

UNIDADE 3: FILOSOFÍA, CIENCIA E TECNOLOXÍA. FILOSOFÍA DA CIENCIA

UNIDADE 3: FILOSOFÍA, CIENCIA E TECNOLOXÍA. FILOSOFÍA DA CIENCIA.....	1
ORGANIZADOR PREVIO	2
QUE É ESA COUSA CHAMADA CIENCIA	3
★ ACTIVIDADE 1: TEXTO CON CUESTIÓNS	4
AS CIENCIAS E A CIENCIA	5
OS INSTRUMENTOS DA CIENCIA	6
ELEMENTOS E ESTRUCTURA DA EXPLICACIÓN CIENTÍFICA	6
★ ACTIVIDADE 2: REFLEXIONAR	8
LEIS, TEORÍAS E SISTEMAS	8
★ ACTIVIDADE 3: CUESTIÓNS	11
O MÉTODO HIPOTÉTICO DEDUTIVO	12
★ ACTIVIDADE 4: CASO PRÁCTICO	15
RELACIÓNS ENTRE CIENCIA E FILOSOFÍA	18
CIENCIA MODERNA E CONTEMPORÁNEA. MATEMÁTICA E EXPERIMENTACIÓN	19
OS PROBLEMAS DO COÑECEMENTO CIENTÍFICO	21
★ ACTIVIDADE 5: TEXTO CON CUESTIÓNS	22
★ ACTIVIDADE 6: CASO PRÁCTICO	24
O PROBLEMA DA RACIONALIDADE CIENTÍFICA	25
TÉCNICA E TECNOLOXÍA. SABER E PRAXE	26
★ ACTIVIDADE 7: CUESTIÓNS	29
PROPOSTAS OPCIONAIS DE TRABALLO	30
★★ ACTIVIDADE 8: TRABALLO CINE:	30
★★ ACTIVIDADE 9: DESEÑA UN EXPERIMENTO	31
VOCABULARIO	31
A NOSA SELECCIÓN DE WEB	33
TÍTULO: XPLORE HEALTH	33
TÍTULO: EDUCAPLAY	33
TÍTULO: THICHING	33
TÍTULO: EL MÉTODO CIENTÍFICO Y LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES	33

ORGANIZADOR PREVIO

- Somos así, non nos importa como funcionan as cousas mentres funcionen.
- Estas máquinas mantéñennos vivos, mentres outras tentan matarnos. O poder de dar a vida e de quitala.
- En que consiste o dominio? Se queremos, as podemos apagar (...) Se o fixésemos, habería que pensar que fariamos coa electricidade, a calefacción o aire.

Matrix Reloaded. Conversa de Neo co Conselleiro

Nese secreto sen misterio reside frecuentemente a nosa dependencia respecto a moitos instrumentos da tecnoloxía moderna que sabemos utilizar, sabemos para que serven, sen saber que sucede con eles, neles, no seu territorio; e isto debería facernos pensar sobre a nosa relación coa técnica hoxe, sobre a novidade histórica desta experiencia.

Derrida. Non escribo sen luz artificial

De toda as formas de coñecemento a ciencia é a máis recente na historia humana. A máis universal e a máis eficaz a xulgar polos seus resultados. A ciencia convive con outras formas de coñecemento, pero a diferenza doutras modalidades do saber, pretende basearse en fundamentos estritamente racionais.

Porén, pese a que o coñecemento científico está ao noso redor, en ocasións os seus produtos e mesmo os seus métodos son incomprensibles para a maioría das persoas. Somos consumidores e consumidoras de ciencia, ou máis ben dos produtos inmediatos da mesma, a súa aplicación tecnolóxica. O automóbil, a televisión, o ordenador, o forno microondas... Para usar estes aparellos non precisamos comprender a razón do seu funcionamento, abonda con entender o manual de instrucións. E a fascinación que o aparello exerce sobre nós está en relación directa co misterio que esconde.

Os obxectos técnicos son opacos. Usalos non é comprendelos e así, o que nun principio se nos presenta como produto da razón, acaba convertido nun obxecto máxico no que só cabe ter fe e esperanza nos resultados. A manipulación que facemos deles non difire dun rito, o sentido do cal ignorámolo. Só a/o "experta/o" entende o seu funcionamento e a ela ou el acudimos cando algo falla, trocándose así unha especie de "mago".

Ese halo de maxia e misterio que envolve a tecnoloxía, tamén pode ser trasladado ao coñecemento científico que a fai posible. A ciencia parece ter algo secreto que só os especialistas poden coñecer. O experto, o que sabe, posúe unha autoridade indiscutible e, por iso, a ciencia non é só saber desinteresado, tamén é autoridade e fonte de poder. Quen ten a

comprensión, terá tamén o poder de decidir sobre a realidade natural e humana. Se só os "especialistas" saben, non serán eles os únicos capaces de tomar **decisións** sobre os asuntos naturais e humanos? Teremos que ser, xa que logo, especialistas e expertos en cada unha das ciencias se aspiramos a participarmos nesas decisións? Mais iso é imposible, e máis hoxe en día. Pero, dado que o proceso de construción da ciencia presenta en todos os casos unha estrutura similar, poderíamos ter unha comprensión global que nos permita contemplala dende unha postura crítica e admirar a súa grandeza como empresa humana.

QUE É ESA COUSA CHAMADA CIENCIA

A ciencia pretende explicar os fenómenos que observamos, pero para que esta observación sexa precisa, debemos antes clarificar as ideas para impedir que conceptos difusos ou mesmo alucinacións nos leven a imposibles. Por iso, antes de nada, as e os científicos ordenan os feitos, clasifícanos e introducen principios comprensivos que permiten establecer relacións entre eles.

O coñecemento científico é racional, en primeiro lugar, porque é xeral e **sistemático**:

- **Xeral** porque pretende explicar simplificando unha gran cantidade de acontecementos ou feitos co menor número de supostos, principios ou teorías. Isto resulta coherente se nos decatamos de que, ao pretender simplificar o coñecemento dos fenómenos, procuramos evitar que, establecendo unha teoría diferente para cada fenómeno, acabemos producindo un quebracabezas sen sentido, repetindo as teorías unha e outra vez en cada feito acontecido na realidade.
- **Sistemático**, é dicir, os coñecementos referentes a un determinado aspecto da realidade non son illados, desconectados e fragmentarios, senón que adoptan relacións de orde e conexión lóxica. Isto é o que permite que os feitos se fagan comprensibles.

O coñecemento científico é racional tamén porque as súas teorías ademais de xerais e sistemáticas, teñen que estar **xustificadas**. Isto quere dicir que, á parte de seren **coherentes** entre si, teñen que ser contrastadas ou confrontadas coa realidade que observamos, teñen que darse no mundo da experiencia. Por iso o coñecemento científico debe ser obxectivo.

Para chegar a obter un coñecemento científico é preciso seguir o método científico. A importancia da metodoloxía radica en que na ciencia, aínda non habendo un vreiro único, débese garantir un control rigoroso do procedemento de construción das súas teorías, leis, hipóteses, explicacións.

★ ACTIVIDADE 1: TEXTO CON CUESTIÓNS

O desexo de achar explicacións que sexan a un tempo sistemáticas e controlables por elementos de xuízo fácticos é o que dá orixe á ciencia; e a organización e clasificación do coñecemento sobre a base de principios explicativos é o que constitúe o obxectivo distintivo das ciencias. Máis especificamente, as ciencias tratan de descubrir e formular en termos xerais as condicións nas que ocorren sucesos de diverso tipo, e as explicacións son enunciados das tales condicións determinantes.

Nagel, E: *La Estructura de la Ciencia*. Ed. Paidós, Barcelona, 1989. páxs. 17-18

(...) Para que un fragmento do saber mereza ser chamado "científico", non abonda -nin sequera é preciso- que sexa verdadeiro. Debemos de saber, en cambio, como chegamos a saber, ou a presumir, que o enunciado en cuestión é verdadeiro: debemos de ser capaces de enumerar as operacións (empíricas ou racionais) polas que é verificable (confirmable ou desconfirmable) dun xeito obxectivo polo menos en principio. Agora ben, para verificar un enunciado –porque as proposicións, e non os feitos, son verdadeiras ou falsas e poden por conseguinte ser verificadas– non abundan a contemplación e nin sequera a análise. Comprobamos as nosas afirmacións confrontándoas con outros enunciados. O enunciado confirmatorio (ou desconfirmatorio), que pode chamarse o *verificans*, dependerá do coñecemento dispoñible e da natureza da proposición dada, a cal pode chamarse o *verificandum*. Os enunciados confirmatorios serán enunciados referentes á experiencia se o que se somete a proba é unha afirmación fáctica, isto é, un enunciado tocante a feitos, sexan experimentados ou non.

BUNGE, M.: *La ciencia. Su Método y su Filosofía*, páxs. 56-57

O obxectivo final da ciencia é proporcionar unha única teoría que describa correctamente todo o Universo. (. . .) É moi difícil construír unha única teoría capaz de describir todo o Universo. En vez diso, vémonos forzados de momento a dividir o problema en varias partes, inventando un certo número de teorías parciais. Cada unha destas teorías parciais describe e predí unha certa clase restrinxida de observacións.

Hawkins, S.: *Historia del Tiempo*, Ed. Crítica, Barcelona, 1989. páxs. 29-30

Cuestións:

1. Que é o que move aos científicos a facer ciencia?
2. Cales son os obxectivos ou metas que perseguen?
3. Cales son as características máis importantes do coñecemento científico?

4. Que quere dicir que o coñecemento científico é xeral?
5. Que quere dicir que é sistemático?
6. Basta que un coñecemento sexa verdadeiro para ser científico? Que máis se precisa para que un coñecemento sexa científico?
7. Que quere dicir que un enunciado é "verificable" e como se verifica segundo o autor do segundo texto?

AS CIENCIAS E A CIENCIA

En realidade non existe unha soa ciencia, senón moitas ciencias (bioloxía, física, matemáticas, psicoloxía...) dependendo do obxecto e aspectos da realidade de que se ocupan. Con todo, chámanse e son ciencias porque comparten unhas determinadas características que as diferencian doutras formas de coñecemento, e por iso podemos falar da ciencia ou do coñecemento científico en xeral. A relación entre “ciencia en xeral” e “as ciencias” foi unha das vellas teimas dos filósofos, dando lugar á cuestión da “división das ciencias”, dado que a pretensión de dominar o conxunto do saber obriga a estruturalo. Por iso, dende Aristóteles, pasando por Bacon, Comte, Spencer, Dilthey, etc, gran número de filósofos propuxeron diversas divisións do saber científico.

