

Filosofia de la Ciència II

Inductivisme, de Popper a Feyerabend



Primavera, 2024-2025

*Aquests apunts poden contenir imprecisions.
No són substitut d'anar a classe, ni pretenen suplir la docència.*

Filosofia de la Ciència II

- 0 -

Introducció

Professor: Albert Solé Bellet (albert.sole@ub.edu)

0.1 Introducció a l'àmbit de l'assignatura

Estem justificats per creure que el Sol sortirà demà?

Estem justificats a considerar que els tibetans i el feng-shui són pseudoteràpies?

Troblem importants **paradoxes** en la **justificació** de la **causalitat** de fets recurrents.

La **falta de confiança** en les pràctiques té **implicacions socials** profundament arrelades. Hi ha qui defensa que el coneixement **científic** és un producte de la **cultura**.¹

0.1.1 Empirisme

Sembla que, tant per la neutralitat i el caràcter incontestable de l'**observació** i l'**experiència** i el caire quasi algorítmic del **mètode empíric**, les teories o hipòtesis científiques tenen un estatus especial. Però en trobem que s'estenen més enllà d'allò observable: la Teoria de Cordes, on les cordes fan uns 10^{-35} m i exigeixen unes deu dimensions per poder desenvolupar-se. *Però quina diferència hi ha entre una teoria així i els xacres?*

La **justificació dels enunciats científics** parteix de l'**observació** i l'**experiència**; però hi ha molts enunciats que afirmen fets que excedeixen allò observable. I **els arguments deductius no són ampliatius**: no donen coneixement nou. De fet, van d'allò general a allò concret. **La informació es troba a les premisses**; no en la conclusió, que tendeix a ser menys informativa que les premisses de les quals es deriva. És part de les premisses: si les premisses són certes, la conclusió també ho serà.

Tot sembla indicar que, en la mesura que es justifiquen certs enunciats partint de l'experiència, caldrà fer-ho en virtut d'un argument o mètode no deductiu. **Popper** s'hi oposarà.

0.1.2 Raonament

L'argument o mètode no deductiu	
La ciència ha de poder ser contrastada .	El contrast té a veure amb l' experiència .
	Ha de tenir almenys algun efecte que sigui observable.
	Cal dissenyar experiments que permetin el contrast.
Predicció	
Conseqüència.	

Figura 1. Mètode no deductiu de la predicció

¹ Es recomana llegir *Sàpiens*, de Yuval Noah Harari.

Sembla ser un requisit necessari que tota **teoria científica** tingui **conseqüències observables** per recolzar-la, *com ara la troballa del cràter del meteorit que es postula que va provocar l'extinció dels dinosaures*.

$$H \rightarrow P$$

Si hi ha proves (P), la hipòtesi (H) pot **prosperar**; si no, **no**. Aquest raonament lògic es coneix com a **Modus Tollens**².

Segueix un exemple d'un dels casos, on es nega P : la **refutació**.

Format		Exemple	
Si H , aleshores P .	P1	Si plou , aleshores el carrer està moll .	
No-P .	P2	El carrer no està moll .	
No-H .	C	No plou .	

Figura 2. Refutació mitjançant Modus Tollens

Però aquest mètode no és fiable: **no s'estan considerant tots** els elements en joc. Rarament d'una hipòtesi **inobservable** totalment teòrica es podran derivar prediccions **observables**. Un exemple d'aquesta falla lògica és el sistema planetari d'**Aristòtil**, amb totes les seves esferes homocèntriques. Tot i que era difícilment contrastable, es va poder lligar a una conseqüència més fàcilment observable que finalment la va falsar: les esferes obligaven a que la llum dels planetes, que matemàticament s'assumia que només dependria de la distància respecte la Terra, fos sempre la mateixa, pel fet de ser figures regulars. Però no ho era.

$$H \wedge S_{Aux} \wedge CI \rightarrow P$$

La **hipòtesi** H que proposava un sistema d'esferes homocèntriques ha d'unir-se a la conjunció de les **suposicions auxiliars** (S_{Aux}), que assumeix que la brillantor dels planetes només depèn de la distància, i les **condicions inicials** (CI), que és l'observació de la llum planetària canviant. La diferència entre hipòtesi i suposicions auxiliars és contextual o pragmàtica: sovint, la hipòtesi tracta allò que s'està contrastant; les suposicions auxiliars s'assumeixen correctes, bé perquè ja s'hagin contrastat prèviament, bé perquè són prejudicis.

Es tracta d'un argument **deductiu**. Però la ciència vol arribar a **prediccions que informin més** que les seves premisses.

Deducció	Inducció
D'allò general a allò concret .	D'allò concret a allò general .
La conclusió és implícita a les premisses.	Objectiu expansiu de la ciència.

Figura 3. Deducció i inducció

Un altre cas, on es nega H : la **confirmació**.

² En lògica, el *modus tollendo tollens* (en llatí, *mode que negant nega*), també anomenat *modus tollens* i generalment abreujat com a MTT o MT, és una regla d'inferència.

Format	Exemple	
Si no-H , aleshores probablement no-P .	P1	Si la illa no està habitada , aleshores és molt improbable que hi hagi petjades a la platja .
P.	P2	Hi ha petjades a la platja .
H.	C	La illa està habitada .

Figura 4. Confirmació mitjançant Modus Tollens

Es tracta d'un escenari on un no creuria una hipòtesi si no fos per l'observació específica. Una de les característiques de la **inducció** és que, si les dues premisses són certes, la conclusió no és necessàriament certa, però és **altament probable**. Així, la **confirmació és inductiva**.

Que existeixi una lògica per contrastar hipòtesis no esgota la qüestió del mètode. Una hipòtesi pot estar refutada degut a una contrastació negativa. *Implica això que ha d'abandonar-se o que una hipòtesi confirmada hagi de mantenir-se?* El **canvi teòric** és més complex que això; és la decisió més fonamental de la ciència: *existeix un mètode per prendre-la?*

0.1.3 Mètode

Hi ha una certa **idea algorítmica del mètode**: en ciència, les decisions haurien de basar-se en l'observació i la inferència lògica. Es busca un algorisme pràcticament mecànic que indiqui les decisions que cal prendre. Però els científics no estan aïllats de la societat: tenen **interessos**, **valors** i **prejudicis**. Els grans experiments requereixen un important **finançament**. *No pot, aleshores, l'estat determinar l'evolució de les teories científiques en controlar què es finança?*

A favor del mètode	En contra del mètode
Existeix el mètode científic.	No existeix un mètode científic universal.
Es pot distingir netament entre ciència i pseudo .	Indistint : la ciència és un producte cultural més.
El coneixement científic és objectiu .	El saber científic no té un estatut privilegiat.
Els factors subjectius i sociològics (<i>ideologies</i> , <i>valors</i> i <i>interessos</i>) no tenen una incidència determinant en allò que s'accepta en ciència.	Els factors subjectius i sociològics tenen una influència determinant en el desenvolupament de la ciència, com en altres àmbits de la cultura.
Concepció algorítmica del procedir científic: quina teoria o hipòtesi ha de preferir-se depèn només de l' observació i la inferència lògica.	En ciència no es procedeix algorítmicament i intervenen judicis de valor .

Figura 5. Bàndols sobre el mètode

Lakatos és un **detractor** del mètode. Escriu que, si ni tan sols en ciència es pot determinar un mètode per generar coneixement i dir que la veritat no depèn d'interessos, aleshores *de què depèn la veritat? Del poder? De la força? Del discurs?*

El conflicte entre **Popper** i **Kuhn** no es refereix a un tema epistemològic d'ordre tècnic. Afecta als nostres valors intel·lectuals fonamentals i té implicacions no només per la física teòrica, sinó també per les ciències socials subdesenvolupades i fins i tot per la filosofia moral i política. **Si ni tan sols en una ciència existeix una manera de jutjar una teoria**, com no sigui mitjançant el número, fe i energia vocal dels seus adeptes, aleshores allò serà encara més cert de les ciències

socials; **la veritat està en el poder**. D'aquesta manera reivindica **Kuhn** (inintencionadament, sens dubte) el credo polític bàsic dels maníacs religiosos contemporanis (els *estudiants revolucionaris*).³

³ I. Lakatos, *La metodologia dels programes d'investigació científica*, p. 19.

Filosofia de la Ciència II

- 1 -

Inductivisme i el problema de la inducció

Professor: Albert Solé Bellet (albert.sole@ub.edu)

1.1 Història

1907	L'economista O. Neurath , el matemàtic Hans Hahn i el físic Philip Frank funden un grup de discussió informal sobre problemes epistemològics relacionats amb la ciència.
	És l'embrió del Cercle de Viena .
1910	Bertrand Russell i A. N. Whitehead publiquen els <i>Principia Mathematica</i> .
1916	Einstein publica el seu primer article presentant la teoria de la relativitat general , completant així la teoria de la relativitat especial, formulada al 1905 .
1920	A Berlín, Han Reichenbach , Kurt Grelling i Walter Dubislav creen l'anomenat Grup de Berlín .
	Més tard, s'hi integrà Carl Hempel , David Hilbert i Richard von Mises .
1921	Es publica el <i>Tractatus Logico-Philosophicus</i> de Ludwig Wittgenstein , afí al Cercle .
1922	W. Schlick , recomanat per Hahn , ocupa la càtedra de Filosofia de les Ciències Inductives de la Universitat de Viena.
1924	S'inicien reunions setmanals vespertines durant els semestres acadèmics a l'Institut de Matemàtiques Boltzmannngasse 5 de Viena.
1926	R. Carnap s'incorpora a la Universitat de Viena .
1928	Carnap publica <i>Der logische Aufbau der Welt</i> [La construcció lògica del món], havent discutit prèviament l'obra amb membres del Cercle .
	El Cercle es constitueix públicament al voltant de l'anomenada Verein Ernst Mach [Societat Ernst Mach], amb Schlick de president.
1929	Es publica un manifest de Carnap , Neurath i Hahn que dona unitat i consistència filosòfica al moviment.
1930	Apareix la revista <i>Erkenntnis</i> , dirigida per Carnap i Reichenbach .
A partir de l'ascens del nazisme , els membres del Cercle de Viena es dispersen.	
1934	Apareix la primera edició en alemany de la <i>Logik der Forschung</i> [Lògica de la investigació científica] de Popper .
	L'obra no començarà a conèixer-se fins després de 1959 , quan apareix la versió anglesa.
1936	Carnap es trasllada a Chicago, Estats Units.
1938	Schlick és assassinat.
	Neurath es trasllada a La Hague, Holanda.
1962	Apareix l'obra de Kuhn , <i>The Structure of Scientific Revolutions</i> .

Figura 1. Història

1.2 Empirisme

Si procedíssim a revisar les biblioteques convençuts d'aquests principis, quins estralls no faríem!
Si prenem qualsevol volum de Teologia o Metafísica escolàstica, per exemple, preguntem: *Conté*

algun **abstracte sobre la qualitat i el nombre**? No. Conté algun **raonament experimental sobre les qüestions de fet o existència**? No. Llenci's aleshores a les flames, doncs no pot contenir més que sofisteria i il·lusió.⁴

De la mateixa manera que **Hume** només accepta *raonaments abstractes sobre quantitat i nombre* o *raonaments experimentals sobre qüestions de fet*, els **empiristes lògics** consideren que només tenen sentit (cognitiu) aquelles proposicions que o bé són **analítiques** o bé guarden certa relació estreta amb l'**experiència**.

Proposicions analítiques	Qüestions de fet
La lògica i la matemàtica se n'ocupen.	La ciència s'encarrega d'establir-les. Són <i>proposicions sintètiques i a posteriori</i> .
Molts empiristes lògics creien en el programa logicista de reduir la matemàtica a la lògica .	Es vol establir un criteri de significativitat que indiqui quines proposicions tenen significat cognitiu i quines no en tenen.

Figura 2. Proposicions acceptades pels empiristes lògics

1.2.1 Verificacionisme

En un primer moment se suggereix que només són significatives aquelles proposicions que són **verificables** de manera concloent mitjançant l'**experiència** (*sintètiques i a posteriori*). **Hume** n'és el representant més **extrem**. Més endavant, **Carnap** creurà que la filosofia contemporània no expressa **res**.

Enunciat o proposició verificable
La seva veritat o falsedat pot determinar-se de manera concloent mitjançant l' observació .

Figura 3. Enunciat verificable

Intuïtivament, s'entén com a **fet observable** no es restringeix a la *vista*.

Fet observable concret i particular	
Estat de les coses espacio-temporalment situat detectable mitjançant els sentits .	
Entitats observables	<i>Proveta, edifici, cos, gat...</i>
Propietats observables	<i>Verd, dur, calent, transparent, eixordador...</i>

Figura 4. Fet observable situat

Un enunciat d'observació o **enunciat observacional** refereix un fet observable.

Enunciat observacional	
Enuncia o refereix a un fet observable .	
Espacio-temporalment singulars	Entitats i propietats observables
Fan referència a una regió concreta de l'espai-temps .	Només fan referència a entitats i propietats observables.

Figura 5. Enunciat observacional

Es formalitza:

⁴ David Hume, *Investigació sobre l'enteniment humà*.

Verificabilitat		
Una oració S és verificable	si i només si	és possible indicar un conjunt finit i consistent d' oracions d'observació O_1, \dots, O_n tals que, si són veritables, aleshores S és vertadera.
S és verificable $\leftrightarrow \exists (O_1, \dots, O_n)(O_1 \wedge \dots \wedge O_n \rightarrow S)$		

Figura 6. Verificabilitat

Un **enunciat d'observació** podria ser:

O_1 : Plou.

O_2 : No plou.

Qualsevol enunciat d'observació **compleix trivialment** amb aquest principi: es pot indicar un conjunt finit format únicament d'ell mateix. Tot el que és **tautològic** és verificable.

De dos enunciats **contradictoris** es pot derivar **deductivament** qualsevol cosa, fent la **trivial** verificabilitat. És per això que s'exigeix que el conjunt d'oracions d'observació sigui **consistent**: no pot incloure enunciats contradictoris.

Hi ha una taula davant meu	Verificable.
Hi ha un unicorn volant	Verificable.
El virus de l'Èbola provoca diarrees	No és un enunciat d'observació: el virus no és una entitat observable a ull nu. La relació causal dels símptomes tampoc és estrictament observable.
El pacient presenta una alteració a la pell	Verificable.
Tots els alumnes de l'aula duen una peça de roba vermella	Verificable.
Tos els ocells tenen bec	No se segueix d'un conjunt finit d'enunciats d'observació.

Figura 7. Exemples

Un exemple **no observacional** però **verificable** seria **existeixen elefants**: la seva correcció se segueix d'assumir la veritat d'un enunciat observacional (*hi ha un elefant*).

1.2.2 Filosofia i gir lingüístic

Però sorgeix una pregunta: si només hi ha **proposicions analítiques**, de les quals s'ocupa la **lògica** i la **matemàtica**, i **proposicions verificables empíricament**, de les quals s'ocupa la **ciència**, *quina pot i ha de ser la tasca de la filosofia?* Cal considerar, a més, el progressiu esbrancament de parts de la filosofia natural que es converteixen en disciplines autònomes.

L'objectiu de la filosofia és la **clarificació** lògica dels conceptes i les proposicions, i la construcció **sistemàtica** de sistemes conceptuals que serveixin de base per a la ciència empírica.⁵

Carnap fa eco de les consideracions de **Hume**, si bé d'una manera més moderna. Analitza el concepte de probabilitat i proposa com ha de reformar-se perquè sigui comprensible per l'aproximament empíric de la ciència.

⁵ Robert Carnap, *Der logische Aufbau der Welt* (1928). §179.

Ocasionalment, els científics presenten les seves teories o hipòtesis de manera **imprecisa**, fent ús del **llenguatge natural** heretat. Per contrarestar-ho, la **filosofia** és vista com una **disciplina auxiliar** de la **ciència** dirigida a **analitzar** i **clarificar** el **llenguatge científic**.

Reconstruccions racionals
Molts conceptes de la ciència natural requereixen elucidació, i fins reforma , per aclarir què signifiquen i com es relacionen amb l'experiència (<i>causalitat, probabilitat...</i>).
Cal reconstruir racionalment les teories científiques, expressant-les com sistemes axiomàtics en llenguatges formals més precisos.

Figura 8. Reconstruccions racionals

Les teories científiques són concebudes des d'una **perspectiva sintàctica** com a **col·leccions d'enunciats** formulats en un determinat llenguatge. No es parla de fets o observacions, sinó d'enunciats que els representen o enuncien: *quina és la forma dels enunciats que enuncien fets? Què hi ha a la base de la ciència?*

Aclarir la lògica de la investigació científica
La relació que hi pugui haver entre una teoria o hipòtesi i els fets es converteix en una relació entre enunciats que pot ser analitzada des d'un punt de vista lògic .
Remet a la qüestió del mètode .

Figura 9. Aclarir la lògica de la investigació científica

El **verificacionisme** és una **doctrina de significat**.

La situació és tal que **no hi pot haver proposicions metafísiques plenes de sentit**. Això se segueix de la tasca que la metafísica es planteja: el descobriment i la formulació d'un gènere de coneixement que no és accessible a la ciència empírica.

Hem establert amb anterioritat que **el sentit d'una proposició resta en el mètode de la seva verificació**. Una proposició afirma només tot el que resulta verificable amb respecte a ella. Per això una proposició, quan diu alguna cosa, només pot enunciar un fet empíric. Quelcom que estigués en principi més enllà d'allò experimentable no podria ser dit, ni pensat, ni plantejat.

Les proposicions (amb sentit) es divideixen en les següents classes:

En primer lloc, les **proposicions** que són **vertaderes** exclusivament per virtut de la seva **forma** (*tautologies* d'acord amb Wittgenstein, i que corresponen aproximadament als *judicis analítics* de Kant); aquestes **no diuen res sobre la realitat**. Les fórmules de la **lògica** i de les **matemàtiques** pertanyen a aquesta classe. [...]

En segon terme existeixen les formes **inverses** de tals proposicions (*contradiccions*). Aquestes són contradictòries i per tant, **falses** per virtut de la seva **forma**.

Per totes les altres proposicions la decisió sobre la seva veritat o falsedat resideix en les **proposicions protocol·làries**, i doncs són *proposicions empíriques* (vertaderes o falses) i pertanyen al domini de la ciència empírica. Qualsevol proposició que es desitgés construir i que no encaixés en cap d'aquestes classes esdevindria automàticament un sense sentit.

Ja que la metafísica no desitja establir proposicions analítiques ni caure al domini de la ciència empírica, es veu compel·lida bé a l'ús de les paraules per a les quals no ha sigut especificat cap criteri d'especificació, i que resulten significatives d'una manera tal que no obté ni proposicions analítiques (o, en el seu cas, contradictòries) ni proposicions empíriques. En ambdós casos allò que inevitablement es produeix són pseudo-proposicions.⁶

1.2.3 El problema dels enunciats teòrics

El **criteri de demarcació** ha de **distingir** entre **ciència** i allò que no és ciència.

Les hipòtesis, teories i enunciats científics han de ser:	
Verificables	Falsables

Figura 10. Exigència del criteri de demarcació

Els **positivistes** consideraren inicialment que la clau radicava en la **verificabilitat**: *només serà científic allò que és verificable mitjançant l'experiència*.

Criteri de significació	Criteri de demarcació
Quines proposicions tenen sentit .	Quines proposicions poden ser part de la ciència .
Els positivistes els fan coincidir .	

Figura 11. Coincidència positivista dels criteris de significació i de demarcació

Però hi ha enunciats (*lleis de la gravitació, quarks*) que **no són verificables** perquè mencionen entitats que, interpretades literalment, **no refereixen** res verificable mitjançant l'observació. Així, allò que afirmen enunciats d'aquest tipus excedeix allò que es pot verificar de manera concloent mitjançant l'**experiència** sensible: **no són verificables**.

Per tant, d'acord amb el criteri de **demarcació verificacionista**, aquests enunciats no podrien formar part de la ciència: **no serien ciència**, sinó pseudo-ciència. Conseqüentment, el criteri de demarcació verificacionista relega a l'estat de pseudo-ciència gran part d'allò que considerem una ciència.

Impressions	De sensació , o de reflexió .
	Simple s o complex es.
Idees	Simple s.
	Complex es: constituïdes de les simples.

Figura 12. Teoria del coneixement de Hume

Segons **Hume**, si es troba alguna **idea** que, en última instància, **no pot remetre's a un conjunt d'impressions**, aquesta **no té validesa**.

Totes les nostres idees simples en la seva primera aparició es deriven d'impressions simples que els corresponen i a les quals representen exactament.⁷

Bertrand **Russell** es va referir a les **entitats referides dels termes teòrics** com *construccions lògiques*. Tals termes no denoten entitats més enllà de l'abast de l'experiència; són **conceptes**

⁶ Robert Carnap, *La superació de la metafísica mitjançant l'anàlisi lògic del llenguatge* (1932).

⁷ Hegel.

complexos construïts a través de la **lògica-matemàtica** partint d'elements **empírics** (*les dades dels sentits*).

A *Der logische Aufbau der Welt* [La construcció lògica del món] (1925), Rudolf **Carnap** pretén **reduir els conceptes** de la ciència a **determinacions fenomèniques**. Proposa que alguns conceptes es redueixen a d'altres (són **construccions matemàtiques** d'altres) i que allò que està a la base són **vivències elementals** (*Elementalerlebnisse*).

Suggeriment d'una possible solució		
En general, es pretén mostrar que tot terme tècnic admet una definició que implica només termes que fan referència a qüestions d' observació .		
X	és un electró	si i només si $f(o_1, \dots, o_n)$.
	té un spin amb Y valor	

Figura 13. Suggeriment d'una possible solució

Sostenen que quan es parla d'**elements no visibles** no s'està parlant dels elements mateixos, sinó el **conjunt de tècniques i termes teòrics** emprats per experimentar-hi. La idea **redueix** la ciència a un conjunt d'observacions. Un exemple n'és **operacionisme**:

Operacionisme (P. W. Bridgman). El significat d'un concepte que denota una propietat física (*i.e.* la temperatura; la utopia; l'spin; el pes molecular; etc.) és el **conjunt d'operacions empíriques** mitjançant les quals es **mesura** tal propietat.

L'**objecció principal** a l'operacionisme és que si hi ha **més d'una manera** de mesurar una magnitud (*temperatura, acidesa*) es té, d'acord amb Bridgman, **conceptes diferents per cada mètode** de mesura. La majoria dels filòsofs consideren que el projecte de reduir els termes o enunciat teòrics a termes o enunciat d'observacions és un **projecte fallit**.

(P) Tots els cignes són blancs.

Tots els **termes descriptius** de (P) són observacionals; tanmateix, (P) **no és verificable de manera concloent**, perquè és un **enunciat general** la veritat del qual se segueix d'un conjunt finit d'oracions d'observació. D'acord amb el **criteri de demarcació** del verificacionsime, un enunciat com (P) **no podria formar part de la ciència**.

Quant és *tot*? L'observació de molts cignes blancs **justifica** la creença que (P) tots els cignes blancs. **Com més** cignes blancs s'observin i com més variades siguin les circumstàncies de l'observació, tant **major serà la justificació** de (P). Tot i que **mai es podrà a tenir una certesa completa**, s'assolirà un cert **grau de certesa**.

A x_1 i a t_1 hi ha un cigne blanc.

A x_2 i a t_2 hi ha un cigne blanc.

...

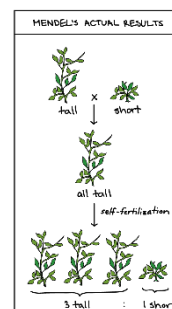
A x_n i a t_n hi ha un cigne blanc.

Aquest tipus de justificació es basa en l'experiència i és **inductiva**.

Els **empiristes lògics fan un pas enrere** en el seu **criteri de demarcació**. En lloc d'exigir que només puguin ser acceptats en ciència els *enunciats verificables concloentment mitjançant l'experiència*, exigiran que només aquells enunciats que puguin ser **degudament justificats o confirmats mitjançant l'experiència** puguin ser admesos en ciència.

1.3 Inductivisme ingenu vs. sofisticat

Les **Lleis de Mendel** són l'exemple per excel·lència de l'**inductivisme ingenu**. Mendel, un monjo, les va obtenir de mantenir i creuar centenars de plantes de pèsols i **observar-ne l'evolució sense prejudicis**. Això duu a pensar que, per garantir la neutralitat de la ciència, cal observar i acumular prou dades per, més endavant, extreure'n **generalitzacions**: teories.



Inductivisme ingenu
En ciència, l' observació precedeix a la teoria .
Les teories es construeixen inductivament , per generalització o a partir de l'experiència. De l'observació de N casos particulars es passa a establir la corresponent lleï general .
La justificació de les teories també és inductiva .

Figura 14. Inductivisme

Però l'**inductivisme ingenu** és una **concepció inadequada** de la ciència: l'observació sempre ve precedida o guiada per alguna **intuïció teòrica**. *Observar* és massa vague: hi ha multitud de coses que es poden observar. Fins i tot en el cas de Mendel, la seva observació no era lliure de prejudicis teòrics: creia que hi ha plantes de pèsols (grocs) que eren línies pures i d'altres que no, i sabia com obtenir les pures. També observava característiques rellevants (*rugositat, color*), obviat les irrelevantes (*nombre de fulles, altura*).

