

Tema : Ciencia e sociedade.

1.¿Que é a ciencia?

Seguramente algunha vez preguntácheste por que o noso corpo e o de case todos os animais é simétrico ou por que o Sol aluma e quenta máis que a Lúa. Por que nos dá frío tras ducharnos e antes de secarnos coa toalla ou, simplemente, por que aparecen tantas flores na primavera. Sempre se nos di que a estas preguntas e a outras moitas respóndese coa ciencia. Pero preguntácheste tamén que é a ciencia?

A ciencia é o coñecemento que produce leis xerais a partir da observación e a realización de experimentos que poden reproducirse con total exactitude en calquera momento e lugar, e que poden utilizarse para predicir acontecementos. Estas leis xerais non son produto de usos culturais ou ideoloxías, senón resultado da experimentación.

A ciencia permite predicir, por exemplo, cando vai ter lugar unha eclipse de Sol, que produtos orixínanse se mesturamos ácido clorhídrico con hidróxido sódico, que sucede se temos febre e tomamos paracetamol ou que pasa cando deixamos caer unha mazá ou outro obxecto.

A ciencia abarca desde o estudo do moi pequeno ao moi grande e, por iso, se subdivide en distintas disciplinas.

Dous delas, a Física e a Química, son as máis xerais e explican por que o universo e a natureza funcionan como o fan. A Física estuda o máis pequeno: o átomo e o seu comportamento, as súas partículas subatómicas e as forzas ás que están sometidas. A Química aborda como eses átomos únense para formar moléculas. O que estudamos sobre Física e Química non só é válido para o noso planeta, senón que se aplica a todo o cosmos.

Algunhas moléculas químicas son o suficientemente complexas como para formar a vida, de cuxa existencia só temos constancia de momento na Terra, e do seu estudo encárgase a Bioloxía. Cando a Física e a Química aplícanse ao comportamento e creación dun planeta determinado basicamente o que sucedeu na Terra, entra en xogo a Xeoloxía.

Estas catro ciencias básicas, guiadas pola linguaxe matemática no que se expresa a natureza, subdivíden e complementan entre si -Bioquímica, Xeofísica, etc.- e, sobre todo, son a base das ciencias aplicadas que van desde a Medicina (cunha forte base de Bioloxía e Química) ata as distintas enxeñerías (aplicación da Física e a Química). E outra vez volvemos á Física: cando estudamos a evolución de moitos planetas e estrelas, falamos de Astrofísica, e cando o moi grande -como a Astrofísica- únese coas leis do moi pequeno -como a Física de Altas Enerxías no interior dun átomo-, entón a disciplina é a Cosmoloxía, que trata de pescudar como se iniciou este universo e cal será o seu final.

2. O método científico

A característica principal que diferencia á Ciencia doutro tipo de coñecemento é o seu método de traballo. Este modo de traballo é o coñecido como “método científico” que permite distinguir aqueles coñecementos aos que se lle pode aplicar e a cales non. Pódese aplicar ao estudo da natureza, a sociedade, a saúde, o deporte.... pero non á literatura, os mitos, a relixión...

O **método científico** consta de varias fases:

- **Observación** atenta do fenómeno que se vai estudar. Convén describir os aspectos máis relevantes e anotar con precisión as circunstancias que acompañen ao fenómeno. Se melloran a metodoloxía e os instrumentos, mellora todo o proceso do método científico.

- **Formulación de hipótese** para tratar de explicar o fenómeno examinado e interpretar os feitos observados. As hipóteses son «verdades provisionais».

- **Experimentación** para comprobar se son certas as hipóteses propostas. En ciencia, os experimentos deséñanse de forma que poidan ser reproducidos exactamente do mesmo xeito en calquera lugar e momento. En ocasións, realízanse en sistemas illados, como laboratorios, e, noutros casos, analízase directamente a natureza. Nesta fase pode validarse a hipótese, quedar descartada polas evidencias ou dar lugar á formulación de novas hipóteses que melloren a interpretación previa do fenómeno. Por iso, son necesarios instrumentos de experimentación adecuados. Neste sentido resulta crucial o avance da tecnoloxía para deseñar e crear instrumentos de medida cada vez máis precisos.

- **Análise dos resultados experimentais.** A partir dos datos empíricos, elabóranse táboas numéricas, representacións gráficas, etc., que permiten a formulación de leis a partir da dedución de ecuacións matemáticas que relacionan empiricamente os distintos factores que interveñen no fenómeno observado.