Convén ter en conta unha distinción básica entre dous tipos de ciencia: as ciencias formais e as ciencias experimentais (empíricas, reais ou fácticas) e as ciencias humanas e, dentro destas, entre ciencias da natureza e ciencias humanas ou sociais.

Nas **ciencias formais** (lóxica e matemáticas). Son ciencias estritamente dedutivas e a súa verdade e xustificación racional garátese na coherencia formal e non precisan, polo mesmo, de contrastación empírica.

As **ciencias experimentais**, teñen por obxecto o mundo experimental. Ademais de cumprir os requisitos formais de coherencia como todas as ciencias, esixen tamén a contrastación empírica, por facer referencia á realidade. Buscan unha verdade sobre o real comprobada na práctica.

As **ciencias humanas** son as que estudan o ser humano e as actividades que realiza en canto ser intelixente e libre. Estas á súa vez poden dividirse en dous grandes grupos.

- Ciencias humanas teóricas, son as que estudan o ser humano tal como é, individual e socialmente. Son ciencias de feitos, como a psicoloxía, a socioloxía, economía, historia.
- Ciencias humanas prácticas que son as que definen as leis polas que debe rexerse a actividade humana. Son ciencias normativas, empregan como método os xuízos de valores. Son a ética, política.



OS INSTRUMENTOS DA CIENCIA

A ciencia é un proceso aberto. Podería parecer que a experiencia é o máis inmediato, o punto de partida da ciencia, o primeiro que fai a científica ou o científico cando toma o seu instrumental e comeza a observar o mundo. Porén calquera instrumento científico é algo moi elaborado, único xeito de afrontar un dos obxectivos fundamentais da ciencia: dar explicacións sistemáticas aos fenómenos, formulando teorías racionais e apoiándose en hipóteses que permiten facer predicións.

ELEMENTOS E ESTRUTURA DA EXPLICACIÓN CIENTÍFICA

A explicación científica

Coa explicación científica inténtase dar resposta aos problemas cos que a ciencia se confronta. Prodúcese unha cuestión problemática cando ao observar un feito ou fenómeno non se lle atopa relación cos coñecementos ou ideas previas admitidas, xerándose así un conflito cognoscitivo.

Moitas das veces, aquilo que empregamos na explicación como xustificación dun feito consiste noutro feito que funciona como causa ou razón do primeiro. Pero isto non é suficiente: a morte de alguén non se explica acompañándoo sen máis do feito de que inxeriu un veneno, a non ser que coñezamos os efectos fisiolóxicos que efectivamente produce o veneno concreto que causou esa morte. Explicar é daquela relacionar dous feitos mediante proposicións xerais ou leis que a ciencia ofrece como explicacións.

Explicar é dar razóns, razoar, establecendo claramente cal é a relación entre o que se quere explicar, o problema, e aquilo que serve para explicalo, a teoría científica. A explicación implica polo tanto unha estrutura inferencial, nome que damos á estrutura dun razoamento.

Pero non esquezamos que a ciencia non ten por obxecto dar explicacións a acontecementos particulares, senón amosar regularidades para producir leis acerca do comportamento dos fenómenos. Así, para explicar por que un obxecto flota na auga, non abonda con dicir “porque é xeo e o xeo flota na auga”. Precisamos tamén explicar por que o xeo en particular flota na auga e para iso acudimos a unha teoría da estrutura molecular do xeo e ás leis fundamentais da hidrostática.

A predición

Unha predición é un anticipo do que acontecerá partindo da análise de determinadas condicións existentes iniciais. Sempre ten como fundamento unha lei e é posterior a unha explicación. A predición non é un feito coñecido senón que, aínda non tendo sucedido, se pode desprender da lei ou teoría formulada.

Porén as predicións científicas non sempre se cumpren xa que soen existir variables descoñecidas cuxa dinámica non se pode anticipar con total precisión. Por exemplo, as predicións climatolóxicas non son exactas e poden resultar erróneas. Por outra banda, ás veces podemos facer precisión bastantes exactas sen ter a explicación dun fenómeno. Así, antes de ter unha explicación exacta do movementos dos astros, xa se podían facer predicións precisas sobre as súas posicións, eclipses, etc.

As hipóteses

Unha hipótese (do grego ὑπόθεσις) é algo que se supón e ao que se lle outorga certo grao de posibilidade para extraer del un efecto ou unha consecuencia. A súa validez depende do sometemento a varias probas partindo de teorías elaboradas. Os pasos a seguir para a construción ou desenvolvemento dunha hipótese son os seguintes:

- Confecciónanse preguntas xurdidas do descoñecemento acerca do fenómeno que se quere estudar
- Búscanse posibles respostas, baseadas en teorías que poidan ser probadas, mentres que aquelas non probadas son consideradas especulacións e ignóranse.
- Faise unha predición dos resultados que se obterán ao poñer en prácticas as respostas elaboradas
- Experimentábase e rexístranse as achegas, de modo que poidan ser repetidas nas mesmas condicións tantas veces como se precisen.
- Analízanse e procésanse os resultados obtidos e contrástase esta información coa predición antes mencionada.

- E por último, conclúese se a hipótese se confirma ou se refuta, dependendo do grao de exactitude da predición.

Non toda confirmación dunha hipótese devén nunha nova hipótese, senón que tan só unha hipótese refutada obrigaría a reformular unha nova hipótese.

★ ACTIVIDADE 2: REFLEXIONAR

1. Dado que se ten observado unha correlación entre fumar e o cancro de pulmón, podemos imaxinar unha polémica sobre a saúde e o feito de fumar entre representantes da industria tabaqueira e os responsables da sanidade dun país.

Os primeiros poden argumentar que a tal correlación é unha simple casualidade, resultado dunha xeneralización accidental. Poida que haxa unha correlación alta, pero non significa unha conexión causal-legal.

Os representantes da saúde pública poden, en cambio, estar inclinados a afirmar que tal correlación expresa unha relación causal e polo tanto legal: fumar é a causa, produce o cancro de pulmón.

- a) Quen cres que defende a postura máis correcta? Por que?
 - b) De que poden depender as razóns que dan uns e outros?
 - c) De haber unha teoría biolóxica que explicase esa correlación, quen levaría razón?
2. Considera os seguintes exemplos de explicación e indica que falta para que a explicación sexa completa:
 - a) Xerome morreu porque inxeriu cianuro
 - b) Por que ese obxecto conduce a electricidade? Porque é de cobre.
 - c) Xerome morreu porque os venenos fortes producen a morte.
 - d) Ese obxecto conduce a electricidade porque os metais son condutores da electricidade
 3. Tenta dar unha explicación completa para o feito de que «unhas botellas cheas de auga romperán quedando ao aire libre nunha noite de temperatura moi fría». Recorda que deberás usar proposicións xerais (leis científicas) como premisas da túa explicación.

LEIS, TEORÍAS E SISTEMAS

As leis científicas

As leis defínense como hipóteses que foron ben confirmadas. Pero que é unha hipótese e cales son os principios que debe cumprir para ser considerada unha lei?

Unha hipótese é un enunciado que propón unha explicación posible a un problema concreto. As hipóteses invéntanse e adoptan a forma de enunciados xerais, mais non son unha simple

xeneralización de feitos comúns. Deben ser empiricamente contrastables, isto é, sometidas a probas empíricas que confirmen o que a hipótese anticipa. A evidencia empírica confirmadora porén non pode verificar unha hipótese, como teremos ocasión de precisar máis adiante.

As leis pretenden expresar esta regularidade nas relacións entre os fenómenos. Estas regularidades exprésanse en forma de enunciados universais, isto é, enunciados que afirman que, dadas unhas condicións específicas, daranse tamén sen excepción certas condicións doutro tipo.

É importante ter en conta que non toda proposición universal é unha lei. Para selo debe ser tamén obxectiva, o que quere dicir que a relación constante que expresa se debe dar efectivamente na realidade, e non simplemente ser imaxinaria. Non todos os enunciados de forma xeral, aínda sendo verdadeiros, se consideran leis. Ás veces pode tratarse nada máis que de xeneralizacións accidentais. Pensemos no seguinte:

- (1) Sempre que vou a Escocia, chove. Supoñamos que (1) é verdadeira. Pois ben, resulta que (1) expresa unha conxunción accidental entre dous acontecementos. En efecto, non chove en Escocia porque eu vaia alí, senón que a conxunción de ambos feitos é casual. Polo tanto (1) non é unha lei natural.
- (2) Porén, se pensamos en: (2) En condicións normais de presión, a auga sempre ferve a 100 graos centígrados, (2) si é unha lei natural. Resulta que a auga ferve porque a temperatura é de 100 graos e, polo tanto, a relación entre o aumento da temperatura e a ebulición da auga non é casualidade senón causal.

As leis científicas expresan unha relación necesaria, isto é o que as diferencia das xeneralizacións accidentais ou casuais. Este carácter de relación necesaria ten que ver coa relación que mantén con outras leis máis xerais, coas que conforma unha teoría que aspira a explicar por que, dadas as conexións establecidas, o que a lei prevé ha acontecer sempre de acordo co que a propia lei anticipa, como acabamos de ver no exemplo (2). As leis están sistematicamente unidas e relacionadas con outras leis coas que manteñen unha conexión lóxica.

Na ciencias existen tipos diferentes de leis segundo a súa formulación e os ámbitos da realidade aos que se refiren. Vexamos a diferenza entre leis deterministas (necesarias e universais) e leis probabilistas.

As leis deterministas expresan que malia a complexidade do mundo e a imposibilidade de predicir en termos absolutos o seu estado futuro, o mundo físico evoluciona segundo principios predeterminados, de xeito tal que, partindo do seu estado presente, podemos predicir determinados estados futuros. Unha lei determinista non admite que se podan dar casos nos que non se cumpra o que a lei indica, como, por exemplo, cada vez que aconteza determinado evento A, ou unha serie de determinados eventos A+B, acontecerá sempre o evento C.

As leis probabilistas non teñen un carácter universal e necesario como as anteriores, mais si que contan con certo grao de universalidade e certo carácter de invariabilidade xa que non

permite máis excepción significativa que as previstas pola propia lei. Como, por exemplo, cando dicimos que ao lanzar unha moeda hai un 50% de probabilidade de que saia cara, e un 50% de que saia cruz.

