

BLOQUE 2: COÑECEMENTO E REALIDADE

UD 5: AS INTERPRETACIÓNS DO UNIVERSO



1.- PARADIGMAS CIENTÍFICOS

Un paradigma científico é un marco teórico xeral que os científicos dunha época comparten e utilizan como referencia nos seus traballos de investigación. Todos os seus “traballos” realízanse dentro dese marco. Todo o que está fora do marco é considerado **paraciencia**, e considerádp que non ten fiabilidade científica. A paraciencia, o que a ciencia exclúe como *coñecemento non fiable*, varía en cada época; hoxe en día podería ser: a maxia, a astroloxía, a opinión ...

Un paradigma científico implica:

- Unha **cosmovisión** : unha visión e concepción do mundo e da realidade concreta.
- Unha **enumeración e descrición do contido**: do contido do saber.
- Un **conxunto de leis e teorías**: que forman o corpo do coñecemento e rexen a realidade na que traballan e lles de rigor.
- Unha **descripción xeral**: dos problemas a resolver vistos dende un pdv concreto.

1.1.- Como funciona un paradigma

1) Toda comunidade científica está instalada nun paradigma. Nese paradigma aceptado por todas, traballan/investigan as científicas e os seus traballos son denominados “**ciencia**”. As preguntas e as respostas expresados nunca deben de traspasar os límites do paradigma. Os problemas que non se poden resolver dentro, están excluídos do coñecemento científico (enigmas que a ciencia aínda

non pode responder) e denomínaselles **paracientíficos**. Ningunha das achegas que podan vir destes coñecementos debe contaminar o “coñecemento científico” porque este perdería a súa **infallibilidade**.

2) En algún momento dentro desta **ciencia normal**, aparecen **anomalías**. As anomalías son feitos que non encaixan no paradigma, problemas irresolubles dentro do marco do paradigma. Pode ser unha predición que, contra o prognóstico esperado, non se cumpre; demostracións matemáticas que non demostran o que pretendían, etc. Inexplicablemente o paradigma sigue por inercia. As investigadoras non o abandonan porque iso supón un baleiro de saber moi difícil de afrontar; é recoñecer que os contidos do paradigma non eran infalibles, e que estabamos equivocadas.

3) Ignorar as anomalías non soluciona o problema, ao contrario, irán incrementándose. A acumulación de moitas anomalías provoca que algunhas científicas sospeiten que hai algún problema grave de fondo. Entón iníciase a procura de respostas fora do paradigma. As mellores científicas (as punteiras) atopan solucións enxeñosas e novas que poñen en cuestión o paradigma no que viviamos. Este é un momento confuso e moi controvertido: algunhas científicas (as conservadoras) están dentro do paradigma e outras (as máis revolucionarias) fora e hai unha gran controversia.

4) Finalmente o vello paradigma resulta insostible e cae; prodúcese un cambio: unha **revolución científica**. Son períodos turbulentos nos que as filósofas máis innovadoras enfróntanse ás máis conservadoras. Ata que finalmente vencen as primeiros e consolídase un novo paradigma e o ciclo volve a comezar.

2.- PARADIGMA AO LONGO DA HISTORIA

2.1.- O Paradigma clásico ou aristotélico: o universo harmónico

Podemos dicir que Aristóteles é o primeiro filósofo que ofrece unha resposta global e sistemática do universo; unha cosmoxía que supón o primeiro paradigma descrito por iso o denominamos co seu nome. Séculos máis tarde o astrónomo e matemático Claudio Ptolomeo (Alexandría, século I dne) recolle e intenta salvar as ideas aristotélicas, por iso tamén podemos chamar a este paradigma **aristotélico-ptolemaico**.

No **universo aristotélico**:

- o cosmos é finito no espazo (ten límites); é a *bóveda das estrelas fixas*
- e infinito no tempo: existe dende sempre e nunca se vai destruír
- é ordenado e harmonioso; non é caótico
- é pleno: non existe o baleiro, todo está ocupado por algo.
- ten dúas partes: dende a Terra á Lúa está feito dos catro elementos (auga, terra, aire e lume) e da Lúa en adiante de éter
- as dúas partes do universo son moi distintas: no primeiro tramo todo é cambiante e imperfecto; sen embargo no segundo todo é moito máis harmonioso e perfecto

- é xeocéntrico
- é xeostático; ao seu redor móvense os planetas e o sol)
- está dotado de movemento: o cosmos xira nun movemento constante que vai do exterior ao interior como un sistema de engrenaxe de maneira que cada esfera move á esfera que está por debaixo seu.



