

2. La ciència, una activitat per a la cerca de coneixement: supòsits, objectius i característiques

El **mètode científic**, que és la base en què es fonamenta la recerca, és una manera de procedir, un conjunt d'activitats que permet obtenir coneixements. Hem vist que els coneixements que anem obtenint no es juxtaposen, sinó que s'endrecen en una estructura lògica. Tampoc són permanents, perquè les noves dades que provenen de l'observació empírica poden reforçar allò que ja sabem, però també poden contradir-ho. En aquest darrer cas, prevalen els referents empírics: l'estructura teòrica es revisa i es modifica en funció de les noves aportacions empíriques. Això permet detectar i corregir els errors i també refinar els coneixements que ja tenim. Tota aquesta activitat descansa en uns supòsits, té uns objectius i uns trets definitoris que la caracteritzen. Ara els desgranarem amb cert detall.

2.1. Supòsits

Els supòsits són fonamentalment dos. El primer fa referència al fet que la realitat segueix unes **regularitats**, algunes de les quals es poden observar per experiència quotidiana i d'altres no tant. Un exemple evident de les primeres és la sortida del sol per determinats punts de l'horitzó, mentre el fet que sota determinades condicions la matèria es transforma en energia seria un exemple de les segones. Tot l'univers, és a dir, tota la realitat que ens envolta, bé sigui a nivell físic, biològic, social o conductual, segueix uns patrons regulars. Aquests, de vegades es manifesten de manera nítida, altres vegades no tant. Així, encara que no formi part de les nostres experiències quotidianes, és fàcil determinar al laboratori que una molècula d'àcid sulfúric està formada per un àtom de sofre, dos d'hidrogen i quatre d'oxigen. Aquesta regularitat l'observarem sempre i amb la mateixa claredat.

En altres àmbits, les regularitats no es perceben de manera tan nítida. La versatilitat i adaptabilitat de la conducta que mostren molts organismes biològics (pensem, per exemple, en els nostres animals domèstics) fa que costin més de trobar. I quan es produeixen interaccions de tipus social, per exemple en les societats humanes, la variabilitat és tan forta que els patrons subjacents resten molt amagats. Tant és així, que molt sovint només es podran fer afirmacions de tipus probabilístic. Per exemple, és un fet conegut que una de les respostes a la frustració és l'agressió. Llavors, si algú pateix una frustració podem preveure que hi haurà molta probabilitat que mostri una conducta agressiva. Però pot ésser que en un cas concret observem que l'agressió posterior al fet frustrant no es produeix. Tal vegada aquella persona, a partir d'experiències prèvies, s'ha adonat que altres maneres de fer donen més bon resultat que l'agressió. És a dir, un altre factor, com són els aprenentatges socials, ha produït en aquest cas concret una resposta diferent. Per això, en aquests àmbits les regularitats

s'expressen en forma de probabilitat: després d'un esdeveniment A és probable que es produeixi l'esdeveniment B; però quan s'observa un cas concret de l'esdeveniment A pot ésser que després no es doni l'esdeveniment més probable. Més endavant tornarem sobre aquest tema, però sigui de manera més clara i determinista o bé més matisada i probabilista, sempre suposarem que hi ha uns patrons de regularitat que fan de l'univers un lloc on hi ha un ordre. Constitueix un *cosmos* (oposat a *caos*), supòsit heretat del pensament i la tradició grega, que és a la base del naixement i la conformació actual de la ciència.

El segon supòsit va lligat al primer: les regularitats que produeixen un món ordenat són **accessibles al coneixement humà**. És a dir, a més de trobar-nos immersos en una realitat ordenada també podem accedir a aquest ordre i conèixer-lo. Sense aquest supòsit, tot i que el món segueixi uns patrons regulars, no hi hauria manera de construir un coneixement ordenat. L'accés a les regularitats és imprescindible per construir el coneixement que hem exposat més amunt i sotmetre'l a contrastació empírica. De vegades, però, como hem comentat en els exemples del paràgraf precedent, les regularitats no es mostren de manera nítida i cal un important esforç per detectar-les. Aquest fet, que simplement posa de manifest la complexitat i riquesa del nostre entorn, no suposa cap limitació; ans al contrari, suposa un important repte que serveix d'estímul per esperonar la recerca.