As teorías científicas

As teorías xorden da necesidade que ten o coñecemento humano de ir máis alá dos simples datos, ou feitos, inmediatos da experiencia e das meras xeneralizacións empíricas para poder comprendelos e interpretalos. As teorías son **sistemas formais** cunhas características necesarias, a saber: os enunciados que a compoñen deben estar ordenados sistematicamente mediante relacións de dedución, deben ser contrastables e deben ter capacidade de explicación e predición. Describen principalmente sistemas e modelos cos que entendemos e explicamos a realidade. Cumprindo estas condicións, a ciencia logra o seu obxectivo de establecer enunciados xerais sobre o mundo e de orientar a investigación creando un marco de referencia no que os problemas e a forma para resolvelos teñen sentido.

Sistemas

Un sistema é un conxunto formado por determinados elementos ou obxectos e as súas propiedades, relacións e funcións. Calquera anaco da realidade pode ser un sistema sempre que poidamos determinar certos elementos e as súas relacións e funcións, que constituirían a estrutura do sistema. Dicimos que as relacións entre uns elementos son sistemáticas (isto é, son características dun sistema) cando calquera modificación nun dese elementos altera necesariamente a relación do conxunto.

Un corpo humano, por exemplo, é un sistema dado que é unha estrutura composta por un conxunto de elementos que teñen determinadas relacións entre si para cumprir funcións específicas. Pero tamén o aparello respiratorio, ou unha célula serían sistemas, neste caso subsistemas do corpo humano, pola mesma razón.

Modelos

A ciencia tratando de comprender e explicar a rede de sistemas complexos que compoñen a realidade natural e humana acode a sistemas reais sinxelos para usalos como modelos e poder comprender así os máis complexos.

Un modelo é unha construción teórica que serve para interpretar ou representar a realidade ou un anaco desta. Unha teoría científica é de por si un modelo da realidade natural que intenta explicar pero, á súa vez, as teorías científicas tamén botan man de modelos. Un modelo interpreta ou explica unha teoría achegando o abstracto ao concreto, a teoría á realidade. Os sistemas máis simples que empregamos como modelos pódense atopar na natureza (como, por exemplo, as ondas na auga como modelo do son ou da luz) ou podemos crealos nós e materializalos en obxectos físicos, ou fórmulas lingüísticas. O uso e construción de modelos é un acto creativo e imaxinativo baseado na relación ou punto en común que deben ter o sistema real e o modelo. O punto en común pode ser diverso, dende un parecido físico notable, como

unha maqueta dunha construción real, e outras veces modelo e sistema coinciden no funcionamento como o caso do sistema nervioso e unha computadora.

★ ACTIVIDADE 3: CUESTIÓNS

1. Le o exemplo seguinte no que se amosa a descrición dun sistema real, na primeira columna e unha teoría explicativa na segunda. Despois responde ás cuestións:

HISTORIA DUN SISTEMA REAL	TEORÍA DA EVOLUCIÓN DE DARWIN
<p>A Biston Betularia é un pequeno insecto coñecido como a bolboreta do bidueiro, chamada así por vivir nas cortizas destas árbores en extensas zonas da Gran Bretaña. Este insecto ten unha cor abrancazada con pequenas manchas escuras que lle permiten camuflarse ben dos seus depredadores, especialmente paxaros.</p>	<p>A VIDA DOS SERES VIVOS É UNHA LOITA POLA SUPERVIVENCIA A TRAVÉS DUNHA CONTINUA ADAPTACIÓN AO MEDIO NA QUE SÓ SOBREVIVEN OS MELLOR ADAPTADOS.</p>
<p>DE CANDO EN VEZ, APARECÍAN ALGUNHAS DESTAS BOLBORETAS COA COR NEGRA, PERO PRONTO DESAPARECÍAN COMIDAS POLOS PAXAROS. ERA, POLO TANTO, MOI RARO ATOPAR BOLBORETAS DESTA COR.</p>	<p>Os individuos dunha especie non son exactamente iguais: teñen variacións, moitas das cales son transmisibles á descendencia. Algunhas desas variacións poden ser favorables ou prexudiciais para unha eficaz adaptación ó medio.</p>
<p>Coa chegada da era industrial o fume do carbón recubriu a casca dos bidueiros de feluxe. En poucos anos, a finais do século XIX, nestas zonas industriais as poboacións de Biston Betularia eran case todas de cor negra, mentres que o número de bolboretas brancas descendeu de forma espectacular.</p> <p>Coas medidas anticontaminantes e a substitución do carbón por outros produtos enerxéticos, os bidueiros recuperaron a súa antiga cor abrancazada. E hoxe pode comprobarse como na poboación da Biston Betularia volve predominar a súa cor abrancazada, sendo as bolboretas de cor negra moi escasas.</p>	<p>O MEDIO AMBIENTE NATURAL FAI DE FILTRO E SELECCIONA OS INDIVIDUOS CON VARIACIÓNS QUE PERMITAN UNHA MELLOR ADAPTACIÓN. ISO FAI QUE OS MELLOR ADAPTADOS TEÑAN MÁIS POSIBILIDADES DE REPRODUCIRSE E AUMENTAR A SÚA DESCENDENCIA.</p>

- a) Cando as moscas foron tratadas con insecticidas por primeira vez morrían case todas. Pero ao cabo duns anos observouse como en certas zonas as moscas eran resistentes aos insecticidas. Como explicarías iso? Podería explicarse por medio da teoría de Darwin?

- b) A Biston Betularia, os depredadores e mailo medio, forman un conxunto de elementos relacionados sistematicamente? Forman un sistema?
- c) Podería dicirse que a teoría darwiniana describe un modelo do sistema «seres vivos-entorno natural»?
2. Pon cada un dos elementos da seguinte lista na columna de “sistemas naturais” ou na columna de representación de sistemas ou “modelos”.

O debuxo dunha célula. Unha célula real. A maqueta dun edificio. Un edificio real. Un robot. Organismo vivo. Un ordenador. Sistema nervioso. Átomos máis baleiro, movemento e azar. Entre dous puntos materiais exerceuse unha forza de atracción que é directamente proporcional ás súas masas e inversamente proporcional ao cadrado da súa distancia. O Universo. O Sol e a Terra. A terra e a Lúa.

SISTEMAS NATURAIS	MODELOS CIENTÍFICOS

3. Relaciona con frechas cada sistema natural co que podería funcionar como o seu modelo.

O MÉTODO HIPOTÉTICO DEDUTIVO

O método sempre foi unha das preocupacións fundamentais da actividade científica. Como vimos, o uso dun método é garantía de que os procesos se poden revisar e seguen uns pasos precisos.

O primeiro en propoñer un método científico foi o filósofo Aristóteles. O seu método partía da observación da realidade a través da experiencia, para extraer por “abstracción” principios xerais.

Existe a crenza de que a investigación científica comeza por reunir e acumular moitas observacións e datos a partir dos que, por un proceso indutivo de xeneralización, se chegaría a dar con leis e teorías científicas. Porén a acumulación de observacións de datos, por grande que sexa, é irrelevante para dar cos elementos que constituirían unha explicación satisfactoria, entre outras razóns porque: o número e observacións de datos pode ser infinito, os datos relevantes e

significativos só son tales baixo un criterio ou suposición previa e un mesmo conxunto de datos de observación é compatible con supostos e teorías diferentes.

Así, a observación de semellanzas entre o chimpancé e o home pode dar lugar a teorías tan distintas como as de que o chimpancé procede do home, ou o home do chimpancé, ou ambos os dous dun antepasado común, ou que son simples coincidencias. Non abonda, pois, con acumular observacións; os datos por si mesmos son incapaces de xerar leis e teorías cientificamente relevantes.

A investigación é máis ben un proceso de invención e construción de hipóteses que contrastarnos con datos de observación. O noso coñecemento máis importante e significativo da realidade é un coñecemento indirecto hipotético; intentamos ir máis alá do observado para explicalo. Decotío estamos a facer conxecturas e tentando xustificalas. A idea de que a fulano lle doen as moas, ou de que a Terra é esférica, non son datos directos da observación; son máis ben suposicións, hipóteses que tratamos de comprobar por medio de certos datos que si son directamente observables.

Por iso, a verdadeira revolución científica produciuse coa aplicación do método hipotético-dedutivo. Formulado por Galileo Galilei, impúxose como o método propio das ciencias empíricas a partir do século XVII.

No método hipotético-dedutivo distinguimos tres fases:

- **Resolución.** Identificamos un problema ben cando determinados fenómenos observados contradín, ou parecen contradicir, as predicións que a teoría dispoñible establece, ou ben cando non estamos en disposición de explicalos mediante as teorías dispoñibles.
- **Composición.** Formular hipóteses que tenten explicar o problema formulado e anticipar as consecuencias, en termos de fenómenos observables, que se derivarían dela.
- **Comprobación empírica.** Trátase de contrastar as anticipacións ou predicións que se derivan da hipótese a través de experimentos ou novas observacións.

Para dar con hipóteses que sexan cientificamente relevantes non basta con observar e reunir moitos datos; se a ciencia consistise en reunir, clasificar e tabular datos de observación de forma puramente mecánica, entón as computadoradoras poderían facer ciencia e resolver moitos problemas aínda non explicados. Os datos por si mesmos non determinan nunca univocamente ningún tipo de hipótese correcta; toda hipótese vai máis alá dos datos de observación. Así, a hipótese de que as semellanzas entre o home e o chimpancé sexan debidas a unha filiación procedente dun tronco común por evolución, non é directamente observable. Observables son os fósiles recollidos, os datos ergonómicos recollidos, as condutas dos animais, etc. ...

Non hai un algoritmo nin regras precisas que garantan o achado de hipóteses. Precísase da capacidade creativa e imaxinativa do investigador. Con todo, as hipóteses non nacen no baleiro; parten de coñecementos previos e danse nun contexto intelectual e sociohistórico determinado que denominamos “**paradigma**”.

A transición dos datos á teoría precisa de imaxinación creativa. As hipóteses e as teorías científicas non se derivan dos feitos observados, senón que se inventan para dar conta deles. Son conxecturas relativas ás conexións que se poden establecer entre os fenómenos que se están estudando, ás uniformidades e regularidades subxacentes a estes. As "conxecturas felices" deste tipo precisan gran inventiva, especialmente se supoñen unha desviación radical dos modos usuais do pensamento científico.

