

PRÓLOGO CARLOS ACUÑA CASTROVIEJO
TRADUCCIÓN XESÚS B. OTERO COSTAS

CLAUDE
BERNARD
INTRODUCCIÓN Ó ESTUDIO
DA MEDICINA
EXPERIMENTAL

FUNDACIÓN BBVA
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

INTRODUCCIÓN Ó ESTUDIO
DA MEDICINA
EXPERIMENTAL

CLÁSICOS DO PENSAMENTO UNIVERSAL

NÚM. 2

Comité Científico

CARLOS BALIÑAS FERNÁNDEZ
Facultade de Filosofía

LUIS CONCHEIRO CARRO
Facultade de Medicina

RAMÓN MÁIZ SUÁREZ
Facultade de Ciencias Políticas

ANTÓN SANTAMARINA FERNÁNDEZ
Facultade de Filoloxía

JOSÉ SORDO RODRÍGUEZ
Facultade de Farmacia

PRÓLOGO CARLOS ACUÑA CASTROVIEJO
TRADUCCIÓN XESÚS B. OTERO COSTAS

CLAUDE
BERNARD
INTRODUCCIÓN Ó ESTUDIO
DA MEDICINA
EXPERIMENTAL

FUNDACIÓN BBVA
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



Esta obra atópase baixo unha licenza internacional Creative Commons BY-NC-ND 4.0. Calquera forma de reprodución, distribución, comunicación pública ou transformación desta obra non incluída na licenza Creative Commons BY-NC-ND 4.0 só pode ser realizada coa autorización expresa dos titulares, salvo excepción prevista pola lei. Pode acceder Vde. ao texto completo da licenza nesta ligazón: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.gl>

Esta obra se encuentra bajo una licencia internacional Creative Commons BY-NC-ND 4.0. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra no incluida en la licencia Creative Commons BY-NC-ND 4.0 solo puede ser realizada con la autorización expresa de los titulares, salvo excepción prevista por la ley. Puede Vd. acceder al texto completo de la licencia en este enlace: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

This work is licensed under a Creative Commons BY NC ND 4.0 international license. Any form of reproduction, distribution, public communication or transformation of this work not included under the Creative Commons BY-NC-ND 4.0 license can only be carried out with the express authorization of the proprietors, save where otherwise provided by the law. You can access the full text of the license at <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>

© DA PRESENTE EDICIÓN

Universidade de Santiago de Compostela, 2002
Fundación BBVA, 2002

DESEÑO DA COLECCIÓN

Barro, Salgado, Santana [Grupo Revisión Deseño]

MAQUETACIÓN

Imprenta Universitaria

EDICIÓN TÉCNICA

Servizo de Publicacións e Intercambio Científico
Campus Vida

15782 Santiago de Compostela
usc.es/publicacions

DOI: <https://dx.doi.org/10.15304/pu.2022.17>

ÍNDICE

9	PRÓLOGO por Carlos Acuña Castroviejo
9	Introducción
10	Biografía
13	O pensamento científico na época de Claude Bernard
21	A fisioloxía e a medicina na época de Claude Bernard
29	<i>A Introduction à l'étude de la médecine expérimentale</i>
35	Papel de Claude Bernard
36	Sobre as versións da <i>Introduction</i>
39	INTRODUCCIÓN Ó ESTUDIO DA MEDICINA EXPERIMENTAL Traducción de Xesús B. Otero Costas
41	Nota do traductor

Introducción

¿Cando se fixo científica a medicina? Para poder contestar a esta pregunta deberíamos primeiro definir qué entendemos por ciencia¹, o que implica establecer unha separación entre o que é científico e o que non o é, separación que precisa, á súa vez, dun criterio distintivo. O método experimental, que aparece no século XVII, sentou as bases dos criterios para o estudio do mundo natural. Un deles é a verificación, pero esta non abonda para diferencia-lo que é ciencia do que non o é, xa que nalgúnhas ciencias a verificación experimental é imposible e mesmo as matemáticas escapan a ela (Thom, 1992). A consideración socioepistemolóxica de que o científico constitúe unha casta levou a considerar que é científico aquilo que consideran como tal os científicos máis influentes nun momento determinado e, aínda que a consideración social da ciencia é importante, trátase dunha forma trivial de ciencia. Sen embargo, se considerámo-la ciencia como algo que se pode transmitir, poderíamos determinar cando se fixo científica a medicina.

Pero a resposta a esta pregunta non é doada. Podemos tomar como referencia a Andrea Vesalio, pola súa achega ó estudio da anatomía humana en 1543; ou a William Harvey, polo seu descubrimento da circulación sanguínea en 1628; ou a Claude Bernard, o fisiólogo, ou a Rudolf Virchow, o patólogo, coma representantes da medicina experimental do XIX. Se pensamos que, probablemente, calquera deles sería unha boa referencia

¹ O termo *ciencia* referido ás ciencias “físicas” ou “naturais” aparece por primeira vez no século XIX. Tamén no mesmo século institúese o termo *científico* como oposto ó termo *artista* (Collini, 1998).

do inicio da medicina científica, a mesma consideración podería levarnos a fixarnos en Hipócrates (300 anos a.C.), polo seu interese en proporcionar unha explicación racional, oposta á máxica, da saúde e da enfermidade; ou en Galeno (150 anos a. C.), pola súa énfase na necesidade do coñecemento técnico (*techné*) para manter e restaura-la saúde. Os filósofos presocráticos, os médicos hipocráticos e mesmo Aristóteles consideraban o estudio da natureza –na que se incluía a fisioloxía– unha tarefa de filósofos, non de médicos. Durante séculos, considerouse que a medicina era unha arte e que, malia conter materias teóricas, estudialas non sería tarefa dos médicos, senón do científico natural. Este concepto aristotélico da ciencia médica sería substituído pola física e a química, pero cambiou pouco o concepto que os propios médicos tiñan da medicina. Un cambio no pensamento filosófico do XIX, sen embargo, ía ter unha maior influencia no desenvolvemento da medicina científica.

Claude Bernard pódese considera-lo nome de referencia para determinar cándo a medicina chegou a facerse científica. Bernard vive en pleno século XIX, nun momento de grandes descubrimentos científicos en química, física e matemáticas e no que se desenvolve, simultaneamente e como consecuencia deles, unha nova filosofía. Bernard foi quen de interpretar estes signos para lidera-la revolución da medicina científica.

Biografía

Claude Bernard nace o 12 de xullo de 1813 en Saint-Julien-sous-Montmélas (Rhône), fillo dun viticultor desta rexión da Beaujolais. De neno, aprende algo de latín co crego da vila e despois é admitido no colexio eclesiástico de Villefranche-sur-Saône, preto da súa vila natal, no que non estudia ningunha das disciplinas que despois o levarían a ocupar un posto importante. Deixou o recordo dun alumno medio, tímido e pouco inclinado a mesturarse cos seus condiscípulos. En 1831

remata, no Colexio de Thoissey (Ain), unha escolaridade honorable pero sen brillo. Falto de recursos, non pode continuar estudando e vese obrigado, aínda sen te-lo bacharelato, a tomar un emprego. Entra a traballar de auxiliar nunha farmacia de Vaise, nas aforas de Lyon. Leva unha vida monótona e só atopa consolo no teatro. Tanto é así, que chega a ser autor dramático; de feito, un teatro de Lyon acepta representa-la súa primeira obra, *La rose du Rhône*, hoxe perdida. Convencido da súa vocación, volve a Saint Julien a escribir un drama en cinco actos titulado *Arthur de Bretagne*. En 1834, cando está a piques de rematalo, marcha a París e presenta a súa obra a Saint-Marc Girardin, profesor da Sorbona e crítico literario. Este aconsélla-lle que non continúe coa carreira literaria e lle recomenda, en troques, que, tralo seu traballo na farmacia, estudie agora medicina. Bernard segue docilmente este consello, logra pasa-las probas do bacharelato e inscríbese na facultade, onde compaxina os cursos con clases particulares que imparte para gaña-la vida (Fataud, 1966).

En 1836 obtén a praza de externo de hospitais e tres anos despois, nun brillante concurso, o internado. Baixo unha aparencia distraída agocha unha intelixencia aguda, estando, ademais, dotado dunha grande habilidade para a disección e a vivisección. É nomeado preparador gracias á intervención de François Magendie, Xefe Clínico do Hôtel-Dieu e fisiólogo célebre, quen ocupa a cátedra de Medicina Experimental no Collège de France. En 1843 Bernard publica os resultados dos seus primeiros traballos sobre a corda do tímpano e en decembro do mesmo ano, defende a súa tese de doutoramento en Medicina *Du suc gastrique et de son rôle dans la nutrition*. En 1844, logo de fracasar nunhas oposicións á sección de anatomía e patoloxía, vese tentado a exercer-la medicina en provincias, pero o seu gusto polo saber pode máis, descubrindo, despois de buscar tanto, que a súa vocación é a investigación. En 1847 suple a Magendie no Collège de France e en 1848 chega a ser

primeiro vicepresidente da Sociedade de Bioloxía. En 1849 presenta na Academia de Ciencias, unha memoria sobre *Les fonctions du pancréas*. Patrocinado por un Magendie entusiasta, obtén a cruz de cabaleiro da *Légion d'Honneur*.