- **Elaboración de conclusións finais** e formulación, se é posible, de **teorías** que engloben as leis empíricas deducidas con anterioridade. Non se limita á extrapolación dos datos experimentais, senón que tamén supón un traballo teórico. Deste xeito, a ciencia consegue responder o porqué das cousas.

2. A ciencia moderna

A ciencia moderna desenvolveuse a partir da idea de Galileo de diferenciar o coñecemento científico, produto da experimentación, daquel que simplemente se sustenta nas citas doutros.

De feito, Galileo Galilei (1564-1642) está considerado como o primeiro científico moderno, sobre todo porque foi o primeiro que lle deu á observación e experimentación un papel relevante á hora de coñecer a realidade. Construíu un pequeno telescopio co que descubriu que as lúas de Xúpiter viraban ao redor deste planeta. Como o observou co seu telescopio, deu máis importancia a este feito que a que as autoridades da época considerasen que, sendo o ser humano a «especie elixida», o seu planeta debería estar no centro do universo.

Outro exemplo de como Galileo utilizou a observación foi o seu achado das manchas solares. Ata ese descubrimento, desde a civilización exipcia ata a cristiá, considerábase que o Sol era un símbolo divino e que, por tanto, non podía estar «manchado». Galileo case queda cego apuntando ao Sol co seu telescopio para determinar que, efectivamente, o astro ten manchas. Hoxe en día sábese que estas manchas son, en realidade, enormes campos magnéticos que aparecen na súa superficie e exectan gran cantidade de partículas e enerxía.

Galileo estableceu os criterios para diferenciar ciencia e filosofía no seu libro *O ensaiador*, un dos máis importantes na historia do pensamento humano. Nun diálogo literario co seu opoñente Sarsi, Galileo revolveuse contra a norma segundo a cal o coñecemento proviña da autoridade xerárquica e debía basearse en reflexións de pensadores anteriores.

«Paréceme, polo demais, que Sarsi ten a firme convicción de que para filosofar é necesario apoiarse na opinión de calquera soado autor, de maneira que se a nosa mente non se esposara co razoamento doutra, debería quedar estéril e infecunda; talvez pensa que a filosofía é como as novelas, produto da fantasía dun home, por exemplo A Ilíada ou o Orlando furioso, onde o menos importante é que aquilo que nelas nárrase sexa certo. Sr. Sarsi, as cousas non son así. A filosofía está escrita nese grandísimo libro que temos aberto #ante os ollos, quero dicir, o universo, pero non se pode entender se antes non se aprende a entender a lingua, a coñecer os caracteres nos que está escrito. Está escrito en lingua matemática e os seus caracteres son triángulos, círculos e outras figuras xeométricas, sen as cales é imposible entender nin unha palabra; sen eles é como virar vanamente nun escuro labirinto.»

Galileo Galilei, *O ensaiador*, 1623.

Para Galileo, o coñecemento científico é aquel que pode ser medido e descrito matematicamente. Os coñecementos non científicos, é dicir, non matematizados, excepto os que describen feitos, só son interpretacións ou xuízos que se consideran valiosos porque a persoa que os produciu ten certa autoridade na sociedade do momento. En ciencia, esa autoridade, ou a suma de autoridades, non é necesaria.

3. A ciencia como coñecemento público

A ciencia moderna trouxo consigo un avance aínda máis revolucionario e importante no progreso humano: a noción de que o coñecemento científico debe ser público para ser realmente ciencia. Isto quere dicir que, cando un experimento dá uns resultados, deben difundirse entre toda a comunidade científica para que esta poida volver realizar o experimento (o resultado debe ser reproducible) e valide se o achado é certo ou non.

A difusión do coñecemento na ciencia moderna favoreceu a creación das **sociedades científicas**. Ao principio eran reunións de entusiastas da ciencia que realizaban experimentos e comentaban os resultados obtidos. Unha das sociedades máis antigas e importantes do mundo é a **Royal Society**, que foi fundada en Londres en 1660. Con ela nacíu unha nova tradición de pensamento baseada no experimento e a medida científica. En España destaca A Real Academia de Ciencias (exactas, físicas e naturais). As sociedades científicas son tamén numerosas, por exemplo, as reais sociedades de Historia Natural, de Física, de Química e de Matemáticas, entre outras.