(. ..) Así, pois, ao coñecemento científico non se chega aplicando un procedemento indutivo de inferencia a datos recollidos con anterioridade, senón máis ben mediante o chamado "método das hipóteses", é dicir, inventando hipóteses a título de intentos de resposta a un problema en estudio, e sometendo logo estas a contrastación empírica.

Hempel C., *Filosofía de la Ciencia Natural*, páxs.33--36

Porén, a función da investigación científica consiste non só en propoñer hipóteses, senón tamén en seleccionar aquela que obxectivamente constitúa a explicación do problema, non podemos aceptar unha hipótese calquera, senón só aquelas que resistan comprobacións esixentes, e para iso unha hipótese ten que ser **testable**, é dicir, sometible a probas (en inglés "tests").

Unha teoría que non é refutable por ningún suceso concibible non é científica. A irrefutabilidade non é unha virtude dunha teoría (como se cre a miúdo), senón un vicio.

Todo xenuíno test dunha teoría é un intento por desmentila, por refutala. A testabilidade equivale a refutabilidade. Pero hai graos de testabilidade, algunhas teorías son máis testables, están máis expostas á refutación que outras. Corren máis riscos, por así dicir.

Os elementos de xuízo confirmatorios non deben ser tomados en conta, excepto cando son o resultado dun xenuíno test da teoría; é dicir, cando pode ofrecerse un intento serio, pero infrutuoso, de refutar a teoría. (En tales casos, falo de "elementos de xuízo corroboradores"),

(. ..) É posible resumir todo o anterior dicindo que o criterio para establecer o status científico dunha teoría é a súa refutabilidade ou a súa testabilidade.

Popper, K. *Conjeturas y refutaciones*. Ed. Paidós. Barcelona, 1983, páx. 61

Contrastar é confrontar, someter a hipótese unha proba, comparala con algo, de xeito que o resultado desa comparación nos dea elementos de xuízo para argumentar a favor ou contra dela. Ese algo co que confrontamos ou comparamos a hipótese son outros coñecementos obtidos a partir da experiencia.

Agora ben, as hipóteses non son contrastables por si mesmas, directamente, porque toda hipótese vai máis aló dos datos observados. En efecto, unha hipótese é sempre un enunciado de

carácter universal (do tipo “Todo A é B”) mentres que os datos observacionais tan só nos permiten formular enunciados do tipo “Este A é B”, “Algúns A son B”, “Moitos A son B” ou mesmo “Todos os A que ata o de agora temos observado son B.

Unha hipótese compróbase de forma indirecta, explorando o que dela se seguiría no caso de ser verdadeira, deducindo dela consecuencias ou implicacións que si sexan directamente comprobables por medio da observación experimental.

É por iso, polo que o método científico ademais de hipotético pode ser chamado tamén dedutivo e experimental.

A dedución de consecuencias a partir da hipótese é un proceso puramente lóxico; consiste en ver que implica lóxicamente o que a hipótese afirma. (De aí a importancia das ciencias formais dedutivas para as ciencias experimentais. Dunha hipótese formulada matematicamente é posible extraer, por vía dedutiva, multitude de implicacións precisas e ás veces insospeitadas). A estas consecuencias deducidas da hipótese podemos chamalas tamén implicacións contrastadoras (porque serven para contrastar a hipótese) ou predicións.

★ ACTIVIDADE 4: CASO PRÁCTICO

1. A teoría do "mar de aire" de Torricelli

Calquera ten visto algunha vez un sifón, unha bomba aspirante ou unha simple xiringa. Pois ben, por que sobe a auga nun sifón, nunha bomba ou nunha xiringa cando tiramos do émbolo, aínda que a auga tende a caer polo seu propio peso?

Para explicar isto circulaba dende antigo unha teoría que tiña a súa orixe na física aristotélica; era a de que "a natureza ten medo ao baleiro" (*horror vacui*). De ser verdadeira esta hipótese, entón, ao subir o émbolo nunha bomba, deixaría un espazo baleiro que pasaría a ser ocupado pola auga, dado que a formación do baleiro sería imposible segundo a física de Aristóteles.

Esta hipótese viría confirmada noutros casos como, por exemplo, na dificultade de abrir un fol no que non pode entrar aire nin outra substancia; ou que a auga non caía se enchemos unha botella de vinca estreita e a poñemos boca abaixo, mentres que se lle abrimos un buratiño na parte superior por onde poida entrar aire, si .

Porén, nos tempos de Galileo, e tal vez xa antes, os fontaneiros e construtores de bombas sabían que unha bomba que extrae auga dun pozo non pode subila mais aló duns dez metros de altura. Isto constituía un problema que poñía en dificultade a teoría anterior, pois por que o medo ao baleiro ía ter esa limitación?

Galileo non cría na hipótese do *horror vacui*; con todo, pensaba que a formación dun baleiro (neste caso no interior da bomba) ofrecía unha resistencia que se manifestaba coma unha forza (*forza del vuoto*) que explicaría a subida da auga. O límite de altura explicábase pola idea de que a columna de auga, o mesmo que calquera outro material, acaba por romperse debido ao seu propio peso cando este se fai maior que a forza do baleiro.

Xa nos tempos de Galileo había outros, como G.B. Baliani, que oíran falar de que o problema das bombas tiña relación co peso do aire exterior á bomba. A Galileo esta idea non lle parecía interesante. Foi un discípulo seu, E. Torricelli, quen tomou en serio a hipótese do peso do aire exterior: esta sería a razón que explicase tanto a subida da auga nas bombas como o seu límite.

Esta idea era ademais coherente coa nova visión da ciencia moderna que se estaba a facer nese intre, herdeira en boa parte da ciencia. Unha concepción mecánica da Natureza como correlacións de forzas que interactúan e que poden ser expresadas mediante relacións matemáticas.

A hipótese fundamental de Torricelli era que "estamos mergullados no fondo dun mar de aire, o cal sabemos que ten peso". Esta idea do "mar de aire" é algo mais ca unha metáfora; é unha pequena teoría que equipara o aire cos líquidos, incluíndo a ambos os dous na categoría dos fluídos. De ser así, o aire debería obedecer as leis dos líquidos (hídrostática), algunhas das cales eran xa coñecidas.

Así:

(I) O aire (igual ca os líquidos) pesa por efecto da gravidade (para Aristóteles o aire era lixeiro = non pesado). E este peso exerce unha presión sobre os corpos en contacto con el, presión que é proporcional á altura da columna de aire.

(II) Nun fluído en equilibrio, todos os puntos da mesma superficie horizontal soportan a mesma presión. Se soportasen presións diferentes, parte do fluído subiría ou baixaría para acadar o equilibrio.

Por especificación de (II) teríamos que o aire exerce unha presión sobre a superficie da Terra e, polo tanto, tamén sobre a superficie dun líquido.

Por especificación de (II): se non hai unha forza que opere sobre unha porción da superficie do líquido, mentres o resto sofre unha presión (por exemplo, o peso do aire), a primeira porción sobe ata que o seu peso acade un equilibrio co peso da columna de aire. A altura máxima acadada polo líquido que sofre a presión do aire é aquela que corresponde ao equilibrio.

Esta é, moi sinteticamente, a descrición (teoría) do modelo de funcionamento dos fluídos.

Unha bomba aspirante, o líquido no que está parcialmente somerxida e o "mar de aire" constitúen un sistema no que segundo Torricelli se cumprirá o modelo de comportamento dos fluídos, a descrición do cal vimos arriba. Unha bomba vén ser máis ou menos coma un tubo en forma de U cerrado por un extremo (onde non actúa a presión do aire) e aberto polo outro, onde si actúa; é un sistema no que unha parte da superficie do líquido (a que corresponde ao interior da bomba) non sofre a presión do aire, mentres o resto si. Polo tanto, ao subir o émbolo, queda libre unha porción do líquido, que subirá.

O límite da altura posible acadada será aquela que corresponde ao equilibrio entre o peso desa columna de auga e o peso da columna de aire exterior que preme sobre a superficie do líquido no que está somerxida a bomba.

Deste xeito, a teoría de Torricelli explica por que sobe a auga nunha bomba (ou nunha xiringa ou nun sifón) e por que ten un límite preciso esa subida.¹

Cuestionario:

- a) Cal era o problema inicial que había que resolver? Que solución (hipótese) se daba? Estaba baseada na experiencia, na observación? Explicaba o problema?
- b) Con que novo problema se atopou esa teoría? Como tentou solucionalo Galileo?
- c) Que solución propuxo Torricelli? Estaba baseada na observación, era evidente? É posible observar directamente o que a hipótese de Torricelli propuña como explicación?
- d) Con que compara Torricelli o aire? Dentro de que presupostos e coñecementos previos se movía Torricelli?
- e) Solucionaba a teoría de Torricelli tanto o problema inicial coma o novo problema?
- f) Podería ser, así e todo, equivocada esa explicación? Sería necesario tratar de probar que era esa a explicación correcta ou xa sería evidente para os contemporáneos de Torricelli?

2. A contrastación da hipótese de Torricelli:

Torricelli non só inventou unha hipótese ou teoría que explicase os problemas para os que foi proposta. Someteuna ademais a unha comprobación ou proba experimental: contrastouna.

As afirmacións centrais da teoría de Torricelli non eran directamente comprobables; a analoxía aire-líquidos (mar de aire) e o peso da masa de aire, non son algo do que se poida ter un coñecemento observacional directo. O directamente observable serían cousas tales como a subida de líquidos, alturas acadadas, etc. Polo tanto, Torricelli tiña que extraer, por derivación lóxica da súa teoría, determinadas consecuencias que fosen comprobables directamente.

Algunhas desas consecuencias eran datos xa coñecidos, coma a subida da auga nas bombas e o límite de altura acadada. Outras, en cambio, serían consecuencias aínda non coñecidas ou non experimentadas; eran, en certo sentido, auténticas predicións. Vexamos:

Argumentaba Torricelli que, se fose verdadeira a súa teoría do mar de aire, entón ao coller por exemplo un tubo de vidro de 100 cm. de lonxitude, pechado por un extremo, enchelo de mercurio e invertelo introducíndoo parcialmente nunha cubeta chea de mercurio, e sabendo que o mercurio é 13,6 veces máis pesado cá auga, entón a altura acadada pola columna de mercurio sería aproximadamente de 76 cm. (Experimento de Torricelli).