En 1852, Bernard casa coa filla do doutor Henri Martin, un matrimonio desgraciado que durará vintecatro anos. Ó ano seguinte presenta a tese de doutoramento en Ciencias naturais, co traballo *Recherches sur une nouvelle fonction du foie considéré comme organe producteur de la matière sucrée chez l'homme et les animaux*. En 1854 créase especialmente para el unha cátedra de fisioloxía xeral na Sorbona e en 1855 sucede a Magendie no Collège de France. Durante os seguintes vinte anos, Bernard dá a esta cátedra un lustre sen precedente. O ensino que imparte é un ensino de investigación, destinado non a transmitir unha ciencia xa feita, senón a amosar unha ciencia en transo de facerse. Ó principio só os especialistas a entenden, pero pouco a pouco o público se amplía e curiosos e xente de todo tipo se achegan a escoitalo. Bernard é unha personalidade sobranceira no París do segundo Imperio. En 1861 é elixido para a *Académie de Médecine*, pero, malia a súa reputación mundial, segue a traballar en condicións penosas, polo que a súa saúde non tarda en resentirse.

Entre 1863 e 1865 vese na obriga de tomar un permiso para sandar unha afección renal da que non se recuperará por completo. É entón cando utiliza unha parte do seu tempo libre para escribir *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Pasteur publica, en novembro de 1866, no *Moniteur Universel*, un eloxiosísimo artigo, *Claude Bernard – Idée de l'importance de ses travaux, de son enseignement et de sa méthode*, que commove a Bernard polo que este testemuño de admiración representa, vindo de quen ven. Os honores se suceden: en 1868 é elixido para ocupa-lo posto de Flourens na *Académie Française* e comeza as clases no *Muséum d'Histoire Naturelle*. En 1869 é nomeado senador por decreto imperial e, nese mesmo ano, é

convidado ó baile que dá na *Compiègne* Napoleón III, a quen causa unha grande impresión.

Tamén nese ano sepárase da súa muller despois dunha vida de desencontros. A partir daquel momento vive so, coa súa vella servente, Mariette Rey. Os seus últimos anos transcorrerán na compañía dunha amizade feminina, Mme. Raffalovich, quen fora a súa oínte no Collège de France e que chega a se-la súa colaboradora e confidente e a quen dirixirá as súas *Lettres Beaujolaises*.

O 10 de febreiro de 1878 morre Claude Bernard, rodeado dalgúns dos seus discípulos: Albert Dastre, Paul Bert e Arsène d'Arsonval. O goberno dedica ó sabio desaparecido funerais nacionais, honras reservadas en Francia só para xefes políticos e militares. Exemplo similar é o de Alexander von Humboldt, explorador, científico e promotor do coñecemento na sociedade industrial do XIX, a quen o goberno prusiano dedicou as mesmas honras cando faleceu en 1859.

O pensamento científico na época de Claude Bernard

Claude Bernard é un home do seu tempo, polo que a súa obra debe comprenderse no marco do pensamento científico da súa época. A ciencia, a tarefa intelectual da cal é o progresivo incremento da comprensión da natureza, facía parte da filosofía, e nunca se separaron de todo. Hai uns cento cincuenta anos, a física teórica (que debatía a natureza física) era chamada filosofía natural (para distinguila da filosofía moral e da filosofía metafísica) (Toulmin, 1953). Durante o século XX a filosofía da ciencia tense recoñecido coma unha disciplina independente, que trata de temas metodolóxicos e epistemolóxicos, relacionados coa forma do investigador de achegarse á natureza. A filosofía da ciencia tenta, primeiro, elucida-los elementos implicados no proceso da busca científica –tales coma os procedementos observacionais, patróns de argumentación,

métodos de representación e cálculo ou presupostos metafísicos— e despois avalia-las bases da súa validez dende os puntos de vista da lóxica formal, metodoloxía práctica e metafísica. Ó longo do desenvolvemento da filosofía, a preocupación dos que hoxe chamaríamos filósofos da ciencia sería de dous tipos: ontolóxica e epistemolóxica. Esta división reflicte unha división entre a natureza (obxecto), vista como aquilo que o home aborda para adquirir coñecemento científico, e o home en si mesmo (suxeito), visto coma creador, descubridor e posuidor de tal coñecemento. Pero a partir de 1920, novas correntes na propia física —especialmente na mecánica cuántica— desacreditaron unha tan doada distribución entre o observador e a súa observación, malia terse mantido a distinción a efectos de traballo.

O debate da filosofía da ciencia —entre os séculos XVII e XIX—, estivo ligado ó desenvolvemento da propia ciencia, xa que os seus principais actores participaron de ambos. Francis Bacon, introductor do método da inducción exhaustiva, e René Descartes concibiron o mesmo fin intelectual, o de formular explicitamente un novo método para mellora-lo intelecto; é dicir, codifica-los procedementos racionais da ciencia de cara a ceibala das asuncións supersticiosas e arbitrarias para basearse, de xeito lóxico, en propiedades claras e distintivas ou en conceptos evidentes. Bacon estaba máis preocupado polos feitos observados empiricamente, coma punto de partida para tódalas ciencias e só consideraba as teorías en tanto derivasen dos feitos (Ferrater Mora, 1970). En contraste con esa “inducción baconiana”, Descartes centrouse no problema da construción de teorías de sistemas deductivos autoconsistentes e coherentes, que se desenvolverían coa seguridade formal propia da xeometría euclidiana. Descartes sinalou as matemáticas como o patrón ó que debe aspirar todo coñecemento verdadeiro da natureza. Soamente deste xeito poderían as teorías do movemento, magnetismo, calor e, por último, as da fisioloxía,

alcanza-la mesma autoridade deductiva. Nos seus *Principes de la philosophie* (1644; cito por Descartes, 1995), Descartes describe cómo tódolos fenómenos da física se poden explicar por medio dun único sistema global de teoría matemática baseada nos alicerces euclidianos e seguindo os seus propios principios deductivos.

A influencia de Bacon e Descartes no desenvolvemento da ciencia foi intelectual. Sen embargo, nos procedementos intelectuais de Newton houbo pouca inducción baconiana e Robert Boyle –un dos fundadores da química moderna– consideraba os avisos de Bacon máis un estorbo ca unha axuda á hora de formular conceptos teóricos (Toulmin, 1953). Newton estivo moi influído polos exemplos matemáticos de Descartes e pódese observar que segue a súa receita nos *Principia*, pero non pretende probar, antes de obte-la evidencia empírica, que esas asuncións adicionais fosen únicas, auto-evidentes e válidas. No canto diso, trátaas coma asuncións de traballo aceptadas hipoteticamente só o tempo necesario para botaren luz sobre fenómenos inexplicados. Deste xeito, Newton deseñou na práctica, case inadvertidamente, o que os filósofos da ciencia chamaron dende aquela o método hipotético-deductivo, no que unha teoría se ve coma un sistema matemático onde un fenómeno empírico particular se explica cando se relaciona deductivamente cun pequeno número de principios xerais. Deste xeito, abandónase a proposta cartesiana de que eses principios se poden establecer, de xeito final e concluínte, antes de determinar qué esclarecen as súas conclusións en problemas científicos reais.

Aínda que os cartesianos, Leibniz e Berkeley atacaron os métodos de Newton, a solidez dos conceptos newtonianos provocou que, a partir de 1740, a pregunta fose *¿como o fixo Newton?* Os filósofos do XVIII adscribíronse a tres correntes: empirismo, racionalismo e kantismo. Os empiristas non fixeron xustiza ó rigor deductivo dos argumentos teóricos de Newton; os

racionalistas, pola súa banda, non puideron demostrar rigorosamente a unidade matemática do sistema de Newton (por exemplo, xa se sabía que nin sequera a xeometría euclidiana podía reclamar unha unidade formal). Xa que a autoridade reclamada polos conceptos e a metodoloxía de Newton non se podía soste-lo polo vello método racionalista, xurdiu a alternativa do kantismo.

Un dos primeiros obxectivos de Kant, co seu famoso método transcendental no que o coñecemento reflicte a estrutura cate-górica da mente, foi proporcionar unha xustificación alternativa ós resultados de Newton. O sistema de conceptos utilizados na xeometría euclidiana e na física newtoniana é inequivocamente relevante para a experiencia real do home, debido a que o cien-tífico só pode chegar a un sistema racional coherente de expli-cacións empíricas aplicables cando constrúe as súas teorías ó redor deses conceptos. O método transcendental de Kant per-mitía ó pensador recoñecer cómo e en qué respectos é indis-pensable o uso do seu sistema de formas e categorías racionais para unha comprensión coherente ou mesmo para calquera experiencia.

