



Fases de la investigació científica:

I. Delimitació del PROBLEMA a investigar

- Les investigacions científiques es basen en problemes. Per iniciar una investigació científica cal haver definit prèviament el problema que serà investigat. Però què s'entén per un problema científic? D'on surten els problemes?
- Un problema és una qüestió relacionada amb un fenomen que, de moment, no té una solució. Quan encara no s'ha comprovat una determinada predicció que fa una teoria, o el resultat d'unes observacions no tenen explicació, o les persones que investiguen no veuen massa clara la interpretació que fan altres científics o científiques, ha aparegut un problema.
 - o Per què s'apaga la flama d'una espelma que crema en un recipient tancat?
 - o Com es contagia el virus de la immunodeficiència humana?
- Aquesta llista mostra diversos exemples de problemes científics. En tots ells es planteja una pregunta que ha hagut de resoldre's en un procés d'investigació.
- No sempre és fàcil identificar un problema de forma clara i completa. Què condueix a investigar un fenomen? Perquè una persona científica és capaç d'adonar-se de l'existència d'un fenomen que mereix ser investigat?
- No hi ha fórmules per a identificar i formular problemes. Mentre que una persona pot veure un problema darrera un fenomen observat, una altra pot no identificar cap conflicte en ell.
- Sens dubte els coneixements en relació al problema, el domini de les explicacions i prediccions que aporta una teoria científica, tenen a veure en la identificació dels problemes investigables.
- Però no hem d'oblidar altres factors com la personalitat, els interessos, el caràcter de cada persona, les seves preocupacions, la seva forma de viure i molts altres condicionants, no necessàriament relacionats amb la ciència.
- En qualsevol cas, el principi bàsic que cal destacar és el següent : si una persona científica vol arribar a la solució d'un problema concret, ha de conèixer quin és el problema. I conèixer quin és el problema vol dir ser capaç d'acotar-lo tant precisament com sigui possible. En realitat, una bona part de la solució consisteix en l'habilitat de delimitar exactament el problema.
- Identificar i definir un problema a partir d'un conjunt de fets i fenòmens són estadis importants en el procés d'investigació científica i el primer pas en el camí de trobar una solució.
- L'avanç de la investigació científica depèn en gran manera de l'habilitat dels investigadors per a identificar i definir els problemes rellevants i significatius diferenciant-los dels trivials. Convé que quan s'identifica i es formula un problema es defineixi com una qüestió, en forma de pregunta. A més a més, resulta molt útil que en la pregunta es faci referència a les relacions entre varis factors o fenòmens.
- Per a resoldre un problema general, convé escollir una qüestió més específica, una pregunta més concreta. En ella hi hauria d'haver referència a les relacions entre varis factors o fenòmens relacionats amb el problema.
- Sembla especialment interessant fer l'esforç de plantejar els problemes d'acord amb les següents formulacions :
 - o "Influeix [A] en [B]?"
 - o "Hi ha relació entre [A] i [B]?"
- Normalment, abans que un científic o científica comenci a investigar un problema concret, ja ha pensat quina pot ser una solució o explicació concreta al problema. Aquesta explicació no confirmada s'anomena hipòtesi.
- Definit un problema, l'investigador o investigadora es dirigeix, a través de les hipòtesis, cap a experiments per obtenir resultats que puguin ajudar a resoldre'l.

II. Formulació d'una HIPÒTESI provisional

- La persona que investiga enuncia la hipòtesi basant-se en els seus coneixements previs, en dades i informacions que ja li són conegudes.

- Els científics i científiques emeten hipòtesis en el marc de la teoria que defensen.
- La hipòtesi és un factor molt important en el procés d'investigació científica. Com passa quan una persona identifica un problema investigable, les hipòtesis que formula una persona també estan influïdes pels seus propis punts de vista. És possible que dues persones científiques, defensores de teories diferents, formulin diferents hipòtesis a partir d'un mateix problema.
- No hi ha cap mètode, no hi ha regles, per a formular "bones" hipòtesis. Això sí, quan formulem una hipòtesi ho hem de fer de manera que sigui coherent amb el problema que tractem. Les úniques condicions que ens posarem en la formulació d'hipòtesis és que siguin raonables (que ofereixin una explicació raonable al problema) i que puguin ser verificades a través d'una prova o experiment.
- Les hipòtesis són formulades en forma d'afirmacions temptatives:
 - o "potser [A] és la causa de [B]"
- Les proves, els experiments, serveixen per determinar si una hipòtesi és vàlida o és equivocada.
- No obstant aquesta condició pot ser relativa : algunes hipòtesis que s'han formulat al llarg de la història de la ciència semblaven no tenir fonament quan van ser formulades per primera vegada; molt temps després poden ser verificades.
- També és veritat que pot passar molt de temps fins que una hipòtesi pugui ser verificada per experimentació; pot ser que en el moment de ser formulada no es disposi de mitjans tècnics per poder-la verificar.