E iso foi o que realmente sucedeu: a columna de mercurio acadaba esa altura. O cal supoñía unha proba indirecta da súa teoría.

Por outra parte, tamén, de ser verdadeira a hipótese de Torricelli, daquela, ao facer o experimento anterior ao pé dunha montaña e despois na cima, e supoñendo que a masa de aire ten unha altura limitada e, polo tanto, é menor o seu peso a maior altitude, entón a columna de

¹ Actividade extraída de García Castro. O coñecemento científico. P. 33- 34, 39-40 Edit. Xerais 1999

mercurio será menor na cima da montaña que ao pé da mesma, (Experimento feito por Péner a indicación de Pascal na montaña Puy-de-Dôme).

Esa conclusión tamén se cumpría, dando así unha proba máis en favor da teoría de Torricelli.

Ademais, esa teoría era capaz de explicar e predicir outros eventos como a posibilidade de formar un baleiro (ao inverter o tubo con mercurio na cubeta, a columna de mercurio descende ata unha altura determinada e o espazo que queda entre o extremo superior do tubo e a columna de mercurio é un espazo baleiro). Ou que un globo inchado ao pé dunha montaña se o subimos á cima está mais inchado: ou tamén a tendencia a sangrar polo nariz a altitudes elevadas; e moitos outros efectos explicables pola hipótese de Torricelli.

Cuestionario

- a) Que foi o que fixo Torricelli para contrastar a súa hipótese? Que foi o directamente comprobable?
- b) Que elementos, ademais da hipótese, son necesarios na contrastación? De onde proceden estes elementos?
- c) No caso de que as predicións feitas non se cumprisen, sería crible a teoría de Torricelli? Ao se cumprisen debemos considerala verdadeira definitivamente?

RELACIÓNS ENTRE CIENCIA E FILOSOFÍA

Nos inicios do pensamento occidental, Filosofía e Ciencia constituían o mesmo proceso de coñecemento. Ambas eran formas de pensamento racional sobre os fenómenos naturais e a esencia mesma da realidade. O elemento que distingue as ciencias da Filosofía ten que ver co seu ámbito de aplicación. Mentres a ciencia estuda un ámbito concreto da realidade, un tipo de seres, a Filosofía dedícase a estudar a realidade como se fose un todo.

Ao longo da historia, as ciencias foron precisando cada vez máis o seu campo de estudo e producindo métodos específicos de traballo para cada área de coñecemento. Tradicionalmente quedaron no ámbito da Filosofía aqueles campos de estudos que, ou ben non estaban aínda precisados, ou ben non tiñan un método específico de estudo. A Filosofía non ten un método específico de coñecemento senón que estuda e analiza os diferentes métodos que usa a ciencia.

A partir da Revolución Científica do século XVI comezou a matematización do coñecemento científico que separou aínda máis os ámbitos de estudo da Ciencia e a Filosofía. Porén a Filosofía segue dedicada á análise dos descubrimentos científicos, do seu método de traballo e as súas implicacións sociais, políticas e humanas. A ciencia, pola súa banda, precisa da Filosofía cando procura uns fundamentos sólidos do seu método e a análise das implicacións humanas, sociais, e morais das súas teorías e aplicacións.

A historia da ciencia permite que vexamos como foi evolucionando a propia visión do quefacer científico ao longo da nosa historia.

Como e por que se moven os astros do xeito que o fan, por que caen as pedras, ou por que unha frecha segue a moverse despois de separarse do arco propulsor, eran problemas, entre outros moitos, que xa os filósofos se propuxeran na antigüidade e tentaran buscarlles respostas ou explicacións racionais.

Aristóteles (s.IV a. C.) foi un dos primeiros que propuxo unha ampla teoría que daba resposta e eses e a outros moitos problemas dun xeito coherente e sistemático. A física de Aristóteles foi a visión do mundo natural que predominou practicamente ata o século XVI. Con todo, a teoría física de Aristóteles empezou a ser posta en dúbida xa a partir do século XIV en moitos dos seus aspectos como, sobre todo, no século XVI, a súa teoría xeocéntrica e a explicación dos movementos dos astros.

Foron Copérnico, Galileo e Kepler os que sentaron as bases do que ía ser unha nova física. Pero foi sobre todo Newton quen conseguiu elaborar unha teoría ampla e unitaria que explicase todo o que a teoría aristotélica explicaba e moitas causas máis, especialmente todo tipo de movementos tanto celestes coma terrestres cun mínimo de supostos ou axiomas xerais (a teoría newtoniana pode resumirse nas tres leis fundamentais da mecánica e maila lei da gravitación universal).

Esa teoría non foi formulada a partir de feitos ou fenómenos directamente observables, nin tampouco pretende ser a expresión deses feitos ou fenómenos, e xa que logo a súa certeza non pode ser xustificada a partir da inspección directa da realidade tal como se nos aparece. Así, por exemplo, dicir que todo par de puntos materiais se atraen mutuamente entre si cunha forza que é directamente proporcional ás súas masas e inversamente proporcional ao cadrado da distancia que os separa, é algo do que ninguén pode ter unha certeza derivada da observación directa do que esa lei expresa. Era en realidade unha hipótese ou conxectura creada e inventada para dar conta dos feitos observables, porén non era ela mesma observable.

Con todo, unha vez formulada, esa teoría opera como unha hipótese que implica outras moitas proposicións que, coa axuda da lóxica e das matemáticas, son dela deducibles. Algunhas desas consecuencias da teoría si poden ser comprobadas de forma directa por medio da experiencia.

Iso foi o que aconteceu, por exemplo, cando o astrónomo Halley calculou a órbita do cometa que leva o seu nome, e puido predicir o momento exacto, o mes de decembro de 1758, no que o devandito cometa se faría visible novamente. (Halley publicou a súa obra sobre os cometas en 1705 e morreu en 1743).

E foi tamén o que o astrónomo Leverrier fixo cando, coa axuda da teoría de Newton, predicciu o lugar e o momento nos que un planeta, descoñecido ata ese momento, pero imaxinado hipoteticamente para dar conta de certas irregularidades da órbita de Urano, sería visible.

Dado que esas predicións tiveron éxito (o cometa Halley fíxose visible na data predita e o hipotético planeta, denominado Neptuno, foi visto a través do telescopio no punto e momento previstos) a teoría de Newton, que pasara tamén outras probas con éxito, rematou por ser considerada non xa coma unha hipótese, senón coma a representación efectiva do que era a realidade e a súa maneira de comportarse.

Porén, da teoría de Newton tamén se deducía que o planeta Mercurio debería ser observable en certas circunstancias nun lugar exacto do firmamento, mais as observacións revelaron que non acontecía tal cousa coa exactitude prevista, e a teoría de Newton, que non deu explicado esa anomalía, empezou a perder vixencia ata ser substituída en moitos aspectos e para varios fins, pola teoría de Einstein que si daba conta desa anomalía ademais de explicar o que a teoría de Newton era capaz de explicar.

Este proceso na explicación da realidade foi acompañado de diferentes formas de entender o coñecemento científico, isto é, a forma como os científicos traballan, constrúen e formulan as súas teorías.

Para **Aristóteles** a ciencia era o **coñecemento das causas das cousas** e establecíase mediante a orde lóxica e a dedución a partir dunhas poucas premisas ou **definicións**. O papel da observación quedaba reservado para este autor á elaboración das definicións básicas, que a mente elaboraba, por **abstracción** a partir dos feitos observables particulares. Estes feitos que formulamos como definicións, son autoexplicativos, e non precisan dunha indagación de ningunha causa. Así, por exemplo, podemos preguntarnos polas causa de que o ser humano camiñe a dúas patas, pero non preguntarnos pola causa de que o ser humano sexa racional, pois esa é a súa esencia e está inscrita na súa definición. Podemos preguntarnos pola relación entre os lados dun triángulo e os seus ángulos, pero non pola causa de de que un triángulo teña tres lados.

Ca **Revolución científica** dos séculos XIV e XV, a observación dirixida, ou experimentación, pasa a ser unha das ferramentas básicas da ciencia. A outra ferramenta será a matematización das hipóteses científicas, o que permitira unha maior precisión na elaboración e comprobación de predicións. Galileo Galilei e Newton serán os que formularán cunha maior precisión o **método hipotético-deductivo**. A partir de esta forma nova de entender a ciencia, o científico non se limita a ordenar datos ou elaborar definicións, senón a formular **teorías** e contrastalas mediante a **experimentación**. Así a ciencia sería unha **construción acumulativa** de coñecementos, que se vai perfeccionando pouco a pouco, a través de revisións, novas teorías e **contrastacións**. Esta visión da ciencia mantívose ate ben entrado o século XX.

A **ciencia actual** perdeu esa imaxe acumulativa do desenvolvemento científico, ao recoñecer que, aínda que a experimentación é a base do coñecemento científico, a experimentación non é observación senón unha experiencia artificial producida de acordo a certos supostos e teorías sobre a realidade. Nese sentido, **non se pode dicir que hai feitos obxectivos**. Ademais, a ciencia actual afirma que a avaliación das hipótese científicas non se fai só por criterios lóxicos, senón tamén por criterios prácticos, sociais e mesmo políticos. Así pois, a ciencia está

constituída mais ben por diferentes teorías que compiten entre si para impoñer a súa representación do real, a través das súas aplicacións prácticas e tecnolóxicas.

OS PROBLEMAS DO COÑECEMENTO CIENTÍFICO

Teorías científicas e realidade

Como vimos até o momento unha teoría describe, comprende e representa un aspecto da realidade ou un sistema real, este feito fai que comprendamos e vexamos a realidade en función do modelo teórico polo que chegamos a identificar a realidade coa teoría que representa.

Máis non son entón as teorías científicas a representación da auténtica realidade? Non son obxectivas?

Para os **instrumentalistas** e **convencionalistas**, as teorías serían construcións sen pretensión de representar a realidade; serían aceptadas por convención, como expedientes cómodos e útiles para comprender e explicar a realidade: serían como instrumentos que os científicos utilizan a modo de rede para capturar a realidade. As teorías non serían verdadeiras ou falsas, senón ferramentas útiles ou non.