Un século despois (1880), filósofos da ciencia tan diferentes coma Ernst Mach (Mach, 1959) e Heinrich Hertz seguían per-seguindo preguntas establecidas por Kant. Mesmo en 1970 algunhas das súas implicacións se exploraban na psicoloxía cognitiva. A tese central de Kant –a afirmación de que o home confire unha estrutura ó seu coñecemento mediante os con-ceptos e categorías que utiliza para a formación e interpretación da experiencia– amosouse moi fértil en moitas ocasións. Por exemplo, na psicoloxía sensorial, suxeriu que a capacidade de percepción do home pode conducir a un coñecemento efectivo só en tanto que as aferencias sensoriais teñan unha estrutura cognitiva ou conceptual. Kant incluíu no marco da organización sensorial e intelectual do home toda a xeometría euclidiana e a física fundamental de Newton e as nocións precientíficas de substancia e causa. Visto en retrospectiva, Kant lanzouse a

demostrar *a priori* que o marco real de actuación do home é o marco único e efectivo. O debate do século XIX en filosofía da ciencia continuou ó redor de cuestións periféricas e evitou calquera tema que cuestionase a ascendencia de Euclides e Newton, centrándose nas súas implicacións e interpretacións. As posturas poden dividirse en doutrinas mecanicistas ou materialistas e doutrinas idealistas.

Os idealistas explotaron as consecuencias da tese de Kant de que a estrutura cognitiva da experiencia imponse sobre a natureza en lugar de descubrirse nela. Por exemplo, a psicoloxía da percepción sensorial, que fora excluída de calquera estudio científico pola separación entre materia e mente realizada por Descartes, abriuse á exploración, e Hermann von Helmholtz (Helmholtz, 1924) realizou unha gran variedade de estudos científicos sobre a produción de ideas ou experiencias sensoriais. Ata ben entrado o século XIX non se retomou a tarefa básica do idealismo kantiano: a demostración, sobre principios epistemolóxicos *a priori*, de que a interpretación física da natureza inclúe certas estruturas necesarias impostas pola física debido ó carácter mesmo dos seus procedementos teóricos.

No século XIX, os materialistas mecanicistas rexeitaban os puntos de vista centrais de Kant e se concentraban en troques nas aparentes implicacións do sistema newtoniano noutras ramas da ciencia. Como consecuencia, produciuse un vigoroso debate filosófico, especialmente nos eidos que estaban a desenvolver métodos explicativos efectivos e conceptos teóricos propios. Un bo exemplo de tales casos foi a fisioloxía. Claude Bernard, coa súa sorprendente análise teórica do sistema vasomotor e outros mecanismos reguladores do corpo, foi un pioneiro da fisioloxía experimental, que anticipou as ideas do século XX sobre sistemas *feedback* e rematou co *impasse* entre dous grupos opostos de científicos: os mecanicistas extremos, que non recoñecían diferenza algunha entre os procesos orgánicos ou fisiolóxicos e os fenómenos fisicoquímicos do mundo

inorgánico, e os vitalistas convencidos, que insistían en seren os dous tipos de fenómenos absolutamente diferentes. O debate tamén favoreceu un punto de vista epifenoménico da experiencia –coma un tipo de banalidade mental sen influencia causal nos mecanismos físicos subxacentes– e agudizou así a aparente ameaza a tódalas demandas de libre albedrío do home.

Os cambios ocorridos no século XX en física teórica, fisioloxía, bioquímica e psicoloxía provocaron discusións filosóficas entre os propios científicos. Por exemplo, o desprazamento da física newtoniana clásica pola mecánica cuántica de Heisenberg estimulou novos argumentos sobre causalidade e determinismo, nos que se utilizou o principio de indeterminación de Heisenberg (que mantén que a localización dunha partícula é intrinsecamente imprecisa na medida en que o seu *momentum* é impreciso e viceversa) coma base do libre albedrío do home, que o determinismo rigoroso do século XIX non permitía. O progreso na fisioloxía celular permitiu novos debates na filosofía da bioloxía. Claude Bernard nunca logrou estender ós procesos de embrioloxía ou morfoxénese a súa análise dos mecanismos de regulación, como o dos nervios que controlan o tamaño dos vasos sanguíneos, que tan ben describiu. A principios do século XX, un novo punto morto xurdiu entre o vitalismo de Hans Driesch (o desenvolvemento está guiado por algo parecido a unha alma) e o mecanicismo de Jacques Loeb. Ningunha desas posturas extremas gañou a batalla. Os biólogos tenderon a agruparse arredor dos conceptos que o biólogo do desenvolvemento Paul Weiss introduciu nos anos vinte do século pasado e que se desenvolveron en detalle como aplicacións das novas teorías de cibernética e *feedback*. Máis recentemente, o avance en bioloxía molecular empurrou á ciencia a reformular outra vez o problema da morfoxénese, podéndose ver agora que os patróns estruturais do ADN atopan unha expresión no corpo en desenvolvemento como resultado da súa interacción co ambiente. Vemos de novo a postura de Bernard

de asignar niveis explicativos coma práctica corrente, dependendo do nivel de coñecemento.

A mediados do século XX, desenvolveuse nas ciencias da conducta un novo centro de debate filosófico. Dende Descartes e Hobbes houbo desacordo sobre a lexitimidade de estende-los métodos e categorías da ciencia física á esfera dos procesos mentais superiores do home. En 1970 aínda había desacordo entre os psicólogos teóricos nas súas explicacións da conducta humana. Algúns psicólogos insisten en que as accións do home está suxeitas a leis e mecanismos da mesma clase que os procesos físicos, negando outros que exista unha analoxía directa entre as regras da conducta e as leis da natureza. Esta disputa é especialmente clara na psicoloxía da linguaxe. Os conductistas seguen a B. F. Skinner, no seu rexeitamento de calquera clase distintiva de leis ou procesos mentais, mentres que os psicólogos cognitivistas e os gramáticos xenerativos, conducidos por Noam Chomsky, argúen que as actividades lingüísticas son creativas e reguladas de tal xeito que ningún conductista pode explicar. Igualmente, o século XX estivo cheo de controversias metodolóxicas en socioloxía e antropoloxía. Aquí o conflito está no significado que ten o concepto *historia* na explicación da conducta colectiva do home.

Ó revisar todos estes procesos, cabe preguntarse se os procedementos intelectuais utilizados polos científicos para investiga-los fenómenos naturais teñen obxectivos intelectuais definidos que obriguen a adoptármolos racional e forzosamente. A contestación a esta pregunta polarizou a opinión filosófica en dúas posturas: a formalista ou positivista e a romántica ou racionalista. Probablemente debido á estrutura do problema científico que se pretenda resolver, habería que buscar unha posición intermedia entre o formalismo e o irracionalismo; de novo unha postura moi “bernardiana”. Os investigadores científicos que traballan en campos diferentes, incluso en momentos diferentes, poden enfrontarse con dificultades

teóricas tamén diferentes. As necesidades específicas de cada ciencia, o seu nivel de evolución, presentan demandas intelectuais particulares que fan difícil xeneralizar. Polo tanto, a demanda para a unificación ou integración, considerada coma un problema práctico de metodoloxía, nos enfronta ó feito de que os científicos se atopan con problemas diferentes. O ocorrido na fisioloxía é paradigmático porque o problema do reduccionismo (tódolos fenómenos sexan cales fosen poden reducirse a termos físico-químicos) suscitou frecuentemente un vivo debate. Dende que, a finais do XVIII, Antoine Lavoisier explicou correctamente os procesos de combustión, houbo unha división metodolóxica de opinións na que se viron implicados, por unha banda, os químicos e fisiólogos que soñaban con igualar funcións fisiolóxicas con reaccións químicas, e por outra banda, estes científicos clínicos e fisiolóxicos de mentalidade funcional que cuestionaban a lexitimidade dese programa, insistindo en que os fenómenos fisiolóxicos se manifestan en certas características ou aspectos inexplicables unicamente en termos físico-químicos. Os temas a debate implicaron preguntas substantivas de interpretación.

Claude Bernard, na metade do XIX, deu unha solución provisional a esta disputa. Non optou por construír un sistema illado de axiomas unificados de bioquímica-cum-fisioloxía, senón que distinguiu as preguntas e as preocupacións propias das dúas ciencias e demostrou o carácter substantivo (e os límites) da súa importancia mutua. Para Bernard, cando os fenómenos fisiolóxicos se consideran procesos específicos e localizables dentro dos principais órganos do corpo, todos eles entran dentro do enfoque das mesmas leis físico-químicas xerais que gobernan procesos similares nos sistemas inorgánicos. Sen embargo, dentro de microambientes especiais, eses mesmos fenómenos xerais serven a certas funcións fisiolóxicas únicas, que non teñen contrapartida inorgánica. Aínda que bioquímica e fisioloxía non entran en conflito, permanece unha

pluralidade esencial nas finalidades explicativas das dúas ciencias. E esta pluralidade é a que dá lugar á súa vez a unha pluralidade correspondente de métodos e conceptos. É certo que este exemplo non nos permite concluír a partir de ónde podemos xeneralizar. Aínda que en certos aspectos as finalidades explicativas da fisioloxía e a bioquímica estarán separadas, noutros casos as cousas serán distintas.