L'aplicació del mètode científic descansa en ambdós supòsits: en la confiança que el mètode ens permet accedir a les regularitats que ordenen el món anirem adquirint un coneixement progressivament més acurat d'aquest. Examinem ara quins són els objectius de la recerca científica, és a dir, què vol aconseguir.

2.2. Objectius

És evident que si apliquem el mètode científic confiats que hi ha un ordre que podem captar, l'objectiu és **comprendre** aquest ordre. Volem arribar a una comprensió de la realitat que ens envolta donant resposta als interrogants que tot sovint ens plantegem, tal com hem posat de manifest a l'inici de l'apartat anterior. Però què volem dir amb *comprendre*? Quan direm que hem comprès una cosa? Per comprendre haurem d'ésser capaços de respondre diverses qüestions: *què és això?*, *on encaixa això?*, *per què és així?*, *què li succeirà en el futur?* i *com el puc canviar?* Respondre aquestes cinc qüestions correspon, respectivament, a descriure, classificar, explicar, predir i controlar un determinat fet o esdeveniment. Quan podem respondre de manera satisfactòria les cinc qüestions (és a dir, hem estat capaços de descriure, classificar, explicar, predir i controlar) estem en condicions d'afirmar que hem comprès.

Com just comentàvem, la realitat mostra una variabilitat que serà més fàcil o més difícil de determinar segons l'àmbit en què ens movem (més fàcil en l'àmbit físic o químic i més difícil en el biològic, conductual o social). Podem dir que la realitat està formada per elements que varien, per variables. Pràcticament tot el que ens envolta pot variar (només trobem tres constants universals:

la velocitat de la llum al buit, la constant de Planck i la constant de gravitació de Newton). Una **variable** serà qualsevol element susceptible de prendre diferents valors: el cycle de rotació terrestre (nit i dia), els components de la personalitat (per exemple, introvertit *versus* extravertit), els nivells d'ensenyament (infantil, primari, secundària, batxillerat i superior), l'acidesa d'una dissolució (amb els diferents valors de pH) i així successivament. Una dissolució, posem per cas, pot tenir un pH de 2,9 (com el vinagre) o bé de 6,5 (com la llet). No hi ha, doncs un valor fix per a la propietat d'acidesa de les dissolucions, sinó que aquest pot variar. De la mateixa manera, un individu pot ésser introvertit, mentre que un altre és extravertit. El component introversió-extraversió de la personalitat no és fix per a totes les persones, sinó que varia d'una persona a una altra (més endavant, en diversos apartats, ens tornarem a trobar amb el concepte de variable, que detallarem i ampliarem).

Una **descripció** consisteix a fer explícites les variables que constitueixen un element o esdeveniment, és a dir, dir quines són i quins valors poden prendre. Per exemple, segons l'anomenat model dels cinc grans (o model dels *Big Five*), la personalitat es caracteritza per cinc variables, denominades respectivament *extraversió*, *obertura al canvi*, *responsabilitat*, *cordialitat* i *inestabilitat emocional*. La personalitat, que és una propietat que tenen els individus, queda caracteritzada per les cinc variables. Si demanem *què és la personalitat?* (recordem que la pregunta que volem respondre és *què és això?*), la resposta serà fer-ne una descripció. O el que és el mateix, indicar en què consisteixen les cinc variables que la constitueixen i els valors que pot prendre cadascuna (per exemple, la variable *extraversió* s'expressa en un continu que va des de l'extraversió fins al seu contrari, la introversió). Observem que al seu torn podríem fer una descripció de l'extraversió tot indicant quines variables la constitueixen (la sociabilitat, l'assertivitat, etc.). Una descripció, per tant, pot referir-se a diferents nivells de la realitat, més àmplia (la personalitat) o més específica (l'extraversió) que s'ordenen de manera jeràrquica (l'extraversió és una de les variables que conformen la personalitat, que al seu torn està conformada per altres variables). En tot cas, la resposta a preguntes del tipus *què és això?* porten a fer enumeracions de variables. La descripció és essencialment una enumeració clara i exhaustiva de les variables de l'element o esdeveniment sobre el qual hem preguntat. Descriure és el primer pas en la comprensió, que ens obre la porta a respondre més interrogants.