Cando o número de interesados nesas reunións científicas foi crescendo, as sociedades fundaron revistas nas que se publicaban os experimentos para que todos puidesen lelos e, sobre todo, reproducilos sen necesidade de acudir ás reunións. O primeiro número da revista da Royal Society data de 1665. Coa revista científica a ciencia consolidábase como unha actividade de información pública.

Hoxe en día existen infinidade de revistas científicas; as dúas máis importantes son **Nature** e **Science**, esta última editada pola outra principal sociedade científica, a Asociación Americana para o Avance da Ciencia. Para que un experimento sexa publicado como artigo nesas ou outras das miles de revistas científicas que existen, debe ser avaliado **por «pares cegos»**. Iso significa que outros científicos valoran, estudan e, en moitos casos, reproducen integramente o experimento, pero estes avaliadores xamais deben saber quen realizou o achado (por iso dise que a avaliación é «cega»). Con iso asegúranse de que se valida o resultado, e non a autoridade (académica, aristocrática, económica ou de calquera outro tipo) que produciu ese coñecemento.

Outra das particularidades da ciencia moderna é a existencia dunha obrigaón ética de divulgala a toda a sociedade. Diferéncianse varios **niveis de divulgación**:

- O primeiro é o ensino en escolas, institutos e universidades impartida polos profesores de ciencias, cuxo papel é transmitir a maior cantidade de coñecementos posibles aos mozos para que estes poidan continuar o edificio intelectual da ciencia que se iniciou con Galileo.
- O segundo nivel de popularización incumbe á opinión pública: outros científicos divúlgana a toda a sociedade a través dos medios de comunicación de masas, como os xornais, o cinema, os documentais ou as series de televisión. Estes científicos divulgadores traducen a linguaxe científica para que toda a sociedade estea informada dos últimos avances.

Documentos Primarios			
	Tesinas, tesis, investigaciones de tipo académico		Artículos en Revistas Científicas del Sector
	Monografías, manuales y volúmenes divulgativos		Publicaciones electrónicas, revistas portales de información científica
	Patentes y aplicaciones técnicas		Informes técnico-científicos
	Actas de congresos, separatas, pre-prints, ensayos		Herramientas, instrumentos, programas, software, código fuente
Documentos Secundarios			
	Bases de datos de artículos, tesis e investigaciones a texto completo		Obras enciclopédicas y diccionarios especializados del área
	Índices de impacto, citas, boletines de sumarios y resúmenes		Catálogos bibliográficos especializados del área
Documentos Terciarios			
	Repertorios de índices, bases de datos, catálogos y publicaciones periódicas		Reviews o revisiones del conocimiento científico de un área

4. Por que é importante saber ciencia?

A ciencia explícanos como é o mundo natural e como nós formamos parte del. As distintas disciplinas científicas son as que máis e mellores respostas ofrecen ás eternas preguntas que se fixo a humanidade: de onde somos, cara a onde imos, canto tempo quedanos neste planeta, que somos, por que actuamos como o facemos, etc.

Se sabemos ciencia, ademais, teremos pautas que nos axudan a sobrevivir: poderemos saber por que hai que comer uns alimentos como froitas e verduras e por que hai que limitar o consumo doutros como os embutidos, os doces, os refrescos azucrados ou o alcol. A ciencia explícanos desde como o consumo de cocaína afecta as conexións das nosas neuronas (reducindo a memoria, a capacidade de atención e a concentración) ata por que non debemos realizar deporte en zonas con aire contaminado ou por que debemos durmir un número de horas concreto. Grazas á

investigación científica entendemos como inflúen os fármacos no noso organismo e por que non debemos abusar dalgúns, como os antibióticos. Mesmo situacións máis cotiás, como por que sentimos frío cando tras ducharnos aínda non nos secamos ou por que os dedos quedan pegados ao xeo, explícanse desde a ciencia.

Pero hai máis motivos para adquirir nocións de ciencia. Un dos máis importantes é que todos os problemas humanos, ao desenvolverse nunha contorna natural, teñen un alto compoñente científico. Deste xeito, como cidadáns que debemos tomar decisións, resulta fundamental coñecer que vantaxes ou inconvenientes expón a enerxía nuclear fronte aos combustibles fósiles. Ou elementos máis mundanos como a importancia da reciclaxe, a escaseza de auga, as políticas de protección de bosques e a supervisión de procesos industriais que contaminen o planeta.