A fisioloxía e a medicina na época de Claude Bernard

A comezos do século XIX, a estrutura do corpo humano, mesmo a estrutura pequena, era case completamente coñecida, gracias principalmente ós novos métodos de microscopia. Moito máis importante que o coñecemento anatómico era o coñecemento dos procesos fisiolóxicos que estaban sendo elucidados con prontitude, especialmente en Alemaña. Alí, a fisioloxía estableceuse coma unha ciencia independente baixo a guía de Johannes Müller, quen foi profesor en Bonn e despois na Universidade de Berlín. Activo traballador e inspirador mestre, describe os seus descubrimentos no seu famoso libro de texto *Handbuch der Physiologie des Menschen der Vorlesungen*, publicado en 1833-1840. Entre os seus discípulos estiveron Hermann von Helmholtz, que fixo grandes descubrimentos relacionados coa visión e a audición e inventou o oftalmoscopio, e Rudolph Virchow, tamén de Berlín, coñecido pola súa concepción da célula como centro de tódolos cambios patolóxicos. O traballo de Virchow, *Die Cellular-pathologie*, publicado en 1858, deu o soprido de morte á xa pasada de moda patoloxía humoral.

Mentres que os intereses de Müller eran anatómicos e zoolóxicos, os de Bernard eran químicos e médicos, pero ambos buscaban na fisioloxía un punto de vista biolóxico amplo, máis que limitado ás funcións do home. Aínda que Müller non realizou moitos experimentos, o seu *Handbuch* e a súa influencia

persoal determinaron o decurso da bioloxía animal na Alemaña do século XIX.

Tense dito que, se Müller proporcionou o entusiasmo e Bernard as ideas para a fisioloxía moderna, Carl Ludwig proporcionou os métodos. Durante os seus estudos de medicina na Universidade de Marburg, en Alemaña, Ludwig aplicou á fisioloxía as novas ideas e métodos das ciencias físicas. En 1847 inventou o quimógrafo, un tambor cilíndrico que aínda se utiliza para rexistra-los movementos musculares, cambios na presión arterial e outros fenómenos fisiolóxicos. O seu libro de fisioloxía, publicado en dous volumes en 1852 e 1856, foi o primeiro en salienta-la orientación física, no canto da anatómica, na fisioloxía. En 1869 en Leipzig, Ludwig fundou o Instituto de Fisioloxía (*neue physiologische Anstalt*), que serviu de modelo para os institutos de investigación nas facultades de medicina de todo o mundo. O enfoque químico para os problemas fisiolóxicos, desenvolvido primeiro en Francia por Lavoisier, ampliouse en Alemaña por Justus von Liebig, que creou novas áreas de estudo, tanto en fisioloxía médica como en agricultura, cos seus libros *Die organische Chemie in ihrer anwendung auf Agricultur und Physiologie* [A química orgánica na súa aplicación á agricultura e a fisioloxía] (1840) e *Thier-Chemie* [Química animal] (1842).

A tradición británica da fisioloxía é diferente á das universidades do continente. Arredor de 1869, Sir Michael Foster foi nomeado profesor de Fisioloxía Práctica (*Practical Physiology*) no University College de Londres, onde impartiu o primeiro curso de laboratorio coma unha parte regular do ensino da medicina. O patrón establecido por Foster aínda se segue en moitas universidades de Europa e América. En 1870, Foster transferiu as súas actividades ó Trinity College de Cambridge e a partir do seu laboratorio de fisioloxía, xurdiu unha Facultade de Medicina para posgraduados. Aínda que Foster non sobresaíu en investigación, o seu laboratorio produciu moitos dos

principais fisiólogos da última parte do XIX en Gran Bretaña e EE.UU. En 1878, Foster escribiu un libro importante (*Textbook of Physiology*), que acadou as sete edicións e se traduciu ó alemán, italiano e ruso. En 1901, publicou *Lectures on the History of Physiology*. En 1876, en parte en resposta ó incremento da oposición á investigación en animais en Inglaterra, Foster foi capital na fundación da *Physiological Society*, a primeira organización profesional de fisiólogos. En 1878, tamén debido á dedicación de Foster, naceu o *Journal of Physiology*, a primeira revista dedicada exclusivamente á publicación de resultados de investigación en fisioloxía.

Os métodos de ensino da fisioloxía de Foster e un novo enfoque evolutivo da zooloxía se transferiron ós EE.UU en 1878 a través de Henry Newell Martin, un profesor de bioloxía da John Hopkins University de Baltimore, Maryland. A tradición americana tamén se nutriu nas facultades continentais. S. Weir Mitchell, discípulo de Claude Bernard, e máis Henry P. Bowditch, que traballou con Carl Ludwig, uníronse a Martin para organiza-la American Physiological Society en 1887. En 1898, esta sociedade patrocinou a publicación do *American Journal of Physiology*. En 1868, Eduard Pflüger, profesor no Instituto de Fisioloxía de Bonn, fundou o *Archiv für die gesammte Physiologie*, que chegou a se-la publicación de fisioloxía máis importante de Alemaña.

A química fisiolóxica seguiu un curso parcialmente independente do da fisioloxía. En Alemaña, Müller e Liebig imprimiron máis forza á relación entre as abordaxes físicas e químicas á fisioloxía, abordaxes que prevaleceron noutras partes. Felix Hoppe-Seyler, fundador en 1877 do *Zeitschrift für physiologische Chemie*, deu identidade á aproximación química á fisioloxía. A tradición americana en química fisiolóxica seguiu inicialmente á de Alemaña; sen embargo, en Inglaterra, se desenvolveu dende un laboratorio fundado en Cambridge en 1898 para complementa-los enfoques físicos que iniciara antes Foster.

En Francia, o fisiólogo importante neses tempos era Claude Bernard, que baseaba os seus traballos en experimentos coidadosamente planificados. As súas primeiras investigacións se dirixiron á dixestión. Despois, explicou a presenza de glicóxeno no fígado, mentres que o seu terceiro descubrimento foi o dos mecanismos vasomotores; é dicir: o sistema de control da contracción e expansión dos vasos sanguíneos. Cara ó final da súa vida, en 1865, expuxo os seus métodos e principios na súa *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, un clásico que aínda merece ser estudiado por tódolos que realizan investigación. No entanto, a fisioloxía viña progresando en Gran Bretaña baixo o liderado de Marshall Hall, a máis importante achega do cal foi o descubrimento da acción reflexa; William Sharpey, o primeiro en Gran Bretaña en dedica-la súa atención exclusiva á fisioloxía, separándoa da anatomía e da física e colocándoa entre as ciencias; e Sir Charles Bell, que coas súas investigacións no sistema nervioso deu lugar a notables avances nese campo. A súa *Idea of a New Anatomy of the Brain*, exposta por primeira vez en 1811, recibiu o nome de *carta magna* da neuroloxía, aínda que é certo que François Magendie, en Francia, ofreceu unha demostración máis complexa das funcións dos nervios motores e sensoriais.

François Magendie (1783-1855), mestre de Bernard, foi realmente o pioneiro da fisioloxía experimental, ó ser un dos primeiros en realizar experimentos en animais vivos. Magendie estaba convencido da necesidade de cambia-lo estado da fisioloxía, de *reduci-la enteiramente á experiencia e, nunha palabra, producir nesta fermosa ciencia a mesma feliz revolución introducida nas ciencias físicas* (Magendie, 1828). Pero o seu interese incluía á medicina, xa que pouco máis adiante engade: *A medicina, que non é máis que a fisioloxía do home enfermo, seguirá pronto unha marcha análoga e se elevará en breve ó mesmo grao de perfección. Esperemos que deste xeito desaparezan dunha vez toda esa caterva de groseiros sistemas que levan tanto tempo*

desfigurándoa. Magendie e Bernard falarían con frecuencia da situación da fisioloxía e da medicina e é probable que as ideas de Bernard se desenvolvesen a partir desas conversas. Tanto Müller coma Bernard recoñeceron, sen embargo, que os resultados das observacións e os experimentos deben incorporarse ó corpo do coñecemento científico e que as teorías dos filósofos naturais deben comprobarse experimentalmente. Bernard investigou mediante a experimentación moitas ideas importantes en fisioloxía, recoñecendo, por exemplo, as células como unidades funcionais da vida e desenvolvendo o concepto de sangue e líquidos corporais como medio interno (*milieu intérieur*) no que as células realizan tódalas súas actividades. Este concepto de regulación fisiolóxica do ambiente interno, ocupa un lugar importante na fisioloxía e a medicina, e o traballo de Bernard tivo unha profunda influencia na vindeiras xeracións de fisiólogos en Francia, Rusia, Italia e EE.UU.