Sabem que els coneixements no tan sols s'acumulen, sinó que a més adopten una determinada estructura. El primer que cal fer és posar ordre, és a dir, disposar d'una **classificació** que endreci els esdeveniments que ja hem caracteritzat en una descripció. De fet, els humans classifiquem i manegem classificacions de manera constant en la nostra vida quotidiana: des d'organitzar les prestatgeries d'una botiga o un supermercat (zones de lactis, alimentació, begudes o neteja) fins *coses que hem d'agafar en sortir de casa* (claus del cotxe i de casa, moneder o cartera, documentació, etc.). Ara bé, en la classificació dels productes del supermercat, un *lacti* pot ésser la llet, que també és una beguda i un aliment, mentre que un altre *lacti* com el iogurt és també un aliment, però

no una beguda. Les *coses que hem d'agafar en sortir de casa* poden variar d'un dia a un altre; per exemple, si plou hi inclourem el paraigua. El coneixement científic necessita afinar més. Cada cosa ha de poder anar a un sol lloc i tot ha de tenir un lloc on anar-hi, és a dir, s'ha de guiar pels principis d'exclusivitat i exhaustivitat. La taula periòdica de classificació dels elements segons les seves propietats químiques, la taxonomia dels éssers vius o la classificació de les malalties mentals són alguns dels moltíssims exemples possibles de classificació que intenten guiar-se per ambdós principis.

Disposar de taxonomies, és a dir, de classificacions que compleixen els principis d'exhaustivitat i exclusivitat, permet encarar l'interrogant *on encaixa això?* Per respondre'l haurem d'ésser capaços de classificar l'esdeveniment. Si podem trobar un lloc on situar-lo en la classificació haurem avançat un pas més en la seva comprensió. Així, haurem avançat en la comprensió d'allò que passa si davant un pacient que mostra determinats símptomes som capaços d'indicar que aquests són propis del grup de malalties mentals denominades *neurosis*, que són diferents del grup de malalties mentals denominades *psicosis*, o bé si observant un infant que no pronuncia bé determinats fonemes diem que pateix dislàlia, que és un tipus de trastorn de la parla.

Les classificacions pròpies del coneixement científic, d'acord amb les característiques d'aquest, no són estàtiques, sinó sotmeses a l'autocorrecció i a la provisionalitat. Per exemple, la classificació dels éssers vius incorpora constantment noves espècies que han estat descobertes, o bé en canvia la classificació d'acord amb les noves dades que aporten els avenços en biologia molecular. També la revisió de la classificació de les malalties mentals és continuada, d'acord amb els avenços de la psicopatologia, la psiquiatria i la psicologia clínica.

La tercera pregunta a què ens enfrontem és *per què és així?* (una pregunta molt freqüent al llarg de tota la vida de les persones, encara que pugui semblar que només ho és en un període de la infantesa!). Respondre-hi és esbrinar les **causes** d'un esdeveniment, és a dir, indicar quines variables l'han produït. Respondre preguntes com *per què ha caigut aquest avi?* o *per què s'ha callat l'alumne?* ens demanen indagar quines han estat les causes: què ha actuat sobre l'avi per fer-lo caure o sobre l'infant per fer-lo callar. Potser l'avi ha caigut perquè li han donat una empenta o l'infant haurà callat perquè el mestre l'ha mirat. En tots dos casos cerquem els antecedents immediats, l'empenta i la mirada, respectivament. El que estableix el nexa de causalitat és, doncs, la contigüïtat temporal. Si a un esdeveniment li succeeix un altre tenim raons per pensar que el primer ha produït (ha estat la causa) del segon.