Les **teories** científiques **no** solen construir-se per **generalització** a partir de l'**experiència**. En *Mendel* potser sí, però no en la majoria dels casos (*Newton, Schrödinger, Einstein...*).

Inductivisme sofisticat
En ciència, l' observació sempre està guiada per intuïcions teòriques prèvies .
Els processos de concepció d'una hipòtesi científica poden ser molt diversos i, de fet, no és rellevant per la filosofia de la ciència la manera com un científic arriba a concebre una hipòtesi.
Allò rellevant en la hipòtesi és que estigui justificada o recolzada per l'evidència disponible.
La justificació de les teories és inductiva .

Figura 15. Inductivisme sofisticat

1.3.1 El problema clàssic de la inducció

Per **Hume** només els **enunciats demostratius** poden **justificar** allò que diuen.

[P1] *Fins ara, s'ha observat que tots els metalls s'expandeixen quan s'escalfen.*

[C] *Tots els metalls s'expandeixen en escalfar-se.*

No s'està **justificat** a **creure** [C] en base de [P1]: és **expansiva**. Hume critica molt la noció de la *necessitat de la causa-efecte*.

[PU] *La naturalesa és regular i, doncs, els casos dels que no s'ha tingut experiència són similars a aquells dels que sí que s'ha tingut experiència.*

Assumint el **Principi d'Uniformitat** [PU], [C] esdevé **conforme amb la raó**. Falta, per suposat, **justificar**-ho. Perquè la conclusió sigui considerada coneixement no només ha de seguir-se raonadament d'altres raonaments; aquests altres raonaments han d'estar també justificats.

Hi ha dues opcions per la **justificació** de [PU]:

Es justifica lògicament	Es fonamenta en l'experiència
És una veritat lògica , una tautologia que no necessita justificació.	Basar la justificació en l' observació .
Però no és necessària , sinó contingent. Encara que sigui veritat que la naturalesa és regular, podria no haver-ho sigut.	És una millor opció .

Figura 16. Justificació del Principi d'Uniformitat

Hume escriu:

Tots els raonaments poden dividir-se en dues classes, a saber, el raonament demostratiu o aquell que concerneix a les relacions d'idees i el raonament moral o aquell que es refereix a les qüestions de fet i existencials.

Que en aquest cas **no hi ha arguments demostratius** sembla evident, perquè no implica cap contradicció que el curs de la naturalesa arribés a canviar, i que un objecte, aparentment semblant a d'altres que hem experimentat, pugui ser acompanyat per efectes contraris o distints. [...]

Si, per tant, se'ns convencés amb arguments que ens fiéssim de la nostra experiència passada; i que la convertíssim en la pauta dels nostres judicis posteriors, aquests arguments haurien de ser només probables o **arguments que concerneixen qüestions de fet i existència real**, segons la distinció mencionada més amunt. [...]

Hem dit que **tots els arguments sobre l'existència es funden en la relació causa-efecte**, que el nostre coneixement d'aquesta relació **es deriva totalment de l'experiència**, i que totes les nostres conclusions experimentals es donen a partir del supòsit que **el futur serà com ha sigut el passat**. Intentar la demostració d'aquest últim supòsit per arguments probables o arguments que es refereixen a allò existent (*existence*), evidentment suposarà moure's dins d'un cercle ei donar per suposat allò que es posa en dubte.⁸

L'argument de **Hume** mostra que les tres tesis següents són **incompatibles**. Així, el pensador renuncia a la primera: si es conservessin les tres tesis, la ciència no es basaria estrictament en coneixement; seria **creença**.

⁸ David Hume, *Investigació sobre el coneixement humà*, secció 4.

La ciència proporciona coneixement: <i>creença vertadera justificada</i> .	Hume hi renuncia.
La ciència fa servir inferències ampliatives.	Popper hi renuncia.
La justificació preserva la veritat.	Els inductivistes sofisticats hi renuncien.

Figura 17. Tesis incompatibles per Hume

1.4 Lògica inductiva

Sigui L un **conjunt tancat de sentències d'un llenguatge L** basat en lògica de primer ordre. Consideri's que h (enunciat que representa la hipòtesi) i e (enunciat que representa l'evidència) pertanyen a L .

Confirmació qualitativa	Confirmació quantitativa		
Un només es preocupa de si l'evidència (e) presta o no recolzament confirmatori a la hipòtesi (h).	L'evidència e confereix un grau de confirmació r a la hipòtesi h .		
	$C(h, e) = r$	$r = 1$	Confirmació total: h és implicada per e .
		$r = 0$	Refutació total: e refuta la h .

Figura 18. Confirmacions inductives

Els següents exemples s'ordenen en funció dels **graus de confirmació**, de major a menor.

1. C_4 (tots els corbs són negres, he observat 100 corbs i són negres)
2. C_2 (tots els corbs són negres, he observat 50 corbs i són negres)
3. C_1 (tots els corbs són negres, he observat 1 corb i és negre)
4. C_3 (tots els corbs són negres, he observat 1 canari groc)

1.4.1 Paradoxes de confirmació

Hempel presenta el 1945 un treball seminal sobre la **lògica de confirmació** desglossat en dos articles⁹. L'objectiu és desenvolupar una **teoria eminentment sintàctica** de la confirmació que, per a qualsevol e i h , formulades en el llenguatge de la lògica de primer ordre, estableixi les condicions sota les quals:

e	confirma	h
	des-confirma	
	és neutral vers	

Figura 19. Objectiu de la teoria de confirmació de Hempel

Abans, Hempel discuteix les denominades **paradoxes de confirmació**.

[H1] Tots els corbs $[C]$ són negres $[N]$

$$\forall x(Cx \rightarrow Nx)$$

⁹ Hempel, *Studies in Logic of confirmation (I) and (II)*, *Mind* 54, 1-26 (I), 87-121 (II).

Instància positiva: un **corb negre** (un objecte a que té tant la propietat C com N) constitueix una instància positiva de [H1].

$$(Ca \wedge Na)$$

Instància negativa: un **corb** que **no** sigui **negre** (un objecte a que té la propietat C , però no N) constitueix una instància negativa de [H1].

$$(Ca \wedge \neg Na)$$

Fent ús de dues condicions lògiques:

Condicció Nicod [CN]		Condicció d'Equivalència Lògica [CEL]
Una llei general rep:		Si h i h' són hipòtesis lògicament equivalents, tot allò que confirma l'una confirma l'altra i viceversa.
Confirmació	Invalidació	
De les seves instàncies positives.	De les seves instàncies negatives.	

Figura 20. Condicions usades en les paradoxes de confirmació

Es planteja:

[H2] Tots els objectes **no-negres** són **no-corbs**

$$\forall x(\neg Nx \rightarrow \neg Cx)$$

Del qual es pot extreure la següent **taula de veritat** per dos objectes a i b :

a	b	$a \rightarrow b$	$\neg a \rightarrow \neg b$
V	V	V	V
V	F	F	F
F	V	V	V
F	F	V	V

Figura 21. Condicions usades en les paradoxes de confirmació entre [H1] i [H2]

S'observa que $a \rightarrow b$ és lògicament equivalent a $\neg a \rightarrow \neg b$.

D'acord amb la [CN], una **instància positiva** de [H2] té la forma següent i **confirma** [H2].

$$(\neg Ca \wedge \neg Na)$$

D'acord amb la [CEL], $(\neg Ca \wedge \neg Na)$ **confirma també** [H1], perquè [H1] i [H2] són lògicament equivalents. Aleshores, *l'observació d'un guix blanc confirma que tots els corbs són negres...*

Hempel	
Accepta:	Condicció Nicod [CN]
	Condicció d'Equivalència Lògica [CEL]
Considera que la paradoxa no és tal: la impressió d'una situació paradoxal és una il·lusió psicològica.	

Figura 22. Hempel

Una llei com *Tots els corbs són negres* [H1] parla d'objectes que no són corbs: de qualsevol objecte blanc, o gris, o rosat, la llei afirma que no pot ser un corb. Per tant, no és tan estrany pensar que una observació sobre un objecte que no és negre ni és corb pugui confirmar la llei [H1].

Ara bé, considerin-se les següents observacions:

[o1] Aquest guix és blanc.

[o2] Aquest corb és negre.

Encara que s'admeti, seguint Hempel, que totes les observacions confirmen d'alguna manera la hipòtesi [H1], no sembla que ho facin de la mateixa manera: [o2] confirma [H1] en major grau que [o1]. Cal remarcar que una lògica de confirmació hauria de ser quantitativa, i no qualitativa. Però aquesta no és la conclusió de Hempel...

L'exercici continua amb els enunciats:

[H3] Tots els corbs no-negres són corbs no-corbs

$$\forall x((Cx \wedge \neg Nx) \rightarrow (Cx \wedge \neg Cx))$$

[H4] Tots els corbs o no-corbs són no-corbs o negres

$$\forall x((Cx \vee \neg Cx) \rightarrow (\neg Cx \vee Nx))$$

En considerar la paradoxa dels corbs aplicada a [H4] es troba un objecte a :

$$\frac{(Cx \vee \neg Cx) \wedge (\neg Cx \vee Nx)}{\text{Antecedent} \quad \text{Conseqüent}}$$

En aquest cas, l'antecedent és una tautologia: afirma i nega el mateix predicat, és trivial. Cal centrar-se en la condició conseqüent.

$$(\neg Cx \vee Nx)$$

Així, qualsevol cosa que el satisfaci és una instància positiva de la llei [H4].

S'observa que totes les coses negres són instàncies positives de [H4], però no de [H1], que només pot tenir una instància positiva d'un corb negre. Així, [H4] té més instàncies positives que [H1], per més que siguin lògicament equivalents.

a	b	$a \rightarrow b$	$\neg a \vee b$
V	V	V	V
V	F	F	F
F	V	V	V
F	F	V	V

Figura 23. Condicions usades en les paradoxes de confirmació entre [H1] i [H4]

Per la [CEL], com que són equivalents, tot el que confirma [H1] confirma [H4].

Per la [CN], tot allò que és una **instància positiva** de [H4] recolza [H1].

Així, les **instàncies positives** de [H4] confirmen [H1] tot i **no** ser **instàncies positives** de [H1]. El conjunt d'observacions que **confirmen** [H1], doncs, és **molt superior** a la quantitat d'**instàncies positives** de [H1].

[H1]		[H4]
Només els corbs negres en són instàncies positives .	<	Totes les coses negres en són instàncies positives .
Totes les coses negres la confirmen .	=	Totes les coses negres la confirmen .

Figura 24. Observacions i instàncies en [H1] i [H4]

1.5 El nou enigma de la inducció

El 1955, N. **Goodman** publica *El nou enigma de la inducció*.

P1. A t_1 (*abans d'avui*), s'observa la maragda x_1 , i és **verda**.

P2. A t_2 (*abans d'avui*), s'observa la maragda x_2 , i és **verda**.

...

Pn. A t_n (*abans d'avui*), s'observa la maragda x_n , i és **verda**.

C. Totes les maragdes són **verdes**.

Goodman proposa un tipus de predicat anomenat *verdau*.

Verdau				
És verdau	si	ha sigut observat per primera vegada en una data abans d'avui	i	és verd
		o		
		mai ha sigut observat abans d'una data prèvia a l'avui	i	és blau .

Figura 25. Verdau

No podrà **complir** les dues opcions **ahora**: són contradictòries entre elles.

Pa. A t_1 (*abans d'avui*), s'observa la maragda x_1 , i és **verdava**.

Pb. A t_2 (*abans d'avui*), s'observa la maragda x_2 , i és **verdava**.

...

Px. A t_n (*abans d'avui*), s'observa la maragda x_n , i és **verdava**.

K. Totes les maragdes són **verdaves**.

L'**observació** de diverses instàncies **P1**, **P2** ... **Pn** **justifica inductivament** la generalització **C**. Intuïtivament, l'**observació** de **Pa**, **Pb** ... **Px** **no** justifica **inductivament** **K**: per la definició de *verdava*, **qualsevol maragda observada després d'avui, si és verda, no serà verdava**. Les dues generalitzacions són idèntiques des d'una perspectiva lògica-sintàctica; però una sembla justificada (*maragdes verdes*) i l'altra no (*maragdes verdaves*).

En qualsevol cas, produeixen **conclusions** (**C**, **K**) **contradictòries**. Per tant, si cal establir una **lògica inductiva**, aquesta **no** podrà tenir un caràcter merament **sintàctic**.

Infradeterminació de la teoria per les dades
Donat un conjunt finit de dades , sempre hi ha un conjunt infinit de teories diferents que són compatibles amb tals dades.

Figura 26. Infradeterminació de la teoria per les dades

Si en certs arguments inductius es passa de ***n* casos particulars** (*n* dades) a un **cas general** (una teoria), hi ha **infinites direccions** de les quals es pot generalitzar... i només una pot ser la correcta.

1.5.1 Trampes!

Sembla que l'argument de **Goodman** és **trampós**: els predicats de tipus **verdau** són **artificials**, fets a propòsit.

Distingeix **predicats projectables** i **no projectables**.

Projectables
S'està justificat en projectar-lo vers el futur .
Un predicat P és projectable si intervé en una generalització les casos observats de la qual es projecten a casos futurs .

Figura 27. Predicats projectables

Cal determinar, però, què fa que un determinat predicat sigui **projectable** o **no projectable**.

Els predicats no projectables s'introdueixen mitjançant una definició que fa una referència explícita a un instant de temps en la seva definició; els altres, no.							
Primer intent	Però:	x és verdava	si i només si	x ha sigut observada abans d'avui	i	és verda	o
				x no ha sigut observada abans d'avui	i	és blava	
		x és blaverda		x ha sigut observada abans d'avui	i	és blava	o
				x no ha sigut observada abans d'avui	i	és verda	
		x és verda		x ha sigut observada abans d'avui	i	és verdava	o
				x no ha sigut observada abans d'avui	i	és blaverda	
		x és blava		x ha sigut observada abans d'avui	i	és blaverda	o
				x no ha sigut observada abans d'avui	i	és verdava	

Figura 28. Primer intent de distinció entre enunciats projectables i no projectables

Però depenent de quins predicats es prenguin com a **primitius**, poden aparèixer **referències temporals** explícites a la definició dels predicats que es considerin **projectables**. Així, no s'ha assolit **cap determinant** útil sobre la **projectabilitat** d'un determinat predicat.

Per exemplificar-ho millor, es torna a visitar a l'**argument de Goodman**:

P1. A t_1 (*abans d'avui*), s'observa el **marafir** x_1 , i és **verd**.

P2. A t_2 (*abans d'avui*), s'observa el **marafir** x_2 , i és **verd**.

...

Pn. A t_n (*abans d'avui*), s'observa el **marafir** x_n , i és **verd**.

C. Tots els **marafirs** són **verds**.

S'introdueixen els **marafirs**:

Marafir				
És marafir	si	ha sigut observat per primera vegada abans d'avui	<i>i</i>	és una maragda
		<i>o</i>		
		mai ha sigut observat abans a d'avui	<i>i</i>	és un zafir .

Figura 29. Marafir

Que substitueixen les **maragdes**.

Pa. A t_1 (*abans d'avui*), s'observa el **marafir** x_1 , i és **verdau**.

Pb. A t_2 (*abans d'avui*), s'observa el **marafir** x_2 , i és **verdau**.

...

Px. A t_n (*abans d'avui*), s'observa el **marafir** x_n , i és **verdau**.

K. Totes els **marafirs** són **verdaus**.

Els **marafirs** es poden fer servir en l'argument **P1**, **P2** ... **Pn** i concloure **C**: que tots els **marafirs** són **verds**. A més, es tenen exactament les mateixes raons per fer l'argument que els **marafirs** són **verdaus**. Resulta, doncs, que **verdau és projectable respecte marafir**, però **verd no és projectable respecte marafir**.

Segon intent	Els predicats projectables són aquells que es refereixen a classes o gèneres naturals .		
	Dificultats	Com caracteritzar els termes de gènere natural?	
		Proposta	Els termes de gènere natural, típicament, apareixen a les Ileis .
		Com distingir entre una Ilei i una regularitat accidental ?	
		Proposta	Les Ileis són aquelles generalitzacions que la ciència estableix que són Ileis .
Tercer intent	Els predicats projectables són simples ; els no projectables no ho són. En general, quan les dades permeten establir més d'una generalització cal optar per la més simple.		
	Dificultats	Com caracteritzar allò simple?	
		La simplicitat depèn quasi sempre del llenguatge .	
		Com justificar el Principi de Simplicitat de la Naturalesa?	

Figura 29. Segon i tercer intents de distinció entre enunciats projectables i no projectables

1.6 Els problemes de la inducció

Poden les <i>inferències ampliatives</i> estar justificades?	
1	Què significa que α justifiqui inductivament β ?
	Com pot ser que la informació sobre β que no està continguda en α es justifiqui mitjançant α ?
	Això és el que <i>problematitza Hume</i> amb el seu argument escèptic.
2	Si hi ha més d'una hipòtesi general (β, β') que és compatible amb un conjunt de dades (α), en què consisteix que α justifiqui inductivament més (α, β) que (α, β')?
	Això està darrere de la infradeterminació de la teoria de les dades i el nou enigma de la inducció de Goodman .

Figura 30. Problemes de la inducció

1.6.1 PU: sintètic a priori?

L'argument *verdau* sembla cec a la distinció entre una justificació lògica o observacional. Cal trobar quelcom que es pugui justificar raonablement amb el primer principi d'inducció i, alhora, **legítimi el verd** i **bloquegi** l'argument *verdau*.

Amb aquest objectiu, s'hi incorpora el **Principi d'Uniformitat**.

P1. Totes les maragdes observades fins a t són **verdes**.

PU. La **naturalesa** és **regular** i, per tant, els casos dels quals **no** hem tingut experiència han de ser **similars** a aquells dels quals sí que hem tingut **experiència**.

C. Totes les maragdes són **verdes**.

Però **PU** no bloqueja el predicat *verdau*.

Pa. Totes les maragdes observades fins a t són **verdaves**.

PU. La **naturalesa** és **regular** i, per tant, els casos dels quals **no** hem tingut experiència han de ser **similars** a aquells dels quals sí que hem tingut **experiència**.

K. Totes les maragdes són **verdaves**.

Es prova a **canviar PU** per:

Pu. La **naturalesa** és **regular** i **simple**.

Però si s'assumeix que *ser verd* és més **simple** que *ser verdau* no s'arribarà **enlloc**. S'intenta simplificar encara més, centrant-se en els colors. Aquí recau la decisió d'assumir si *verdau* és un predicat de color.

Pu. Les maragdes són **sempre** del **mateix color**.

Però s'arriba a un punt que, si es volen **bloquejar** les inferències de tipus *verdau*, la **premissa** addicional afegida és **tan específica** que dificulta enormement justificar el *ser verd* i **difícilment** pot ser concebuda com a **principi sintètic a priori**.

Això mostra que les **inferències inductives** donen lloc a moltíssims **problemes lògics**.

1.7 Probabilitat

Tota la **teoria de la probabilitat** se segueix de tres axiomes:

1	La probabilitat associada a un fet o proposició és un nombre entre:	[0, 1]
2	La probabilitat d'un fet segur (o d'una veritat necessària) és:	1
3	Si dos fets o hipòtesis A i B són incompatibles, aleshores:	$P(A \cup B) = P(A) + P(B)$

Figura 31. Axiomes de la probabilitat

Si els **successos elementals** o bàsics són **equiprobables**, per calcular probabilitats es pot fer servir la relació:

$$P(x) = \frac{\text{nombre de } x \text{ favorables}}{\text{nombre de } x \text{ possibles}}$$

Donat un **dau** de **sis cares**, pot oferir un nombre de l'1 al 6.

$$P(K) = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\} = \frac{6}{6} = 1$$

$$P(PARELL) = P(2, 4, 6) = \frac{3}{6} = 0,5$$

Si s'afegeix un **segon dau**:

$$P(A = 5; B = 6) = \frac{1}{6^2} = 0,027 \dots$$

Hi ha alguns casos especials quan es tracta la probabilitat de **diversos casos simultanis**:

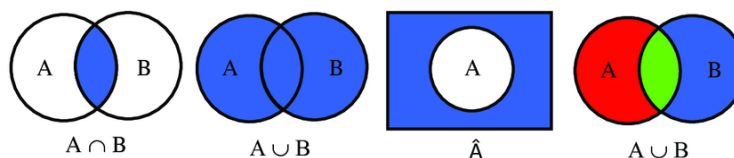


Figura 31. Axiomes de la probabilitat

Cadascun té una **fórmula** i condicions específiques.

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$$

$$P(A \cap B) = P(A) \cdot P(B)$$

No es pot donar cap informació sobre la **intersecció**, a no ser que els resultats de cada acció siguin **independents**. La fórmula donada així ho assumeix.

Probabilitat condicionada
$P(A B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$
La probabilitat que es doni A , sabent que es dona B .
Percentatge dels B que són també A .

Figura 32. Probabilitat condicionada

Retornant als **daus**:

$$P(\text{PARELL}|\text{MAJOR QUE TRES}) = P(4, 6) = \frac{P(\text{parell major que tres})}{P(\text{major que tres})} = \frac{2/6}{3/6} = \frac{2}{3} = 0,6 \dots$$

$$P(\text{MAJOR QUE TRES}|\text{PARELL}) = P(4, 6) = \frac{P(\text{major que tres parell})}{P(\text{parell})} = \frac{2/6}{3/6} = \frac{2}{3} = 0,6 \dots$$

En aquest cas, les probabilitats d'ambdós casos coincideixen, però no sempre ho faran.


Subconjunts	Si A implica B , aleshores:	$P(A) \leq P(B)$
	A és un subconjunt de B : es pot tenir un B que no sigui un A , però no viceversa.	
	$P(B A) = 1$	
	$P(\neg B A) = 0$	

Figura 33. Subconjunts

1.7.1 Inducció i probabilitat

Retornant a la **confirmació quantitativa** de la *Figura 18*:

Confirmació quantitativa		
L'evidència e confereix un grau de confirmació r a la hipòtesi h .		
C(h, e) = r	r = 1	Confirmació total: h és implicada per e.
	r = 0	Refutació total: e refuta la h.

Figura 34. Confirmacions inductives

Sembla natural assumir que **C(h, e)** és una **probabilitat condicionada**: la probabilitat que es doni **h** donat que sabem que es dona **e**. Els **bayesianistes** recolzen exactament això:

$$P_p(h) = P_a(h|e)$$

La **probabilitat posterior** (P_p) d'**h** després de l'adquisició d'**e** ha de ser igual a la **probabilitat d'h condicionada a e** (P_a). Es basa en la intuïció que, a mesura que es fan observacions sobre el món i s'adquireix evidència, s'**ajusten els graus de probabilitat** que s'atribueixen a certes hipòtesis relacionades amb aquesta evidència.

Els bayesianistes consideren que $P_a(h|e)$ està relacionada amb el **grau de confirmació**:

Bayesianisme			
$P_p(h) = P_a(h e)$	>	$P_a(h)$	Confirma h.
	<	$P_a(h)$	Desconfirma h.
	=	$P_a(h)$	És neutral respecte h.

Figura 35. Bayesianisme

Pel bayesianista els científics, si són racionals, haurien de fer ajustaments d'aquest estil. Fan servir el **Teorema de Bayes**:

$$P(h|e) = \frac{P(e|h)}{P(e)} \cdot P(h)$$

Que permet escriure el **Teorema Bayesià de la Confirmació (TBC1)**:

$$P_p(h) = P_a(h|e) = \frac{P_a(e|h)}{P_a(e)} \cdot P_a(h)$$

Si $\frac{P_a(e|h)}{P_a(e)} > 1$, aleshores $P_p(h) > P_a(h)$ i **e confirma h**.

Si $\frac{P_a(e|h)}{P_a(e)} < 1$, aleshores $P_p(h) < P_a(h)$ i **e desmenteix h**.

Encara que **no se sàpiga** el valor de $P(h|e)$, en molts casos es pot **saber** el valor de $P(e|h)$: ho indica la pròpia hipòtesi.

h₁: Tots els corbs són negres. $P(e|h_1) = 1$

e: Aquest corb és negre.

h₂: La meitat dels corbs són negres. $P(e|h_2) = 0,5$

e: Aquest corb és negre.

h₃: Cap corb és negre. $P(e|h_3) = 0$

e: Aquest corb és negre.

En el cas d'**assumir** que la **hipòtesi (h)** implica l'**evidència (e)**:

$$h \rightarrow e$$

Se **segueix** que:

$$P_a(e|h) = 1$$

I, per tant, s'assoleix un nou **Teorema Bayesià de la Confirmació (TBC2)**:

$$P_p(h) = \frac{1}{P_a(e)} \cdot P_a(h) = \frac{P_a(h)}{P_a(e)}$$

Que recull la **intuïció**:

1	L'evidència augmenta la probabilitat de la hipòtesi.	
2	La confirmació de la hipòtesi per l'evidència és tant major com menor sigui la probabilitat anterior a l'evidència.	
	Com menys probable sigui l'evidència, doncs, més augmenta la probabilitat de la hipòtesi.	
	Si l'evidència fos quelcom trivial o esperat, probablement no afectaria a la hipòtesi.	
3	Llei de rendiment decreixent de Chalmers	Una evidència nova augmenta més la probabilitat que una hipòtesi que la mateixa evidència ja coneguda.