Aínda que o período máis fecundo de Bernard hai que situalo entre 1848 e 1865, o xermolo da súa formación científica, das súas preocupacións e ideas habíase fraguar bastante antes, entre 1842 e 1848 (Holmes, 1974). Nos seus cadernos de notas desa época, Bernard revélase coma unha persoa moi complexa, ás veces cauto e reflexivo, outras totalmente especulativo; ás veces inspirado, seguía novas pistas e outras aferrábase a enfoques que parecían non levar a ningures. Ó mesmo tempo que estaba ensumido en estudos sobre dixestión e nutrición, tamén o estaba en experimentos sobre o sistema nervioso e sobre a acción dos venenos. Probablemente, os estudos sobre a dixestión e a nutrición foron os que tiveron máis impacto no desenvolvemento da súa carreira científica. Era, ademais, a parte máis complexa, xa que non podía remitirse á experiencia de Magendie, coma no caso dos estudos sobre o sistema nervioso ou os venenos, polo que tivo que abri-lo seu propio camiño (Grmek, 1997; Rodríguez de Romo, 1999). É precisamente nesa época cando Bernard manifesta, a través das súas notas, que

dera cos principios do método que expoñería na *Introduction*, é dicir: observación, idea e verificación (Izquierdo, 1994)

O primeiro descubrimento de Bernard ten lugar en 1848, cando se decata de que o zume pancreático posúe a capacidade de emulsionar e saponifica-las graxas, permitindo así a súa dixestión e absorción (Rodríguez de Romo, 1989; Rodríguez de Romo, 1996; Rodríguez de Romo and Borgstein, 1998). Malia teren moitos científicos intentado estudia-lo papel do páncreas, el foi o primeiro en establece-la súa función na dixestión das graxas e así aclara-las funcións do líquido pancreático a través dunha enzima, a lipasa pancreática, que chamou “materia orgánica”. A súa primeira observación aconteceu por accidente, sen unha finalidade precisa, durante o estudo da dixestión dos azucres. Comparado con outros descubrimentos de Bernard, este foi relativamente rápido, xa que, por exemplo, tardou varios anos en comprende-lo mecanismo de envelenamento por monóxido de carbono. É interesante salientar que a lipasa pancreática se purificou por primeira vez só en 1957 e a súa estrutura química se determinou en 1981. Se cadra, o máis importante deste descubrimento de Bernard foi o elocuente do seu razoamento experimental, xa que recoñeceu algo que, posiblemente, outro observador non vería (Rodríguez de Romo, 1989). Bernard atribúe un papel fundamental na medicina experimental á *contre-épreuve*, é dicir, que un fenómeno non se pode producir se se elimina a súa causa. En 1851, Bernard utiliza a contra-proba para demostrar en cans que a ausencia de zume pancreático impide a dixestión das graxas, probando así a súa teoría da función lipolítica do páncreas (Rodríguez de Romo, 1996).

O descubrimento da función glicoxénica do fígado se considerou como a achega máis importante de Claude Bernard. Sabíase que a dextrosa se podía formar pola transformación do amidón ou, como demostrou Bernard, por desdobramento da sacarosa no tubo dixestivo, e Bernard estaba interesado en coñece-lo seu destino unha vez que o abandonaba. En 1848,

presentou xunto con Barreswill na Academia de Ciencias de París un frasco con alcol obtido por fermentación a partir do primeiro azucre illado como produto de fabricación do fígado (Izquierdo, 1994). En 1853, con novas achegas, presentou, como xa ficou dito, a súa tese para o grao de doutor en ciencias naturais.

No século XIX pensábase que os animais eran incapaces de sintetizar azucre, polo que este proviña dos alimentos e se destruía por combustión pulmonar. Por esa razón o descubrimento de Bernard de que os animais sintetizan glicosa e que esta se degrada en diversos órganos, especialmente o fígado, por un proceso que agora chamariamos metabólico, cobra unha gran relevancia. Non é o caso detallarmos aquí os pormenores deste descubrimento, pero abonda dicir que na serie de experimentos determinantes que realizou, Bernard puxo en xogo toda a metodoloxía que despois plasmaría na *Introduction*. As investigacións sobre o glicóxeno son relevantes cientificamente porque revolucionaron unha parte fundamental da fisioloxía e a patoloxía e tiveron unha grande influencia na epistemoloxía do descubrimento científico nas ciencias da vida (Rodríguez Romo, 1999; Grmek 1997).

Bernard realiza diferentes estudos sobre a función dos nervios e maila inervación das cordas vocais, a alteración do gusto producida pola parálise do nervio facial ou a influencia dos nervios na secreción da saliva. Coa súa análise do significado da *sensibilité recorrente* que pon fin a unha longa disputa entre Magendie e Longet, afirmando que *il faut les admettre tous deux* [os resultados], *mais seulement les expliquer et les déterminer dans leurs conditions respectives* (páx. 307), está tirando unha conclusión de orde xeral: as discrepancias nos resultados experimentais proveñen sempre da diversidade de condicións nas que se realizan os experimentos (Bernard, 1865). Pero entre todos estes estudos destaca o descubrimento dos nervios vasomotores. En 1851, Bernard parte da hipótese de que existe

unha influencia directa do sistema simpático sobre os procesos nutritivos e caloríficos dos tecidos, polo que espera que a sección do simpático cervical no coello produza arrefriamento do lado correspondente da cara. Pero a súa sorpresa é grande cando se atopa cun aumento da temperatura na rexión de inervación do nervio seccionado. Ó contrario que en ocasións anteriores, Bernard non desbotou a falsa hipótese inicial e seguiu pensando que o simpático estaba relacionado coa produción de calor e non co cambio de calibre dos vasos sanguíneos. En 1852, informa á *Société de Biologie* de que a galvanización do cabo periférico do simpático provoca cambios opostos ós obtidos pola sección do nervio, ignorando que Edward Brown-Sequard xa o publicara en EE.UU. (Izquierdo, 1994; Grmek, 1997) Pero máis tarde (1858), Bernard descubre os nervios vasodilatadores e establece a noción do equilibrio fisiolóxico das dúas inervacións antagonistas: analizando-os cambios de color do sangue venoso nas glándulas salivares descobre a vasodilatación reflexa activa. Bernard comprende entón que a vasodilatación pasiva consecutiva á sección do simpático era debida á supresión das influencias vasoconstrictoras que esas fibras exercen en condicións normais.

O concepto de *milieu intérieur* foi introducido por Bernard entre 1851 e 1857 e pode considerarse como o produto da análise e síntese bernardiana sobre as diversas teorías e posturas: a teoría dos blastemas, a teoría celular, o determinismo físico-químico dos fenómenos vitais, o vitalismo de Bichat, a teoría dos sólidos e os humores, a constancia dos niveis de glicosa en sangue, a homeotermia dos animais de sangue quente, e a xeneralización de Bernard de somete-los tecidos dos organismos superiores ós mesmos principios de existencia dos organismos inferiores que viven no mar (Grmek, 1997; Rodríguez de Romo, 1999). Bernard conclúe que o sistema nervioso é o regulador que conecta o ser vivo co seu mundo e que o verdadeiro campo de acción da medicina é o medio interno, porque as modificacións

normais, patolóxicas ou terapéuticas se fan nos tecidos a través do medio interno. O concepto de medio interno estendeuse na época de Bernard e habería de chega-la revolución epistemolóxica do século XX para que o aspecto regulador do concepto se refinase e dese orixe ó principio de sistema cibernético de elaboración e integración da información (Holmes, 1974). O concepto de *homeóstase*, é dicir, que tódolos seres vivos manteñen constante o ambiente interno, foi suxerido por Claude Bernard, que afirmou que *tódolos mecanismos vitais, variados como son, teñen un único obxectivo: o de manter constantes as condicións de vida...*, aínda que foi Walter Cannon quen instituíu o termo *homeóstase* para describi-lo mantemento activo do equilibrio interno, necesario para o organismo (Cannon, 1932). Tal e como foi orixinalmente concibida por Bernard, a homeóstase se aplicaba á loita dun organismo para sobrevivir. O concepto ampliou-se máis tarde para incluír calquera sistema biolóxico, dende a célula a toda a biosfera, tódalas áreas da Terra habitadas por seres vivos.

A Introduction à l'étude de la médecine expérimentale

Os temas que aborda a *Introduction* –operacións características da investigación experimental, dificultades da experimentación en bioloxía, problemas da medicina científica– reflicten as que foran preocupacións de Bernard durante moito tempo. Claude Bernard pensara publicar un estudio en dous volumes titulado *Principes de la médecine expérimentale ou de l'expérimentation appliquée à la physiologie, à la pathologie et à la thérapeutique*, pero non o levou a cabo, polo que a *Introduction* pasou a ocupar un lugar peculiar, xa que non ten o carácter decisivo das grandes achegas de investigación, nin a amplitude da obra proxectada (Fataud, 1966). É a obra dun experimentador que traballou no laboratorio durante vintecinco anos e que reflexiona sobre os procedementos utilizados e os problemas

que atopou. Chama a atención tanto a amplitude de coñecementos de Bernard da historia da medicina e da bioloxía, como da obra dos seus predecesores e contemporáneos franceses. Nembargante, a *Introduction* non é máis ca un fragmento dunha obra maior inacabada, que Bernard considerou que podía publicarse, aínda que, en comparación cos seus escritos científicos, non ocupe un papel destacado.