L'establiment de causalitats no sol ésser una tasca fàcil. D'una banda, cal assegurar-se que allò que proposem com a causant realment l'és. Pot semblar-nos que l'alumne s'ha callat perquè l'ha mirat el mestre, però en realitat ho ha fet perquè un soroll li ha cridat l'atenció. O bé diem que l'avi havia caigut per l'empenta, però no l'havien arribat a tocar i ha caigut per un líquid llis-

Exemples de classificació

Les classificacions canvien i evolucionen. La classificació dels éssers vius de Carl von Linné (1707-1778) tenia només dotze pàgines el 1735. Vint-i-tres anys després, la desena edició abastava més de 4.000 espècies animals i gairebé 8.000 plantes. D'altra banda, la classificació de les malalties s'estableix actualment a partir del *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM)* de l'Associació Americana de Psiquiatria, que va assolir la cinquena edició (DSM-5) el 2013.

cós que hi havia a terra. Molt sovint cal fer una anàlisi molt acurada de les variables que estaven presents quan es va produir l'esdeveniment per arribar a fer una atribució correcta de causalitat. D'altra banda, pot succeir (i succeeix ben sovint) que no hi hagi una única causa, sinó que l'esdeveniment s'hagi produït per l'acció de diverses variables que han contribuït que es produís. Pot ésser que hagin tocat una mica l'avi i que en estar sobre el líquid relliscós hagi caigut. Les causes de la caiguda de l'avi haurien estat l'acció conjunta de l'empenta i el líquid lliscós. Si en aquest exemple senzill podem trobar formulades diverses explicacions possibles, imaginem-nos situacions molt més complicades, com determinar per què un infant no té el nivell adequat de lectura per a la seva edat o per què ha baixat el rendiment en una planta de producció d'una fàbrica. Molt sovint es prenen decisions a partir de l'explicació que hem donat d'un determinat esdeveniment, però si l'explicació és falsa les accions que s'emprenguin poden resultar desastroses. Bona part de l'activitat de recerca s'adreça a esbrinar causes i a assegurar-se que realment ho són, és a dir, a determinar de manera inequívoca quines variables produeixen l'esdeveniment estudiat.

Si bé la contigüïtat temporal sembla un determinant clau per establir relacions de causalitat, no és tan clar que ho sigui la contigüïtat espacial. En el cas de la caiguda de l'avi, bé hagi estat l'empenta, bé la trepitjada del líquid lliscós o ambdues coses, s'ha produït un contacte físic entre l'antecedent i el conseqüent (el cos de la persona que li ha donat l'empenta i/o el líquid lliscós, d'una banda, i l'espatlla i/o el peu de l'avi, de l'altra). En el cas de l'infant que es calla, però, tant si ha estat per la mirada del mestre com per un soroll, no hi ha contacte físic. Podem filar molt prim i dir que l'alumne ha vist que l'observava el mestre perquè un raig electromagnètic ha impactat les cèl·lules fotoreceptores de la seva retina (o que les ones de so han impactat el seu timpà), però el nivell d'anàlisi que hauríem d'assumir probablement ens faria perdre l'objectiu d'estudi (la relació mestre-alumne).

En l'exemple de l'avi que cau obtindrem una explicació que anomenarem **paratètica**, mentre que en l'exemple de l'infant que es calla l'anomenarem **apotètica**. En resum, per establir relacions de causalitat cal que es produeixi una contigüïtat temporal, però si bé en una explicació paratètica hi ha contigüïtat espacial entre la causa i la conseqüència, aquesta contigüïtat espacial no hi és en una explicació apotètica. En qualsevol dels dos casos, però, caldrà mantenir la mateixa cura a identificar quines han estat les variables causals i garantir que no siguin altres variables les que l'hagin produït. Dels procediments per establir causalitats en parlarem més endavant, quan desenvolupem com s'executa una recerca (mòdul didàctic «Com s'executa una recerca?»).