Para os **realistas inxenuos**, en cambio, as teorías serían unha descrición da realidade tal como é, serían polo tanto verdadeiras, caso de seren unha descrición correcta, ou falsas en caso contrario. Pero se temos en conta os cambios habidos nas teorías científicas ó longo da historia da ciencia, vemos que as teorías non son a representación definitiva e absoluta da realidade e xa que logo o realismo inxenuo resulta indefendible.

O **realismo crítico** afirma que as teorías científicas refírense á realidade e represéntana dalgunha maneira aproximada, pero esa representación é sempre mellorable e perfectible. As teorías científicas non serían simples xogos considerados científicos só pola utilidade ou eficacia explicativa e de predición, independentemente da súa verdade, senón aproximacións cada vez máis obxectivas á realidade, aínda que nunca poidan asegurar que sexan a verdade definitiva sobre ela. Unha variedade deste tipo de realismo é o **realismo científico que** sostén que existe unha realidade obxectiva. Considera que o obxectivo principal da ciencia é predecir, describir e explicar os feitos da realidade empregando o método científico.

★ ACTIVIDADE 5: TEXTO CON CUESTIÓNS

Para resumir, a ciencia comeza con observacións directas de feitos illados, non hai outra causa que sexa observable, por certo. As regularidades só se descubren cando se comparan moitas observacións, Estas regularidades exprésanse mediante enunciados chamados leis.

Carnap, R. *Fundamentación lóxica de la Física*, Ed. Sudamericana, Buenos Aires páx 1

En realidade, a crenza de que podemos principiar con observacións puras, sen nada que se pareza a unha teoría, é absurda.

(. ..) Hai vinte cinco anos tratei de explicar isto a un grupo de estudantes de física de Viena principiando unha clase coas seguintes instrucións: "Tomen papel e lapis, observen coidadosamente e escriban o que observaron". Preguntáronme, por suposto, qué é o que eu quería que observaran. Evidentemente a indicación "observen!" é absurda. A observación sempre é selectiva. Precisa un obxecto elixido, unha tarefa definida, un interese, un punto de vista ou un problema.

(. ..) O problema. "que é o primeiro, a hipótese ou a observación?" é soluble; como é o problema: "que é o primeiro, a galiña ou ovo?". A resposta ao último interrogante é: "un tipo máis primitivo de ovo", e a resposta ao primeiro é "un tipo máis primitivo de hipótese". É moi certo que calquera hipótese particular que elixamos terá ido precedida por observacións, por exemplo, as observacións que trata de explicar. Pero estas observacións, á súa vez, presupoñen a adopción dun marco de referencia, un marco de expectativas, un marco de teoría. Se as observacións eran significativas, creaban a necesidade dunha explicación e así deron orixe á invención dunha hipótese, era porque non podían ser explicadas dentro do vello armazón teórico, do vello horizonte de expectativas.

Popper. K, *Conjeturas y refutaciones*, Ed Paídos, Barcelona, 1983, páxs. 72-73

Cuestións:

1. Por que pensas que di Popper que a ciencia non comeza con observacións puras?
2. Por onde empeza a investigación científica segundo o autor do segundo texto?
3. As hipóteses explicativas extráense dos feitos, das observacións, ou hai que crealas e inventalas?
4. O autor deste texto mantén unha postura contraria á do autor do texto anterior. Quen leva razón na túa opinión?
5. En cal das categorías explicadas integrarías a cada un destes autores: instrumentalistas, convencionalistas, realistas inxenuos, realistas críticos?

O problema da verificación das hipóteses científicas.

Cando obtemos as consecuencias dunha hipótese, procedemos a comparalas co que acontece na realidade, resultado de tal comparación concluimos que o que a hipótese predí cúmprese ou non se cumpre. Con esta información construímos unha argumentación que terá como premisas o condicional, formado pola hipótese (A) e as consecuencias da mesma (B), e o resultado da contrastación (C), e como conclusión afirmase ou négase a hipótese.

Aínda que as consecuencias da hipótese concorden coa realidade, o que observamos indica que a hipótese pode ser verdadeira pero non o afirma definitivamente, non é necesariamente verdadeira. Indica en todo caso que a hipótese é unha condición suficiente mais non necesaria, pois nunca estaremos en condicións de excluír a intervención de outras múltiples causas na determinación dos feitos observados. Porén, no caso de que a predición non se cumpra (isto é: que o feito observable que a hipótese anticipa non se dea, si que podemos afirmar definitivamente que a hipótese é falsa, polo que esta quedaría “falsada”, utilizando a terminoloxía popperiana).

Non hai ningún indicador infalible de verdade, todo coñecemento é falible e provisional, o razoamento lóxico que se emprega non pode confirmar definitivamente teorías científicas ou hipóteses. Pero si é posible, segundo os falsacionistas, como Popper, refutalas ou falsalas. Abonda para isto con que nun só caso as consecuencias da hipótese non se cumpran para que poidamos negar a hipótese.

Xustificar unha hipótese científica é unha tarefa ardua na que, como expuxemos antes, temos que ter en conta que non se trata cuestión illadas, senón relacionadas entre si, e que dependen ademais de outros aspectos que se deben considerar.

- a) Para levar a cabo a dedución dunha hipótese precisamos doutros elementos ou suposto auxiliares que dependen dos coñecementos que temos acerca dos datos observacionais previos. Por exemplo, no caso estudado de Torricelli, precisamos ademais da hipótese supostos auxiliares coma que a masa de aire ten unha altura limitada ou saber que o mercurio é 13,6 veces máis pesado cá auga. Polo tanto, a falsidade das consecuencias indícanos que algún deses elementos debe ser falso, pero non nos di cal en concreto: podería ser falsa a hipótese ou algún suposto auxiliar, ou algunha das condicións iniciais do experimento, podendo así manter a hipótese e revisar algún dos outros elementos.
- b) O propio experimento que empregamos para a contrastación coa experiencia, depende tamén de supostos e coñecementos que debemos tomar en conta e que forman parte do contido dos nosos instrumentos de experimentación.
- c) O experimento mesmo pode non ser suficiente por carecer de información pertinente á hora de argumentar sobre a hipótese. Recórdese, por exemplo, o experimento ideado por Galileo para contrastar a hipótese de que a luz tardaba un certo tempo en propagarse, fronte á hipótese defendida por algúns contemporáneos da instantaneidade da mesma. Galileo propuxo un experimento consistente en colocar dúas persoas provistas dun sinal luminoso que puidese apagarse e acenderse, a unha distancia de 5 km, por exemplo.

Cando unha delas facía un sinal, a outra contestaba con outro, medidos os tempos poderíase calcular se a luz se propagaba instantaneamente ou tardaba un tempo. Naturalmente, Galileo non atopou diferenzas significativas que probasen a súa hipótese, e moito menos puido calcular a velocidade real da luz.

- d) Aínda que os elementos anteriores fosen correctos, queda aberta a cuestión da observación, xa que esta pode ser falsa ou ter significados diferentes dependendo de varios condicionantes: a observación do sol ao longo do día pode significar que se move, baixo unha teoría xeocéntrica, ou que está quieto, sendo a terra a que se move, baixo o suposto dunha teoría heliocéntrica.

★ ACTIVIDADE 6: CASO PRÁCTICO

1. As seguintes proposicións son directamente observables? Como poderíamos saber se son verdadeiras ou falsas?
 - a) “Andrés está enfadado”.
 - b) “Marcos ten dor de moas”.
 - c) “A Terra é redonda.
 - d) “O aire exerce unha presión sobre os corpos en contacto con el”.
 - e) “Todo corpo permanece no seu estado de repouso ou movemento rectilíneo e uniforme a menos que forzas exteriores o obriguen a modificar o seu estado”.

2. O descubrimento de Neptuno.

No século XIX as observacións do movemento do planeta Urano presentaban desviacións importantes na súa órbita con respecto á órbita prevista e calculada a partir da teoría newtoniana. Por que esa discrepancia? Leverrier en Francia e Adams en Inglaterra, suxeriron a hipótese da existencia dun planeta ata entón descoñecido, que modificaría a órbita de Urano explicando así a falta de concordancia entre a órbita real de Urano e a prevista pala teoría.

Investiga na rede e responde

Como se chegou a descubrir o planeta Neptuno? Abondou con explorar o ceo cun telescopio? Que foi por diante, a teoría, as hipóteses, ou a observación?

De que tipo de hipótese se trata neste caso: é unha teoría, unha lei, ou un dato?

Quen foi o primeiro en observar Neptuno?

3. Examina o seguinte argumento utilizado por algúns científicos precopernicanos contra o movemento da Terra e di que falla nel. Identifica a hipótese, a predición e o supostos auxiliares.
 - a. Se a Terra se move, ao lanzar moi alto e verticalmente cara arriba un proxectil (unha pedra ou unha frecha, por exemplo), dado que, durante o tempo que tarda o proxectil en

subir e baixar, debido ao movemento de rotación a Terra desprázase de oeste a este, mais non así o proxectil, este (o proxectil) non caería no mesmo sitio dende o que foi lanzado.

- b. Lanzamos un proxectil verticalmente cara arriba e moi alto
- c. Observamos que o proxectil cae no mesmo sitio (non se cumpre a consecuencia predita).
- d. Polo tanto, a Terra non se move.

O PROBLEMA DA RACIONALIDADE CIENTÍFICA

Na actualidade, podemos dicir que a visión da ciencia como un retrato fiel da realidade deixa paso a unha visión máis modesta, na que a ciencia aparece como un modelo do real deseñado polo ser humano coas súas motivacións e necesidades, que pode corresponder en maior ou menor medida ao real verdadeiramente existente.

Se por racional entendemos un procedemento que nos permita chegar a coñecementos infalibles, indubidables e a verdades absolutas, entón as ciencias que tratan do mundo real e empírico, como as ciencias da natureza ou as ciencias humanas, non serían coñecementos racionais deste tipo. Só nas ciencias formais hai unha lóxica da xustificación precisa, porque hai un método de regras que nos permite deducir e chegar a verdades infalibles a partir de axiomas preestablecidos.

Nas ciencias empíricas non hai demostracións ou probas desa natureza. Non existe un procedemento mecánico para avaliar e xustificar hipóteses e teorías científicas. Para proceder racionalmente debemos avaliar ideas e teorías de acordo con elementos de xuízo fundados e coherentes, deliberando a partir dos elementos dos que dispoñemos.