Figura 35. Intuïcions de TBC2

Però es vol usar la **TBC2**, entre d'altres coses, per **establir quina hipòtesi cal preferir** donada l'evidència. Haurà de decidir-se segons quina té el **grau de confirmació** major.

$$P_a(h|e) \geq P_a(h'|e) \text{ si, i només si, } \frac{P_a(e|h)}{P_a(e)} \cdot P_a(h) \geq \frac{P_a(e|h')}{P_a(e)} \cdot P_a(h')$$

Però s'ha de poder calcular això. La teoria bayesiana sosté que **e** confirma en **major** mesura **h** que **h'** si, i només si:

$$P_a(e|h) \cdot P_a(h) \geq P_a(e|h') \cdot P_a(h')$$

Tot, o gran part del pes, recau sobre **com es determinen les probabilitat anteriors**. Però la teoria bayesiana en si mateixa **no indica com** determinar-les, i sense coneixement d'aquestes no es pot avançar. Hi ha hagut diverses **propostes** per solucionar el problema.

Objectivisme	Les probabilitats anteriors es poden establir objectivament i a priori . Hi ha una lògica inductiva que la subministra.
	Carnap i els bayesians objectivistes.
Subjectivisme	Les probabilitats anteriors es poden estimar de manera subjectiva .
	Els bayesians subjectivistes.

Figura 36. Respostes al problema de les probabilitats anteriors

1.7.2 La lògica inductiva de Carnap

Carnap pretén desenvolupar una **lògica inductiva**: una relació *a priori* entre **h** i **e**, que indiqui quin grau de confirmació té **h** a la llum d'**e**.

$$C(h, e) = \frac{m(h \wedge e)}{m(e)}$$

Carnap denomina $m(\dots)$ *pes probabilista*. Si s'identifica $m(h \wedge e)$ i $m(e)$ amb $P(h \wedge e)$ i $P(e)$, es té que $C(h, e)$ és la **probabilitat condicionada** de la **hipòtesi (h)** donada l'**evidència (e)**.

Donat un **llenguatge formal** amb certes característiques (**P, a, b, c**) **Carnap** vol establir el valor de $m(h \wedge e)$ i $m(e)$ per qualsevol enunciat **h** i **e**, depenent solament de la seva **forma sintàctica**. Amb **P, a, b** i **c**, es poden representar tres **objectes (a, b, c)** als quals només els pot passar el **predicat P**. D'acord amb el que aquest llenguatge pot expressar, hi ha un total de **vuit (2³) combinacions** independents entre elles.

P_a	P_b	P_c
V	V	V
V	V	F
V	F	V
V	F	F
F	V	V
F	V	F
F	F	V
F	F	F

Figura 37. Combinacions al llenguatge formal

La **probabilitat a priori** que es doni P_a :

$$P(P_a) = \frac{4}{8} = \frac{1}{2}$$

La **probabilitat a priori** que es **donin** ($P_a \wedge P_b$):

$$P(P_a \wedge P_b) = \frac{2}{8} = \frac{1}{4}$$

Però d'acord amb això, **Carnap** troba que **no es podria aprendre mai** res de l'experiència. Així s'arriba a la segona proposta: els **bayesians subjectivistes**.

1.7.3 Bayesianisme subjectivista

Les **probabilitats anteriors** són considerades com a **subjectives** i s'identifiquen amb el **grau de creença** de cada persona. Així, cada agent pot atribuir la probabilitat anterior o inicial que vulgui a cada hipòtesi. Només es requereix **racionalitat**:

Racionalitat
S'assumeix que les atribucions probabilístiques dels agents no violen els axiomes de probabilitat.

Figura 38. Racionalitat en el bayesianisme subjectivista

Però si les anteriors probabilitats són completament subjectives, les posteriors també ho seran. Com que les **probabilitats finals** o posteriors **depenen** de les **anteriors** o inicials, si les inicials estan **determinades subjectivament**, les finals també. Això sembla comprometre seriosament l'objectivitat de la ciència i les relacions de confirmació entre hipòtesis científiques i l'evidència.

Teoremes de convergència bayesians
Les probabilitats anteriors no són rellevants.
Hi ha diferents agents que parteixen de probabilitats anteriors diferents però que actualitzen les seves probabilitats quan adquireixen nova evidència seguint les normes bayesianes.
Al final, si hi ha evidència suficient, convergirán en la teoria millor confirmada per l'experiència.

Figura 39. Teoremes de convergència bayesians

Per tant, es proposa que les hipòtesis inicials van **perdent** rellevància a mesura que es guanya evidència i s'acaben afavorint aquelles teories que es veuen **més** recolzades per l'**experiència**.

1.7.4 Einstein, Newton i els corbs

S'assumeix que **Einstein** i **Newton** estan intentant determinar quina de les següents **hipòtesis** és afina al bayesianisme. Cadascun els assigna unes **probabilitats inicials diferents**.

- [h₁] **Tots** els corbs són negres.
- [h₂] La **meitat** dels corbs són negres.
- [h₃] **Cap** corb és negre.

Duen a terme **tres observacions** (e), cadascuna involucrant un **corb negre**.

$$e = (e \wedge h_1) \vee (e \wedge h_2) \vee (e \wedge h_3)$$

Cada **observació** (e) ha de **contrastar-se** amb les tres **hipòtesis**, $(e \wedge h_1) \vee (e \wedge h_2) \vee (e \wedge h_3)$, per veure si hi encaixa. Sabent que la fórmula de la **probabilitat** de trobar l'**observació** (e) en funció de la **hipòtesi** (h_n) adoptada:

$$P(e|h_n) = \frac{P(e \wedge h_n)}{P(h_n)}$$

La **intersecció** (\cap) fa el mateix efecte que la **conjunció** (\wedge). S'arriba, considerant les **hipòtesis** (h_1, h_2, h_3), a l'expressió de la **probabilitat de l'observació**:

$$P(e) = P(e \wedge h_1) + P(e \wedge h_2) + P(e \wedge h_3) = P(e|h_1) \cdot P(h_1) + P(e|h_2) \cdot P(h_2) + P(e|h_3) \cdot P(h_3)$$

Això es pot posar a la fórmula del **TBC1**:

$$P_p(h) = P_a(e|h) = \frac{P_a(h|e)}{P(e|h_1) \cdot P(h_1) + P(e|h_2) \cdot P(h_2) + P(e|h_3) \cdot P(h_3)} \cdot P_a(h)$$

Einstein atorga **probabilitats inicials equitatives** a cadascuna de les hipòtesis:

$$[h_1] \quad 1/3$$

$$[h_2] \quad 1/3$$

$$[h_3] \quad 1/3$$

Troba la **primera evidència**, en base a les **probabilitats inicials**:

$$P_p(h_{11}) = P_a(e|h_{11}) = \frac{\frac{1}{3}}{1 \cdot \frac{1}{3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} + 0 \cdot \frac{1}{3}} \cdot 1 = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{2}{6} + \frac{1}{6}} = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{3}{6}} = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{1}{2}} = \frac{2}{3}$$

$$P_p(h_{12}) = P_a(e|h_{12}) = \frac{\frac{1}{3}}{1 \cdot \frac{1}{3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} + 0 \cdot \frac{1}{3}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{2}{6} + \frac{1}{6}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{3}{6}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{1}{2}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{3}$$

$$P_p(h_{13}) = P_a(e|h_{13}) = \frac{\frac{1}{3}}{1 \cdot \frac{1}{3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} + 0 \cdot \frac{1}{3}} \cdot 0 = 0$$

Les **probabilitats resultants** esdevenen les **probabilitats anteriors** per la **següent evidència**.

$$P_p(h_{21}) = P_a(e|h_{21}) = \frac{\frac{2}{3}}{1 \cdot \frac{2}{3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} + 0 \cdot 0} \cdot 1 = \frac{\frac{2}{3}}{\frac{4}{6} + \frac{1}{6}} = \frac{\frac{2}{3}}{\frac{5}{6}} = \frac{4}{5}$$

$$P_p(h_{22}) = P_a(e|h_{22}) = \frac{\frac{1}{3}}{1 \cdot \frac{2}{3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} + 0 \cdot 0} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{4}{6} + \frac{1}{6}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\frac{1}{3}}{\frac{5}{6}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{5}$$

$$P_p(h_{23}) = P_a(e|h_{23}) = \frac{0}{1 \cdot \frac{2}{3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} + 0 \cdot 0} \cdot 0 = 0$$

La **darrera evidència** beu dels segons resultats:

$$P_p(h_{31}) = P_a(e|h_{31}) = \frac{1 \cdot \frac{4}{5} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{5} + 0 \cdot 0}{1 \cdot \frac{4}{5} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{5} + 0 \cdot 0} \cdot 1 = \frac{\frac{4}{5}}{\frac{8}{10} + \frac{1}{10}} = \frac{\frac{4}{5}}{\frac{9}{10}} = \frac{4}{9}$$

$$P_p(h_{32}) = P_a(e|h_{32}) = \frac{1 \cdot \frac{4}{5} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{5} + 0 \cdot 0}{1 \cdot \frac{4}{5} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{5} + 0 \cdot 0} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\frac{4}{5}}{\frac{8}{10} + \frac{1}{10}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\frac{4}{5}}{\frac{9}{10}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{4}{9} \cdot \frac{1}{2} = \frac{2}{9}$$

$$P_p(h_{33}) = P_a(e|h_{33}) = \frac{1 \cdot \frac{4}{5} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{5} + 0 \cdot 0}{1 \cdot \frac{4}{5} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{5} + 0 \cdot 0} \cdot 0 = 0$$

Newton afavoreix la segona hipòtesi en assignar les **probabilitats inicials**:

$$[h_1] \quad 1/4$$

$$[h_2] \quad 2/4$$

$$[h_3] \quad 1/4$$

Fa el mateix que **Einstein** i troba la **primera evidència**, en base a les **probabilitats inicials**:

$$P_p(h_{11}) = P_a(e|h_{11}) = \frac{1 \cdot \frac{1}{4} + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{4} + 0 \cdot \frac{1}{4}}{1 \cdot \frac{1}{4} + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{4} + 0 \cdot \frac{1}{4}} \cdot 1 = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{1}{4} + \frac{1}{4}} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{2}{4}} = \frac{1}{2}$$

$$P_p(h_{12}) = P_a(e|h_{12}) = \frac{1 \cdot \frac{1}{4} + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{4} + 0 \cdot \frac{1}{4}}{1 \cdot \frac{1}{4} + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{4} + 0 \cdot \frac{1}{4}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{1}{4} + \frac{1}{4}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{2}{4}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$$

$$P_p(h_{13}) = P_a(e|h_{13}) = \frac{1 \cdot \frac{1}{4} + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{4} + 0 \cdot \frac{1}{4}}{1 \cdot \frac{1}{4} + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{4} + 0 \cdot \frac{1}{4}} \cdot 0 = 0$$

Les **probabilitats resultants** esdevenen les **probabilitats anteriors** per la **següent evidència**.

$$P_p(h_{21}) = P_a(e|h_{21})P_p = \frac{1 \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} + 0 \cdot 0}{1 \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} + 0 \cdot 0} \cdot 1 = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{2}{4} + \frac{1}{4}} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{3}{4}} = \frac{2}{3}$$

$$P_p(h_{22}) = P_a(e|h_{22})P_p = \frac{1 \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} + 0 \cdot 0}{1 \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} + 0 \cdot 0} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{2}{4} + \frac{1}{4}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{3}{4}} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{6}$$

$$P_p(h_{23}) = P_a(e|h_{23})P_p = \frac{1 \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} + 0 \cdot 0}{1 \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} + 0 \cdot 0} \cdot 0 = 0$$

Newton s'adona que ha assolit els **mateixos resultats** que **Einstein** havia obtingut després de trobar la primera evidència. A partir d'aquest punt, **Newton anirà desfachat** respecte **Einstein**, trobat les **mateixes probabilitats** que Einstein havia obtingut amb l'anterior observació.

Professor: Albert Solé Bellet (albert.sole@ub.edu)

2.1 El criteri de demarcació popperià

Després de l'esfondrament de l'Imperi Austríac s'havia produït una **revolució** a Àustria: l'aire estava carregat de lemes i idees revolucionàries, i de **noves i sovint audaces teories**. Entre les teories que m'interessaven, la teoria de la relativitat d'**Einstein** era, sens dubte, la més important. D'altres tres eren la teoria de la història de **Marx**, la psicoanàlisi de **Freud** i l'anomenada *psicologia de l'individu* d'Alfred **Adler**[.]

Durant l'estiu del 1919 vaig començar a sentir-ne cada cop més **insatisfet amb aquestes tres teories**, la teoria marxista de la història, la psicoanàlisi i la psicologia de l'individu; vaig començar a sentir **dubtes sobre el seu pretès caràcter científic**. Els meus dubtes van prendre al principi la següent forma simple: *què és allò que no hi ha en el marxisme, la psicoanàlisi i la psicologia de l'individu? Per què són tan diferents de les teories físiques, de la teoria de **Newton** i especialment de la teoria de la relativitat?*

Per aclarir aquest contrast he d'explicar que pocs de nosaltres, aleshores, hauríem dit que crèiem en la veritat de la teoria einsteiniana de la gravitació. Això mostra que **no eren els meus dubtes sobre la veritat** d'aquelles altres tres teories el que em preocupava, sinó alguna altra cosa. Tampoc consistia en que jo simplement tingués la sensació que la física matemàtica era més exacta que la teoria de tipus sociològic o psicològic. Així, el que em preocupava **no era el problema de la veritat**, en aquesta etapa almenys, **ni el problema de l'exactitud o la mesurabilitat**. Era, més aviat, el fet que jo sentia que aquestes tres teories, encara que es presentaven com a ciències, de fet tenien més elements en comú amb les **mites primitius** que amb la ciència; que **s'assemblaven a l'astrologia més que a l'astronomia**.

Vaig trobar que aquells dels meus amics que eren admiradors de **Marx**, **Freud** i **Adler** estaven impressionats per una sèrie de punts comuns a les tres teories, en especial el seu **aparent poder explicatiu**. Aquestes teories semblaven poder explicar pràcticament tot el que passava dins dels camps als quals es referien. L'estudi de qualssevol d'elles semblava tenir l'efecte d'una conversió o **revelació intel·lectuals**, que obria els ulls a una nova veritat oculta per als no iniciats. Un cop obert els ulls d'aquesta manera, **es veien exemples confirmatoris per tot arreu**: el món estava ple de verificacions de la teoria. Tot el que passava la confirmava. Així, la seva veritat semblava manifesta i **els incrèduls eren, sens dubte, persones que no volien veure** la veritat manifesta, que es negaven a veure-la, ja perquè estava contra els seus interessos de classe, ja a causa de les seves repressions encara *no analitzades* i que exigien a crits un tractament.

Em va semblar que l'**element més característic** d'aquesta situació era l'**incessant corrent de confirmacions i observacions que verificaven** les teories en qüestió; aquest aspecte era constantment destacat pels seus adherents. Un marxista no podia obrir un diari sense trobar en

cada pàgina proves confirmatòries de la seva interpretació de la història; no solament en les notícies, sinó també en la seva presentació (que revelava el biaix classista del diari) i, especialment, per suposat, en allò que el diari no deia. Els analistes freudians subratllaven que les seves teories eren constantment verificades per les seves *observacions clíniques*. Pel que respecta Adler, vaig quedar molt impressionat per una experiència personal. Un cop, el 1919, el vaig informar d'un cas que no em semblava particularment adlerià, però ell no va tenir cap dificultat en analitzar-lo en termes de la seva teoria dels sentiments d'inferioritat, encara que ni tan sols havia vist el nen. Vaig experimentar una sensació una mica xocant i li vaig preguntar com podia estar tan segur *per la meua experiència de mil casos*, va respondre; al qual no vaig poder evitar contestar-lo: *i amb aquest nou cas, suposo, la seva experiència es basa en mil i un casos*.

El que jo pensava era que les seves anteriors observacions podien no haver sigut molt millor que aquesta nova; que cadascuna, o al seu torn **havia sigut interpretada a la llum d'experiències prèvies** i, alhora, considerada com a una **confirmació addicional**. *Què és allò que confirmen?*, em vaig preguntar a mi mateix. Només que un cas pot ser interpretat a la llum d'una teoria. Però això significa molt poc, vaig reflexionar, perquè **tot cas concebible pot ser interpretat** tant a la llum de la teoria d'Adler com la de Freud. Puc il·lustrar això amb dos exemples diferents de conductes humanes: la d'un home que empeny un nen a l'aigua amb la intenció d'ofegar-lo i la d'un home que sacrifica la seva vida en un intent de salvar el nen. Cadascun dels dos casos pot ser explicat amb la mateixa facilitat per la teoria de Freud i amb la d'Adler. D'acord amb Freud, el primer home pateix una repressió (per exemple, d'algun comportament del seu complex d'Èdip), mentre el segon havia fet una sublimació. D'acord amb Adler, el primer home patia sentiments d'inferioritat (que li provocaven, potser, la necessitat de provar-se a si mateix que era capaç de cometre un crim), i el mateix el segon home (la necessitat del qual era demostrar-se a si mateix que era capaç de rescatar el nen). **No puc imaginar cap conducta humana que no pugui ser interpretada en termes de qualsevol de les dues teories**. Era precisament aquest fet (que sempre s'adequaven als fets, que sempre eren confirmades) que als ulls dels seus admiradors constituïa l'argument més fort a favor d'aquestes teories. Vaig començar a sospitar que aquesta força aparent era, en realitat, **la seva debilitat**.¹⁰

Per **Popper** i el seu **racionalisme crític**, allò idiosincràtic de l'actitud científica és una **actitud summament crítica** davant les pròpies teories. Concep que els científics volen **exposar les seves teories**, no protegir-les. El sotmetre a contínua crítica (**contrastació**) i estar disposat a abandonar en qualsevol moment una teoria és el que distingeix l'actitud científica de les altres.

El **criteri** per establir l'estatus **científic** d'una teoria és la seva **refutabilitat** [o falsabilitat].¹¹

Perquè quelcom pugui formar part de la seva ciència ha de poder ser falsable.

Una **hipòtesi** [una teoria científica] és **falsable** si existeix un enunciat observacional o un conjunt d'enunciats **observacionals lògicament possibles** que siguin incompatibles amb ella, això és, que en cas de ser establerts com vertaders, falsarien la hipòtesi.¹²

Una teoria és **falsable** si es pot pensar en una **afirmació possible** que la **contradigui**.

¹⁰ K. R. Popper, *Conjectures i Refutacions*, p. 58-60.

¹¹ K. R. Popper, *Conjectures i Refutacions*, p. 61.

¹² A. Chalmers, *Què és aquesta cosa anomenada ciència?*, p. 59.

Falsador potencial
Enunciat observacional tal que, si fos acceptat, la teoria quedaria falsada .

Figura 1. Falsador potencial

Una teoria és **falsable** si **almenys té un falsador potencial**. Cal **acceptar** provisionalment aquelles teories científiques que, essent **falsables**, encara **no** han sigut falsades.

Tots els solters estan casats.	És una impossibilitat ; per tant, no pot falsar-se.
Demà plourà, o no plourà.	És una tautologia ; per tant, no pot falsar-se.
En augmentar la temperatura d'un gas a volum constant, augmenta la seva pressió.	És falsable .
Si avui aposta a les carreres, té una certa probabilitat de guanyar.	No especifica la probabilitat; tampoc queda clar com es podria falsar.
Tots els corbs són negres.	És falsable . Té tants falsadors com colors.
Existeix un corb blanc.	No hi ha un conjunt finit i situat espai-temporalment d'observacions que permetrien determinar l'estatus de veritat de l'afirmació.

Figura 2. Exemples de preferències falsables i no falsables

2.2 La dinàmica del falsacionisme

El falsacionisme es recolza sobre l'**asimetria lògica entre verificació i falsació**. Mentre, en principi, fan falta infinites observacions per verificar un enunciat universal com:

(1) Tots els corbs són negres

N'hi ha prou amb observar amb un corb albi per provar la falsedat de (1). L'argument sobre el qual se sustenta el falsacionisme és el **Modus Tollens**.

Refutació	
P1	Si H , aleshores P .
P2	No-P .
C	No-H .

Figura 3. Refutació per Modus Tollens

El **Modus Tollens** és un argument **deductiu**. Com que és deductiu, doncs, **tot és deductiu en ciència**. Però com hi pot haver progrés en ciència recorrent merament al Modus Tollens, que només serveix per **falsar teories o hipòtesis**? Popper afirma que en **ciència** sempre es **parteix de problemes**: quelcom que sorprèn en relació amb alguna creença anterior, que no encaixa. Cal buscar, doncs, una **nova hipòtesi** per a la qual no hi hauria problema incorporar la nova evidència (**e₁**).

e₁

Si es troba una hipòtesi (**H₁**) tal que té l'evidència (**e₁**), el problema deixa de sorprendre. Un cop trobada **H₁**, el falsacionista considera que l'**actitud per excel·lència del científic o científica** és la **crítica**; quan una proposa una hipòtesi cal que la sotmeti a continu escrutini, buscant més conseqüències observables, falles en la seva proposta.

$$H_1 \rightarrow e_1$$

Es troba una observació que planteja un problema per a la conjectura (e_2); cal, doncs, buscar una **nova hipòtesi** (H_2) que tingui tant la primera com la segona evidència en compte.

$$e_2 \rightarrow \neg H_1$$

$$H_2 \rightarrow e_1, e_2$$

$$H_2 \rightarrow e_1, e_2, e_3, \dots$$

Trobar més observacions que recolzin la conjectura **no li dona més validesa**; la teoria aguanta però l'únic que es pot fer és mostrar que és **falsa**; mai que és vertadera.

Epistemologia negativa
Només es pot conèixer si una hipòtesi o teoria és falsa .
De les hipòtesis o teories que no han sigut falsades fins el moment, només se sap que poden ser vertaderes , però no (ni es pot) si són, de fet, vertaderes.

Figura 4. Epistemologia negativa

Popper afirma:

No coneixem, només poden **conjecturar**.

Així, encara que una teoria hagi superat exitosament moltes proves, **no hi ha motiu per creure que és vertadera**; ni tan sols es considera *més forta*.

Convé observar que una decisió positiva pot **recolzar** la teoria examinada només **temporalment**, doncs altres decisions negatives subseqüents poden sempre derrocar-la. Durant el temps en què **una teoria resisteix** contrastacions exigents i minucioses, i en el qual no la deixa antiquada altra teoria en l'evolució del progrés científic, podem dir que **ha demostrat el seu tremp**, o que està **corroborada per l'experiència**.

En el procediment que acabem d'esbossar **no apareix res que pugui assemblar-se a la lògica inductiva**. En cap moment he assumit que puguem passar per un raonament de la veritat d'enunciats singulars a la veritat de teories. **No he suposat** un sol instant que, en virtut d'unes conclusions *verificades*, pugui establir-se que unes teories siguin *vertaderes*, ni tan sols **merament probables**.¹³

Mai és el cas que d'una **teoria** o hipòtesi **general** se'n **derivi directament un enunciat** observacional. A més de la hipòtesi, fan falta:

P1	$(H \wedge CI \wedge HAux) \rightarrow P$
P2	Dada: $\neg P$
C	$\neg(H \wedge CI \wedge HAux) \equiv \neg H \vee \neg CI \vee \neg HAux$

Figura 5. Raonament no inductiu

Essent **CI** les **Condicions Inicials** i **HAux**, les **Hipòtesis Auxiliars**.

¹³ K. R. Popper, *La lògica de la investigació científica*, p. 33.

En realitat, **no és possible mai presentar una refutació concloent d'una teoria**, ja que sempre pot dir-se que els **resultats experimentals no són dignes de confiança**, o que les preteses discrepàncies entre aquells i la teoria són merament aparents i desapareixeran amb el procés de la nostra comprensió dels fets[.]

Si s'insisteix a demanar demostracions estrictes (o refutacions estrictes) en les ciències empíriques, **mai es traurà profit de l'experiència** ni es veurà gràcies a ella de com d'equivocat s'estava.

Per tant, si caracteritzem la ciència empírica únicament per l'estructura lògica o formal dels seus enunciats, no serem capaços d'excloure del seu àmbit aquella forma tan difosa de metafísica que consisteix en elevar una teoria científica antiquada al rang de veritat incontrovertible.¹⁴

Sempre hi ha la possibilitat que quelcom falli: *els materials, el mètode, les circumstàncies*. És possible, doncs, fer el mateix que fan els adlerians o els freudians: **dirigir la problemàtica** de la pròpia hipòtesi **a una altra banda**. El vincle amb allò observacional és **mitjançat**; però el seu criteri de demarcació, la **falsabilitat**, no s'ha d'entendre com quelcom que discrimini la forma lògica dels enunciats que poden formar part de la ciència. La norma és que, **si no és falsable, no pot entrar**.