Quan coneixem les causes podem esperar què passarà en aquelles situacions en què apareguin aquestes. Si unim en determinada proporció sofre, oxigen i hidrogen podem esperar que s'obtingui àcid sulfúric. O si xutem una pilota amb determinada força esperarem que arribi o no a porteria segons la força del xut i la distància a què ens trobem de la porteria. És a dir, podem arribar

a **predir** què succeirà i donar resposta a la pregunta *què li succeirà a això en el futur?* Fer prediccions i encertar-les depèn de si es coneixen bé totes les variables antecedents. Si no és així i ens deixem alguna variable rellevant, una predicció pot resultar inexacta, perquè precisament ha actuat aquella variable que desconeixíem.

Com és de suposar, com més complicat sigui l'esdeveniment que es vol predir, és a dir, com més variables hi estiguin implicades, molt més fàcil serà errar la predicció. En el cas de la síntesi de l'àcid sulfúric o del xut, la predicció es complirà al cent per cent: obtindrem la mateixa substància química, i donada una força la pilota recorrerà un determinat espai. En altres casos, on actuen moltes més variables, les prediccions ja no solen ésser tan acurades. Tot i els avenços evidents assolits en els darrers anys, la predicció meteorològica encara falla alguna vegada i el comportament de la borsa encara falla més. Comentàvem que si algú pateix una frustració podem preveure que mostrarà una conducta agressiva, però en algun cas concret l'agressió potser no es produeixi. Com vèiem, si el nostre coneixement de les causes, atesa la complicació de les variables implicades, no és prou acurat per poder predir amb molta garantia d'èxit, llavors és més útil parlar en termes de probabilitat i intentar establir quina és aquesta probabilitat.

Les dificultats per fer prediccions no han de fer-nos desistir de fer-les en aquells casos en què sigui possible, però cal conèixer les limitacions de cada moment i no anar més enllà del que permeti l'estat dels coneixements. Igual que succeïx amb les descripcions, classificacions o explicacions, que cada vegada són més acurades d'acord amb els resultats de la recerca, que va incrementant i refinant de manera progressiva el nostre coneixement del món, també de manera progressiva es van assolint prediccions més acurades. Les prediccions, ni que siguin probabilístiques, poden ésser extremament útils per prendre decisions importants: si hi ha certa probabilitat d'infecció d'una malaltia es recomana la vacunació, o bé apliquem un programa de prevenció si en una escola detectem risc d'assetjament.

Hem basat la possibilitat de fer prediccions en el bon coneixement de les causes, i certament és així. Però també podem trobar-nos en alguna situació en què sigui possible fer prediccions, i molt acurades, sense conèixer les causes. De fet, és el cas de bona part del coneixement tecnològic que comentàvem en l'apartat anterior. Els polinèsis podien predir els corrents marins amb suficient cura per navegar per alta mar, però desconeixien quina és la causa d'aquests. Quan hi ha una regularitat molt clara en els esdeveniments, l'acumulació d'observacions sense una teorització al darrere permet establir prediccions acurades. Un exemple també paradigmàtic ha estat l'observació dels astres, la qual ha permès, sense comprendre ben bé què produeix el moviment, predir eclipsis amb moltíssima precisió, tal com ho feren el maies i altres pobles de l'antiguitat, amb un instrumental senzill i sense recórrer a cap construcció teòrica. No obstant

això, el coneixement de les causes, a més d'ésser un dels objectius de la recerca científica, és determinant per establir prediccions en molts àmbits de coneixement.