A ciencia normal non tende cara a novidades fácticas ou teóricas e, cando ten éxito, non descobre ningunha. Non obstante, a investigación científica descobre repetidamente fenómenos novos e inesperados e os científicos inventan teorías radicalmente novas. O descubrimento comeza coa percepción da anomalía, é dicir, co recoñecemento de que en certo modo a natureza violou as expectativas que rexen a actividade normal da ciencia. A continuación, prodúcese unha exploración máis ou menos prolongada da anomalía. E só conclúe cando a teoría foi axustada de modo que o anormal se converte no esperado. Para que unha anomalía provoque unha crise, debe ser algo máis que unha simple anomalía, posto que a maior parte das dificultades no axuste do paradigma cos feitos se resolven tarde ou cedo, e é raro que o científico que se deteña a examinar todas as anomalías que descubra poida levar a cabo algún traballo importante. Só cando unha anomalía chega a parecer algo máis que outro enigma máis da ciencia normal, iníciase a transición á crise e á ciencia fóra do ordinario. Poñerese cada vez máis atención a esa anomalía e, se continúa opoñendo resistencia, moitos científicos chegarán a considerar a súa resolución como "o " obxectivo principal da súa disciplina. Aparecerán numerosas solucións parciais ao problema e, a través da proliferación de posturas diverxentes, as regras da ciencia normal volveranse cada vez máis confusas. Mesmo que exista aínda un paradigma, poucos dos que practican a ciencia no seu campo

estarán completamente de acordo con el, e mesmo as solucións dalgúns problemas aceptadas con anterioridade se poñerán en dúbida. Fronte á admisión dunha anomalía fundamental na teoría, o científico tratará de illala e darlle unha estrutura. Buscará maneiras de realzar a importancia do trastorno, para facelo máis notable. Parecerá a miúdo un home que busca ao azar..., probando experimentos para ver que sucede. Simultaneamente, posto que non pode concibirse ningún experimento sen algún tipo de teoría, o científico en crise tratará de xerar teorías especulativas que, se dan bos resultados, poden mostrar o camiño cara a un novo paradigma. Ao concentrarse a atención científica nunha zona estreita de trastorno e ao prepararse a mentalidade científica para recoñecer as anomalías experimentais, tal e como son, a crise fai proliferar a miúdo os descubrimentos. En resumo, as crises debilitan os estereotipos e proporcionan os datos adicionais necesarios para un cambio de paradigma fundamental. Case sempre, os investigadores que inventan un novo paradigma foron moi novos ou moi noveis no campo cuxo paradigma cambian, o que resulta lóxico, pois se trata de científicos que, ao non estar comprometidos coas regras tradicionais da ciencia normal debido a que teñen pouca práctica, teñen máis probabilidades de ver que estas regras non definen xa o xogo e de concibir outro conxunto que poida substituílas.

Thomas S. Kuhn. *La estructura de las revoluciones científicas*. F.C.E.

TÉCNICA E TECNOLOXÍA. SABER E PRAXE

Ciencia, técnica e tecnoloxía

Tan importante para o desenvolvemento das sociedades humanas foi o saber científico coma a resolución de problemas prácticos. Por suposto, sempre hai unha relación entre o que sabemos teoricamente e a resolución deses problemas na práctica pero, ademais, precísanse unha serie de habilidades concretas que permitan a execución do saber. Ao conxunto desas habilidades e saberes se lle denomina **técnica**.

Durante a primeira etapa da historia da humanidade ese saber técnico foi fundamentalmente empírico e diferente da actividade teórica ou *episteme*. Así, para o mundo clásico o que realizaba unha actividade produtiva ou *poiesis*, o que sabía facer era un técnico, pero ese saber facer só era transmisible a través do exemplo ou da práctica. Aristóteles, en concreto, marcaba unha fronteira clara entre *Episteme* (ciencia teórica sen ningunha orientación práctica) e *Techne* (saber instrumental dirixido á produción ou creación).

A partir da Revolución científica dos séculos XVI e XVII, a ciencia oríentase cada vez máis cara a resolución de problemas prácticos e cara o século XVIII a súa relación co sistema produtivo e industrial e moi importante. Xorde así a tecnoloxía. A tecnoloxía é un saber diferente da técnica pois non é só coñecemento empírico e aplicado á resolución de problemas, senón fundamentalmente un coñecemento dirixido polo coñecemento teórico. Poderíamos dicir que a tecnoloxía nace da unión da técnica e a ciencia, xunto co coñecemento dos procesos

produtivos e industriais. Así, a tecnoloxía require o coñecemento científico mais tamén unha aplicación empírica e produtiva. Por exemplo, un xeólogo aplicado pode predicir un escorregamento de terra (ciencia aplicada), mentres que un inxeñeiro, pode chegar a evitar o escorregamento de terra (tecnoloxía). Do mesmo xeito, predicir a órbita dun cometa é tarefa dun científico aplicado, planear e prever a órbita dun satélite artificial é tarefa dun tecnólogo.

A ciencia moderna tamén lle debe moito ao coñecemento tecnolóxico, ambos saberes son aspectos estreitamente unidos e inseparables no mundo moderno e contemporáneo. O desenvolvemento das matemáticas de Copérnico, Galileo e Kepler, por exemplo, despendeu dos progresos da enxeñería mecánica do século XV, en especial mecanismos de relojería e dos xoguetes mecánicos.

A tecnoloxía moderna. A máquina

A forma clásica de entender a tecnoloxía necesaria para a transformación do mundo é en forma de instrumento mecánico. A máquina leva a cabo operacións fixadas por unhas regras dadas, está por así dicilo programada para levar a cabo unha determinada operación dun determinado xeito. As máquinas automatizadas (os robots) son capaces de regular por si mesmos o traballo, modificando por si mesmos as operacións de acordo cos resultados previstos. As máquinas automatizadas comprobán por si mesmas as condicións do seu traballo. A partir da modernidade e grazas aos avances científicos emprégase este último modelo para a construción dos instrumentos tecnolóxicos.

O século XX. A Intelixencia artificial

Durante a segunda metade do século XX tiveron lugar moitos esforzos por lograr Intelixencia Artificial, fundamentalmente en dous sentidos diferentes: como programas capaces de realizar actividades propias da mente humana (xogar ao xadrez, demostrar teoremas....) e tamén coma máquinas pensantes cunha intelixencia equivalente cando menos á humana. Na actualidade estamos asistindo á mellora do hardware e o software informático: as computadoras que non pasaban dos 10 Mega hertzios (Mhz) superan xa os 3 Giga hertzios e este progreso semella non ter límites. O software tamén mellorou espectacularmente e os programas poden xa emitir diagnósticos médicos, guiar coches e mísiles e, por suposto, vencer a un xogador de xadrez. A investigación actual en intelixencia artificial ten coma obxectivos lograr unha máquina que poida emular a velocidade de procesamento da información humana e os circuitos cerebrais dos seres humanos.

Os defensores da produción de máquinas intelixentes suxiren que as propias máquinas serán cada vez máis intelixentes e similares aos humanos e que serán quen de construír a súa vez máis máquinas. Moitos dos ideólogos cibernéticos actuais (Marvin Minsky, Hans Moravec, Vernor Vingen e Rudy Rucker) manteñen unha visión das máquinas como organismos en evolución, que dun xeito comparable á evolución natural, levará ao xurdimento de máquinas intelixentes.

Ven ás máquinas como intelixencias fragmentadas que poden estar conectadas entre si coma un sistema cooperativo cunha organización que permita a emerxencia dunha gran intelixencia

Os problemas da tecnoloxía

O progreso continuo destes automatismos deu lugar a mecanismos cada vez máis sofisticados, nos que a intervención humana é cada vez menor. Este desenrolo afronta importantes cuestións éticas: Ata que punto podemos deixar que as máquinas asuman decisións que deberían corresponder ao ser humano? Por exemplo, que un programa informático decida quen ten prioridade nunha lista de espera médica, ou decida quen debe levar as peores consecuencias nun accidente de tren dirixido informaticamente.

Xunto con estes avances, e paralelamente a eles, aumenta a desconfianza na tecnoloxía e percíbese máis a manipulación e o dominio que pode exercer sobre os seres humanos e a súa liberdade de acción. Cando a máquina deixa de ser un mero instrumento para constituírse en parte indispensable do traballo e funcionamento do ser humano xorde a pregunta acerca de en que forma se ve alterada a nosa percepción. Platón consideraba a escritura mais artificial que a oralidade e afirmaba que afastaba do coñecemento. A esta desconfianza respecto dos instrumentos tecnolóxicos denomináselle Escepticismo antigo. Un bo exemplo deste escepticismo foi o rexeitamento das probas de Galileo sobre as fases da Lúa, por basearse na observación co telescopio.

A tecnoloxía precisa dunha estrutura mental (cada época histórica está relacionada cun tipo de tecnoloxía e unha actitude mental), non só para o seu desenvolvemento, senón que ese marco mental é tamén necesario para o bo uso das ferramentas tecnolóxicas. Estas non funcionan no baleiro, fainas o ser humano e úsana seres humanos. Mesmo unha tecnoloxía automatizada, sen case concurso humano, require un determinado comportamento humano: a aceptación do distanciamento do proceso de produción e a consecuente confianza que, malia ese distanciamento, depositamos nel. Case nunca somos conscientes do pouco que sabemos acerca de como funcionan as ferramentas que usamos e o sentido que teñen, un distanciamento que produce dependencia e, xa que logo, dominio.


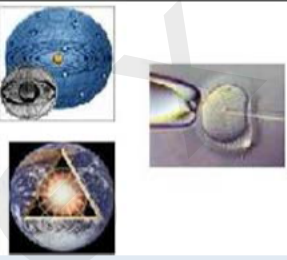

O desenvolvemento histórico da tecnoloxía fixo que este afastamento da ferramenta sexa máis perigoso hoxe ca en ningunha outra época do pasado. Mentres a tecnoloxía producía máquinas que só funcionaban baixo control humano, o descoñecemento dos procesos do seu funcionamento só xeraban unha división social (entre os que sabían e os que non); cando ás máquinas comezaron a substituír aos seres humanos en traballos especializados (pero non automáticos) esta división agravouse, pero sen afectar ao dominio sobre a tecnoloxía. Nas portas da creación dunha intelixencia artificial (autónoma) ese perigo será moito máis importante, porque pode supoñer a perda total de control sobre a tecnoloxía.