Encara quan és possible que la lògica estableixi criteris per decidir si un enunciat és contrastable, **en cap cas s'ocupa sobre si ningú s'esforça** o no a contrastar-lo.¹⁵

El criteri és l'**actitud** del científic o científica **davant d'una falsació**: si és protegir la hipòtesi sistemàticament, no està actuant com un científic o científica. Per tant, el falsacionisme és molt clar: els científics i científiques **no poden ser dogmàtics**.

A l'apartat 6 he tractat de definir la ciència empírica mitjançant el criteri de **falsabilitat**; però com que m'he vist obligat a **admetre que certes objeccions eren justes**, he promès afegir un **suplement metodològic** a la meua definició[.]

En la present obra considerem les normes metodològiques com a convencionals: les podríem descriure dient que són **les normes de joc de la ciència empírica**[.]

Donarem, en primer lloc, una **norma suprema**, que serveix de norma per les decisions que hagin de prendre's sobre les altres normes, i que (per tant) és una norma del tipus més elevat: és la que diu que **les altres normes del procediment científic han de ser tals que no protegeixin cap enunciat de la falsació**.¹⁶

Popper no està imposant un criteri naturalista; només proposa que **no s'ha d'elevat cap teoria a un dogma**. Tota afirmació en ciència ha d'estar **exposada a la falsació**.

2.3 Grau de falsabilitat i estratègies *ad hoc*

Assumint que:

¹⁴ K. R. Popper, *La lògica de la investigació científica*, S9, p. 49.

¹⁵ K. R. Popper, *La lògica de la investigació científica*, S11, p. 52.

¹⁶ K. R. Popper, *La lògica de la investigació científica*, S11, p. 52.

Tots els **cignes** són **blancs**.

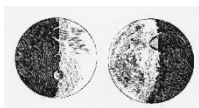
Es troba un **contra-exemple**: *una espècie de cignes australians negres*. Es **modifica** la teoria de manera bastant conservadora:

Tots els cignes, **excepte el que es va trobar a Austràlia el dia x a l'hora h**, són blancs.

Això és una **hipòtesi ad hoc**, específica per al problema de la primera: troba la teoria original directament falsada. I parla de **menys coses** que l'original: un cigne menys que abans.

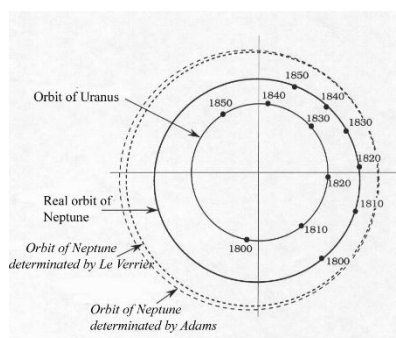
Hipòtesi
Com més contingut tingui, com més abasti, com més falsable sigui, més científica és.

Figura 6. Hipòtesi segons Popper



Un altre exemple d'aquest tipus de disputa troba els **aristotèlics** i **Galileu** discutint-se sobre la circularitat dels **orbs celestes**: les esferes aristotèliques, **perfectament** circulars i fetes d'**èter**, contra els **cràters** que Galileu afirmava que havia trobat sobre la Lluna.

Però **no totes les estratègies ad hoc** (*hipòtesis auxiliars*) són il·legítimes. Popper ha de donar una manera de distingir les bones de les dolentes. El **descobriment de Neptú** narra com



un astrònom descobreix un nou planeta: **Urà**. Fent servir la **física de Newton**, prediu la seva trajectòria... però la predicció és incorrecta. La teoria de Newton no ha donat el **resultat correcte**: una falsacionista es podria sentir empesa a falsar-la. Però ja fa un segle i mig que es demostra certa. Així, els astrònoms proposen una alternativa: hi ha un **altre planeta** prou proper a Urà per afectar la seva trajectòria. I es pot **calcular** on és i quines característiques han de tenir. El

còmput es demostra correcte: **es troba Neptú**.

Respecte a les **hipòtesis auxiliars**, decidim establir la norma que es consideraran **acceptables** només aquelles la introducció de les quals no disminueixi el **grau de falsabilitat** o contrastabilitat del sistema, sinó que, al contrari, l'**augmenti**.¹⁷

La idea de Popper és que es poden tenir **hipòtesis** que siguin **més informatives** sobre el món que d'altres, **més específiques**.

Grau de falsabilitat
Determina el nombre de falsadors potencials d'una hipòtesi.

Figura 7. Grau de falsabilitat

Com més informativa és una hipòtesi, més fàcil serà **falsar-la**: té més falsadors potencials.

[H1] Tots els planetes orbiten al voltant del **Sol**.

[H2] Tots els planetes descriuen òrbites **el·líptiques** amb el **Sol** en un dels **focus** de l'el·lipse.

¹⁷ K. R. Popper, *Conjectures i Refutacions*, p. 79.

És evident que [H2] té **més falsadors** que [H1].

També podríem dir que si la classe de **possibles falsadors** d'una teoria és [major] que la corresponent d'una altra, la primera tindrà **més ocasions de ser refutada** per l'experiència; per tant, comparat amb la segona, podrà dir-se que aquella és **falsable en major grau**; cosa que vol dir, així mateix, que la primera teoria **diu més** sobre el món de l'experiència que la segona, ja que exclou una classe major d'enunciats bàsics.¹⁸

Per tal de deslliurar-se de començar a **comparar infinits**, Popper estableix que, només en el cas que tots els falsadors potencials d'una hipòtesi sigui **subconjunt** de tots els falsadors d'una altra, podran **comparar-se**.

- 1) Es diu que un **enunciat x** és **falsable en major grau** o **més contrastable** que l'**enunciat y** —o, en símbols, que $Fsb(x) > Fsb(y)$ — quan i només quan la classe dels **possibles falsadors de x** **inclou** la classe dels **possibles falsadors de y** com una *subclasse seva*.
- 2) Si les classes dels **possibles falsadors** dels dos **enunciats x i y** són **idèntiques**, aleshores tenen el **mateix grau** de falsabilitat; això és, $Fsb(x) = Fsb(y)$.
- 3) Si **cap de les classes** de possibles falsadors dels dos enunciats **inclou** a l'altra com a una subclasse pròpia seva, aleshores els dos enunciats tenen **graus de falsabilitat no compatibles**: $Fsb(x) \parallel Fsb(y)$.¹⁹

Això es pot visualitzar de la següent manera:

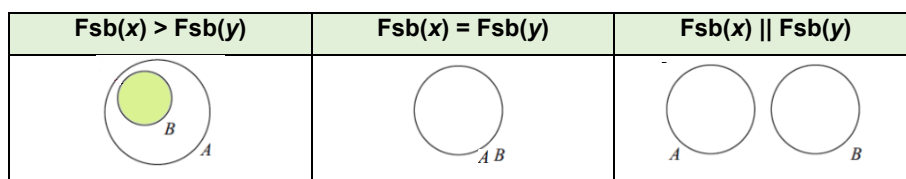


Figura 8. Relacions d'inclusió

Si es tenen dues teories, [H3] i [H4], tals que tot allò que **refuta la segona també refuta la primera**, però **no tot allò que refuta la primera refuta la segona**, aleshores [H3] té un grau de falsabilitat **més alt** que [H4]:

[H3] **Tots els éssers intel·ligents viuen a la Terra.**

[H4] **Tots els éssers intel·ligents viuen al Sistema Solar.**

Donat que [H3] té **més falsadors** (un *marcià* faria falsa [H3], però no [H4]), té un **grau de falsabilitat major**. És important que el canvi d'hipòtesi, **independentment del problema inicial** que l'hagi suscitat, pugui dur a un **nou experiment** per provar la validesa de la nova hipòtesi.

2.4 Grau de corroboració popperiana

Popper posa èmfasi en les **contrastacions negatives**.

¹⁸ K. R. Popper, *La lògica de les invencions científiques*, p. 108.

¹⁹ K. R. Popper, *La lògica de les invencions científiques*, p. 110.

Quan una teoria **no** supera una **contrastació**, és **refutada**. Així, es pot considerar que totes les teories que **no han sigut refutades tenen el mateix estatus**? Si es contrasta la mecànica de Newton durant el XVIII amb un saurí que *endevina* on hi ha aigua en una zona situada sobre un aqüífer, es fa aparent que la no-refutació de la pràctica del saurí no té el mateix pes que la mecànica newtoniana.

Per això, **Popper** proposa dos termes.

Grau de severitat d'un test	
$S(h, e) = p(e h) - p(e)$	
On e constitueix el fenomen que constitueix un test per la teoria h .	
$p(e)$	La probabilitat de l'esdeveniment. Es calcula sempre tenint en compte un determinat coneixement de fons.
$p(e h)$	La probabilitat d' e donada h , si se suposa que h és vertadera.

Figura 9. Grau de severitat d'un test

Popper considera que com **més específic** és el fenomen, **més improbable** és: *més opcions hi ha a banda que es doni e* . Com més restringeixi e , doncs, menys probable serà que es doni.

Quan la **hipòtesi es deriva** deductivament de l'**esdeveniment**, aleshores:

$$p(e|h) = 1$$

$$S(e, h) = 1 - p(e)$$

Així, com **més improbable** sigui un esdeveniment, com més rar, **major** serà $S(e, h)$.

Grau de corroboració	
$Corr(h, e) = \frac{p(e h) - p(e)}{p(e h) - p(e \wedge h) + p(e)} = \frac{S(h, e)}{p(e h) - p(e \wedge h) + p(e)}$	
On e constitueix el total de les proves realitzades per posar a prova la teoria h .	

Figura 10. Grau de corroboració

Popper incorpora el **denominador** de manera **ad hoc** per satisfer certes condicions, com ara:

$$-1 \leq Corr(e, h) \leq 1$$

Cada **rang** de valors indica quelcom diferent:

$0 < Corr(e, h) \leq 1$	Evidència que donen recolzament positiu ; que augmenta la confiança de la hipòtesi.
$Corr(e, h) = 0$	Evidència irrelevant .
$-1 \leq Corr(e, h) < 0$	Evidència negativa , que menyscaba la confiança en la hipòtesi.

Figura 11. Rangs de valors del grau de corroboració

Popper insisteix que **no és un grau de confirmació**: no dona una mesura de la correcció de la hipòtesi. Però hi ha hagut autors que han considerat que aquesta distinció **no se sosté**.

El *Modus Tollens* sense corroboració és buit; el *Modus Tollens* amb **corroboració** és **inducció**.²⁰

Alguns autors²¹ han mostrat que en casos de recolzament positiu per contrastacions exitoses el grau de **corroboració** i la **probabilitat condicionada** són qualitativament **indistingibles**:

$$\text{Corr}(e, h_1) \geq \text{Corr}(e, h_2) \text{ si i només si } p(h_1|e) \geq p(h_2|e)$$

$$\text{Corr}(e_1, h) \geq \text{Corr}(e_2, h) \text{ si i només si } p(h|e_1) \geq p(h|e_2)$$

La proposta de **Popper** sembla... sospitosament **inductiva**.

[...] Molts lectors de Popper interpreten la seva noció de **corroboració** com a quelcom semblant a la **verificació de teories**, tot i les propostes de l'autor. En aquest sentit, Popper manté, *contre lui*, una **teoria de la inducció**.

[...] Les concepcions inductivistes de la **confirmació** de les teories científiques diuen quelcom de l'estil: **una teoria implica una predicció** [...]; si la predicció és falsa, la teoria és falsada, si moltes prediccions són vertaderes, la teoria és **confirmada**. A pesar de tots els seus atacs contra l'inductivisme, **l'esquema de Popper no és tan diferent**: una teoria implica una predicció [...]; si la predicció és falsa, la teoria és falsada; si un nombre suficient de prediccions són vertaderes i se satisfan algunes condicions addicionals, la teoria està **altament corroborada**.²²

2.5 La lògica de la investigació científica

<i>El problema de la base empírica</i>
Aborda les dificultats en la relació entre les teories científiques y l'experiència observacional .

Figura 12. El problema de la base empírica, a La lògica de la investigació científica (Capítol V)

Això duu al **Trilema de Fries**: escollir entre *Dogmatisme* ∨ *Regrés a l'infinit* ∨ *Psicologisme*.

Dogmatisme	L'acceptació d'un enunciat sense justificació .	
	Negació del dogmatisme	L'obligació que tot rebi una justificació .
Argumentativisme	Tots els enunciat de la ciència han de ser justificats mitjançant l' argumentació raonada mitjançant dos arguments.	
Regrés a l'infinit	Justificar un enunciat amb un altre enunciat incorre en una regressió.	

Figura 13. Argument vers el Trilema de Fries

Si una **no** vol ser **dogmàtica** i accepta l'**argumentativisme**, incorrerà al **regrés a l'infinit**. Si no vol evitar-ho, haurà d'acceptar el **regrés a l'infinit**, el **dogmatisme** o negar l'**argumentativisme**.

$$\neg \text{Dogmatisme} \wedge \text{Argumentativisme} \rightarrow \text{Regrés a l'infinit}$$

$$\text{Regrés a l'infinit} \vee \text{Dogmatisme} \vee \neg \text{Argumentativisme}$$

El **psicologisme** defensa que hi ha una **font de justificació**, almenys de certs enunciat, que s'adquireix de l'**experiència**. És una manera de negar l'**argumentativisme**.

²⁰ Wesley Salmon, *The Foundation of scientific inference*, p. 160.

²¹ U. Moulines i J. A. Díez, *Introducción a la filosofía de la ciencia*, Barcelona: Ariel, 1997, p. 428-429.

²² Hilary Putman, *On the corroboration of theories*, p. 223-224.

Fries
<i>I tots els autors en la tradició empirista.</i>
L' observació és una font d'informació que es pot expressar en forma lingüística .
Per tant, és psicologista .

Figura 13. Resposta de Fries

Malgrat que els positivistes fan servir molts tecnicismes i parlen de clàusules protocol·làries, al final són psicologistes. Per Popper, centrar-se en la **percepció** de l'individu té l'avantatge de la **incoregibilitat**; però també és el seu desavantatge. És **inacceptable**: la percepció **només** és **accessible** al propi **individu**. Només es pot parar en enunciat **bàsics** fàcilment contrastables.

Popper afavoreix el fisicalisme: és accessible a tothom. Per ell, el **psicologisme fracassa**.

En la meua opinió, aquesta doctrina s'enfonsa amb els problemes de la inducció i dels universals: perquè no és possible proposar un enunciat científic que no transcendeix allò que podem saber amb certesa *basant-nos en la nostra experiència immediata* [...]: tot enunciat descriptiu fa servir noms (o símbols, o idees) *universals* i té el caràcter d'una teoria, d'una hipòtesi. **No és possible verificar l'enunciat aquí hi ha un got d'aigua per cap experiència** amb caràcter d'observació, per la mera raó que els **universals** que apareixen en aquell **no poden ser coordinats a cap experiència sensorial** concreta (*tota experiència immediata és donada immediatament una sola vegada*, és única); amb la paraula *got*, per exemple, denotem els cossos físics que presenten cert *comportament legal*, i el mateix passa amb la paraula *aigua*. **Els universals no poden ser reduïts a classes d'experiències, no poden ser constituïts**.²³

En la mesura que s'usen **universals**, **desborden** tota **experiència particular**. No pot cabre en una sola percepció. No hi ha una diferència significativa entre una tesi observacional i el dogmatisme, perquè tot desborda l'experiència: no poden ser constituïts per l'experiència.

Popper
<i>Pren una mica de cada part del trilema.</i>
L'important en ciència és la crítica : poder contrastar qualsevol cosa.
Tan contrastable és una teoria general com qualsevol enunciat que expressi un fet. Si hi ha algú que creu que un fet no està prou establert, té dret a demanar que es contrasti.
Hi ha certes coses el contrast de les quals sembla més fàcil que d'altres : <i>una observació</i> és més fàcil de discutir que la <i>teoria de cordes</i> .

Figura 14. Resposta de Popper

Potencialment es té una **regressió a l'infinit**, però és innòcua, però de fet s'arriba a un punt on quelcom s'accepta. En aquesta faceta, pren una mica del **psicologisme**: aquest punt d'aturada és el nivell dels **enunciats bàsics**, per la seva relació amb la percepció del subjecte (caràcter dogmàtic; però no pretenen confirmar cap hipòtesi). Però això **no és justificació**, sinó acord.

Teoria epistemològica de l'experiment
El teòric guia l'experimentador; però són els experiments el que usualment falsa una teoria.

Figura 15. Teoria epistemològica del coneixement

²³ K. R. Popper, *La lògica de les invencions científiques*, p. 90.

Professor: Albert Solé Bellet (albert.sole@ub.edu)

3.1 El context de Kuhn

Ha arribat el **crepuscle** de l'**empirisme lògic**: **Hempel** i **Carnap** segueixen **actius**, però ja han **modificat** les seves tesis originals. **Popper** és més influent; també el **segon Wittgenstein**. La **Història de la Ciència** constitueix un camp nou, consolidat progressivament a partir de 1950s.

Kuhn i **Popper** estan més o menys d'acord en la caracterització d'una **teoria** i com **formalitzar** el **procés científic**. **Kuhn** era **físic** de formació; més endavant, **historiador** de la ciència i, més tard, **filòsof**. *L'estructura de les revolucions científiques* apareix el **1962** i es coneix ràpidament; el **1965**, al *Col·loqui Internacional sobre Filosofia de la Ciència* (Bedford College, Londres), **Kuhn** manté una aspra **polèmica** amb d'altres filòsofs de la ciència, incloent **Popper**, **Lakatos**, **Feyerabend**, **Masterman**...

Relació d'incommensurabilitat
No es pot comparar , veure quin és millor, dos paradigmes .
És un conflicte de poder .

Figura 1. Relació d'incommensurabilitat

Aquesta polèmica es difon mitjançant la publicació de les obres del col·loqui dins de *Crítica i el creixement del coneixement* (**1970**), editat per **Lakatos** i **Musgrave**. Ja hi apareixen **crítiques** a les idees de **Kuhn**, que el duren a fer algunes **modificacions**.

Si es considera la història com quelcom més que un dipòsit d'anècdotes o cronologia, pot produir una **transformació** decisiva de la imatge que tenim actualment de la **ciència**.

Kuhn **no** vol presentar un **ideal** de com la ciència hauria de funcionar; a diferència de Popper. Vol **descriure** el que **passa** en **ciència**. No considera que la tasca del **filòsof** sigui imposar un mètode, sinó **relatar el que hi ha**. Les **teories** són essencialment **històriques**: *neixen, creixen, es desenvolupen, moren*. Hi ha una sèrie d'estadis històrics en el desenvolupament d'una teoria, d'un **paradigma**, que es van repetint: un **patró**. Tot radica entorn la noció de **paradigma**.

Paradigma
Suscita una adhesió quasi cega .

Figura 2. Paradigma

Per **Kuhn**, els científics són una mena d'**addictes**: **no qüestionen** res del que conté de manera nuclear el seu **paradigma**. Són, doncs, ben bé diametralment oposats als científics popperians.

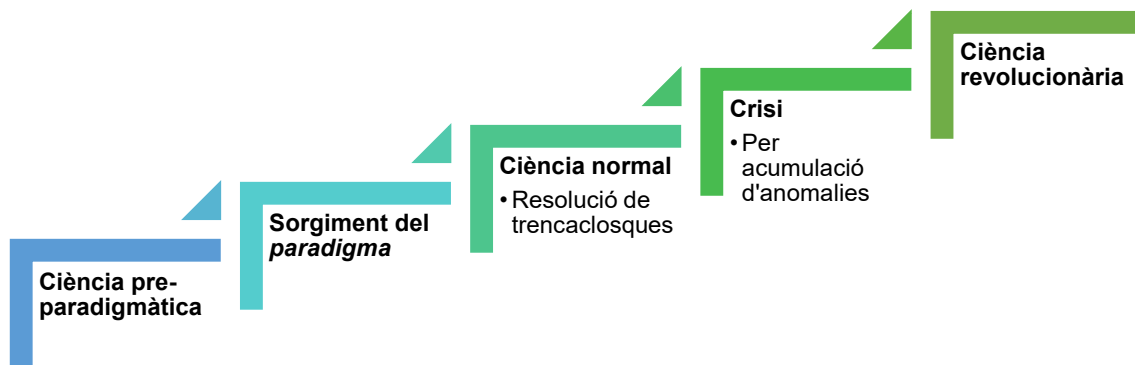


Figura 3. Imatge dinàmica (històrica) de la ciència

Per cada disciplina, hi ha una etapa **pre-paradigmàtica** on **no** s'ha establert un **paradigma**. És una època **confusa**, plena de contradiccions.

El sorgiment del **paradigma unifica** a tothom. L'etapa de la **ciència normal** acostuma a ser la més llarga; però per qualsevol paradigma establert és **inevitable** entrar en **crisi** per acumulació d'**anomalies**. Hi ha una facció que **perd la confiança** que aquest **paradigma** sigui la solució per resoldre la faceta de realitat concreta. Els dissidents, al final, poden acordar una alternativa: s'arriba a la **revolució científica**.

3.1.1 Etapa pre-paradigmàtica

Caracteritzada per l'existència de **diverses escoles**, sense una escola dominant. El **desacord** sobre els problemes, els mètodes i els fets bàsics impera; sovint, hi ha **disputes filosòfiques** o metafísiques. La disciplina en qüestió **no** està **definida**; normalment forma part de la *filosofia de la naturalesa*.

La història de la **investigació elèctrica** durant la primera meitat del segle XVIII proporciona un exemple més concret i millor conegut de la manera **com es desenvolupa una ciència**, abans que tingui el seu primer paradigma universalment acceptat. Durant aquest període hi havia quasi tantes **opinions** sobre la naturalesa de l'electricitat **com experimentadors** importants, homes com Hauksbee, Gray, Desaguliers, Du Fay, Nollett, Watson, Franklin i d'altres. Tots els seus nombrosos conceptes sobre l'electricitat tenien quelcom en comú: **es derivaven**, parcialment, **d'una o altra versió de la filosofia mecànica-corporària** que guiava totes les investigacions científiques d'aquells temps. A més, tots eren components de teories científiques reals, que en part s'havien obtingut, mitjançant **experiments i observacions**, i que van determinar parcialment l'elecció i la interpretació de problemes addicionals als quals s'enfrontaven les investigacions. No obstant, encara que tots els experiments eren elèctrics i la majoria dels experimentadors llegien les obres dels altres, les seves teories no tenien sinó **un mer aire de família**.

Un grup temprà de teories, seguidors de la pràctica del segle XVII, consideraven l'atracció i la generalització friccional com el fenomen elèctric fonamental. Aquest grup tenia tendència a considerar la repulsió com un efecte secundari degut a una mena de rebot mecànic i, així mateix, a aplanar tant com fos possible tant la discussió com la investigació sistemàtica del recent descobert efecte de Gray, la conducció elèctrica. Altres *electricistes* (el terme és d'ells mateixos) consideraven l'atracció i la repulsió com manifestacions igualment elementals de l'electricitat i

modifiquessin en conseqüència les seves teories i investigacions. [...] Però van tenir tanta dificultat com el primer grup per explicar simultàniament qualssevol efectes que no fossin els més simples de la conducció. Tanmateix, aquests efectes proporcionaven el **punt de partida** per un tercer grup, que tenia tendència a considerar l'electricitat com un *fluid* que podia circular a través de conductors, en lloc d'un *efluvi* que emanava dels no conductors. Aquest grup, al seu torn, tenia **dificultats per reconciliar** la seva teoria amb nombrosos efectes d'atracció i repulsió. Només mitjançant de les obres de Franklin i els seus investigadors immediats va **sorgir una teoria que podia explicar**, quasi amb la mateixa facilitat, **quasi tots els efectes** que, conseqüentment, podia proporcionar i va proporcionar una generació subsistent d'*electricistes* un paradigma comú per als seus investigadors.²⁴

Kuhn creu que si **no** hi ha **acord**, si **no** hi ha **compromís**, **no** hi pot haver **progrés** en ciència. El progrés es funda més en l'**adhesió** que la crítica. Si es critica tot, no s'avança. El paradigma, al final, serà el **conjunt d'acords** que una comunitat científica comparteix i que permeten que els que hi treballen *remin* tots en la mateixa direcció.

La **investigació efectiva** amb prou feines comença abans que una comunitat científica cregui haver trobat respostes fermes o preguntes tals com les següents: *quines són les entitats fonamentals de les quals es compon l'Univers? Com interactuen aquestes entitats, unes amb altres i amb els sentits? Quines preguntes poden plantejar-se legítimament sobre aquestes entitat i quines tècniques poden emprar-se per buscar les solucions?* Almenys en les ciències madures, les **respostes** a preguntes com aquestes es troben **enclavades** fermament en la **iniciació educativa** que prepara i dona **llicència** als estudiants **per a la pràctica professional**. Degut a que aquesta educació és tan rigorosa com rígida, aquestes respostes arriben a exercir una influència profunda sobre la mentalitat científica.²⁵

S'ha d'haver establert un **marc metafísic**; unes creences bàsiques sobre allò que hi ha que les disciplines bàsiques han de compartir, **què té sentit preguntar-se** dins d'una disciplina.