El coneixement que proporciona la recerca científica pot usar-se en moltes aplicacions pràctiques, les quals es deriven de respondre la pregunta *com puc canviar això?* Respondre la pregunta implica poder actuar sobre les variables, és a dir, tenir el **control** sobre els valors que poden prendre i poder-los canviar a voluntat. Si per evitar una anomalia metabòlica important produïda per un gen el desactivem i impedim que actui, estem canviant el valor de la variable d'*activat* a *desactivat*. El control de les variables és la base de les aplicacions pràctiques de l'activitat de recerca, i només cal mirar al nostre voltant per veure que en són moltíssimes. En aquest punt, coincideix amb la tecnologia, tot i que, com hem comentat, en l'actualitat és difícil que la tecnologia actui al marge de la recerca científica, mentre que moltes aplicacions tecnològiques forneixen el coneixement científic.

Però si bé la descripció, classificació, explicació i predicció són a l'abast de tots els dominis de l'activitat científica en major o menor grau, no passa el mateix amb el control. Hi ha casos en els quals aquest no és possible. Un cas prototípic és també l'astronomia, que tal com havíem comentat és capaç de predir amb molta cura els esdeveniments del seu àmbit d'estudi, però no en té cap mena de control. Imaginem-nos el volum i la precisió dels coneixements necessaris per predir un eclipsi i, malgrat tot, no es té accés a les variables que el produeixen!

Comprendre és poder respondre les cinc preguntes, però no sempre podem respondre-les totes cinc. El coneixement científic és un coneixement que es va construint, reelaborant i refinant de manera progressiva, i algunes preguntes obtenen resposta abans que d'altres. Just hem vist que és possible fer prediccions o actuar sobre les variables sense comprendre'n les causes. També la classificació d'una determinada espècie pot canviar d'un lloc a un altre de la taxonomia, però seguim donant explicacions prou bones de la conducta d'aquesta espècie en relació amb el seu hàbitat. La seqüència de descriure, classificar, explicar, predir i controlar no té perquè seguir un ordre temporal estricte. És cert que sense una adequada caracterització de les variables que conformen un esdeveniment (és a dir, sense la delimitació de les variables que proporciona una descripció) no és possible anar més enllà, però un cop assolit aquest punt d'ancoratge inicial podem avançar per donar resposta a la resta de preguntes en paral·lel i a diferents ritmes. En cada moment, segons si podem respondre amb més o menys claredat les cinc preguntes, assolim un grau major o menor de comprensió. Els resultats de la recerca faran que anem avançant cap a comprensions majors a mesura que som capaços de respondre més preguntes i amb més precisió.

2.3. Característiques

Coneguts els supòsits i objectius, podem caracteritzar quins són els trets que defineixen la recerca científica. Ja n'havíem vist alguns en l'apartat anterior: exigència de sotmetre a prova empírica els coneixements i donar primacia a les dades (empiricitat), dotar els coneixements d'una estructura lògica, l'autocorrecció i la provisionalitat del coneixement. Completem-los ara amb un parell de trets més.

Els coneixements s'obtenen seguint un mètode, que hem denominat mètode científic, el qual consta d'una sèrie d'activitats que ha de fer l'investigador. No obstant això, un aspecte que pot sobtar és la gran diversitat de maneres de concretar aquestes activitats. Si comparem camps de coneixement diversos de seguida ens adonem que la recerca no s'hi executa de la mateixa manera. Per exemple, són ben diferents les tècniques emprades en física que en psicologia, o en biologia que en geologia. Però també els astrònoms difereixen notòriament amb els físics nuclears en la manera d'efectuar recerca, malgrat que ambdós comparteixen una mateixa disciplina. També els psicòlegs que treballen en neurociència mitjançant instrumentació de laboratori se serveixen de procediments ben diferents dels emprats pels psicòlegs socials, que apliquen qüestionaris a grups d'individus.