2.2.- O Paradigma moderno: O universo mecánico

O paradigma aristotélico (con cambios menores) mantívose ata o século XVI. Foi reempazado lenta e dolorosamente por científicas que tiveron que loitar contra o fanatismo relixioso e contra o conservadorismo. O universo aristotélico axustábase á idea medieval do mundo baseada na relixión cristiá revelada: Deus creou a Terra como o centro do universo, é perfecta e todo xira ao seu redor. Houbo que esperar a que os avances matemáticos, tecnolóxicos e por enriba de todo, as lentes, xurdidos durante a revolución científica, fixeran insostible aquel universo e fora substituído polo **universo mecánico**.

2.2.1.- Os pasos da caída do paradigma:

a.- Aristarco de Samos: no século III a.n.e. foi o primeiro científico que falou dunha teoría do universo **eliocéntrica** (o Sol no centro) e a Terra e os outros planetas dando voltas ao seu redor. Contemporáneo de Aristóteles, a teoría de Aristarco, non tivo ningunha repercusión: o poder intelectual e mediático de Aristóteles era incuestionable. A teoría de Aristarco morreu con el e o paradigma clásico continuou durante dezanove séculos.

b.- Nicolás Copérnico: matemático polaco que no ano 1543 escribe *A revolución das órbitas celestes*. Un libro clave que mostraba matematicamente que:

- O Sol estaba estático no centro do universo
- En torno a el xiraban os planetas describindo órbitas circulares
- A Terra tamén xiraba derredor do Sol como calquera outro planeta
- A Terra describía tres tipos de movementos: **rotación, translación e oscilación**
- A Lúa xiraba ao redor da Terra e tardaba 28 días en completar o seu ciclo
- O universo era finito no espazo e péchase ca **esfera das estrelas fixas**
- Non falou da súa finitude no tempo

O libro foi prohibido e condenado. Copérnico tivo que argumentar que só era un exercicio matemático e que a realidade non tiña porque ser así.

c.- Johannes Kepler: científico alemán astrónomo e matemático que adicou a súa vida a recoller datos e a darlles significado matemático. Formulou as súas **tres regras**:

- Os planetas xiran ao redor do Sol describindo **órbitas elípticas**, non circulares
- O radio vector que une o Sol con cada planeta, barre áreas iguais en tempos iguais
- A proporción entre o cadrado do tempo que tarda un planeta en completar o seu ciclo derredor do Sol e o cubo da súa distancia media ao Sol, é idéntica en tódolos planetas.

As tres regras de Kepler solucionan moitos problemas matemáticos que eran irresolubles no paradigma aristotélico e tamén no de Copérnico.

d.- Galileo Galilei: matemático e astrónomo italiano do século XVI e XVII. Desenvolve un programa científico moderno:

- Limita o campo de investigación ao campo das experiencias posibles: o que non se poda contrastar empiricamente é excluído do campo de investigación
- Toma en consideración só parámetros que se podan expresar matematicamente
- Deseña instrumentos útiles para apoiar as teorías (telescopio)
- Argumenta sobre os erros do modelo xeocéntrico

e.- Isaac Newton: físico inglés do século XVIII e XIX. En 1687 publica: *Principios matemáticos de filosofía natural* que supón a culminación da revolución científica. No libro expón a **Lei de Gravitación Universal**: unha única lei que opera de maneira idéntica en todo o universo explicando o movemento dos corpos no espazo. A forza gravitacional (a **caída dos graves**) remata ca diferenza aristotélica de dous funcionamentos distintos no universo: o sublunar e o supralunar.

2.2.2.- Claves do universo mecanicista

O novo universo é:

- **Material:** na súa totalidade está composto de corpúsculos de materia que se moven conforme a leis expresables matematicamente. O baleiro non existe.
- **Mecánico:** Neste universo non hai **finalismo**: o universo é unha máquina (un reloxo perfecto) que funciona sen ningunha finalidade. Non hai causas finais, só eficientes.
- **Determinado:** pero non é un universo caótico nin azaroso senón absolutamente **determinado**. (é consecuencia do seu mecanicismo). Se coñecermos tódolos fenómenos que suceden nun instante, poderíamos facer calquera predición sen equivocarnos
- **Matemático:** este universo mecánico está escrito en linguaxe matemática; o único que necesitamos é entender esa linguaxe. Todo o que non se pode expresar matematicamente non existe. O día que podamos ler esta linguaxe comprenderemos todo o funcionamento do universo.
- **Homoxeneo:** o universo é exactamente igual en toda a súa extensión e operan as mesmas leis en todo.
- **Heliocéntrico:** a Terra deixa de ser o centro do universo; é un planeta máis que xira ao redor do Sol. Prodúcese a primeira ferida da humanidade.