3.2 Paradigmes: caracterització general

Aspecte ontològic general	Un paradigma subministra una imatge del món , una cosmovisió .
	<i>Atomisme, mecanicisme...</i>
Aspecte científic/ontològic específic	Dins d'un paradigma científic també solen considerar-se aspectes més específics de la disciplina en qüestió.
	Les lleis o principis generals de la disciplina... <i>que ningú discutirà...</i>
Aspecte metodològic o epistemològic	Un paradigma també prescriu quins mètodes experimentals poden fer-se servir: què pot arribar a comptar com a observació .
	També defineix quins estils d'argumentació seran vàlids .
Aspecte sociològic	L'establiment d'un paradigma comporta la creació d' estructures com ara <i>societats científiques, càtedres universitàries</i> .
	Alguns manuals es prenen com a models de com s'ha de practicar la ciència; certes revistes científiques passen a ser el lloc on publicar...

Figura 4. Aspectes dels paradigmes

²⁴ T. S. Kuhn, *L'Estructura de les Revolucions Científiques*, p. 38-40.

²⁵ T. S. Kuhn, *L'Estructura de les Revolucions Científiques*, p. 25-26. (Cursives afegides per mi.)

Tots aquests **aspectes** són **part** dels **paradigmes**.

3.2.1 Matriu disciplinària

Kuhn introdueix la noció de la **matriu disciplinària**.

Havent aïllat una particular comunitat d'especialistes mitjançant tècniques com les que acabem d'analitzar, resultaria útil plantejar-se la següent pregunta: *què comparteixen els seus membres que expliqui la relativa plenitud de la seva comunicació professional i la relativa unanimitat dels seus judicis professionals?* A aquesta pregunta el meu text original respon: **un paradigma o conjunt de paradigmes**. Però per al cas, o diferència del que hem vist abans, el terme resulta **inapropiat**.²⁶

Els membres de **paradigmes oposats no s'entenen**, parcialment o plena, perquè hi ha una relació d'**incommensurabilitat** entre ells. Els científics que treballen en el mateix paradigma, però, s'entenen perfectament.

Els propis científics dirien que **comparteixen** una **teoria** o conjunt de teories, i jo quedat satisfet si el terme, al cap i a la fi, pot tornar a aplicar-se per al seu ús. Tanmateix, tal i com es fa servir en la filosofia de la ciència el terme *teoria*, dona a entendre una **estructura molt més limitada en la naturalesa i dimensions** de la que requerim aquí. Mentre el terme no quedi lliure de les seves aplicacions, resultarà útil adoptar-ne un altre per evitar confusions. Per als nostres propòsits presents suggereixo **matriu disciplinària**: *disciplinària* perquè es refereix a la possessió **comuna** de qui practica una disciplina particular; *matriu* perquè està composta d'**elements ordenats** de diversos tipus, cadascun dels quals requereix una ulterior especificació. Tots o almenys la major part dels objectes dels **compromisos de grup** que al meu text original resulten paradigmes o parts de paradigmes, o paradigmàtics, són **parts constituents de la matriu disciplinària**, i com a tals formen un tot i funcionen en conjunt.²⁷

D'acord amb Kuhn, una **matriu disciplinària** està constituïda per quatre **elements**. El primer són les **generalitzacions simbòliques**, que, sovint, són **empíricament quasi buides**. Alguns autors les han arribat a considerar *a priori*. Kuhn diu que, en alguns casos, funcionen com a **definicions**:

Però més sovint, com ho indica una anàlisi anterior d'aquest mateix llibre, les **generalitzacions simbòliques**, simultàniament, serveixen a una segona funció, que habitualment és clarament separada en les anàlisis dels filòsofs de la ciència. Així $F = m \cdot a$ o $I = V/R$, funcionen **en part com a lleis**, però també **en part com a definicions** d'alguns dels símbols que mostren. Per si no fos prou, l'**equilibri** entre la seva inseparable força legislativa i definidora **canvia amb el temps**. En un altre context, aquests arguments valdrien la pena si es fes una anàlisi detallada, doncs la **naturalesa** del **compromís** com a una llei és molt **diferent** de la del compromís amb una definició.²⁸

Dit d'una altra manera:

²⁶ T. S. Kuhn, *L'Estructura de les Revolucions Científiques*, Postdata, p. 279. (Cursives afegides per mi.)

²⁷ T. S. Kuhn, *L'Estructura de les Revolucions Científiques*, Postdata, p. 25-26.

²⁸ T. S. Kuhn, *L'Estructura de les Revolucions Científiques*, p. 281.

La idea és que tals **lleis generals** són *programàtiques*, són quelcom similar a **guies per a la investigació**: si tens un fenomen cinemàtic a explicar, busca forces responsables de la mateixa manera que la suma de totes elles sigui igual al producte de la massa per l'acceleració; si la suma de forces no coincideix amb aquest valor, la conclusió no és que la segona llei és falsa, sinó que cal seguir buscant noves forces o precisar millor la naturalesa i magnitud dels les que ja han sigut detectades.²⁹

Amb les **generalitzacions simbòliques**, els elements de la **matriu disciplinària** són:

Matriu disciplinària		
Generalitzacions simbòliques	Els principis o lleis més generals (<i>però ja específics a una teoria</i>) que articulen una teoria i permeten identificar-la .	
	Tenen un caràcter fonamental i unifiquen una teoria.	
	<i>En mecànica clàssica, $F = m \cdot a$; en electricitat, $I = V/R$; en teoria de selecció natural, el Principi de la Selecció...</i>	
Models	Ontològics	Compromisos compartits sobre la naturalesa fonamental (<i>metafísica</i>) dels objectes d'estudi del camp.
		<i>En l'atomisme, tot s'ha d'explicar com un conjunt d'àtoms que es mouen en el buit. En el mecanicisme, les qualitats secundàries es redueixen a les primàries.</i>
	Heurístics	Imatges, analogies amb les quals conduir la investigació molts cops establerta amb fins heurístics.
		<i>S'imagina un gas com un conjunt de boles de moviment; s'imagina un àtom com un sistema planetari.</i>
Exemplars	Allò que més s'assembla a un paradigma , en el sentit etimològic del terme.	
	Són realitzacions científiques universalment reconegudes que proporcionen, temporalment, models de problemes i solucions a una comunitat científica.	
	També es poden entendre com <i>exemples</i> de solucions a problemes particulars.	
	També són aplicacions empíriques específiques de l'aparell formal que serveixen de guia o model per a la resolució de problemes.	
	<i>En física, l'aplicació de la mecànica newtoniana per al càlcul de l'òrbita marciana, o aplicada al cometa Halley, o al moviment d'un pèndol. En biologia, la feina de Mendel sobre la transmissió de trets en pèsols...</i>	
Valors	Prediccions	Es requereix que siguin precises , com més, millor.
		Es prefereixen les quantitatives a les qualitatives.
	Teories	Es valora que formulin i solucionin enigmes , com més, millor.
		Es valora que siguin senzilles .
		Es valora que siguin coherents .
		Es valora que siguin compatibles amb la resta de teories acceptades.
	Encara que s'estigui d'acord en totes els valors, si aquests entren en conflicte, hi pot haver desacord sobre com prioritzar-los .	

Figura 5. Elements de la matriu disciplinària

²⁹ J. Diez i C. U. Moulines, *Fonaments de la Filosofia de la Ciència*, p. 314.

Sobre els **models** de la **matriu disciplinària**, Kuhn escriu:

Considerem ara un **segon tipus de component de la matriu disciplinària**, component sobre el qual s'ha dit ja bastant en el meu text original, sota títols com el de ***paradigma metafísic*** o ***les parts metafísiques dels paradigmes***. Estic pensant en **compromisos compartits amb creences** tals com: el color és l'energia cinètica de les parts constituents dels cossos; tots els fenòmens perceptibles es deuen a la interacció d'àtoms qualitativament neutrals en el buit o bé, en canvi, a la matèria o força, o als camps. En reescriure el llibre descriuria jo ara tals compromisos com **creences en models particulars**, i estendria els **models de categories** perquè també incloguessin una **varietat** relativament **heurística**: el circuit elèctric pot ser considerat com un sistema hidrodinàmic d'estat estacionari; les molècules d'un gas actuen com a minúscules boles de billar, elàstiques, en un moviment produït a l'atzar. Encara que varia la força dels compromisos del grup, amb conseqüències no trivials, al llarg de l'espectre dels models heurístic a ontològic, tanmateix **tots els models tenen funcions similars**. Entre d'altres coses, **donen al grup les seves analogies i metàfores preferides i permissibles**.³⁰

Pel que fa als **valors**:

Ara descriuré aquí com a **valors** a una **tercera classe d'elements de la matriu disciplinària**. **Habitualment se'ls comparteix** entre diferents comunitats, més generalment que les generalitzacions simbòliques o els models, i fan molt per **donar un sentit de comunitat als científics naturalistes en conjunt**. Encara que funcionen en tot moment, la seva **importància** particular sorgeix quan els membres d'una comunitat particular han d'**identificar una crisi** o, després, **escollir entre maneres compatibles** de practicar la seva disciplina. Probablement els valors més profundament sostinguts es refereixen a les **prediccions**: han de ser **exactes**; les prediccions **quantitatives** són preferibles a les qualitatives; fos quin fos el marge d'error admissible, han de ser contínuament representat en un camp determinat, i així per l'estil. Tanmateix, també hi ha valors que han d'aplicar-se en jutjar **teories senceres**: abans que res, han de permetre la **formulació i solució d'enigmes**; quan sigui possible han de ser **senzilles, coherents i probables**, és a dir, **compatibles** amb d'altres teories habitualment sostingudes.³¹

3.3 Ciència normal

Ciència normal
Ciència guiada per un paradigma .
Anti- popperiana .

Figura 6. Ciència normal

Els científics accepten pressupòsits dels paradigmes; les grans **generalitzacions simbòliques**, el **marc metafísic**; els mètodes d'articular una teoria en allò **empíric**; les maneres d'obtenir **dades**; les **institucions** que regulen el coneixement... Durant els períodes de **ciència normal**, els científics es dediquen a la **resolució d'enigmes** o endevinalles.

L'**empresa científica** com un tot resulta útil de tant en tant, **obre nous territoris**, desplega ordre i posa a prova creences acceptades des de fa molt de temps. Tanmateix, l'**individu dedicat a la**

³⁰ T. S. Kuhn, *L'Estructura de les Revolucions Científiques*, Postdata, p. 282-283.

³¹ T. S. Kuhn, *L'Estructura de les Revolucions Científiques*, Postdata, p. 283.

resolució d'un problema d'investigació normal quasi mai fa alguna d'aquestes coses. Una vegada compromès, el seu al·licient és de tipus bastant diferent. Allò que l'incita a continuar aleshores és la **convicció** que, a condició que tingui l'habilitat suficient per a allò, **aconseguirà resoldre un enigma que ningú ha aconseguit resoldre** fins ara o, al menys, no tan bé. Moltes de les mentalitats científiques més brillants han dedicat tota la seva atenció professional a enigmes existents d'aquest tipus. La majoria de les vegades, qualsevol camp particular d'especialització no ofereix altra cosa a fer, fet que no el fa menys **atraient per als addictes** del tipus apropiat.³²

Els **problemes** de la **ciència normal** tenen les següents característiques:

Solució	(Se suposa que) tenen una solució .
	Només fa falta ingeni per trobar-la.
Normes	Hi ha, en general, unes normes fixades per trobar la solució.

Figura 7. Característiques dels problemes de la ciència normal

Així, **Kuhn** traça un paral·lelisme entre els **enigmes** i els **problemes de la ciència normal**:

Per tal que pugui classificar-se com a enigma, un problema ha de caracteritzar-se per tenir més d'una **solució assegurada**. Així mateix, hi ha d'haver normes que limitin tant la naturalesa de les solucions acceptables com els passos que és precis fer per obtenir-les.³³

Durant els **períodes de ciència normal**, els científics s'ocupen de:

Exemplars	Buscar noves aplicacions (<i>exemplars</i>) dels principis guia o generalitzacions simbòliques.
Refinació	Refinar l' aparell formal o matemàtic de la teoria.
Tècniques	Buscar noves tècniques per resoldre problemes complexos.
Constants	Determinar amb major precisió el valor de les constats o paràmetres empírics involucrats en la teoria.

Figura 8. Tasques dels científics a la ciència normal

3.4 Anomalies i crisis

La **ciència normal** sol presentar **anomalies**.

Anomalia
Fenomen recalcitrant , que una teoria no pot explicar i per als quals els paradigmes no ofereixen promesa de solució .

Figura 9. Anomalia

Si n'oferissin, si fos un xoc amb la teoria almenys amb prospecte d'encaix, seria un **enigma**.

El **descobriment** comença amb la **percepció de l'anomalia**; és a dir, amb el reconeixement que en certa manera la naturalesa ha **violat les expectatives**, induïdes pel **paradigma**, que regeixen a la ciència normal.³⁴

³² T. S. Kuhn, *L'Estructura de les Revolucions Científiques*, Postdata, p. 72-73.

³³ T. S. Kuhn, *L'Estructura de les Revolucions Científiques*, Postdata, p. 72-73.

³⁴ T. S. Kuhn, *L'Estructura de les Revolucions Científiques*, Postdata, p. 93.

A vegades un **problema** pot **semblar resoluble** amb les eines del paradigma; però passen els anys i no es resol. Aleshores, allò que es percebia com un enigma passa a ser una **anomalia**.

A vegades, un **problema normal**, que hauria de resoldre's mitjançant normes i procediments coneguts, **oposa resistència** als esforços reiterats dels membres més capaços del grup dins de la competència del qual entra. D'altres vegades, una **peça** de l'equip, dissenyada i construïda per fins d'investigació normal, **no dona els resultats esperats**, revelant una **anomalia** que, malgrat els esforços repetits, no respon a les esperances professionals. En aquestes i en d'altres formes, la **ciència normal es perd**, repetidament. I quan ho fa (és a dir, quan la professió no pot passar per alt ja les anomalies que subverteixen la tradició existent de pràctiques científiques) s'inicien les investigacions extraordinàries que condueixen per fi la professió a un **nou conjunt de compromisos**, una base nova per a la pràctica de la ciència.³⁵

Quan s'acumula certa quantitat d'anomalies (*un nombre indeterminat*), comença a generalitzar-se la **sospita** que el marc conceptual **no serveix**. Així es distingeix entre **anomalia** i **enigma**:

Anomalia	Enigma
Fenomen que una teoria no pot explicar .	Fenomen que amb prospecte d'explicació .

Figura 10. Anomalia i enigma

Encara que hi hagi **anomalies** conegudes **no cal abandonar** un paradigma: hi ha vegades que **ofereix prou per justificar l'adhesió** encara. Aquí, de nou, es té un tret **fonamentalment anti-popperià** de la ciència. Tanmateix, les **crisis** s'acaben produint per acumulació d'anomalies.

3.5 Revolucions científiques

Kuhn considera les **revolucions científiques** en **analogia** amb les **revolucions polítiques**.

Per què ha d'anomenar-se revolució a un canvi de paradigma? Davant de les diferències tan grans i essencials entre el desenvolupament **polític** i el **científic**, quin paral·lisme pot justificar la metàfora que troba revolucions en ambdós?

Un dels aspectes del **paral·lisme** ha de ser ja evident. Les **revolucions polítiques** s'inicien mitjançant un **sentiment**, cada cop major, restringit freqüentment a una fracció de la comunitat política, que **les institucions existents han cessat de satisfer adequadament els problemes** plantejats pel medi ambient que han contribuït en part a crear. De manera molt similar, les **revolucions científiques** s'inicien amb un **sentiment** creixent, també sovint restringit a una estreta subdivisió de la comunitat científica, que **un paradigma existent ha deixat de funcionar adequadament en l'exploració** d'un aspecte de la naturalesa, fins el qual, el mateix paradigma prèviament havia mostrat el camí.

Aquest aspecte genètic del paral·lel entre el desenvolupament polític i el científic no hauria ja de deixar lloc als dubtes. Tanmateix, aquest paral·lel té un **segon aspecte**, més profund, del qual **depèn la importància del primer**. Les revolucions polítiques tendeixen a **canviar** les institucions polítiques de modes que aquestes mateixes institucions **prohibeixen**. Per consegüent, el seu èxit **exigeix l'abandonament parcial** d'un conjunt d'institucions a favor d'un altre i, mentrestant, la societat no és governada completament per **cap institució**. Inicialment, és la crisi sola la que

³⁵ T. S. Kuhn, *L'Estructura de les Revolucions Científiques*, Postdata, p. 29.

atenua el paper de les institucions polítiques, de la mateixa manera, com hem vist ja, que atenua el **paper dels paradigmes**. En nombres creixents, els individus s'allunyen cada cop més de la vida política i es comporten de manera cada cop més excèntrica en el seu interior. Després, en **fer-se més profunda la crisi**, molts d'aquests individus es comprometen amb alguna proposició concreta per a la reconstrucció de la societat en una nova estructura institucional. En aquest punt, **la societat es divideix** en camps o partits enfrontats, un dels quals intenta defensar el quadre de les institucions antigues, mentre les altres s'esforcen a establir-ne d'altres de noves. I, un cop ha tingut lloc aquesta **polarització**, el recurs polític **fracassa**.

Com l'elecció entre institucions polítiques que competeixen entre si, l'**elecció entre paradigmes** en competència resulta una **elecció entre modes incompatibles de vida** de la comunitat. Degut a que té aquest caràcter, l'elecció no està i **no pot estar determinada** només pels procediments d'avaluació característics de la **ciència normal**, doncs aquests depenen en part d'un paradigma particular, i aquest paradigma és discutit. Quan els paradigmes entren, com han de, en un debat sobre l'elecció d'un paradigma, **la seva funció és necessàriament circular**. Per argüir en la defensa d'aquest paradigma cada grup utilitza el seu propi paradigma.³⁶

Les **revolucions científiques** es produeixen, inicialment, per una creixent **insatisfacció** amb un **paradigma**. Aleshores, **el recurs al mètode fracassa**; cada paradigma prescriu els seus propis mètodes. Però això condueix de tornada a la relació d'**incommensurabilitat**.

3.6 El paradigma acumulatiu

La **ciència** estableix **teories** que, si es veuen àmpliament **confirmades**, són **acceptades** i segueixen sent-ho amb relativa independència del perill de veure's posteriorment desconfirmades. El **desenvolupament de la ciència** consisteix en l'extensió de dites teories a **àmbits més amplis**, en el desenvolupament de noves teories àmpliament confirmades per dominis relacionats amb ells i en la incorporació de teories ja confirmades a teories més amples. La **ciència** és, doncs, una **empresa acumulativa** d'extensió i **enriquiment de vell assoliments** amb d'altres de nous; les velles teories no es rebutgen o abandonen un cop s'han acceptat; més aviat el que fa és cedir el seu lloc a d'altres teories més comprensives a les quals es redueixen.³⁷

Una **teoria T^*** és **substituïda** per una **teoria T** ha de complir els següents requisits³⁸:

Requisits per a la substitució de teories	
1	T^* té un major contingut empíric que T .
	És a dir, T^* prediu fets que T no prediu.
2	T^* explica l' èxit previ de T .
	És a dir, tot el contingut verificat o confirmat de T està inclòs en el contingut de T^* .
3	Una part de l' excés de contingut de T^* resulta verificat o confirmat .

Figura 11. Requisits per a la substitució de teories segons Lakatos

Kuhn ho critica.

³⁶ T. S. Kuhn, *L'Estructura de les Revolucions Científiques*, Postdata, p. 150-152.

³⁷ F. Suppe, *L'Estructura de les Teories Científiques*, p. 77.

³⁸ Adaptats de *La metodologia dels problemes d'investigació científica*, I. Lakatos, p. 46-47.

Per suposat, la **ciència** (o alguna altra empresa, potser menys efectiva) **podria** haver-se desenvolupat d'aquesta manera totalment **acumulativa**. Molta gent ha cregut que això és el que ha passat i molts semblen suposar encara que l'acumulació és, almenys, l'ideal que mostraria un desenvolupament històric si no hagués sigut distorsionat tan sovint per la idiosincràsia humana. [...]

Tanmateix, malgrat l'enorme plausibilitat d'aquesta imatge ideal, hi ha cada cop més raons per preguntar-se si és possible que sigui una imatge de la ciència. Després del **període anterior al paradigma**, l'assimilació de totes les noves teories i de quasi tots els tipus nous de fenòmens han exigit, en realitat, **la destrucció d'un paradigma anterior i un conflicte conseqüent** entre escoles competitives de pensament científic.

L'adquisició acumulativa de novetats no previstes resulta una excepció quasi inexistent a la norma del desenvolupament científic. L'home que es prengui seriosament els fets històrics haurà de sospitar que **la ciència no tendeix a l'ideal que ha forjat la nostra imatge de la seva acumulació**. Potser sigui un altre tipus d'empresa.³⁹

Així, en períodes de **ciència normal** el desenvolupament científic és **acumulatiu**. D'acord amb Kuhn, **la ciència sembla una empresa acumulativa** degut a com s'ensenya la ciència (*i la història de cada ciència*) en els llibres de text.

3.7 Incommensurabilitat

Incommensurabilitat
<i>No comparable.</i>
Els diferents paradigmes fan servir llenguatges diferents i, per tant, no es poden comparar directament.

Figura 12. Incommensurabilitat

Kuhn llegeix, durant els seus estudis universitaris, la *Física* d'Aristòtil; al principi **li sembla un mal llibre**, no l'entén. No és fins que veu que **l'ús dels termes** que fa servir l'estagirita han **canviat** des del seu temps fins a l'actualitat que comença a apreciar-los.

Treballs de psicologia de la Gestalt	Wolfgang Köhler
Ludwik Fleck	Kuhn li reconeix un gran deute .
	Fou un bacteriòleg que va desenvolupar la primera teoria sociològica explícita de les ciències naturals.
	Ja usava el terme <i>incommensurable</i> .
N. R. Hanson	La càrrega teòrica de l'observació.

Figura 13. Precedències i influències



Davant de la crítica, Kuhn referencia aquelles **imatges ambigües** que el públic interpretarà de maneres irreconciliables. *A l'esquerra, el famós dibuix que, segons com es miri, mostra un ànec o un conill.*

³⁹ T. S. Kuhn, *L'Estructura de les Revolucions Científiques*, Postdata, p. 154-155.

Conseqüentment, assumim ara que les diferències entre paradigmes successius són necessaris i irreconciliables. Podrem dir, aleshores, de manera més explícita quins són quins són aquests **tipus de diferències**? El tipus més evident ha sigut il·lustrat ja repetidament. Els **paradigmes successius** ens indiquen diferents coses sobre la **població** de l'Univers i sobre el comportament d'aquesta població. [...] Però els paradigmes es diferencien en alguna cosa més que la substància, ja que estan **dirigits** no només cap a la **naturalesa**, sinó també cap a la **ciència** que els va produir. Són la **font dels mètodes, problemes i normes de resolució acceptats** per qualsevol comunitat científica madura, en qualsevol moment donat. Com a resultat, la recepció d'un **nou paradigma** freqüentment fa necessària una **redefinició de la ciència** corresponent. Alguns problemes antics poden relegar-se a una altra ciència o ser declarats absolutament *no científics*. D'altres que anteriorment eren trivials o ni tan sols existien, poden convertir-se, amb un nou paradigma, en els arquetips mateixos de la realització científica d'importància. I en canviar els problemes també ho fan, sovint, les normes que distingeixen una solució científica real d'una simple especulació metafísica, d'un joc de paraules o d'un joc matemàtic. La **tradició científica normal que sorgeix d'una revolució científica** és no només **incompatible** sinó també sovint realment **incomparable** amb la que existia amb anterioritat.⁴⁰

Partidaris de paradigmes rivals poden mantenir **discrepàncies** de tipus metodològic o axiològic i diferir respecte a quins **problemes** són (més o menys) rellevants, quines són les **estratègies** vàlides per resoldre'ls, què ha de ser **explicat** i què no (què constitueix una *bona explicació*)... en definitiva, un **paradigma** proveeix uns **estàndards d'avaluació**.

Epistèmica o metodològica	Semàntica	Ontològica o perceptiva
Capítol IX de l' <i>Estructura</i> .	Capítol IX de l' <i>Estructura</i> .	Capítol X de l' <i>Estructura</i> .

Figura 14. Tipus d'incommensurabilitat

Aquestes incommensurabilitats impedeixen que se celebri el **debat entre paradigmes**.