Bernard deixa claro dende o principio que *Notre unique but est et a toujours été de contribuer à faire pénétrer les principes bien connus de la méthode expérimentale dans les sciences médicales* (Bernard, 1865 páx. 9), e o final *J'ai voulu donner dans cette introduction une idée aussi précise que possible de la science physiologique et de la médecine expérimentale* (Bernard, 1865 páx. 395). a organización interna da obra confirma este obxectivo bernardiano. A primeira parte consiste nunha simple recompilación de verdades concernentes ó método experimental, a segunda parte consiste nunha análise dos obstáculos, materiais e intelectuais, que se atopan na experimentación e os medios que convén poñer en práctica para triunfar. Non obstante, esta orde non se segue nas diferentes partes dos capítulos: o primeiro capítulo da primeira parte trata do sentido da observación e da experiencia e o segundo bosqueixa unha teoría da hipótese. Aínda que a división é bastante neta, na primeira parte obsérvase unha certa desorde. Os dous capítulos da segunda parte teñen tamén unha división bastante clara, pero mentres no segundo capítulo, sobre as dificultades da experimentación en fisioloxía, estas parecen ben situadas e argumentadas, o primeiro, que trata da experimentación nas ciencias físico-químicas e nas ciencias biolóxicas, parece longo e, en máis dunha ocasión, non desprovisto de banalidade. A unidade da terceira parte non é clara: consta de dous capítulos de magníficos exemplos, que ilustran as observacións dos capítulos anteriores, pero que non abordan problemas novos, un capítulo máis curto que trata da extensión do método experimental á

patoloxía e á terapéutica, e máis un cuarto capítulo particularmente importante sobre a medicina experimental. Pero malia a disparidade de elementos e unha certa descompensación das partes, queda claro que a finalidade é explica-lo concepto da medicina experimental.

Aínda que Bernard introduce a idea da medicina experimental no preámbulo, esta non é analizada con profundidade máis ca no último capítulo. Bernard é moi coidadoso na presentación da súa idea da medicina experimental, acaso fundamentalmente pola pervivencia ata o século XIX de certo hipocratismo e dun empirismo insuficiente. Bernard pensa que esta ambigüidade debe desaparecer, pasando a medicina a ocupar un lugar equivalente ó da física despois de Galileo e ó da química despois de Lavoisier. O desenvolvemento das ciencias experimentais permitiu describi-las leis de moitos fenómenos e a medicina debería seguir ese exemplo, de aí a expresión bernardiana *médecine expérimentale* para describi-la nova medicina que quere construír.

Pero non é só unha revolución do método o que Bernard pretende: quere tamén revolucionalo contido do concepto da medicina. Clasicamente, a medicina se concibía como unha arte que implicaba o coñecemento das enfermidades e dos medios para as combater, é dicir, a patoloxía e a terapéutica. Sen embargo, estas disciplinas non estaban ligadas a un estudio científico das funcións en estado normal. Bernard relacionaba esta situación ós erros da medicina tradicional, ós que había que poñer fin. *La base doit être la physiologie* é a fórmula que aplica para chegar a desenvolver-la medicina científica. A mensaxe é clara: só o coñecemento do funcionamento normal dos órganos permite alicerza-la patoloxía e a terapéutica, xa que as enfermidades non son outra cousa que a alteración do funcionamento, e a terapéutica, unha intervención destinada a restablecelo. A proposta de Bernard é de gran calado: en *Leçons de physiologie opératoire* (Bernard, 1879, p. 16) afirma: *la*

physiologie sera la médecine devenue science théorique, et de cette théorie se déduira, comme pour toutes les autres sciences, les applications nécessaires, c'est-à-dire la pratique médicale. O que Bernard estaba a sinalar era a transformación da idea da medicina: non é unha arte que se basea na observación, é unha ciencia que contén unha disciplina fundamental e de múltiples aplicacións, que é a fisioloxía.

Se suxeriu que Bernard pretende promove-la medicina ó rango de ciencia, reducíndoa ó nivel dunha fisioloxía aplicada. Aínda que detrás desta opinión poida atoparse o concepto de enfermidade –¿é unicamente unha alteración da función normal?, ¿pode estudiarse a materia viva do mesmo xeito que a materia inorgánica?– a proposta de Bernard parece estar enfocada ó método de estudio *...soit á l'état physiologique, soit à l'état pathologique, il faut avant tout poser les principes de l'expérimentation et ensuite les appliquer à la physiologie, à la pathologie et à la thérapeutique*, e máis adiante afirma que *notre unique but est et a toujours été de contribuer à faire pénétrer les principes bien connus de la méthode expérimentale dans les sciences médicales*. Pero non se pode dubidar de que o debate estaba presente. Para uns, como Descartes ou Darwin, non cabía dúbida de que os fenómenos vitais se explican por consideracións físico-químicas sen necesidade de buscar unha finalidade propia, de onde deriva o termo mecanicista aplicado a esta interpretación. Na outra banda se atopan os vitalistas, coma Stahl e mesmo Bichat, que sosteñen que a vida é unha realidade orixinal, animada por unha forza específica que non se pode reducir a procesos físico-químicos. Bernard pensa que os órganos coma o fígado ou o páncreas, son aparellos químicos, sen dúbida complexos, pero sen diferencias canto ós procesos da química ou da física, afirmación na que vémo-lo espírito do mecanicismo. Sen embargo, este feito non nega a orixinalidade dos fenómenos vitais: o funcionamento destes órganos é solidario co resto do organismo, é unha unidade harmónica que

ten un efecto heurístico que non se pode reducir á suma das partes e que se desenvolve nun *milieu intérieur*. Así, Bernard pensa que, aínda que o vitalismo se equivoca ó oporse á explicación físico-química, leva razón ó avogar pola orixinalidade dos fenómenos vitais.

Reprochóuselle a Bernard que superpoñía as dúas interpretacións, pero isto non parece certo: por unha banda, as xerarquiza, e por outra, gracias á noción do *milieu intérieur*, establece o seu artellamento a través da fórmula de *vitalisme physico-chimique*. Ó longo dos séculos houbo tentativas de conciliación entre estes extremos, coma os de Aristóteles e Leibniz e se volverá a atopar nas teorías organísticas da bioloxía contemporánea.

A descrición do método experimental que Bernard fai na *Introduction* tivo unha gran repercusión debido fundamentalmente á personalidade do seu autor, máis cá súa orixinalidade. Aínda que é clara certa debilidade na argumentación conceptual, a intuición de Bernard a compensa. Na primeira parte analiza os pasos que hai que dar e as regras ás que se hai que someter na experimentación, situándose, polo tanto, na psicoloxía e a lóxica do razoamento experimental: observación, hipótese, verificación. Ás veces Bernard introduce a dúbida no seu pensamento. Admite, por exemplo, os feitos (*un fait brutal*), pero a continuación matiza: *mais c'est à la condition que la raison les accepte*. Atribúe á hipótese ou idea *a priori* un valor especial: é o punto de partida de todo razoamento científico: *...dans la méthode expérimentale, c'est le sentiment qui a l'initiative par l'idée. C'est le sentiment seul qui dirige l'esprit et qui constitue le primum movens de la science*. O presentimento intuitivo é, por tanto, o que guía a interpretación dos feitos. Pero o seu valor dependerá da medida en que sexa verificable, é dicir: estará sometido á proba dos feitos, un tema repetitivo na argumentación bernardiana.

Un dos méritos desta argumentación é o recoñecemento do papel fundamental da hipótese en investigación, aínda que as análises de Bernard sobre este punto sexan un pouco anticuadas. A invención está vencellada a factores irracionais, como a inspiración ou a intuición pura, e que non hai nin regras, nin método: *L'idée expérimentale résulte d'une sorte de pressentiment de l'esprit qui juge que les choses doivent se passer d'une certaine manière*. Destaca que, por decisivas que sexan as nosas ideas e teorías –e sen elas non hai ciencia– non debemos atribuírlles máis ca un valor provisional. A apelación á dúbida e á necesidade de rectificación está continuamente presente porque se o sabio *il ne doute que de lui-même et de ses interprétations* é porque *il croit à la science*, é dicir, no principio científico absoluto que é o *déterminisme des phénomènes* (páx. 91). Quere dicir que o real é coñecible especialmente por un espírito sensible. A apelación á dúbida se xustifica polo carácter limitado e, por tanto, provisional da nosa ciencia: o postulado do determinismo manifesta a confianza na posibilidade da ciencia, que non é mais ca unha aproximación imperfecta.

Bernard non é un filósofo, polo que é un erro extraer das súas obras unha doutrina filosófica. É, dende logo, unha persoa culta que medita sobre o destino da medicina, da psicoloxía e da lóxica do razoamento experimental. Con relación á filosofía do coñecemento, dedúcese que Bernard mantén un punto de vista empírico-racionalista. Rexeita o empirismo por soste que o descubrimento de leis pode facerse sen razoamento, sen hipótese, nin teoría, abondando a acumulación de observacións para forma-la ciencia. Para Bernard, pola contra, só é posible a ciencia mediante a iniciativa do espírito, que debe supor a lei dos fenómenos, imaxinar, razoar. Neste sentido, aproxímase ó racionalismo, aínda que limitado nalgunhas ocasións. Bernard combate, baixo o nome de escolástico, un racionalismo segundo o cal non habería ciencia deductiva. Se o ideal dunha ciencia tal pode animar ó matemático, o médico e o biólogo deben, pola

contra, desconfiar. Para eles, o coñecemento resulta da colaboración da idea e do feito: a idea aclarando o feito e o feito verificando a idea.