Se aceptamos que a conciencia xorde dunha organización da materia moi complexa quen pode negar que unha organización de máquinas non poida xerar conciencia? Neste panorama, cal

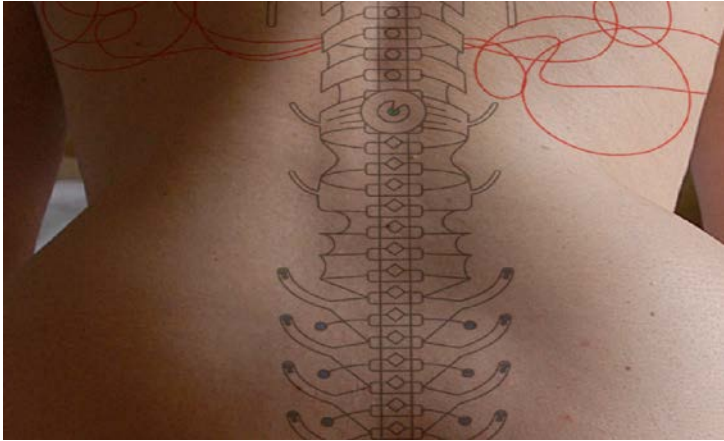
pasaría a ser o papel dos seres humanos? Rematou o noso proceso evolutivo e seremos substituídos por máquinas, ou producirase unha simbiose entre ser humano e máquina?

★ **ACTIVIDADE 7: CUESTIÓNS**

1. Relaciona cada época histórica cun descubrimento científico, unha técnica e unha aplicación tecnolóxica concretas que coñezas e explica como se relaciona coa definición de ciencia, técnica ou tecnoloxía de cada época.

<p style="text-align: center;">MUNDO ANTIGO</p> <p>O mito é a explicación do real</p> <p>O coñecemento é a alternativa ao mito: A filosofía + a matemática</p> <p>O ser humano comprende e domina a natureza</p> 	<p>Descubrimento científico:</p> <p>Explicación</p>
<p style="text-align: center;">MUNDO MODERNO</p> <p>Coñecer é comprender as causas</p> <p>A ciencia proporciona poder através da tecnoloxía saber é poder</p> <p>A explicación da armonía e precisión do mundo é a existencia de Deus</p> 	<p>Descubrimento científico:</p> <p>Explicación</p>
<p style="text-align: center;">MUNDO CONTEMPORÁNEO</p> <p>O dominio é unha relación recíproca. O home crea á máquina e esta modifica ao home</p> <p>A tecnoloxía e os seres humanos son as dúas caras dunha moneda</p> <p>O futuro é unha simbiose entre ser humano e tecnoloxía</p> 	<p>Descubrimento científico:</p> <p>Explicación</p>

2. Como pensas que deberan deseñarse as máquinas no futuro? Que relación deberá manter o ser humano coas máquinas? Será posible unha unión física entre o ser humano e a máquina? Que problemas filosóficos podes pensar en relación a esta unión? Dá como mínimo un exemplo.



2

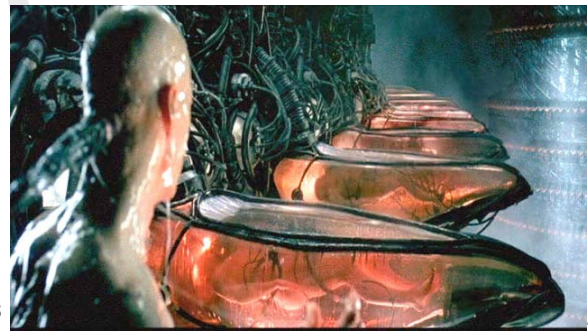
PROPOSTAS OPCIONAIS DE TRABALLO

☆☆ ACTIVIDADE 8: TRABALLO CINE:

Contrasta a visión da tecnoloxía que se percibe en películas como: *Frankenstein* e *The Matrix*, seleccionando escenas contrapostas que poñan de manifesto as diferentes visións históricas sobre a tecnoloxía e relacionando estas coas preguntas filosóficas que o desenvolvemento da tecnoloxía propón.



3



4

☆☆ **TRABALLO DE INVESTIGACIÓN** .Cal é a nosa visión da ciencia? Empiristas ou racionalistas? Realiza unha enquisa no teu entorno social sobre o tema. Para iso deberás

² A imaxe, extraída de <http://www.srtacyborg.com/2008/04/electronic-tattoos/>, mostra unha posible aplicación da tecnoloxía, dotando á pel humana dunha interfaz de comunicación dixital. Algunhas compañías como Philips están xa investigando nesa dirección.

³ Fotograma do filme *Frankenstein* baseada na novela de Mary Wollstonecraft Shelley, na que se describe precisamente o caos provocado por unha tecnoloxía sen control, e como o ser humano pode concibir e crear os seus propios monstros. O fotograma pertence ao filme de 1931 de Universal filme con Boris Karloff

⁴ Fotograma do filme *Matrix* dos irmáns Wachosky, no que se describe unha humanidade dominada física e mentalmente polas máquinas.

compoñer un cuestionario que permita captar esa diferenza entre Empirismo e Racionalismo, coas cuestións adecuadas (cita tres ciencias, como cres que traballa un biólogo?...) Organiza os datos por idades, sexos e nivel de estudos, cando menos, e organiza os resultados en táboas e gráficos.

★★ ACTIVIDADE 9: DESEÑA UN EXPERIMENTO.

Deseña un experimento para resolver un problema científico, ben do teu entorno próximo, ben a través do exemplo que che propoñemos.

<http://www.xplorehealth.eu/es/media/participa-en-la-busqueda-para-encontrar-la-vacuna-del-vih-0>

VOCABULARIO

Causalidade: Relación entre dous fenómenos que se suceden temporalmente, de forma que un, causa, determina a aparición do outro, o efecto.

Ciencia: Do latín *scientia* ‘coñecemento’, conxunto de coñecementos estruturados sistematicamente, obtidos mediante razoamento dedutivo ou razoamento e experimentación (segundo se trate dunha ciencia formal ou empírica), aplicando un determinado método.

Contrastación: Procedemento polo que se compara unha teoría ou idea con outra ou coa experiencia. Neste último caso falamos de contrastación empírica.

Experimento: Procedemento para confirmar unha hipótese mediante o cal se comproba a presenza do fenómeno ou fenómenos que a hipótese anticipa, sometendo a control todas as variables implicadas. O laboratorio é o espazo de máximo control na realización de probas experimentais.

Feito: O seu significado varía dependendo da posición epistemolóxica que adoptemos, ben como observación directa verificable desde unha teoría (Fenomenismo), ou ben acontecemento do mundo que pode ser descrito e verificado (Realismo científico).

Hipótese: Enunciado científico (polo tanto de carácter universal) mediante o cal se anticipa a solución dun determinado problema e que se considera aínda non suficientemente probado. Unha hipótese considerada probada pasa a ser unha “tese” dunha teoría.

Hipotético-dedutivo: Método científico baseado na creación de hipóteses das que deben deducirse lóxicamente predicións contrastables empiricamente.

Indeterminismo: Actitude filosófica que mantén que os acontecementos non dependen dun proceso causal lineal, senón do azar. É a posición contraria ao **determinismo**.

Indución: Procedemento inferencial que vai de premisas singulares a unha conclusión máis universal. Para que esta conclusión estea xustificada precísase partir dun número suficientemente significativo de casos (en caso contrario, falamos da falacia de xeneralización

insuficiente). Aínda así, unha inferencia indutiva nunca proporciona conclusións seguras, como si o fai a inferencia dedutiva.

Lei: Expresión matemática do comportamento dos fenómenos, describindo as súas regularidades.

Modelo: Representación abstracta, conceptual, gráfica ou visual, física, matemática, de fenómenos, sistemas ou procesos a fin de analizar, describir, explicar, simular e predicir feitos a partir de eles.

Obxectividade: Capacidade de coñecer un obxecto con independencia das condicións de observación individuais ou temporais dun suxeito. O coñecemento obxectivo debe ser válido para todos os observadores con independencia da súa posición.

Predición: É unha declaración precisa do que ocorrerá en determinadas condicións previamente especificadas. Ten a estrutura Se A é certo, entón B tamén será certo.

Realismo: Concepción segundo a cal existe unha realidade obxectiva, que a finalidade básica da ciencia é describir, explicar e predicir os feitos da realidade e que a ciencia consegue esa finalidade grazas ao seu método.

Técnica: Do grego, τέχνη [tékne] 'arte, técnica, oficio'), conxunto de procedementos que se usan nunha actividade determinada, que se adquiren por medio da práctica e requiren determinadas habilidades ou destrezas. Aristóteles consideraba que o coñecemento técnico era o saber sobre os medios para realizar uns fins, prescindindo de toda reflexión sobre estes.

Tecnoloxía: do grego, τέχνη [tékne] 'arte, técnica, oficio') e loxía (λογία, o estudio de algo). conxunto de coñecementos técnicos, cientificamente ordenados, que permiten resolver problemas, deseñar e crear obxectos, que facilitan a adaptación do ser humano ao ambiente e as súas necesidades

Teoría: Conxunto de coñecementos organizados sistematicamente, despois da comprobación dunha hipótese empregando o método científico. A teoría permite xerar modelos.

Verificación: Conxunto de procesos e actividades mediante as cales o científico tenta xustificar a verdade das súas hipóteses establecendo predicións concretas que contrasta cos feitos.

A NOSA SELECCIÓN DE WEB



TÍTULO: XPLORE HEALTH

Ligazón: <http://www.xplorehealth.eu/es/recursos-para-educadores?keywords=&module=All&categoria=3438>

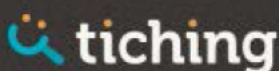
Comentario: Páxina de recurso de investigación científica, con vídeos, experimentos virtuais.



TÍTULO: EDUCAPLAY

Ligazón: http://www.educaplay.com/es/recursoseducativos/tag/metodo_cientifico

Comentario: Páxina de recursos online para xogar e prácticas diferentes elementos do método científico: fases, resolución de problemas, proposta de preguntas...



TÍTULO: THICHING

Ligazón: <http://es.tiching.com/el-metodo-cientifico/recursos-educativos/>

Comentario: Recursos na plataforma Tiching sobre o método científico



TÍTULO: EL MÉTODO CIENTÍFICO Y LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

Ligazón: http://agrega.educacion.es/visualizar/es/es_2013112913_9101306/false

Comentario: Recurso REA na rede Agrega con materiais e exposición sobre o método científico.