L'home que estableix com a premissa un **paradigma**, mentre argüeix en defensa pròpia pot, no obstant, proporcionar una **mostra** clara d'allò que serà la **pràctica científica** per a qui adopti la nova visió de la naturalesa. Aquesta mostra pot ser immensament **persuasiva** i, amb freqüència, inclús **apressant**. Tanmateix, sigui quina sigui la seva força, l'estatus de l'argument circular és només el de la persuasió. No pot fer-se apressant, lògicament ni probable, per a qui refusa entrar al cercle. Les premisses i valors compartits per les dues parts d'un debat sobre paradigmes no són suficientment amplies per a això. Com en les revolucions polítiques passa en l'elecció d'un paradigma: **no hi ha cap norma més elevada que l'acceptació de la comunitat pertinent**.⁴¹

3.7.1 Acumulabilitat i casos límit

En la **física-matemàtica**, es recorre als denominats **casos límit** (o *casos especials*) per parlar de reduccions teòriques i tenir en compte com el **contingut** (*confirmat, corroborat*) d'una teoria anterior queda **incorporat** en una **teoria successora**. És de la competència de la Filosofia de la Ciència l'estudi de les **relacions inter-teòriques**, també.

⁴⁰ T. S. Kuhn, *L'Estructura de les Revolucions Científiques*, p. 165-166.

⁴¹ T. S. Kuhn, *L'Estructura de les Revolucions Científiques*, p. 152.

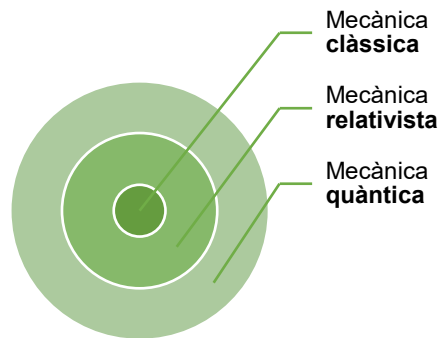


Figura 15. Exemple d'incorporació de contingut en teories successores

En **mecànica newtoniana** o clàssica es postula la **Segona Llei de Newton**:

$$F = m \cdot a$$

A la teoria de la **relativitat especial** la massa depèn de la velocitat d'acord amb la fórmula:

$$M = \gamma \cdot m = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cdot m = \frac{m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \approx m$$

Si la velocitat (v) és petita en comparació a la de la llum (c), el valor de γ s'aproxima a 1.

$$F = \gamma \cdot m \cdot a + \gamma^3 \cdot m \cdot \frac{v \cdot a}{c^2} \cdot v \approx m \cdot a$$

Quan $\frac{v}{c}$ és pràcticament 0, s'aproxima a $F = m \cdot a$.

3.7.2 Incommensurabilitat semàntica

Pot realment *derivar-se* la dinàmica de Newton de la dinàmica relativista? Com seria aquesta derivació? Imaginem un conjunt d'enunciats, E_1, E_2, \dots, E_n , que, en conjunt, comprenen les lleis de la teoria de la relativitat. Aquests enuncisats contenen variables i paràmetres que representen la posició espacial, el temps, la massa en repòs, etc. A partir d'aquests, amb ajuda de l'aparell de la lògica i la matemàtica, pot deduir-se tot un conjunt d'enunciats ulteriors, incloent alguns que poden verificar-se mitjançant l'observació. Per provar allò apropiat de la dinàmica newtoniana com a cas especial, hem d'afegir als E_i alguns enuncisats addicionals, com ara $(v/c)^2 \ll 1$, que restringeixen l'abast dels paràmetres i les variables. Aquest conjunt incrementat d'enunciats és manipulat, a continuació, perquè produeixin un nou conjunt, N_1, N_2, \dots, N_m que és idèntic, en la forma, a les lleis de Newton sobre el moviment, la llei de la gravetat, etc. Aparentment, la dinàmica de Newton es deriva de la d'Einstein, sotmesa a unes quantes condicions que la limiten.

Tanmateix, **la derivació és il·legítima**, almenys fins a aquest punt. Encara que el conjunt N_i és un cas especial de les lleis de la mecànica relativista, no són les lleis de Newton. O, almenys, no ho són si tals lleis no es reinterpreten d'una manera que hauria sigut impossible fins després de l'obra d'Einstein. Les variables i paràmetres que en la sèrie einsteiniana E_i representaven la posició espacial, el temps, la massa, etc., es presenten encara en N_i ; i continuen representant allà espai, temps i massa einsteinians. Però les referències físiques d'aquests conceptes einsteinians no són de cap manera idèntics a les dels conceptes newtonians que duen al mateix

nom. (La massa newtoniana es conserva; l'einsteiniana és transformable mitjançant l'energia. Només a baixes velocitats relatives poden mitjançar-se ambdues de la mateixa manera i, fins i tot en aquest cas, no han de ser considerades idèntiques). A no ser que canviem les definicions de les variables de N els enunciats derivats no seran newtonians. Si les canviem, no podrem de manera apropiada dir que hem *derivat* les lleis de Newton, al menys no en qualsevol dels sentits que es reconeixen actualment al verb *derivar*.⁴²

Així, tornant a l'exemple d'**acumulabilitat** i **casos límit**, la **Segona Llei de Newton** s'escriu:

$$F_N = m_N \cdot a_N$$

I la teoria de la **relativitat especial**:

$$F_E = \gamma \cdot m_E \cdot a_E + \gamma^3 \cdot m_E \cdot \frac{v_E \cdot a_E}{c^2} \cdot v_E \approx m_E \cdot a_E$$

Kuhn s'enfronta als **positivistes lògics** sobre la **semàntica** dels enunciats i termes científics.

Positivistes lògics	Criteri verificacionista del significat	El significat d'un enunciat observacional s'identifica amb els condicions empíriques de la seva verificació .
	Termes teòrics	Adquireixen el seu significat en funció de la seva relació amb altres termes teòrics i amb els termes d'observació .
	Hi ha holisme semàntic respecte els termes teòrics ; no dels observacionals.	
T. S. Kuhn	Holisme global	Hi ha holisme semàntic respecte els termes teòrics i dels observacionals .
	Motivació	Càrrega teòrica dels fets .

Figura 16. Positivistes lògics contra T. S. Kuhn

Tot i que més tard **suavitzarà** la seva tesi, comença parlant d'**intraduïbilitat**:

Intraduïbilitat
No qualsevol desplaçament semàntic (en el significat de termes) serveix a efectes d'argumentar que hi ha incommensurabilitat entre paradigmes.

Figura 17. Intraduïbilitat

Quan torna a formular la tesi el **1983**, parla d'**incommensurabilitat local**:

Incommensurabilitat local
El desplaçament semàntic afecta només a part dels termes de dues teories o llenguatges rivals; diversos termes preserven el significat, cosa que permet una comparació parcial .

Figura 18. Incommensurabilitat local

⁴² T. S. Kuhn, *L'Estructura de les Revolucions Científiques*, p. 162-163.

Professor: Albert Solé Bellet (albert.sole@ub.edu)

4.1 El fi de la racionalitat instantània

Lakatos neix a Debrecen (Hongria) el **1922**, amb el nom **Imre Pischitz**. Després d'una carrera escolar brillant, va a la Universitat de Debrecen el **1940**, graduant-se en **Física, Matemàtiques i Filosofia** el **1944**. Ja a Debrecen esdevé un **comunista** compromès, liderant un petit grup estudiantil. D'origen jueu, aconsegueix salvar-se de la persecució nazi **canviant-se el cognom a Molnár** i fugint a Nogváryad (Romania). La seva mare i àvia materna moren a Auschwitz.

El **1946**, després de la guerra, s'estableix a Budapest i es **canvia** altra vegada el **cognom a Lakatos**, en honor a Géza Lakatos. Obté un càrrec rellevant de funcionari al ministeri hongarès d'educació i se li encarrega una feina relacionada amb la **reforma de l'educació superior**.

Tanmateix, cau en una purga dins del partit, essent acusat de *revisionista* i **tancat a la presó** durant el període de **1950 a 1953**. Els motius d'aquesta caiguda i empresonament no són clars i sembla que Lakatos fou víctima d'un joc de poder. El **1956** fuig a Viena de les autoritats russes després de la fallida revolució hongaresa avortada pels soviètics. Després d'aconseguir una beca per a refugiats hongaresos, es matricula al King's College de Cambridge per començar estudis de **doctorat en Filosofia**, sota la supervisió de Brathwaite. Comença a freqüentar el seminari de Karl **Popper** a la London School of Economics.

El **1960** aconsegueix una posició a la London School of Economics com **assistent docent**. Al departament de Filosofia de la Ciència en aquest moment hi havia, a més de Popper, Joseph **Agassi** i John **Watkins**. El **1961** es doctora en Filosofia per la Universitat de Cambridge. És co-editor amb Alan **Musgrave** del llibre *La crítica i el creixement del coneixement*, que inclou les ponències presentades a l'International Colloquium in the Philosophy of Science de **1965**.

Mor als 51 anys, el **1974**, d'un atac de cor.

4.2 Ciència i religió

Lakatos s'enfronta a **dos totalitarismes**, estant ell molt compromès amb el marxisme. Acaba veient que, en el **debat** fins ara en Filosofia de la Ciència (**Popper** contra **Kuhn**), el primer parla del mètode i el segon ataca, amb raó, l'inductivisme ingenu de Popper... però que encara hi ha un aspecte redimible del popperianisme, un inductivisme més sofisticat. Considera fonamental la idea de **restituir un mètode**.

El conflicte entre **Popper** i **Kuhn** no es refereix a un tema epistemològic d'ordre tècnic. Afecta als nostres valors intel·lectuals fonamentals i té implicacions no només per la física teòrica, sinó

també per les ciències socials subdesenvolupades i fins i tot per la filosofia moral i política. **Si ni tan sols en una ciència existeix una manera de jutjar una teoria**, com no sigui mitjançant el número, fe i energia vocal dels seus adeptes, aleshores allò serà encara més cert de les ciències socials; **la veritat està en el poder**. D'aquesta manera reivindica **Kuhn** (inintencionadament, sens dubte) el credo polític bàsic dels maníacs religiosos contemporanis (els *estudiants revolucionaris*).

En aquest article mostraré, en primer terme, que en la **lògica de la investigació científica de Popper** conflueixen **dos punts de vista** distints. **Kuhn** només en **percep un**, el *falsacionisme ingenu* (prefereixo el terme *falsacionisme metodològic ingenu*); entenc que la seva **crítica** del mateix és **correcta** i jo fins i tot la reforçaré. Però **Kuhn no comprèn** una posició més sofisticada la racionalitat de la qual no es fonamenta en el falsacionisme *ingenu*. Intentaré exposar i enfortir aquest enfoc popperià, més sòlid que l'anterior i que, segons penso, pot ser **immune a les crítiques de Kuhn** i presentar les revolucions científiques com a casos de **progrés racional** i no de conversions religioses.⁴³

Extremadament metòdic, Lakatos distingirà fins a tres **tipus de falsacionisme**: el **dogmàtic** o naturalista, el **metodològic ingenu** i el **metodològic sofisticat**.

4.3 Justificacionisme

Justificacionisme	
El coneixement científic consisteix en proposicions comprovades .	
S'identifica coneixement amb coneixement comprovat .	
Criteri d'honestedat intel·lectual científic	No afirmar res mancat de prova.
<i>Intel·lectualisme, empirisme, neoprobabilisme...</i>	

Figura 1. Justificacionisme

Els **intel·lectualistes** afirmen que, a banda de l'experiència **empírica**, que consisteix font de prova, també hi ha coses que **no** són empíriques però encara tenen **valor probatori**. Aquestes podrien incloure una *revelació, intuïció intel·lectual, experiència*. Els **neoprobabilistes** afirmen que potser **no** es podrà **comprovar** mai una llei general, pel problema de la inducció, però sí que es pot afirmar que és **altament probable**.

Totes, per Lakatos, són manifestament **incorrectes**.

La ciència no pot comprovar cap teoria. Però encara que la ciència no pot provar, **sí** que es pot **refutar**; *pot realitzar amb certesa lògica completa [l'acte de] repudiar allò que és fals*.⁴⁴

Per Lakatos, **totes** les formes de **justificacionisme** són **inadequades**. No es pot justificar en positiu, però potser sí que es pot **justificar en negatiu**: mostrar que una teoria és falsa. Això és el **falsacionisme**.

Per tant, l'honestedat científica consisteix en especificar per avançat un experiment tal i que si el resultat contradiu la teoria, aquesta deu ser abandonada. El falsacionista demana que quan

⁴³ I. Lakatos, *Escrips Filosòfics I*, p. 19.

⁴⁴ I. Lakatos, *Escrips Filosòfics I*, p. 22.

una proposició sigui refutada no es produeixin enganys: la proposició ha de ser rebutjada sense condicions. A les proposicions no falsables (i no tautològiques) el falsacionisme les despatxa d'un cop de ploma: les denomina metafísiques i els nega rang científic.⁴⁵

4.3.1 Falsacionisme dogmàtic

Per Lakatos, que és molt analític, l'essència del **falsacionisme dogmàtic** es captura mitjançant **dues tesis**.

FD1	Existeix una frontera natural, psicològica , entre les proposicions teòriques i especulatives, per una banda, i les proposicions fàctiques o observacionals (o bàsiques) per l'altra.
FD2	Si una proposició satisfà el criteri psicològic de ser fàctica o observacional (o bàsica), aleshores és certa ; es pot dir que ha sigut provada pels fets .

Figura 2. Supòsits del falsacionisme dogmàtic

I, també, pel **criteri de demarcació popperiana**:

FD3	Només són científiques les teories que expliquen certs esdeveniments observables i que, per això, poden ser refutades pels fets .
	Dit d'una altra manera, una teoria és científica si té una base empírica .

Figura 3. Criteri de demarcació del falsacionisme dogmàtic

Lakatos conclou que el **falsacionisme dogmàtic** és **fals**: se sustenta sobre supòsits i un criteri de demarcació **incapaços de distingir** adequadament allò que és **ciència i pseudociència**.

Crítiques	
FD1	No hi ha una frontera clara entre enuncisats teòrics i enuncisats observacionals, perquè tots els enuncisats suposadament observacionals ja impliquen teoria . <i>L'observació d'un neutrí (carregat) demana una interpretació d'un rastre de bombolles en un tanc: en si mateix no es veu, i només els físics versats en la matèria podran identificar-lo.</i>
FD2	Cap proposició fàctica mai pot ser provada mitjançant un experiment . Les proposicions només poden ser derivades a partir d'altres proposicions ; no a partir dels fets: no es poden provar enuncisats mitjançant experiències, <i>com tampoc es poden provar donant cops de puny sobre una taula</i> . <i>Quin objecte es veu depèn d'un coneixement previ: algú veu un vas, perquè coneix un vas.</i>
FD3	Les teories (científiques) més admirades no prohibeixen cap esdeveniment observable .

Figura 4. Crítiques al falsacionisme dogmàtic

Lakatos escriu sobre la **càrrega teòrica de l'observació**:

En cert sentit, aleshores, la **visió** és una acció que **duu una càrrega teòrica**. L'observació que x està **modelada** per un **esdeveniment previ** de x. El llenguatge o les **notacions usades** per expressar allò que coneixem, i sense les quals molt poc que es podria reconèixer, exerceixen també influències sobre les observacions.⁴⁶

Què és veure caixes, escales, ocells, antílops, ossos, copes, tubs de rajos-X? És (almenys) tenir **algun tipus de coneixement**. [...] És veure que, si es fessin certes coses als objectes que tenim

⁴⁵ I. Lakatos, *Escrips Filosòfics I*, p. 23.

⁴⁶ I. Lakatos, *Escrips Filosòfics I*, p. 238.

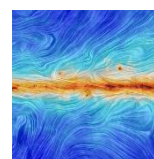
davant dels nostres ulls, resultarien altres coses diferents. Com consideràrem la informació que ens dona un home que veu *x*, si sabem que no coneix cap *x*? Exactament de la mateixa manera que consideràrem la informació que ens donaria un nen de quatre anys si ens digués que veu una pluja de mesons. *En Smith veu x* suggereix que en Smith podria especificar algunes coses relatives a *x*. **Veure un tub de rajos-X és, almenys, veure que, si es deixa caure sobre una pedra, es farà trossos. Veure una copa és veure alguna cosa amb l'interior còncav.**

Per tal d'exemplificar la seva **crítica al falsacionisme dogmàtic** (específicament, la refutació que fa de **FD3**), narra una **història fictícia** sobre el descobriment d'un planeta.

Un físic de l'era pre-einsteiniana combina la **mecànica de Newton** i la seva llei de gravitació (**N**) amb les **condicions inicials acceptades** (**I**) i calcula mitjançant aquestes la **ruptura d'un petit planeta** que acaba de descobrir-se, **p**. Per el planeta **es desvia** de la ruta prevista. Considera el nostre físic que la desviació estava prohibida per la teoria de Newton i que, per això, una vegada confirmada tal ruta, **queda refutada la teoria N? No**. Suggereix que **ha d'existir un planeta** fins aleshores desconegut, **p'**, que **pertorba** la ruta de **p**. Calcula la massa, òrbita, etc., d'aquest planeta hipotètic i demana a un **astrònom experimental** que **contrast**i la seva hipòtesi. El planeta **p'** és tan **petit** que ni els majors telescopis existents podrien observar-lo: l'astrònom experimental sol·licita una ajuda a la investigació per construir-ne un de més gran. Tres anys després el **nou telescopi** ja està disponible. Si es descobrís el planeta desconegut **p'**, seria proclamat com una nova victòria de la ciència newtoniana. Però **no succeeix** així. **Abandona** el nostre científic la teoria de Newton i les



seves idees sobre el planeta pertorbador? **No**. Suggereix que un **núvol de pols còsmic** ens oculta el planeta. Calcula la situació i propietats del núvol i sol·licita una ajuda a la investigació per enviar un **satèl·lit** amb l'objecte de contrastar els càlculs. Si els instruments del satèl·lit (possiblement nous, fonamentats en una teoria poc contrastada) registressin l'existència del núvol conjecturat, el resultat seria pregonat com una gran victòria de la ciència newtoniana. Però **no es descobreix el núvol**. **Abandona** el nostre científic la teoria de Newton juntament amb la idea del planeta pertorbador i la del núvol que l'oculta? **No**. Suggereix que existeix un **camp magnètic** en aquesta regió de l'univers que va inutilitzar els instruments del satèl·lit. S'envia un **nou satèl·lit**. Si es trobés el camp magnètic, els newtonians celebrarien una victòria sensacional. Però això **no es dona**. Es considera aquest fet una **refutació** de la ciència newtoniana? **No**. O bé es proposa una **altra enginyosa hipòtesi auxiliar** o bé... tota la història queda **enterrada en els polsegosos volums** de les revistes, i mai torna a ser mencionada.⁴⁷



Per tant, de la **labor crítica de Lakatos** se'n desprenen es següents tesis:

Negació del justificacionisme	Totes les teories són impossibles de provar concloentment.
Negació del neojustificacionisme o probabilisme	Totes les teories són igualment improbables .
	És a dir, totes les teories tenen probabilitat zero .
Negació del falsacionisme dogmàtic	Totes les teories són igualment irrefutables .
	Cap teoria es pot negar de manera concloent.

Figura 5. Recapitulació de les conclusions de Lakatos fins ara

⁴⁷ I. Lakatos, *Escrips Filosòfics I*, p. 27-28.

4.4 Convencionalisme i falsacionisme metodològic

Els dos **falsacionismes metodològics** són, assumeix Lakatos, formes de **convencionalisme**. Això significa assumir que els científics prenen, **convencionalment**, certes **decisiones** que acaben incidint en l'**acceptació** d'una teoria.

Des d'un punt de vista lògic, el **contrast d'una teoria** depèn de certs **enunciats bàsics**, que, al seu torn, s'accepten o rebutgen en virtut de les nostres decisions. Així doncs, **són les decisions les que determinen el destí de les teories**. Tenint en compte això, la meua resposta a la pregunta sobre com escollim una teoria s'assembla a la donada pel **convencionalista**; i, com ell, dic que **l'elecció ve determinada**, en part, **per consideracions d'utilitat**. No obstant això, hi ha una enorme diferència entre les seves opinions i les meves, perquè jo mantinc que **el que caracteritza el mètode científic és** precisament el següent: **que la convenció o decisió** no determina immediatament que acceptem certs enunciats universals sinó que (al contrari) **actua en la nostra acceptació dels enunciats singulars** (això és, dels enunciats bàsics).

Pel **convencionalista**, el seu **principi de senzillesa** governa l'acceptació d'enunciats universals: escull el sistema més senzill. Davant d'això, jo proposo que es tingui en compte abans que res **l'exigència de les contradiccions** [...]; i mantinc que el que, en última instància, el decideix la sort en la qual ha d'incórrer una teoria és el resultat d'una **contrastació**, és a dir, un **acord sobre enunciats bàsic**. [...]

Així doncs, **discrepo del convencionalista** en mantenir que **els enunciats** que es decideixen mitjançant un acord **no són universals, sinó singulars**; i del **positivista** en tant que mantinc que **els enunciats bàsics** no són justificables per les nostres experiències immediates, sinó que (des d'un punt de vista lògic) **s'accepten per un acte**, per una decisió lliure (que, mirada psicològicament, bé pot considerar-se com una reacció amb una finalitat i ben adaptada a les circumstàncies).⁴⁸

Segons el **falsacionisme metodològic ingenu**, els científics han de prendre **cinc tipus de decisió convencional**. D'aquests cinc tipus, són interessants tres (*primer, segon i quart*). En la mesura que es releguin les teories al consens elemental que s'accepti, es pot **acceptar** com un **fet** una **nova observació**. Un cop acceptat el fet, i si contradiu la teoria actual, aleshores s'ha de falsar la teoria i buscar-ne una de nova que sigui capaç d'acomodar la nova observació.

4.4.1 Convencionalisme i falsacionisme metodològic ingenu

Es pren el cas de **Galileu**, que va desafiar la **teoria aristotèlica sobre l'èter**:

Teoria: *Teoria aristotèlica sobre l'èter*

Conseqüència: *Cap planeta té satèl·lits*

Observació: *Júpiter té satèl·lits*

Si s'**accepta** l'observació de Galileu, aleshores la **conseqüència** de la teoria és **invàlida** i cal **falsar la teoria** i buscar-ne una de nova.

⁴⁸ K. R. Popper, *La lògica de la investigació científica*, p. 104.

Primer tipus de decisió convencional
Quin tipus d'enunciats es consideraran observacionals o bàsics?

Figura 6. Primer tipus de decisió convencional

Lakatos afirma que tots els *fets* estan **carregats de teoria**: són **fets** a la llum d'una teoria. Però són necessaris *fets* per poder **contrastar** i **sotmetre a crítica** les teories; es **decideix** acceptar un **conjunt de fets** que conformen una *base empírica* que permet contrastar teories.

Teories observacionals
Coneixement fonamental no problemàtic que prové dels fets .

Figura 7. Teories observacionals

En cada **context particular**, s'accepten uns *fets* mitjançant la **decisió de no problematitzar** algunes teories i, per tant, considerar-les com *coneixement fonamental no problemàtic*.

Segon tipus de decisió convencional
D'entre els enunciats observacionals , quins acceptarem: prendrem com a vertaders ?

Figura 8. Segon tipus de decisió convencional

Els dos primers tipus de decisió convencional tenen com a **conseqüència** el **definir**, constituir, una **base empírica** mitjançant la qual poder **descartar** teories.

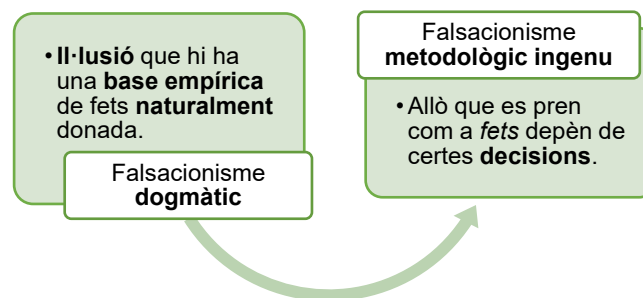


Figura 9. Trànsit del falsacionisme dogmàtic al falsacionisme metodològic ingenu

Així, el trànsit del **falsacionisme dogmàtic** al **falsacionisme metodològic ingenu** consisteix en el **trànsit** de la il·lusió que hi ha una base empírica de fets naturalment donada a la idea que allò que es pren com a *fets* depèn de certes decisions.

Existeix un **element convencional** important en la **decisió** relativa a l'**autèntic valor de veritat** d'un enunciat bàsic que optem després d'haver decidit quina *teoria observacional* s'aplica. Una **observació única** pot ser una estranya conseqüència d'un **error trivial**; per reduir tals riscos, els falsacionistes metodològics prescriuen alguns **controls de seguretat**. El més senzill de tals controls és **repetir l'experiment** (quants cops és un assumpte convencional), de manera que es fortifica el falsador potencial mitjançant una *hipòtesi falsadora molt corroborada*.⁴⁹

Cal tenir clar per què és tan important per Lakatos (i per un falsacionista) el disposar d'una *base empírica*: la **base empírica** és la pedra de toc (*mètode per provar la puresa o qualitat d'un metall; metafòricament, també la d'una idea o concepte*) per **eliminar teories**. Sense la

⁴⁹ I. Lakatos, *Escrips Filosòfics I*, p. 36.

possibilitat de tenir una norma per a la eliminació de teories, s'estaria davant d'una situació caòtica i irracional.