Papel de Claude Bernard

Un estudio ambicioso da epistemoloxía científica do XIX non debe esquecer a Claude Bernard, quen, malia a súa mentalidade materialista, admitiu o papel das ideas *a priori* (Bujosa Homar, 1989). O seu foi un positivismo determinista, que fuxía de discusións metafísicas sobre a materia e o espírito. Claude Bernard combateu cos seus feitos e escritos o escepticismo fisiolóxico proclamado polos libros de Bichat, opúxose á dúbida tenaz de Magendie, venceu ó empirismo médico e puxo o determinismo fronte ós materialistas e sthalianos (Comenge y Ferrer, 1914). Creu que a medicina era tamén unha ciencia e como tal, oposta ás pseudociencias e as crenzas. O único método para facer progresar-lo coñecemento médico era o propugnado polos positivistas, baseado nos datos que ofrece a clínica, as necropsias e, especialmente, os laboratorios. O determinismo fíxolle supera-la polémica entre os vitalistas e os materialistas e, aínda que Bernard nunca pensou que a estatística constituíse un dos principais criterios e orientacións para a práctica do pensamento científico, foi un decidido partidario dun ensino baseado na observación clínica e na experimentación. As ciencias auxiliares –física e química fundamentalmente– eran indispensables para facer progresar-la medicina. Claude Bernard non admitía no seu determinismo radical o papel que representaba o criterio estatístico, nin os proxectos e xuízos médico-científicos.

A ciencia médica inicia unha nova etapa con Bernard: ata entón, a patoloxía apoiábase nos achados clínicos e na autopsia; agora o laboratorio químico substitúe á sala hospitalaria e o teatro anatómico. O analista vai permitir alicerza-la clínica, admitindo a medicina na nova metodoloxía positiva: *Eu considero o*

hospital só o vestíbulo da medicina científica, o primeiro campo de observación no que debe entrar o médico, pero é o laboratorio o verdadeiro santuario da ciencia médica.

Sobre as versións da *Introduction*

Esta é a primeira vez que se fai unha versión en galego da *Introduction* de Bernard, considerada como a obra non científica conceptualmente máis influente do prestixioso sabio francés do XIX. Ó longo da historia se realizaron varias traducións ó castelán. A mellor delas é a de Joaquín Izquierdo, de 1942, reeditada en varias ocasión (Izquierdo, 1994). Refírese Joaquín Izquierdo no Prefacio da súa versión da *Introduction* de Bernard que Carlos García publica en 1900 en San Luís de Potosí –Imprenta da E. Industrial Militar a cargo de Aurelio B. Cortés– a súa tradución da *Introduction*, chea de erros, o que levou a Izquierdo a realiza-la súa propia versión. Antes desta, houbo outra tradución, esta feita en España en 1880 por Antonio Espina y Capo. Sinala Izquierdo que ámbalas dúas traducións foron recibidas con indiferencia, tanto en España coma en México. Outras traducións da *Introduction* se realizaron en Bos Aires, por Manuel Granell en 1947, J. Martínez Alinari en 1959 (citadas por Izquierdo) e outra máis por Nydia Lamarque, Editorial Losada de Bos Aires, en 1944 (citada por Pi-Sunyer). En 1976 se edita por Editorial Fontanella S.A. en Barcelona a tradución de Joaquín Izquierdo, con presentación e notas de Jaume Pi-Sunyer (Pi-Sunyer, 1976). Nesta presentación, Pi-Sunyer² refírese a unha tradución ó catalán desta obra de Bernard realizada por el mesmo en 1935 e editada por Arnau Vilanova.

² Pi Sunyer foi catedrático de Fisioloxía Xeral da Facultade de Medicina da Universidade de Santiago de Compostela en 1936 (Acta da Sesión celebrada na Facultade de Medicina o 28 de Marzo de 1936).

* * *

Este prologuista e mailo traductor agradecen á Fundación BBVA e á Universidade de Santiago de Compostela a oportunidade de poder presentar esta primeira versión en galego, utilizando a primeira edición da *Introduction* de Claude Bernard (Bernard, 1865), e as facilidades que nos brindaron para a súa realización.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bernard C (1865) *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. Paris: J.-B. Baillière et Fils.
2. Bernard C (1879) *Leçons de Physiologie Opératoire*. Paris: J.-B. Baillière et Fils.
3. Bujosa Homar F (1989) *Filosofía e Historiografía Médica en España*. Madrid: CSIC.
4. Cannon WB (1932) *The Wisdom of the Body*. New York: W.W. Norton & Company Inc.
5. Collini S (1998) *Introduction*. In: *The two cultures*, Snow, C.P Cambridge University Press. 24
6. Comenge y Ferrer L (1914) *La Medicina en el siglo XIX. Apuntes para la historia de la cultura médica en España*. Barcelona: Tip. De José Espasa.
7. Descartes R (1995) *Los principios de la Filosofía*. Madrid: Alianza Editorial.
8. Fataud J-M (1966) *Claude Bernard; Introduction a l'étude de la médecine expérimentale*. Paris: Bordas.
9. Ferrater Mora J (1970) *Diccionario de Filosofía Abreviado*. Buenos Aires: Editorial Sudamericana.
10. Grmek MD (1997) *Le Legs de Claude Bernard*. Fayard.
11. Helmholtz Hv (1924) *Treatise on Physiological Optics*. The Optical Society of America. Translated from the third German Edition (1909).
12. Holmes FL (1974) *Claude Bernard and Animal Chemistry*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
13. Izquierdo JJ (1994) Historia crítica de su vida y sus trabajos. In: Claudio Bernard, *Introducción al estudio de la medicina experimental* México: Universidad Nacional Autónoma de México.
14. Mach E (1959) *The analysis of sensations*. New York: Dover Publications, Inc.
15. Magendie F (1828) *Compendio Elemental de Fisiología*. Barcelona.
16. Pi-Sunyer (1976) *Presentación y Notas*. In: Claude Bernard, *Introducción al estudio de la medicina experimental* Barcelona: Editorial Fontanella.
17. Rodríguez de Romo A-C (1989) *Tallow and the time capsule: Claude Bernard's discovery of the pancreatic digestion of fat*. Hist Phil Life Sci 11: 253-274.
18. Rodríguez de Romo A-C (1996) *La contre-épreuve expérimentale chez Claude Bernard: le cas de la destruction du páncreas*. CBMH/BCHM 13: 109-122.
19. Rodríguez de Romo A-C (1999) *The legacy of a scientist and his Historian*. Hist Phil Life Sci 21: 367-383.
20. Rodríguez de Romo A-C, Borgstein J (1998) *Claude Bernard and Pancreatic function revisited after 150 years*. Titre, Vesalius IV: 1-7.
21. Thom R (1992) *La ciencia y el sentido*. En: *Imágenes y metáforas de la ciencia*. Alianza Editorial.
22. Toulmin S.E. (1953) *Philosophy of Science*. London: Hutchinson's University Library.

INTRODUCCIÓN Ó ESTUDIO
DA MEDICINA
EXPERIMENTAL

NOTA DO TRADUCTOR

Traduci-la *Introducción ó estudio da medicina experimental* pode considerarse un traballo científico, pero na miña opinión é sobre todo un exercicio de cultura. En primeiro lugar porque a propia ciencia é cultura; despois porque tratándose dun texto da segunda metade do século XIX nos situamos no ámbito da historia da ciencia e, finalmente, porque, sendo a traducción ó galego, constatamos unha vez máis, por se non estivera xa abondado demostrado, que o noso idioma é tan válido como calquera outro para transmitir ciencia ou cultura en tódalas formas en que esta poda manifestarse.

Non é doado conseguir un óptimo equilibrio entre a fidelidade ó texto orixinal e a lectura fácil, sen atrancos, do texto traducido, pero este foi o noso obxectivo. Rematada a tarefa, e ficando máis ou menos preto ou máis ou menos lonxe do desexado, hei confesar que este traballo foi unha grande ocasión para me deleitar con diferentes dos seus aspectos. Un deles o propio texto, no que Claude Bernard, ademais de expoñe-lo seu pensamento científico que o converte nun clásico das ciencias biomédicas, constrúe metáforas e expresións literarias brillantes e moi orixinais. Un segundo aspecto foi o de poder botar man a miúdo de expresións galegas extraordinariamente acaídas ó texto orixinal. Finalmente, e quizais o maior motivo de satisfacción, foi o traballo en colaboración cos responsables do Servicio de Publicacións da Universidade de Santiago, Marisa Melón e Juan Blanco cos que tiveron ocasión de manter conversas moi agradables e ilustrativas sobre os contidos do texto e temas con el máis ou menos relacionados. O mérito que se lle poda conceder a este traballo é deles nunha parte moi significativa, especialmente de Juan Blanco, que traballou arreo dándome a ocasión de aprender moitas cousas. A eles o meu máis fondo agradecemento.