III. DEDUCCIÓ de les conseqüències previstes d'acord amb la hipòtesi

- Una deducció és una conseqüència lògica d'una hipòtesi. Partint de la suposició de que la hipòtesi sigui certa, llavors cal pensar en una acció que proporcioni un resultat esperat.
- La deducció és una afirmació en què la primera part descriu l'acció que haurem de fer per verificar la hipòtesi. La segona part, en canvi, descriu els resultats que s'esperen de l'acció.
- És fàcil, veure que l'acció no és més que l'experiment o l'observació que cal fer per comprovar si la hipòtesi és certa.
- Una forma útil d'escriure una hipòtesi i la seva deducció és seguint l'esquema:

Si [Hipòtesi] (és certa), llavors [si Acció, aleshores Resultat] (deducció)
- Si el científic o científica contrasta la deducció a través de les proves adequades i troba que els resultats no són els esperats, la hipòtesi pot ser rebutjada i caldria pensar en una nova hipòtesi per explicar els resultats.
- Sempre és possible reconsiderar el que creiem sobre una hipòtesi. Si obtenim nova informació, fins i tot és possible abandonar hipòtesis que hem cregut vàlides durant molt de temps. És a dir totes les hipòtesis tenen la possibilitat de ser refutades en un futur.
- L'acció, tal com es formula en la deducció, és una descripció de l'experiment que hem de dur a terme per verificar la nostra hipòtesi. Si la deducció es formula correctament, l'experiment pot planificar-se a partir d'ella. Com la deducció deriva de la hipòtesi, segur que l'experiment s'hi adiu.

IV. Disseny i realització d'un EXPERIMENT per validar o falsejar la hipòtesi

⇒ **Les variables d'un experiment**

- Hi ha força factors que poden incidir en el resultat d'un experiment
- Totes les variables de l'experiment excepte una, es fixen, es mantenen constants en les diverses parts de l'experiment.
- La única variable que no es manté constant és aquella que estem interessats en investigar com influeix, aquesta és sobre la que l'investigador actua, alterant-la per analitzar la seva influència en un determinat procés, és denomina **VARIABLE INDEPENDENT** de l'experiment.
- Un procediment que s'efectua per a determinar la influència en certes condicions sobre un procés de la variable independent és el tractament. En general l'investigador fa varis tractaments donant diferents valors a la variable independent per a descobrir quins són els canvis que resulten en la variable dependent.



- En alguns casos, quan la situació és complexa i les variables depenen unes d'altres, és més difícil aïllar una variable. En cada cas és necessari identificar totes les variables implicades per poder ser capaços d'arribar a conclusions fermes basades en l'experimentació.
- El factor que varia com a resultat dels canvis introduïts en la variable independent s'anomena **VARIABLE DEPENDENT**.
- El desconeixement de l'existència d'un factor addicional (en relació al factor sobre el que s'està experimentant) pot causar una falsa interpretació dels resultats.

⇒ **El control**

- No es pot pensar en un experiment sense control. L'existència de control és la diferència entre un experiment i una observació o mesura. En un experiment la persona que investiga altera un o varis factors. Ho fa justament per a determinar la seva influència.
- En una observació, o quan només han de fer-se unes mesures directes, s'estudia un fenomen sense tractar d'influir en ell.
- El tipus de control depèn de la naturalesa de l'experiment. En la majoria d'experiments el control és el tractament que reben totes les variables excepte aquella que el científic o científica creu que és la causa del fenomen que estudia, és a dir, la variable independent.
- En alguns casos el control correspon a un experiment en el que s'estableix un grup sobre el que no s'aplica cap tractament.
- En altres casos, cada grup s'estableix com a control dels altres grups.

⇒ **Les rèpliques**

- És important considerar la possibilitat de cometre errades durant l'execució de l'experiment. Hi ha unes errades que podem anomenar sistemàtiques. Són aquelles que depenen de la persona que investiga (per exemple la incapacitat per fer servir correctament un microscopi, o qualsevol altre instrument). Aquestes errades són difícils de controlar.
- Altres errades, anomenades accidentals, poden ser evitades si es preveu la possibilitat que es donin, ja que, en general, provenen del procediment experimental que s'utilitza.
- En molts experiments en què intervien éssers vius hi ha una variabilitat individual deguda a la pròpia naturalesa dels organismes.
- La consideració d'aquests tipus de problemes des del començament, pot evitar interpretacions incorrectes dels resultats experimentals. Aquests problemes s'eliminen si realitzem l'experiment amb un nombre suficientment gran de mostres.
- Fent servir una mostra representativa i repetint l'experiment més d'una vegada, es disminueix la possibilitat que apareguin els errors per accident. En experiments quantitius (el tipus d'experiment que es relaciona amb qüestions numèriques: mida, quantitat, pes), s'ha de repetir l'experiment i calcular la mitjana dels resultats de les repeticions per obtenir el resultat final.
- Per això, és desitjable que quan dissenyem un experiment indiquem quantes vegades es repetirà l'experiment i quantes rèpliques es faran de cada tractament.
- Serà necessari recopilar tota la informació possible de les condicions de realització de l'experiment, per tal de permetre que altres investigadors el puguin reproduir i comprovar els resultats obtinguts.

IV. Interpretació del **RESULTAT** de l'experiment i elaboració de la **CONCLUSIÓ**

- Els resultats que s'obtinguin en l'experiment permetran determinar la validesa de la hipòtesi que s'havia formulat. Si els resultats són els esperats, entendrem que la hipòtesi és certa. Si els resultats s'oposen al que havíem previst caldrà reformular la hipòtesi inicial, potser caldrà canviar-la.