A ciencia tamén demostrou que, no tempo medio que dura a vida dun ser humano, resulta imposible viaxar ata algún planeta habitable. Por tanto, non temos outro sitio onde ir se destruímos a natureza, que é a que nos permite vivir na Terra. A ciencia ínstanos a ter sempre presente que o ser humano non só é social ou político, senón que, por encima de todo, é un organismo natural, con necesidades naturais para sobrevivir.

En último lugar, hai que coñecer a ciencia e experimentar no laboratorio as teorías científicas porque nos afastan do pensamento máxico e irracional que tanto dano causou á humanidade no pasado. En palabras do Nobel de Física Richard Feynman (1918-1988):

«Hai que ter a mente aberta. Pero non tanto como para que se che caia o cerebro.»

4. O artigo científico. ¿ Que é un artigo científico?

En xeral o artigo científico defínese como un informe escrito e publicado que describe resultados orixinais dunha investigación: escríbese para outros non para min. O artigo científico, non é un escrito que o autor garda para si, senón que debe ser o suficientemente claro como para que terceiras persoas capten a mensaxe concreta que realmente se quere transmitir. Noutras palabras podemos resumir que, o artigo científico:

- É un informe sobre resultados dunha investigación científica,
- Refírense a un problema científico.
- Os resultados da investigación deben ser validos e fidedignos.
- Comunica por primeira vez os resultados dunha investigación

Na Guía para a redacción de artigos científicos publicados pola UNESCO, sinálase, que a finalidade esencial dun artigo científico é comunicar os resultados de investigacións, ideas e debates dunha maneira clara, concisa e fidedigna. É por iso que para escribir un bo artigo científico hai que aprender e aplicar os tres principios fundamentais da redacción científica:

- Precisión
- Claridade
- Brevidade.

Escribir un artigo científico non significa ter dons especiais, senón require de destrezas e habilidades creativas que pode aprender calquera investigador.

¿Como se organiza un artigo científico?

Existen diferentes criterios sobre a organización do artigo científico e que o investigador pode ter en conta no momento de redactalo:

Sistema IMRYD	Esquema 1	Esquema 2
- Introducción - Metodoloxía - Resultados - Discusión	- Introducción - Material e métodos - Resultados - Discusión	- Resumen (Abstract): resume el contido do artigo. - Introducción: informa do propósito e a importancia do traballo. - Materiais e métodos: explica como se fixo a investigación. - Resultados: presenta os datos experimentais. - Discusión: explica os resultados e os compara co coñecemento previo do tema. - Literatura citada: enumera las referencias citadas en el texto.

Algúns autores desagregan as apartado Conclusións, mentres que outros o consideran dentro da Discusión.

¿ Cales son as regras para ter en conta para elaborar un artigo científico?

- Título: debe quedar expresado en 15 palabras que describan o contido do artigo en forma clara, exacta e concisa.
- Anotar ata un máximo de seis autores segundo a orde de importancia da súa contribución material e significativa á investigación.
- Identificar a institución ou institucións onde se realizou a investigación
- Incluír un resumo estruturado, que entre 150 e 300 palabras identifique de forma rápida e exacta o contido básico do artigo.
- Introducción: debe explicar o problema xeral, o de investigación, o que outros escribiron sobre o mesmo e os obxectivos e hipóteses do estudo.
- Métodos: describir o deseño da investigación e explicar como levou á práctica, xustificando a elección de métodos e técnicas de forma tal que un lector competente poida repetir o estudo.
- Presentar a descrición segundo a secuencia que seguiu a investigación: deseño, poboación e mostra, variables, recollida de datos, análises, etc.
- Presentar os resultados do estudo mencionando os achados relevantes (incluso os contrarios á hipótese), incluíndo detalles suficientes para xustificar as conclusións.
- Utilizar o medio de presentación máis adecuado, claro e económico: preferiblemente o texto (en tempo pasado), táboas e gráficos (auto explicativos) e ilustracións (só as esenciais).
- Na discusión mostrar as relacións entre os feitos observados.
- Establecer conclusións inferindo ou deducindo unha verdade, respondendo á pregunta de investigación exposta na introdución.
- Na sección de agradecementos, recoñecer a colaboración de persoas ou institucións que axudaron realmente na investigación, que colaboraron na redacción do artigo ou revisaron o manuscrito.
- Enumerar as referencias bibliográficas segundo orde de mención no texto e só obras importantes e publicacións recentes (salvo clásicos).