D'aquesta manera estableix la seva **base empírica** el **falsacionista metodològic**. Aquesta **base** difícilment pot ser anomenada **base** d'acord amb els criteris justificacionistes; **no hi ha res provat: són uns fonaments de sorra**. Certament si aquesta **base empírica** entra en conflicte amb una teoria, pot dir-se que la teoria està **falsada**, però no en el sentit d'haver-se provat la seva falsedat. **La falsació metodològica és molt diferent de la falsació dogmàtica**. Si una teoria està falsada, s'ha provat que és falsa; si està **falsada**, **encara pot ser certa**. Si mitjançant aquesta classe de falsació procedim a l'eliminació real d'una teoria, podem concloure eliminant una teoria vertadera i acceptant-ne una de falsa (possibilitat que inspiraria horror als antics justificacionistes).

Tanmateix, el falsacionista metodològic recomana que es faci precisament això. El falsacionista metodològic comprèn que **si desitgem reconciliar el fal·libilisme amb la racionalitat** (no justificacionista) **hem de trobar un procediment per eliminar algunes teories**. Si no ho aconseguim, el creixement de la ciència no serà sinó el creixement del caos.⁵⁰

El **tercer tipus de decisió convencional** dicta:

*Quin conjunt de **dades**, estadísticament interpretades, han de prendre's com a **evidència inconscient** amb una determinada teoria que fa assercions **probabilístiques**?*

Però no cal considerar-lo.

Quart tipus de decisió convencional
<i>Si una predicció d'una teoria entra en conflicte amb un fet, quan s'ha de dirigir el dard de la refutació a una teoria?</i>

Figura 10. Quart tipus de decisió convencional

El **cinquè tipus de decisió convencional** dicta:

*Es pot prendre la decisió d'**eliminar** una **teoria sintàcticament metafísica** (no falsable per la seva forma lògica o contingut) si entra en **conflicte directe** amb una **teoria acceptada** (és a dir, que provisionalment ha sigut relegada a un estatut de coneixement fonamental no problemàtic).*

Però no cal considerar-lo.

$$\begin{array}{c}
 (H \wedge CI \wedge H_{Aux}) \rightarrow P \\
 \neg P \\
 \hline
 \neg(H \wedge CI \wedge H_{Aux}) \leftrightarrow (\neg H \vee \neg CI \vee \neg H_{Aux}) \quad \text{deducció}
 \end{array}$$

Tot i haver acceptat les **decisiones convencionals**, davant d'un **Modus Tollens** encara cal revisar la **hipòtesi** inicial ($\neg H$), precisar les **condicions inicials** ($\neg CI$) o rebutjar alguna **hipòtesi auxiliar** ($\neg H_{Aux}$). Aquest impàs **no té mètode** per sortir-ne. Així, Lakatos estableix que tant el **falsacionisme dogmàtic** com el **falsacionisme metodològic ingenu** assumeixen dues coses falses:

⁵⁰ I. Lakatos, *Escrips Filosòfics I*, p. 36-37.

FMI1	Una contrastació és, o s'ha de fer que sigui, una confrontació bilateral entre teoria i experiment , de manera que a l'enfrontament final són els únics actors.
FMI2	L'únic resultat interessat de tal confrontació és la falsació (concloent).

Figura 11. Assumpcions falses dels falsacionismes dogmàtic i metodològic ingenu

Lakatos afirma que **no defineixen el recurs de la ciència**. Hi ha, com a mínim, **tres elements en ciència**, un enfrontament entre tres bàndols: dues teories rivals i un fet.



Figura 12. Enfrontament a tres bàndols de la ciència segons Lakatos

Segons Lakatos, hi ha **experiments** que originen **confirmació** en lloc d'una falsació. La ciència **pot progressar sense que la falsació obri el camí...** contràriament al que deia **Popper**.

[L]a ciència pot **créixer sense** que cap **refutació** indiqui el camí.⁵¹

4.4.2 El falsacionisme metodològic sofisticat

Requisits per a la substitució de teories	
1	T^* té un major contingut empíric que T.
	És a dir, T^* prediu fets que T no prediu.
2	T^* explica l'èxit previ de T.
	És a dir, tot el contingut verificat o confirmat de T està inclòs en el contingut de T^* .
3	Una part de l' excés de contingut de T^* resulta verificat o confirmat .

Figura 13. Requisits per a la substitució d'una teoria del falsacionisme metodològic sofisticat

Serà, doncs, **aconsellable substituir** una teoria quan la nova tingui tot el que tenia l'original i hi afegeixi quelcom corroborat. La **corroboració de l'excés** de contingut és crucial per la ciència i això es pot donar **sense falsació**: la teoria original pot **no falsar-se**, però veure **nou contingut confirmat**.

Diguem que una **sèrie de teories** $[T_1, T_2, T_3, \dots]$ és **teòricament progressiva** (o que *constitueix un canvi de problemàtica teòricament progressiu*) si **cada nova teoria té un excés de contingut empíric** respecte a la seva predecessora; això és, si prediu algun fet nou no predit fins aleshores. Diguem que una sèrie de teories teòricament progressiva és també **empíricament progressiva** (o que *constitueix un canvi de problemàtica empíricament progressiu*) si una part d'aquest excés de contingut resulta, a més, **corroborat**, això és, si cada nova teoria ens condueix al descobriment real d'algun fet nou. Per fi, anomenarem **progressiu a un canvi de problemàtica** si és **progressiu teòricament i empíric**, i **regressiu si no ho és**.⁵²

Per tant, perquè hi hagi **progrés empíric cal** que hi hagi **progrés teòric**. Però perquè hi hagi **progrés científic cal** que hi hagi **progrés empíric**: que estigui **corroborat**.

⁵¹ I. Lakatos, *Escrips Filosòfics I*, p. 52.

⁵² I. Lakatos, *Escrips Filosòfics I*, p. 48-49.

Lakatos se centra a estudiar, doncs, **sèries** de teories. Quan hi ha **canvis**, no són radicals, sinó **ajustaments** dins de la **unitat** de la sèrie de teories.

Regrés	Progrés teòric .
Progrés	Progrés empíric .

Figura 14. Regrés i progrés científic segons Lakatos

4.5 Estructura d'un PIC

Lakatos introdueix el concepte de PIC (*Programa d'Investigació Científica*).

He analitzat el **problema de l'avaluació objectiva del creixement científic** en termes de canvis progressius i regressius de problemàtiques per sèries de teories científiques. Les més importants de tals sèries en el creixement de la ciència es caracteritzen per certa **continuitat** que relaciona els seus membres. Aquesta continuïtat s'origina en un **programa d'investigació genuí** concebut al començament. El programa consisteix en **normes metodològiques**: algunes ens diuen les rutes d'investigació que han d'**evitar-se** (**heurística negativa**), i d'altres, els camins que han de **seguir-se** (**heurística positiva**).⁵³

Les **normes metodològiques** dels PICs indiquen allò que **pot modificar-se** i allò que no.

Heurística negativa	Heurística positiva
Rutes a evitar .	Rutes a seguir .
Informació sobre el nucli d'un PIC.	Hipòtesis auxiliars del cinturó protector .

Figura 15. Heurístiques negativa i positiva

Allò que es **pot modificar** (*ajustar, reajustar, destruir*) són les **hipòtesis auxiliars** del **cinturó protector** del PIC, que té la funció de **protegir** el **nucli ferm** dels embats de la refutació.

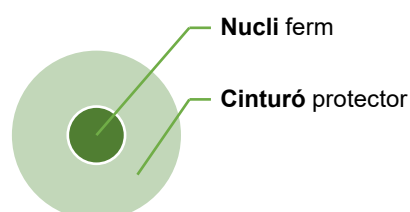


Figura 16. Composició d'un PIC

Davant d'una **refutació**, quan el PIC contradigui quelcom que s'havia acceptat preventivament, **no es tocarà el nucli**: només el seu cinturó protector.

Tots els programes d'investigació científica poden ser **caracteritzats pel seu nucli ferm**. L'**heurística negativa** del programa **impedeix** que apliquem el *modus tollens* a aquest **nucli ferm**. Contràriament, hem d'utilitzar la nostra intel·ligència per **incorporar** i fins i tot **inventar hipòtesis auxiliars** que formin un **cinturó protector** al voltant d'aquest centre, i contra aquestes hem de dirigir el *modus tollens*. El cinturó protector d'hipòtesis auxiliars ha de rebre els impactes

⁵³ I. Lakatos, *Escrips Filosòfics I*, p. 65.

de les constatacions i, per defensar el nucli ferm, serà **ajustat** i **reajustat** i fins i tot completament **destruït**.⁵⁴

Per exemple, *a la teoria newtoniana, el nucli seria la teoria de la gravitació universal i les seves tres lleis, que es declaren irrefutables.*

Nucli ferm
Elements de continuïtat al PIC.
Inclou els ingredients més característics i essencials d'una teoria.
D'acord amb l'heurística negativa, és irrefutable .
Principis metafísics .

Figura 17. Nucli ferm d'un PIC

Lakatos admet que es farà allò **que per Popper considerava pseudociència**: acomodar parts de la teoria per **permetre la continuïtat** de la teoria pròpia.

Cinturó protector
Hipòtesis auxiliars.
Eines matemàtiques per a la construcció de models cada cop més refinats .

Figura 18. Cinturó protector d'un PIC

Tornant a la teoria newtoniana, per exemple, es podria anar canviant la noció de fregament.

La progressió de la ciència a través del temps, donada la concepció essencialment històrica dels PICs per part de Lakatos, tindria aquest aspecte:



Figura 19. Progressió històrica d'un PIC

El nucli es manté al llarg dels canvis del cinturó protector. Hi ha múltiples PICs paral·lels.

4.5.1 Eliminació d'un PIC

La idea dels programes d'investigació científica en **competència** ens condueix a aquesta problema: **com són eliminats els programes d'investigació?** De les nostres consideracions prèvies es desprèn que un desplaçament regressiu de problemàtica és una raó tan insuficient per eliminar un programa d'investigació com les antiquades *refutacions* o les *crisis* kuhnianes. Pot existir alguna raó objectiva (en contraposició a socio-psicològica) per rebutjar un programa, això és, per eliminar el seu nucli ferm i el seu programa per a la construcció de cinturons protectors? En resum, la nostra resposta és que tal raó objectiva la subministra un programa d'investigació rival desplegui addicionalment de poder heurístic.⁵⁵

⁵⁴ I. Lakatos, *Escrips Filosòfics I*, p. 66.

⁵⁵ I. Lakatos, *Escrips Filosòfics I*, p. 93.

L'única raó racional, doncs, per eliminar un programa és que sigui **regressiu** i tingui un **rival progressiu**. En cas que ambdós programes fossin progressius, aleshores es podria donar **pluralisme teòric**: com més instruments es tinguin per conèixer la realitat, millor.

Criteri de Lakatos
Si es tenen dos programes rivals i un és regressiu i un altre és progressiu, cal descartar el regressiu .

Figura 20. Criteri de Lakatos

Perquè un PIC **progressiu** és fonamental que **predigui fets nous**: és essencial determinar *com s'ha d'entendre aquesta novetat?*

Temps	t_1	t_2	t_3	
PIC1	T_1	T_2	T_3	...
PIC2	T_1	T_2	T_3	...

Lakatos observa **tres maneres** de considerar la novetat:

Novetat relativa a un PIC	T_2 prediu un fet nou X , si X no és predit per T_1 .
	Però si el que fa el programa és acomodar aquests fets mitjançant transformacions el en cinturó auxiliar que són predites per d'altres PICs , no sembla que estigui incorporant novetats .
	És una noció massa feble .
Novetat temporal	La predicció de X és nova si el fenomen és desconegut fins el moment de fer una predicció.
	Però la novetat no és absoluta: si s'obtenen dades noves tot i que ja es coneixia què se n'obtindria (i, per tant, es corroboren), aleshores és realment novetat?
	És una noció massa forta .
Novetat en l'ús	Una predicció d'un fet X per part d'una teoria és nova si el fet no es va usar explícitament per construir la teoria .

Figura 21. Tipus de novetats i les seves crítiques

Lakatos també afirma, suavitzant el seu **Criteri**, que és **prudent** donar un *temps de respir* als **programes joves** que s'enfronten a rivals establerts. És a dir: si el programa jove comença no sent progressiu respecte el rival, cal donar-li un temps perquè pugui alçar-se per si sol.

Tot això indica que **no podem eliminar un programa d'investigació en creixement** simplement perquè, pel moment, no hagi aconseguit superar un poderós rival. No hauríem d'abandonar-lo si constituís (en el supòsit que el seu rival no estigués present) un canvi progressiu de problemàtica. [...] Mentre un jove programa d'investigació **pugui ser reconstituït racionalment com un canvi progressiu de problemàtica**, ha de ser protegit durant un temps del seu poderós rival establert.⁵⁶

Allò que conceptualment marca la **diferència** entre el **falsacionisme metodològic ingenu** de Popper i la **versió sofisticada** de Lakatos és el que s'ha anomenat:

⁵⁶ I. Lakatos, *Escrips Filosòfics I*, p. 94-95.

Fi de la racionalitat instantània
S'avalua un programa <i>no</i> en funció de com és en un instant de temps donat sinó en funció de com canvia al llarg d'un període de temps.

Figura 21. Fi de la racionalitat instantània

La **teoria de la racionalitat** de Lakatos no es basa en una racionalitat instantània, com ell mateix emfatitza:

El **falsacionisme sofisticat** transforma així el problema de com avaluar les teories en el problema de **com avaluar una sèrie de teories**. Es pot dir que és científica o no científica una sèrie de teories, i no una teoria aïllada: aplicar el terme *científica* a una teoria única equival a equivocar les categories.⁵⁷

Per saber una teoria com a científica o pesudocientífica cal mirar **com evoluciona en el temps**.

4.6 Pluralisme teòric

Mai s'ha de permetre que un programa d'investigació es converteixi en una *Weltanschauung*, en un **cànon de rigor científic**, que s'erigeix en àrbitre entre l'explicació i la no-explicació, de la mateixa manera que el rigor matemàtic s'erigeix amb a àrbitre entre la prova i la no-prova. Desgraciadament aquesta és la postura que defensa **Kuhn**: realment allò que ell anomena *ciència normal* no és sinó **un programa d'investigació que ha obtingut el monopoli**. Però de fet els programes d'investigació poques vegades han aconseguit el monopoli complet i això només durant períodes de temps relativament curts, malgrat els esforços d'alguns cartesians, newtonians i bohrians. **La història de la ciència ha sigut i ha de ser una història de programes d'investigació que competeixen** (o si es prefereix, de paradigmes), *però no ha sigut ni ha de convertir-se en una successió de períodes de ciència normal*; **com abans comenci la competència tant millor pel progrés**. El pluralisme teòric és millor que el monisme teòric; sobre aquest tema **Popper** i **Feyerabend** tenen raó i Kuhn està equivocat.⁵⁸

El que **distingeix Lakatos de Kuhn** és la creença que **no és bo que hi hagi un sol programa d'investigació**, una noció que pràcticament caracteritzava la proposta de **Kuhn**.

Kuhn	Lakatos
La ciència avança a través de monopolis científics que eventualment entren en crisi.	No es dona un monopoli : hi ha hagut diversos períodes hi ha hagut competència .

Figura 22. Divergència entre Kuhn i Lakatos

4.7 Falsacionisme metodològic sofisticat i convencionalisme

El **falsacionisme metodològic sofisticat** redueix al **mínim** l'element **convencional**. Lakatos diu que algunes de les decisions que es podien considerar convencionals des del falsacionisme metodològic ingenu, no ho són des del sofisticat. És a dir, **si es té una teoria del mètode prou sofisticada no hi ha tanta convencionalitat**.

⁵⁷ I. Lakatos, *Escrips Filosòfics I*, p. 50.

⁵⁸ I. Lakatos, *Escrips Filosòfics I*, p. 92.

Quart tipus de decisió convencional
Si una predicció d'una teoria entra en conflicte amb un fet , quan s'ha de dirigir el dard de la refutació a una teoria?

Figura 23. Recordatori del quart tipus de decisió convencional

Lakatos afirma que el **quart tipus de decisió convencional** és **prescindible**: la decisió sobre què revisar d'una teoria davant d'un conflicte.

Suposem que **el curs d'un planeta difereix** del curs anticipat. Alguns conclouen que això **refuta la teoria** dinàmica i gravitacional aplicada; les condicions inicials i la clàusula *cteris paribus* han sigut brillantment corroborades. D'altres conclouen que això **refuta les condicions** usades en els càlculs: la teoria dinàmica i gravitacional ha sigut magistralment corroborada en els últims dos-cents anys i han resultat ser erronis tots els suggeriments relatius a l'actuació d'altres factors. D'altres, tanmateix, conclouen que **la situació refuta el supòsit subjacent** que no operaven d'altres factors excepte aquells que es tenien en compte: potser aquestes persones estan influïdes pel principi metafísic que qualsevol explicació és només aproximada degut a la complexitat infinita dels factors involucrats en la determinació de qualsevol esdeveniment individual. Hem d'encomiar als primers per ser *crítics*, renyar els segons per mostrar-se *interessats* i condemnar els tercers com *apologistes*? No. **No necessitem extreure cap conclusió sobre tal refutació**. Mai rebutgem una teoria específica mitjançant un simple *fiat*. Si ens enfrontem a una inconsistència com la mencionada no és necessari decidir quins ingredients de la teoria considerarem com a problemàtics a la llum del conflictiu i acceptat enunciat bàsic i intentem substituir-los tots. **Si tenim èxit i substituïm algun ingredient de manera progressiva** (és a dir, de manera que el substitut tingui més contingut empíric corroborat que l'original) **diem que ha sigut falsat**.⁵⁹

Tornant al **Modus Tollens**, s'observa que la negació de cadascun dels elements de la teoria duu a la creació d'un **nou programa d'investigació**.

$$\begin{array}{c}
 (H \wedge CI \wedge H_{Aux}) \rightarrow P \\
 \neg P \\
 \hline
 \neg(H \wedge CI \wedge H_{Aux}) \leftrightarrow (\neg H \vee \neg CI \vee \neg H_{Aux}) \quad \text{deducció} \\
 \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\
 PIC_1 \quad PIC_2 \quad PIC_3
 \end{array}$$

No es pot **prescindir** dels **tipus primer i segon de decisió convencional**, que doten de base empírica: pressuposa l'avaluació de la **progressivitat** d'una teoria i aquest judici pressuposa els fets. La teoria del mètode de Lakatos es basa en el progrés a través del temps de les teories, i això **exigeix una base empírica**. No és obligatori, però, és prendre aquestes decisions sempre de la mateixa manera.

Primer tipus de decisió convencional	Segon tipus de decisió convencional
Quin tipus d'enunciats es consideraran observacionals o bàsics ?	D'entre els enunciats observacionals , quins acceptarem: prendrem com a vertaders ?

Figura 24. Recordatori del primer i segon tipus de decisió convencional

⁵⁹ I. Lakatos, *Escrips Filosòfics I*, p. 57.

Es té la possibilitat de fer un **recurs d'apel·lació**: *criticar l'observació, el fet, per posar en dubte la seva validesa i pes per qüestionar la teoria*. Això pot durar un **nou programa d'investigació**. Com que en Lakatos és **pluralista**, no hi ha problema a que s'explorin les dues vies. Caldrà jutjar-les d'acord amb el mètode: l'una **criticant la teoria des del fet**, l'altra **criticant el fet des de la teoria**.

4.9 Paul Feyerabend: un filòsof contra el mètode

Neix a **Viena** el **1924**. El **1942** és enviat al **servei militar alemany**. Aviat s'ofereix de voluntari per a l'escola d'oficials. Els aprenents van ser enviats a Iugoslàvia. A Vukovar, el Juliol de **1943**, descobreix **el suïcidi de la seva mare**, però es mostra absolutament **impassible**.

Serveix d'oficial durant la **Segona Guerra Mundial**. Ascendeix diversos rangs i, mentre dirigeix el trànsit d'una operació de retirada a Rússia, rep **tres trets de bala** a l'esquena que el **paralitzen** durant molt de temps i més tard l'obliguen a portar **bastó** tota la vida. Després de la guerra, el **1946**, obté una beca estatal per estudiar **cant** (*una de les seves aficions*) i **teatre** a Weimar. Influït per Bertolt **Brecht**, arriba a rebre una invitació d'aquest per ser el seu **assistent**, que Feyerabend **rebutja**. Decideix tornar a Viena per estudiar **història i sociologia**, encara que es mostra insatisfet i aviat comença a estudiar **física**. Coneix el físic Felix **Ehrenhaft**, la visió del qual sobre l'experimentació científica **influirà a Feyerabend**. Finalment, canvia els estudis a **Filosofia** i presenta una tesina sobre els enunciats observacionals.

El **1948**, assisteix a la primera escola d'estiu de l'Austrian College Society a Alpbach, on es troba amb Karl **Popper**. El **1951**, obté una beca del British Council per prosseguir els seus estudis amb **Wittgenstein**. Tanmateix, Wittgenstein **mor abans** que Feyerabend arribi a Anglaterra i aquest escull a **Popper com a supervisor**. S'instal·la a la London School of Economics, on més tard coneix i trava **amistat amb Lakatos**. Obté el seu primer lloc de treball acadèmic a la Universitat de Bristol. Més tard es traslladarà a Berkeley, Califòrnia, convertint-se en ciutadà estatunidenc.

4.9.1 Contra el mètode

L'existència del *mètode* implica que **existeix un mètode** per *construir* teories científiques (*com ara l'inductiu*), o vol dir que existeix un mètode per **avaluar teories i escollir** entre teories rivals en funció de quina és l'**experiència**, la **base empírica** o les seves **teories rivals**.

Sentits de l'existència del mètode	
Un mètode per construir teories científiques.	Un mètode per avaluar teories i escollir-ne una.

Figura 25. L'existència del mètode

Feyerabend s'**oposa** a que existeixi un **mètode** en cap dels dos sentits.

La ciència és una empresa essencialment anarquista; l'**anarquisme teòric** és més **humanista** i més adequat per estimular el **progrés** entre les seves alternatives basades en la llei i en l'ordre.⁶⁰

⁶⁰ P. Feyerabend, *Contra el mètode*, p. 1.

Aparentment, la posició de **Feyerabend** té dos avantatges:

Anarquisme epistemològic	
Més humanisme .	Més progrés .

Figura 26. Avantatges de l'anarquisme epistemològic

En un peu de pàgina, **Feyerabend** clarifica que el mot **anarquisme** no li agrada; el va escollir pel seu ús general, però amb el pas dels anys el moviment polític ha emprès un rumb que no pot recolzar. L'anarquisme com a filosofia política no li sembla defensable; però en **filosofia epistemològica**, sí. Prefereix, doncs, el terme **dadaisme**.

Un **medi complex** que avarca **desenvolupaments sorprenents i imprevisibles** exigeix **procediments complexos** i desafia l'anàlisi basat en normes establertes amb anterioritat i que no tenen en compte les condicions, sempre canviants, de la història.⁶¹

Mirar el **procés canviant**, polifacètic, d'una **metodologia**, fa que la persona **no vegi algunes** d'aquestes facetes. Però la **multiplicitat** de metodologies **permet veure tot** l'objecte d'estudi.

El món que desitgem explorar és una entitat en gran mesura desconeguda. Hem de, per tant, mantenir les nostres opcions obertes i no restringir-les amb anterioritat. [...] **Qui garanteix que** [un conjunt determinat de prescripcions metodològiques] **constitueixi el millor camí** per descobrir, no ja uns quants **fets aïllats**, sinó certs secrets profunds de la naturalesa?⁶²

Feyerabend considera amb un **mètode rígid** i establert prèviament no pot conèixer-se la ciència si no és de manera **simplificada i uniformitzada**.

En primer lloc, es **defineix un domini d'investigació**. A continuació, el domini **se separa de la resta de la història** (la física, per exemple, se separa de la metafísica i de la teologia) i rep una **lògica** pròpia. Després, [procedeix] un **entrenament complet en aquesta lògica condicionada a qui treballa en tal domin**. Amb això s'aconsegueix que les seves accions siguin més uniformes i alhora es **congelen grans parts del procés** històric. **Fets estables** sorgeixen i es mantenen malgrat les vicissituds de la història.⁶³

Està fent notar que **cada disciplina científica pot estudiar-se al marge de les altres: es pot estudiar la física sense tenir en compte la biologia, assumint que la matèria és inerta**. Així, seria **impossible advertir algunes de les relacions del món**, a causa de la metodologia emprada. I, més enllà de compartimentar l'objecte d'estudi en dominis que es voldran estudiar de manera independent, a més **se li aplica una educació** que Feyerabend creu un condicionament a una lògica i fa que certs aspectes no es percebin: **no s'ha sigut entrenada per percebre'ls**.

Una **educació** científica com la descrita abans **no pot reconciliar-se amb una actitud humanista**. Està en conflicte *amb el cultiu de la individualitat que és l'únic que produeix, o pot produir, éssers humans ben desenvolupats*; dita **educació mutila per compressió, com el peu d'una dama xinesa, tota part de la naturalesa humana que sobresurti i que tendeixi a diferenciar notablement a una persona del patró** dels ideals de racionalitat establerts per la ciència, o per la filosofia de la

⁶¹ P. Feyerabend, *Contra el mètode*, p. 3.