2.3.- O Paradigma contemporáneo: o universo cuántico

A física newtoniana foi un avance enorme para a ciencia. Provocou tantas **anomalías** que inicio a crise do paradigma no que naceu. Dende finais do século XVIII e durante o XIX, cada vez máis científicas publicaban resultados que non encaixaban no paradigma dese universo mecánico:

| | | |
|---|--|---|
| PROBLEMAS DE TERMODINÁMICA | A enerxía calorífica non se transformaba ben en enerxía mecánica | Fixo sospeitar dun certo desorden no universo que era incompatible co mundo mecánico do paradigma moderno |
| PROBLEMAS ÓPTICOS | O comportamento da luz non era claro: as veces comportábase como unha onda pero outras como un corpúsculo | Non había explicación a este fenómeno na física moderna |
| PROBLEMAS DE ELECTRICIDADE E MAGNETISMO | Maxwell demostrou que nun campo magnético, a forza actúa nunha dirección distinta a da recta que une dous puntos | A mecánica de Newton aseguraba que sempre actuaban en liña recta |

Todas estas anomalías deron como resultado a aparición dun paradigma científico novo, O **paradigma científico actual** ou **contemporaneo**, baseado en distintas teorías:

2.3.1.- Configuración do novo paradigma

a.- Teoría da Relatividade: Exposta por Albert Einstein en 1905

- A gravidade non é unha forza (como dicía Newton), senon a curvatura do espacio-tempo: cando pos unha pelota pesada (como un planeta) nunha tea, esta cúrvase; se logo pos unha pelota máis pequena (como unha lúa) preto da grande, a pequena rodará cara á grande debido á curvatura.
- O espazo-tempo son como un gran trampolín. Se nun trampolín grande poñemos unha bóla de birlos pesada producirase unha depresión no trampolín que fará que este se dobre. A relatividade xeral di que os planetas fan o mesmo co espazo-tempo.
- Por tanto, o tempo e o espazo son magnitudes relativas. Non hai un T/E absolutos; de feito non hai un único T/E.
- En 1916, Einstein publica a 2ª versión revisada da teoría da relatividade, onde pon encima da mesa que: as forzas de atracción que se produce entre dous corpos debido as súas masas, produce unha deformación no espazo, o espazo vólvese curvo. De aí a soada frase: «*o espazo-tempo dille á materia como moverse; a materia dille ao espazo-tempo como curvarse*».

b.- Mecánica cuántica: Exposta por Max Planck (físico alemán considerado o fundador da teoría cuántica e Premio Nobel de Física en 1918).

- Demostra a existencia de fenómenos subatómicos
- A materia absorbe e emite enerxía. Non simultaneamente senón alternativamente; en forma de pequenos “paquetes” chamados **cuantos**.
- Demostra o **Principio de Complementariedade**: os obxectos cuánticos as veces actúan como ondas e outros como partículas

c.- Teoría da Incertidume: Werner Heisenberg (físico teórico alemán e personaxe clave da mecánica cuántica), demostra o **Principio de Incertidume**: non podemos medir simultaneamente e con precisión un par de magnitudes conxugadas, por tanto non é posible coñecer con precisión e de modo simultáneo a posición e a velocidade dunha partícula.

d.- Teoría do caos: proposta por Edward Lorenz (matemático estadounidense), fala do chamado *Efecto Bolboreta*: “*Unha variación insignificante operada nas condicións iniciais dun sistema físico, pode ocasionar impredecibles variacións no resultado final.*”

Consecuencia de esta teoría é que as nosas predicións científicas só son válidas a moi curto prazo e nun “laboratorio” perfecto no que as condicións son totalmente controlables. Pero o universo non é un laboratorio, o **universo é impredecible**; por tanto **a ciencia ten validez relativa**.

e.- Teoría do Big Bang: formulada por Georges Lemaître (astrónomo e sacerdote católico belga): *“os elementos reais non son os átomos da química, senón as ondas de electróns e protóns, cuxas interaccións mutuas están gobernadas pola velocidade da luz e o cuanto de enerxía.”* Segundo esta teoría, o universo:

- Inicialmente debeu de ser infinitesimal e moi denso
- Nun momento dado iniciouse a expansión (fai 13700 millóns de anos)
- A materia e a enerxía foron converténdose en estrelas e corpos celestes
- O universo non está estático; segue a súa continua expansión.
- Tal como tivo un inicio terá un final.

2.3.2.- Claves do universo cuántico

O universo despois de Einstein defínese como:

- **Fragmentado:** non hai unha única teoría que explique o cosmos
- **Indeterminado:** imposibilidade de predicir o futuro. As leis científicas xa non son deterministas, son **probabilistas**
- **Irreversible:** non hai teleoloxía no universo: non vai a ningures nin ten ningunha intencionalidade; tampouco hai progreso
- **Rechazo do coñecemento obxectivo:** todas as teorías contemporáneas remarcan a importancia do papel do observador e a achega que fai sobre o fenómeno observado. O coñecemento obxectivo non existe.