- Excluir referencias non consultadas polo autor.
- Incluir en forma de Apéndices a información relevante que pola súa extensión ou configuración non encadra dentro do texto.

No artigo científico podemos atopar varias seccións principais:

1. O título

O título debe ser curto, conciso e claro. É aconsellable que o título sexa escrito despois de redactar o núcleo do manuscrito (introdución, material-métodos, resultados e discusión). Os títulos poden ser informativos ("Alta incidencia de infartos de miocardio en fumadores") ou indicativos ("Incidencia do infarto de miocardio en fumadores").

2. O resumo (Abstract)

Un bo resumo debe permitir ao lector identificar, en forma rápida e precisa, o contido básico do traballo; non debe ter máis de 250 palabras e debe redactarse en pasado, exceptuando o último parágrafo ou frase concluínte. Non debe achegar información ou conclusión que non está presente no texto, así como tampouco debe citar referencias bibliográficas. Debe quedar claro o problema que se investiga e o obxectivo do mesmo.

En xeral, o Resumo debe:

- Expor os principais obxectivos e o alcance da investigación.
- Describir a metodoloxía empregada.
- Resumir os resultados
- Xeneralizar coas principais conclusións.

Os erros máis frecuentes na redacción do resumo son:

- Non expor claramente a pregunta
- Ser demasiado longo
- Ser demasiado detallado

3. Introducción

- A Introducción é pois a presentación dunha pregunta
- Porque fíxose este traballo
- O interese que ten no contexto científico
- Traballo previo sobre o tema e que aspectos non deixan claros, que constitúen o obxecto da nosa investigación.
- O último parágrafo da introdución utilízase para resumir o obxectivo do estudo.

4. Material e métodos

Responde á pregunta de "como se fixo o estudo".

A sección de material e métodos organízase en cinco áreas:

- 1) Deseño: descríbese o deseño do experimento (aleatorio, controlado, casos e controis, ensaio clínico, prospectivo, etc.)
- 2) Poboación sobre a que se fixo o estudo. Describe o marco da mostra e como se fixo a súa selección

3) Contorna: indica onde se fixo o estudo (hospital, asistencia primaria, escola, etc.).

4) Intervencións: descríbense as técnicas, tratamentos (utilizar nomes xenéricos sempre), medicións e unidades, probas piloto, aparellos e tecnoloxía, etc.

5) Análise estatística: sinala os métodos estatísticos utilizados e como se analizaron os datos.

5. Resultados

Inclúe as táboas e figuras que expresen de forma clara os resultados do estudo realizado polo investigador.

Os resultados deben cumprir dúas funcións:

1) Expresar os resultados dos experimentos descritos no Material e Métodos.

2) Presentar as probas que apoian tales resultados, sexa en forma de figuras, táboas ou no mesmo texto.

O primeiro parágrafo deste texto debe ser utilizado para resumir nunha frase concisa, clara e directa, o achado principal do estudo. Esta sección debe ser escrita utilizando os verbos en pasado.

6. Discusión

A maioría dos lectores irán despois de ler o resumo (a pesar de que os expertos recomendan que, tras ler o título, o primeiro que hai que ler é o material e métodos) e a sección máis complexa de elaborar e organizar.

Algunhas suxerencias poden axudar

- Comece a Discusión coa resposta á pregunta da Introducción, seguida inmediatamente coas probas expostas nos resultados que a corroboran.

- Escriba esta sección en presente ("estes datos indican que"), porque os achados do traballo considéranse xa evidencia científica.

- Saque á luz e comente claramente, en lugar de ocultos, os resultados anómalos, dándolles unha explicación o máis coherente posible ou simplemente dicindo que isto é o que atopou, aínda que polo momento non se vexa explicación. Se non o fai o autor, a recado farao o editor.

- Especule e teorice con imaxinación e lóxica. Isto pode avivar o interese dos lectores.

- Inclúa as recomendacións que crea oportunas, se é apropiado.

- E, por encima de todo, evite sacar máis conclusións das que os seus resultados permitan, por moito que esas conclusións sexan menos espectaculares que as esperadas ou desexadas.

7. Bibliografía

A bibliografía citarase segundo a normativa esixida pola revista elixida ou a Editorial científica, por iso existen diferentes normas recoñecidas internacionalmente e que deben ser tidas en conta polo investigador.

O nivel de actualización do artigo científico, determinarase atendendo ás bibliografías consultadas e que se atopen nos últimos 5 anos de publicación.