⁶² P. Feyerabend, *Contra el mètode*, p. 4.

⁶³ P. Feyerabend, *Contra el mètode*, p. 3-4.

ciència. L'intent d'augmentar la llibertat, de procurar una vida plena i gratificadora, i el corresponent intent de descobrir els secrets de la naturalesa i de l'home impliquen, per tant, el **rebuig de criteris universals i de totes les tradicions rígides**. (Certament, també impliquen el rebuig d'una **gran part de la ciència contemporània**).⁶⁴

4.9.2 Tot val

L'anterior es demostra tant per un examen d'**episodis històrics** com a una anàlisi abstracta de la relació entre **idees i acció**. L'únic principi que no inhibeix el progrés és: **tot serveix**.⁶⁵

Feyerabend es proposa revisar els llibres de ciència i veure què s'ha dit sobre l'**essència del mètode empíric**. Un cop fet això, acudint als llibres d'història de la ciència, es podrà veure que **totes les normes s'han infringit** en algun moment o altre.

No hi ha una sola norma, per plausible que sigui, i per fermament basada que esta en l'epistemologia, **que no sigui infringida** en una ocasió o una altra.⁶⁶

Es pot mostrar que aquest **trencament** de les normes no només **es va produir de fet**, sinó que a més **va ser necessària per produir procés**.

Aquesta pràctica liberal [**la infracció de les normes**], repeteix, no constitueix només un mer fet de la història de la ciència, sinó que **és raonable i absolutament necessària** pel desenvolupament del coneixement. Per dir-ho de manera més específica, pot demostrar-se el següent: **donada qualsevol norma per molt fonamental o necessària que sigui** per a la ciència, sempre existeixen circumstàncies on **resulta aconsellable** no només **ignorar** tal norma, sinó **optar per la seva oposada**.⁶⁷

Així, s'arriba a la **contra-norma**: la negació de la norma

Contra-norma	
A cada norma metodològica se li poden associar una <i>contra-norma</i> (la negació de la norma).	
Trencament	La història de la ciència mostra que totes les normes proposades per les metodologies han sigut trencades (<i>s'han aplicat les corresponents contra-normes</i>).
Demostració	Es pot demostrar que l'aplicació de les contra-normes no és accidental , sinó necessària pel progrés .
Conclusió	Per tant, l'única norma compatible amb la història de la ciència i amb el progrés científic és: tot val .

Figura 27. La contra-norma

Hi ha hagut **progressos** en la història de la ciència que ningú pot qüestionar que hagin sigut **progressius**, malgrat haver **trencat totes les normes**.

4.9.2 Arguments vs. causes

Ningú estaria disposat a afirmar que l'educació dels *nens* consisteix exclusivament en una matèria d'argumentació i quasi tots coincideixen ara en el que sembla un resultat de la raó (el

⁶⁴ P. Feyerabend, *Contra el mètode*, p. 4-5.

⁶⁵ P. Feyerabend, *Contra el mètode*, p. 7.

⁶⁶ P. Feyerabend, *Contra el mètode*, p. 7.

⁶⁷ P. Feyerabend, *Contra el mètode*, p. 7.

domini d'un llenguatge, l'existència d'un món sensible ricament articulat, l'habilitat lògica) es deu **en part als ensenyaments i en part a un procés de creixement** que es desenvolupa com a una força d'una llei natural. I on els arguments semblen tenir efecte, aquest **es deu més sovint a la seva repetició física que al seu contingut semàntic**.⁶⁸

La dominància d'una metodologia es deu a la **propaganda, la repetició**.

Ara bé, si **són els esdeveniments**, no necessàriament els arguments, **la causa que adoptem nous criteris**, no és cert que els defensors del *status quo* hauran d'adduir no només contra-arguments, sinó a més *causes contràries*? (*La virtut sense el terror és ineficaç*, diu Robespierre). I si les velles formes d'**argumentació resulten massa dèbils** per construir una causa, no hauran aquests defensors o bé **abandonar**, o bé **recórrer a mitjans més forts i més irracionals**?⁶⁹

Feyerabend defensa la seva posició **radicalment pluralista i anàrquica** observant que, davant de nous fets, els científics hauran de defensar nous criteris que s'hi adaptin, enfrontant-se a les crítiques i contra-arguments dels seus detractors. Si els arguments previs a la seva disposició no poden mantenir la defensa, caldrà **trencar el motlle** i buscar-ne de nous.

Igual que un **gosset ensinistrat** obeeirà el seu amo sense importar com de confús ell mateix estigui, i **sense importar-li com d'urgent sigui la necessitat d'adaptar nous esquemes de conducta**, de la mateixa manera un racionalista ensinistrat serà obedient a la imatge mental del seu amo, es **conformarà als criteris d'argumentació que ha après**, s'adherirà a aquests criteris sense importar la confusió en la qual es trobi, i serà completament **incapaç d'adonar-se que** allò que ell considera **la veu de la raó no és sinó un post-efecte causal de l'entrenament** que ha rebut. Serà molt inhàbil per descobrir que la crida de la raó, a la qual sucumbeix amb tanta facilitat, no és altra cosa que una maniobra política.⁷⁰

Tant la *filòsofa de la ciència* com la pròpia *científica* cauen en les **nocions preconcebudes** que han heretat de la seva **educació** i que les fan propenses a **veure els fets a través d'una lent** específica, possiblement interpretant-los o sent incapaces de veure'ls en absolut.

4.10 Contra-normes

Per exemple, és possible fer ús d'hipòtesis que contradiguin teories ben confirmades i/o resultats experimentals ben establerts. Es pot fer **avançar** la ciència procedint **contrainductivament**.⁷¹

La **norma** corresponent seria **no afavorir** les teories que **contradiguin** la teoria ja **confirmada**.

Contra-norma		
Trencament	És recomanable desenvolupar hipòtesis inconsistentes amb teories acceptades i altament confirmades.	
	Norma	No es pot anar contra teories contrastades .
Demostració	Es recomanable desenvolupar hipòtesis inconsistentes amb fets ben establerts.	
	Norma	No es pot anar contra fets demonstrats .

Figura 28. Les contra-normes de Feyerabend

⁶⁸ P. Feyerabend, *Contra el mètode*, p. 8.

⁶⁹ P. Feyerabend, *Contra el mètode*, p. 9.

⁷⁰ P. Feyerabend, *Contra el mètode*, p. 9.

⁷¹ P. Feyerabend, *Contra el mètode*, p. 13.

Però contra qui argumenta Feyerabend? **Lakatos és pluralista** i defensa que totes les teories neixen falsades... **Feyerabend és molt hàbil**: afirma que vol proposar una norma que fins i tot Lakatos acceptaria; però les contra-normes que defensarà no s'oposen a la norma que ha plantejat i fins i tot Lakatos podria considerar-les normes...

Examinar aquest principi en els seus detalls concrets significa investigar les conseqüències de **contra-normes que s'oposen a certes normes molt conegudes de l'empresa científica**. Per il·lustrar com es fa això, consideri's la norma que afirma que [R] **l'experiència, o els fets o els resultats experimentals és allò que mesura l'èxit de les nostres teories**, que l'acord entre una teoria i les *dades* afavoreix la teoria (o que almenys no altera la situació) mentre que el desacord la perjudica i, potser, inclús ens obliga a eliminar-la. Una norma constitueix un element important que totes les teories de la confirmació i de la corroboració. **És l'essència de l'empirisme**.⁷²

4.10.1 Contra-norma A

La **condició de consistència**, que exigeix que les **noves hipòtesis concordin amb les teories** acceptades, **no és raonable, perquè afavoreix la teoria més antiga**, no la teoria millor. Les hipòtesis que contradiuen teories ben confirmades proporcionen evidència que no pot obtenir-se de cap altra manera. **La proliferació de teories és beneficiosa per la ciència, mentre que la uniformitat debilita el seu poder crític**. A més, la uniformitat posa en perill el llibre desenvolupat de l'individu.⁷³

En argumentar **contra la condició de consistència**, Feyerabend fa consideracions respecte a les teories que, si bé són **inconsistentes entre elles**, estan ambdues **igualment recolzades pels fets**. Les discrepàncies entre les prediccions poden ser tan petites que els marges d'error experimental **no permetin distingir-les**. Això són casos d'**equivalència empírica**.

Equivalència empírica
El marge d'error de les prediccions de dues teories no permeten distingir-les .

Figura 29. Equivalència empírica

Donada una **teoria que funciona** (*la cinemàtica de Galileu i els cossos caients*) **substituïda** per una altra (*la cinemàtica de Newton i el moviment continu*) que **canvia les prediccions** per un **ordre de magnitud negligible**: Feyerabend assigna als **científics** una norma.

Conservació	Si es té una teoria que funciona , perquè és compatible amb els fets , no és adequat desenvolupar una teoria que la contradigui .	
	Contra-norma	Afavorir el pluralisme teòric .

Figura 30. La norma dels científics segons Feyerabend

Si s'hagués acatat la **norma de conservació** s'hauria perpetuat la teoria de Galileu i rebutjat a Newton. Però Feyerabend omet que la cinemàtica de Newton permetia calcular la trajectòria de la Lluna, cosa que no feia la de Galileu...

⁷² P. Feyerabend, *Contra el mètode*, p. 13.

⁷³ P. Feyerabend, *Contra el mètode*, p. 18.

Contrastació
Per conèixer bé una teoria és molt útil contrastar-la amb teories alternatives .
S'aprendran moltes coses del contrast que no es podien haver conegut altrament .

Figura 31. La importància de la contrastació per Feyerabend

El fet de disposar de **teories alternatives incompatibles** amb una **teoria T** permet:

Teories alternatives incompatibles	
i	La consideració de fets rellevants per T que d'altra manera no haurien sortit a la llum .
ii	El descobriment de propietats formals o conseqüències de T que d'altra manera passarien inadvèrtides, perquè aquestes propietats solen descobrir-se per contrast i no anàlisi .

Figura 32. Teories alternatives incompatibles

Tot això es pot acceptar. Però potser **no la conclusió** que assoleix Feyerabend. És un altre exemple de la seva **dialèctica laxa**, que comença un raonament d'una manera i l'acaba amb quelcom que no se'n segueix del tot.

Un científic que desitgi **maximitzar el contingut empíric dels punts de vista que sustenta** i que vulgui comprendre'ls tan clarament com sigui possible, ha d'introduir, segons allò dit, **d'altres punts de vista**; és a dir, **ha d'adoptar una metodologia pluralista**. Ha de comparar les seves idees amb d'altres idees més aviat que amb l'*experiència*, i **ha d'intentar millorar, en lloc d'excloure, els punts de vista que hagin sucumbit** en aquesta competició. Procedint d'aquesta manera, estarà disposat a retenir teories sobre l'home i el cosmos que es troben al Gènesi, o al Pimander, estarà disposat a elaborar-les i a usar-les per mesurar l'èxit de l'evolució i d'altres concepcions *modernes*. **Potser descobreixi aleshores que la teoria de l'evolució no és tan bona** com generalment se suposa i que ha de completar-se, o substituir-se enterament, **per una versió corregida i millorada del Gènesi**. Concebut d'aquesta manera, el coneixement no consisteix en una sèrie de teories autoconsistents que tendeix a convergir en una perspectiva ideal; no consisteix en una aproximació gradual cap a la veritat. Ans al contrari, **el coneixement és un oceà, sempre en augment, d'alternatives incompatibles entre elles (i potser incommensurables)**; tota teoria particular, tot conte de fades, tot mite, formen part del conjunt que obliga a la resta a una articulació major, i tots ells contribueixen, mitjançant aquest procés competitiu, al desenvolupament del nostre coneixement.⁷⁴

Feyerabend mostra un **anarquisme** tal que proposa considerar, per conèixer millor els *fets*, tots els punts de vista possibles: fins **els contes de fades** que contradiguin la realitat (*Gènesi...*).

Coneixement
Un oceà que s'expandeix d' alternatives incompatibles (i potser incommensurables).

Figura 33. Coneixement

Obre, doncs, la porta, a **contrastar teories provades** amb afirmacions **falsades**, argumentant que d'aquesta manera no només es podrà **comprendre millor la realitat**, sinó que propiciarà el **progrés científic**: pot ser que se'n derivi una nova teoria, millor que la que era vigent.

⁷⁴ Feyerabend, *Contra el mètode*, p. 14.

No existeix cap idea, per antiga i absurda que sigui, que no pugui millorar el coneixement. Tota la història del pensament està subsumida en la ciència i s'usa per millorar cada teoria particular. **Tampoc s'eliminen les interferències polítiques.** Pot fer falta superar el xovinisme científic que rebutja les alternatives al status quo.⁷⁵

A diferència de **Bacon**, Feyerabend no creu que s'hagi de procurar considerar la ciència en un buit, **lliure d'interferències polítiques**. Mentre no sigui hegemònica, la política propicia la gran diversitat de punts de vista que Feyerabend afavoreix.

4.10.2 Contra-norma B

Cap teoria concorda amb tots els fets del seu domini, però la teoria no és sempre la culpable d'això. Els **fets** estan constituïts per **ideologies més antigues**, i el **xoc** entre fets i teories pot ser **prova de progrés**. Tal xoc, a més, constitueix un primer pas en l'intent de descobrir els principis implícits en nocions observacionals molt comunes i familiars.⁷⁶

Altres cop hi ha certa tensió entre si Feyerabend està venent una idea que ha pres dels científics o quelcom **hàbilment doblegat**. Hi ha enterrada la **qüestió de fet**.

Qüestió de fet
No hi ha cap teoria que concordi amb tots els fets .

Figura 34. Equivalència empírica



Per què caldria adoptar sempre la teoria nova? Què passa si **reforça l'antiga** en incitar la **sospita** sobre la interpretació del **fet**? Feyerabend ho exemplifica amb la **discussió entre els galileans i els aristotèlics** sobre el moviment terrestre.

Exemples de discrepàncies en teories que es van acceptar		
Quantitatives	Prediccions numèriques .	
	<i>Teoria de Copèrnic/Galileu</i>	<i>Teoria mecànica de Newton</i>
	<i>Teoria de la relativitat especial</i>	<i>Teoria atòmica de Bohr</i>
	<i>Teoria de la relativitat general</i>	
Qualitatives	Observacions.	
	<i>Parmènides i la seva teoria sobre l'ésser</i>	
	<i>La teoria dels rajos de llum de Newton i la reflexió</i>	
	<i>Hipòtesi de Kepler (i de l'òptica newtoniana) sobre les lents</i>	

Figura 35. Exemples de discrepàncies en teories que es van acceptar

Però les discrepàncies s'han d'apuntar segons **els fets es coneixien en aquell moment**; si es troben després no poden considerar-se com a part de l'acceptació d'una teoria. Aquesta és una de les consideracions **crítiques** sobre els exemples de Feyerabend: *que no ho especifica*.

Consideracions crítiques	
Les discrepàncies han de ser amb fets contemporanis amb les teories.	És rellevant considerar si hi havia teories alternatives (més satisfactòries) .

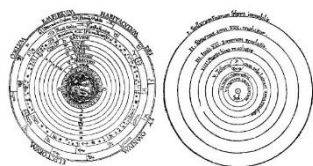
Figura 36. Consideracions crítiques sobre els exemples de Feyerabend

⁷⁵ Feyerabend, *Contra el mètode*, p. 31.

⁷⁶ Feyerabend, *Contra el mètode*, p. 38.

Els més arduos **defensors del mètode** són, en realitat, mers **esclaus del dogma** científic, i mai admetran que, en realitat, el requisit metodològic **mai s'obeeix** i usen **teories falsades**, tan o més pobres que les del passat que tan critiquen.

Essent això així, què farem amb el **requisit metodològic que una teoria ha de jutjar-se per l'experiència i ha de rebutjar-se si contradiu enunciats bàsics adoptats**? Quina actitud adoptar davant de les diverses teories de la confirmació i la corroboració que descansen, totes elles, en la suposició que les teories poden assolir un acord complet amb els fets coneguts i empenen el grau d'acord assolit com a principi d'avaluació? Aquest requisit i aquestes teories ens semblen ara **completament inútils**, són tan inútils com una medicina que cura els pacients només si es troben lliures de bacteris. **A la pràctica no són mai obeïdes per ningú**. Els metodòlegs poden assenyalar la importància de les falsacions, però ells usen alegrement teories falsades; poden fer sermons sobre com d'important és considerar tota evidència rellevant, però mai mencionen aquells grans i dràstics fets que mostren que les teories que ells admiren i accepten, com la teoria de la relativitat o la teoria quàntica, potser siguin tan pobres com les teories més antigues que ells rebutgen. **A la pràctica, els metodòlegs repeteixen com esclaus les declaracions més recents dels líders de la física**, encara que en fer-lo violin algunes normes bàsiques del seu propi ofici.⁷⁷



Per exemple, davant del conflicte entre la proposta **ptolemaica** i la **copèrnica** sobre la configuració del Sistema Solar: *de què depengueren les observacions emprades per mantenir el punt de vista copèrnic contra el ptolemaic? Quines nocions prèvies el condicionaven, s'hi pressuposaven?*

Algunes observacions condicionades en l'enfrontament entre Copèrnic i Ptolomeu	
Hipòtesis meteorològiques	Sobre les propietats i la influència de l' atmosfera terrestre.
Hipòtesis òptiques	Sobre l'estructura dels telescopis i el comportament de la llum .
Hipòtesis fisiològiques	Sobre l'estructura de l' ull i la visió .
Lleis dinàmiques	Que descriuen el moviment dels sistemes mòbils .
Una teoria del coneixement	Que postula certa relació entre percepcions i objectes físics.
...	

Figura 37. Algunes observacions condicionades en l'enfrontament entre Copèrnic i Ptolomeu

Un altre exemple del pas des d'un argument plausible a una **exageració**:

La consideració de totes aquestes circumstàncies, termes observacionals, nucli sensorial, ciències auxiliars, substrat especulatiu, suggereix que **una teoria pot ser inconsistent amb l'evidència**, no perquè no sigui correcta, *sinó perquè l'evidència està contaminada*. La teoria es veu amenaçada, o bé perquè l'evidència conté **sensacions no analitzades** que només corresponen en part a procediments externs, o bé perquè tal evidència es presenta en termes corresponents a **punts de vista antiquats**, o també perquè és avaluada amb l'ajut de **matèries auxiliars poc sòlides**.

⁷⁷ Feyerabend, *Contra el mètode*, p. 48.

En aquest *caràcter històric-fisiològic de l'evidència*, el fet que no descriu merament un estat de coses objectiu, sinó que també **expressa un punt de vista subjectiu, mític, i fa temps oblidat**, que concerneix aquest estat de coses, cosa que ens obliga a fer una nova ullada a la nova metodologia. Aquest caràcter de l'evidència ens mostra que **seria extremadament imprudent deixar que l'evidència jutgi directament les nostres teories** sense cap mediació. Un judici directe i indiscriminat de les teories pels fets està subjecte a eliminar *idees simplement perquè no veu que s'ajustin al sistema d'alguna cosmologia més antiga*. Donar per garantits els resultats i observacions experimentals i deixar caure tot el pes de la prova sobre la teoria, **significa donar per garantida la ideologia observacional sense haver-la examinat mai**.⁷⁸

Lakatos diria que es pot dirigir al **recurs d'apel·lació teòric**, però per això es **necessiten nous fets**. Feyerabend està, per contra, **disposat a perdre la pedra de toc**.

Lakatos	Feyerabend
El recurs d' apel·lació requereix nous fets .	Disposat a perdre la pedra de toc.
Sense fets no es pot fer crítica racional ; si no, la ciència esdevé caos.	La ciència és i ha de ser el creixement del caos .

Figura 38. Divergència entre Lakatos i Feyerabend

Feyerabend accepta la **interferència política** a la ciència... sempre que **no hi hagi hegemonia política**. Com que és tan **radicalment pluralista**, no podria acceptar que les interferències a la ciència fossin d'un **sol paradigma**. Aleshores es tornaria a l'educació castradora, les sabates que mutilen els peus de la dama xinesa.

4.11 Lakatos anarquista?

Feyerabend afirma que al final, **Lakatos** és tan **anarquista epistemològic (disfressat)** com ell. El mètode proposat per Lakatos és que si hi ha dos o més PICs rivals i un és regressiu i l'altre és progressiu, cal eliminar el regressiu. Tanmateix, Lakatos també afirma:

Racionalment un pot adherir-se a un programa en regressió fins que aquest és superat per un altre rival i inclús després. El que no hem de fer és negar el seu passat deficient. [...] És perfectament racional **participar en un joc arriscat**; el que és **irracional és enganyar-se amb relació als riscos**.⁷⁹

Lakatos admet que, si algú **manté un programa regressiu** quan n'hi ha un de progressiu, està adoptant un **risc epistemològic** considerable. Es pot fer; però és racional només en la mesura que qui ho fa **entengui que és més racional** mantenir el programa **progressiu**.

També **estic d'acord** amb dos suggeriments que constitueixen una part essencial de la teoria de la ciència de Lakatos. El primer suggeriment és que **la metodologia ha de garantir un període de respir a les idees** que es desitgi examinar. Donada una teoria nova no hem d'emprar de seguida els criteris habituals per decidir la seva supervivència. Ni les flagrants inconsistències internes, ni l'escassetat òbvia de contingut empíric, ni el conflicte massiu amb els resultats experimentals, haurien d'impedir-nos conservar un punt de vista detallat que per una raó o una

⁷⁸ Feyerabend, *Contra el mètode*, p. 50-51.

⁷⁹ I. Lakatos, *Metodologia*, p. 153.

altra ens agradés. **El que compta** en les nostres avaluacions metodològiques **és l'evolució d'una teoria al llarg de grans períodes de temps**, i no la seva forma en un moment particular. Aquest suggeriment elimina moltes de les objeccions que he plantejat als capítols precedents.⁸⁰

Feyerabend, hàbil com és, pren aquests matisos i **ho llegeix com si Lakatos admetés que el seu sistema no prohibeix res**. Per tant, defensa el mètode *només en aparença* i, en realitat, les seves normes no exclouen absolutament res, convertint-lo en un **anarquista disfressat**.

En considerar un programa d'investigació que es trobi en un estat avançat de degeneració, se sentirà la necessitat urgent d'abandonar-lo i substituir-lo per un programa rival més progressiu. Aquest és un pas completament legítim. *Tanmateix, també és legítim fer l'oposat* i conservar el programa, doncs **qualsevol intent d'exigir la seva eliminació sobre la base d'una norma pot criticar-se amb arguments quasi idèntics als arguments que condueixen en primer lloc a la defensa d'un període de respir**: si és imprudent rebutjar teories defectuoses en el moment del seu naixement perquè podrien desenvolupar-se i millorar-se, aleshores també és imprudent rebutjar programes d'investigació que vagin pendent avall perquè podrien recuperar-se i aconseguir una esplendor insospitada (la papallona surt quan l'eruga ha assolit el seu estat més baix de degradació). En conseqüència, **no es pot criticar racionalment a un científic que s'adhereix a un programa degeneratiu i no hi ha forma racional de demostrar que els seus actes són irracionals**. Lakatos està d'acord amb això. Insisteix que *és possible adherir-se racionalment a un programa degeneratiu fins que sigui superat per un altre programa rival i fini i tot després. Els programes poden sortir de les seves cubetes degeneratives*.⁸¹

[...] En efecte, encara que els criteris [de Lakatos] **no prescriuen**, ni prohibeixen cap acció particular, encara que són perfectament **compatibles amb el tot serveix** de l'anarquista, qui per això té raó en considerar-los com a simples ornaments, tanmateix dona satisfacció a les accions dels individus i institucions que han decidit adoptar una actitud conservadora cap a ells. **Considerats en si mateixos, els criteris són incapaços de prohibir el comportament més desenfrenat**. Considerats juntament amb la classe de *conservadorisme* que acabem de descriure, tenen una influència subtil però ferma sobre el científic. I precisament així és com Lakatos vol veure'ls emprar: referint-se a un programa degeneratiu, assenyala que *els editors de revistes científiques es negarien a publicar articles (dels científics que segueixen el programa). A més, les institucions finançadores de la investigació els negarien els diners*.⁸²

[...] Resumint: **en la mesura que la metodologia de programes d'investigació és racional, no es diferencia de l'anarquisme**. En la mesura que difereix de l'anarquisme no és *racional*. L'acceptació completa i inqüestionable d'aquesta metodologia no planteja cap problema a un **anarquista**, qui certament **no nega que les normes metodològiques poden ser reforçades** i generalment ho són, mitjançant amenaces, intimidacions i enganys. Aquesta és, després de tot, una de les raons per les quals l'anarquista mobilitza (no contra-arguments sinó) *contra-forces* per superar les restriccions imposades per les normes.⁸³

⁸⁰ I. Lakatos, *Metodologia*, p. 170.

⁸¹ I. Lakatos, *Metodologia*, p. 172-173.

⁸² I. Lakatos, *Metodologia*, p. 185-186.

⁸³ I. Lakatos, *Metodologia*, p. 187.