La causa d'aquestes diferències no és perquè els científics emprin essencialment mètodes diferents, sinó que divergeixen en les tècniques i els procediments que fan servir per aplicar el mètode. El mètode científic és una lògica de recerca, una manera sistemàtica d'obtenir i organitzar informació del món, però no especifica pas com aplicar aquesta lògica en cada cas concret. És raonable, per tant, que s'observi una **unitat en la lògica de recerca** però una diversitat en l'aplicació de les tècniques per implementar-lo, en funció de cada disciplina o especialitats dins d'una mateixa disciplina. Així, per exemple, els aparells de registre electrofisiològic del psicòleg experimental, els qüestionaris del psicòleg social, els registres de camp de l'etòleg i la resta d'estrís i procediments de cada especialitat de la psicologia són tècniques específiques d'implementació de la mateixa lògica de recerca. El mètode és únic, però les maneres d'implementar-lo poden variar moltíssim, fins i tot dins la mateixa disciplina, com ha quedat palès en els exemples que hem mostrat (i molts més que podríem mostrar). Diferenciem, doncs, entre la lògica que guia les activitats de recerca (que mostrarem en l'apartat «El mètode científic: Les fases del mètode» del mòdul didàctic «Com es planifica una recerca?») i les maneres d'implementar-la. La lògica és una (el mètode), les tècniques per implementar-la són variades (varien segons la naturalesa de l'esdeveniment a investigar o també de l'estat en què es troba la recerca respecte d'aquell esdeveniment en aquell moment concret). Aquesta és una altra característica de la recerca científica.

Un problema que ens plantejava la manera de conèixer basada en l'ús de la raó era com discernir entre dues elaboracions teòriques. Ens demanàvem: si es presenten dues o més possibilitats teòriques igualment ben estructurades, quina escollirem? El criteri de veritat basat en els referents empírics ens pot resoldre la pregunta: escollirem aquella que encaixi amb les dades. No obstant això, de vegades (o potser hauríem de dir bastant sovint) les dades encaixen força bé en dues o més teories. Llavors, quina de les dues escollim?

El principi general que se segueix és el principi de simplicitat, segons el qual entre dues teories en les quals encaixen les mateixes dades cal quedar-se amb la teoria més simple, entenent per *més simple* la que incorpori menor nombre d'elements. Tot i això, sovint, tot i aplicant aquest principi, es fa difícil l'elecció i diferents teories conviuen durant un temps (de vegades fins i tot un llarg període) fins que les dades acaben donant suport a una d'elles (vegeu el text de Kuhn, 1981, sobre la dinàmica d'acceptació i refús de les teories, que ha esdevingut clàssic).

L'aplicació del principi de simplicitat, però, va més enllà d'un sistema per decidir entre teories rivals i, en el cas de les característiques de la recerca científica que ara comentem, s'ampliaria al que podem denominar **relacions limitades**. Segons aquest, els esdeveniments que relacionem en un cos teòric hauran de formar part del mateix domini. Per exemple, si afirmem que l'estudiant es calla perquè el mestre el mira, la causa (mirada del mestre) i la conseqüència (callar-se) pertanyen totes dues al domini de la conducta humana.

Ara bé, incompliríem aquest principi si atribuïm el silenci de l'alumne al fet que les conjuncions astrals feien que aquell dia tingués més apatia i menys ganes de parlar. La causa (la disposició dels astres) i la conseqüència (callar-se) pertanyen a dominis diferents (l'astronomia i la conducta humana, respectivament). Òbviament, per relacions limitades ens referim a esdeveniments de dominis ben allunyats, com els que acabem de comentar, no pas a disciplines diferenciades però en contacte i complementàries. La conducta es pot explicar a partir d'altres conductes, però el coneixement de l'estructura i el funcionament del sistema nerviós i endocrí ens ajuda a comprendre moltes qüestions referents a la conducta dels éssers vius. Els punts de contacte entre disciplines sovint són una font de preguntes, i també de respostes, a moltes de les qüestions plantejades per la recerca. Ara bé, evitarem relacionar esdeveniments d'àmbits allunyats del coneixement.

Així, a més de les característiques que ja coneixíem, n'afegim dues més: un sol mètode, entès com una lògica de treball, i les relacions limitades. Com hem vist, algunes d'aquestes característiques poden ésser compartides amb altres maneres de conèixer i altres tipus de coneixement, però totes només es donen en l'activitat de recerca científica i el coneixement que produeix aquesta activitat. Un resum de tot el que hem indicat el trobareu a la figura

Principi de simplicitat

Es basa en el criteri establert en la *navalla d'Occam* (amb referència a Guillem d'Occam, filòsof anglès del segle XIV), segons el qual no s'han de multiplicar les entitats de manera innecessària. A banda dels dubtes en l'atribució a Guillem d'Occam, que sembla que només l'havia pensat per a algunes qüestions d'ordre teològic, aquest criteri ha suscitat (i encara suscita) controvèrsia. Altres autors haurien proposat principis que són *antinavalles*, com el principi de plenitud de Leibniz (filòsof alemany del segle XVIII), o més recentment la teoria dels universos múltiples o multivers.

Màgia i principi de relacions limitades

La màgia i el coneixement que se'n deriva incompleixen amb freqüència el principi de relacions limitades. És el cas de la relació entre astres i conducta, base d'estudi de l'astrologia. També el capítol 3 («La armonía de los mundos») de la videosèrie *Cosmos* sotmet a examen i descarta la relació entre astres i conducta.

2. Al mòdul didàctic «Com es planifica una recerca?» donarem resposta a una altra de les preguntes que ens planteja l'activitat de recerca, tot centrant-nos en l'aplicació del mètode científic.

Figura 2. Quadre resum dels supòsits, els objectius i les característiques de la recerca científica.

Supòsits:	Univers ordenat
	Univers accessible al coneixement
Objectiu: Comprendre	Descriure: <i>què és això?</i>
	Classificar: <i>on encaixa això?</i>
	Explicar: <i>per què això és així?</i>
	Predir: <i>què li succeirà això?</i>
	Controlar: <i>com puc canviar això?</i>
Característiques:	Empiricitat
	Dotar els coneixements d'una estructura lògica
	Autocorrecció
	Provisionalitat
	Una sola lògica de treball
	Relacions limitades

Bibliografia

- Bachelard, G.** (1974). *La formación del espíritu científico* (3a edició). Buenos Aires: Siglo XXI.
- Bunge, M.** (1975). *Teoría y realidad* (2a edició). Barcelona: Ariel.
- Bunge, M.** (1981). *La investigación científica. Su estrategia y su filosofía* (8a edició). Barcelona: Ariel.
- Campbell** (1952). *What is science?* Nova York: Dover.
- Chalmers, A. F.** (1982). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Madrid: Siglo XXI.
- Foucault, M.** (1977). *La arqueología del saber*. Mèxic: Siglo XXI.
- Kerlinger, F. N.; Lee, H. B.** (2002). *Investigación del comportamiento: técnicas y metodologías* (4a. edició). Mèxic: McGraw-Hill Interamericana.
- Kuhn, T. S.** (1981). *La estructura de las revoluciones científicas* (6a reimpressió). Mèxic: Fondo de Cultura Económica.
- Kuhn, T. S.** (1989). *¿Qué son las revoluciones científicas? y otros ensayos*. Barcelona: Paidós-ICE de la Universitat Autònoma de Barcelona.
- Popper, K.** (1983). *Conjeturas y refutaciones*. Barcelona: Paidós.
- Sagan, C.** (1992). *Cosmos* [videosèrie]. Barcelona: RBA.
- Salvador, F.; Pelegrina, M.** (1999). *El mètode científic en psicologia* (2a edició, revisada). Barcelona: Pòrtic.
- Sellars, W.** (1963). *Science, perception and reality*. Londres: Routledge and Kegan Paul.
- Trías, E.** (1970). *Metodología del pensamiento mágico*. Barcelona: Edhasa.