INTRODUCCIÓN
Ó ESTUDIO DA
MEDICINA EXPERIMENTAL

POR

M. CLAUDE BERNARD

Membro do Instituto de Francia (Academia das Ciencias),
e da Academia Imperial de Medicina,
Profesor de medicina do Colexio de Francia,
Profesor de fisioloxía xeral na Facultade de Ciencias.
Membro da Sociedade Real de Londres,
da Academia de Ciencias de San Petersburgo
e da Academia de Ciencias de Berlín

PARÍS

J. B. BAILLIÈRE E FILLOS

LIBRERÍAS DA ACADEMIA IMPERIAL DE MEDICINA
Rúa Hautefeuille, 19

Londres

Madrid

New-York

HIPPOLYTE BAILLIÈRE

C. BAILLY-BAILLIÈRE

BAILLIÈRE BROTHERS

LEIPZIG, E. JUNG-TREUTTEL, QUERSTRASSE, 10

1865

Reservados tódolos dereitos

**Este traballo debe servir como introducción
ós *Principios de medicina experimental*
do mesmo autor, actualmente no prelo**

ÍNDICE

PRIMEIRA PARTE SOBRE O RAZOAMENTO EXPERIMENTAL

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO PRIMEIRO.- DA OBSERVACIÓN E DA EXPERIMENTACIÓN

§ I.	Diversas definicións de observación e de experimentación	58
§ II.	Adquirir experiencia e apoiarse na observación non é o mesmo que facer experimentos e facer observacións	64
§ III.	Do investigador e da investigación científica.....	67
§ IV.	Do observador e do experimentador; das ciencias da observación e da experimentación	70
§ V.	No fondo, a experimentación só é unha observación provocada ...	75
§ VI.	No razoamento experimental, o experimentador non se arreda da observación	78

CAP. II. - DA IDEA A PRIORI E DA DÚBIDA NO RAZOAMENTO EXPERIMENTAL

§ I.	As verdades experimentais son obxectivas ou exteriores	87
§ II.	A intuición ou o sentimento xeran a idea experimental	91
§ III.	O experimentador debe dubidar, fuxir das ideas fixas e conservar sempre a súa liberdade de espírito	96
§ IV.	Carácter independente do método experimental	101
§ V.	Da indución e da dedución no razoamento experimental	106
§ VI.	Da dúbida no razoamento experimental	112
§ VII.	Do principio do criterio experimental	116
§ VIII.	Da proba e da contraproba	120

SEGUNDA PARTE DA EXPERIMENTACIÓN NOS SERES VIVOS

CAPÍTULO PRIMEIRO.- CONSIDERACIÓN EXPERIMENTAIS COMÚNS ÓS SERES VIVOS E ÓS CORPOS INERTES

§ I.	A espontaneidade dos seres vivos non é impedimento para o seu estudio experimental	125
§ II.	As manifestacións das propiedades dos seres vivos dependen da existencia de certos fenómenos fisicoquímicos que regulan a súa aparición	127
§ III.	Os fenómenos fisiolóxicos dos organismos superiores prodúcense en medios orgánicos internos perfeccionados e dotados de propiedades fisicoquímicas constantes	129

§ IV.	O obxectivo da experimentación é o mesmo no estudio dos fenómenos dos seres vivos e no estudio dos fenómenos dos corpos inertes.....	133
§ V.	Nas condicións de existencia dos fenómenos naturais hai un determinismo absoluto, tanto nos seres vivos como nos corpos inertes.....	135
§ VI.	Para demostra-lo determinismo dos fenómenos nas ciencias biolóxicas, ó igual que nas ciencias fisicoquímicas, cómpre dispoñer dos fenómenos en condicións experimentais definidas e o máis sinxelas que sexa posible	140
§ VII.	Nos seres vivos, igual que nos corpos inertes, os fenómenos teñen sempre unha dobre condición de existencia	144
§ VIII.	Nas ciencias biolóxicas, do mesmo xeito que nas ciencias fisicoquímicas, é posible o determinismo porque tanto nos seres vivos como nos corpos inertes a materia non ten espontaneidade.....	147
§ IX.	O límite dos nosos coñecementos é o mesmo nos fenómenos dos seres vivos que nos fenómenos dos corpos inertes.....	151
§ X.	Nas ciencias dos seres vivos, igual que nas ciencias dos corpos inertes, o experimentador non crea ren; só obedece ás leis da natureza	156

CAP. II.- CONSIDERACIÓNS EXPERIMENTAIS ESPECÍFICAS DOS SERES VIVOS

§ I.	No organismo dos seres vivos hai que considerar un conxunto harmónico de fenómenos	160
§ II.	Da práctica experimental nos seres vivos	169
§ III.	Da vivisección	176
§ IV.	Da anatomía normal e das súas relacións coa vivisección	183
§ V.	Da anatomía patolóxica e da disección no cadáver e as súas relacións coa vivisección	192
§ VI.	Da diversidade dos animais de experimentación; da variabilidade das condicións orgánicas que poden presentar	196
	1º Condicións anatómicas operatorias.....	198
	2º Condicións fisicoquímicas do medio interno	199
	Auga	200
	Temperatura.....	201
	Aire	202
	Presión	202
	Composición química	203
	3º Condicións orgánicas.....	203
§ VII.	Da escolla dos animais; da utilidade médica dos experimentos realizados en diversas especies animais	205
§ VIII.	Da comparación entre animais e da experimentación comparativa	210

§ IX.	Do uso do cálculo no estudio dos fenómenos dos seres vivos; das medias e das estatísticas	214
§ X.	Do laboratorio do fisiólogo e dos diversos medios necesarios para o estudio da medicina experimental	228

TERCEIRA PARTE

APLICACIONES DO MÉTODO EXPERIMENTAL Ó ESTUDIO DOS FENÓMENOS DA VIDA

CAPÍTULO PRIMEIRO. - EJEMPLOS DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL FISIOLÓGICA

§ I.	Unha investigación experimental ten unha observación como punto de partida.....	245
§ II.	Unha investigación experimental ten como punto de partida unha hipótese ou unha teoría.....	259

CAP. II.- EJEMPLOS DE CRITERIO EXPERIMENTAL FISIOLÓGICO

§ I.	O principio do determinismo experimental non admite feitos contradictorios	273
§ II.	O principio do determinismo rexeita a ciencia dos feitos indeterminados e irracionais.....	280
§ III.	O principio do determinismo esixe que os feitos sexan determinados comparativamente.....	283
§ IV.	O criterio experimental debe referirse só ós feitos e non ás palabras	286

CAP. III.- DA INVESTIGACIÓN E DO CRITERIO APLICADOS Á MEDICINA EXPERIMENTAL

§ I.	Da investigación en patoloxía e en terapéutica.....	295
§ II.	Do criterio experimental en patoloxía e en terapéutica.....	299

CAP. IV.- DOS OBSTÁCULOS FILOSÓFICOS COS QUE SE ENFRONTA A MEDICINA EXPERIMENTAL.

§ I.	Da falsa aplicación da fisioloxía á medicina.....	302
§ II.	A ignorancia científica e certas ilusións do pensamento médico son un atranco para o desenvolvemento da medicina experimental	308
§ III.	A medicina empírica e a medicina experimental non son incompatibles; polo contrario deben ser inseparables unha doutra.....	314
§ IV.	A medicina experimental non responde a ningunha doutrina médica nin a ningún sistema filosófico.....	330

FIN DO ÍNDICE

Conserva-la saúde e cura-las enfermidades: tal é o problema que a medicina se formulou dende a súa orixe e para o que aínda persegue a solución científica¹. O estado actual da práctica médica fai supoñer que esta solución se fará agardar moito tempo. Mentres, no seu camiño a través dos séculos, a medicina, obrigada a intervir continuamente, leva feito innumerables probas no eido do empirismo e delas ten tirado ensinanzas proveitosas. Se foi influenciada e alterada por sistemas² de toda especie que pola súa fraxilidade desapareceron sucesivamente, non por iso deixou de levar a cabo pescudas, adquirir nocións e acumular materiais preciosos que máis tarde terían o seu sitio na medicina científica. No noso tempo, gracias ós considerables desenvolvementos e ás poderosas axudas das ciencias físico-químicas, o estudio dos fenómenos da vida, tanto en estado de normalidade, como en estado patolóxico, acadou sorprendentes progresos que se multiplican día a día.

Deste xeito é evidente para calquera espírito libre de prexuízos que a medicina vai cara ó seu camiño científico definitivo. Polo seu propio desenvolvemento natural, abandona pouco a pouco o ámbito dos sistemas para asumir progresivamente a forma analítica, e incorporar, así, o método de investigación que lle é común ás ciencias experimentais.

Para abrangue-lo problema médico no seu conxunto, a medicina experimental ten que comprender tres partes fundamentais: a fisioloxía, a patoloxía e a terapéutica. O coñecemento das causas dos fenómenos da vida no estado de normalidade, é dicir, a *fisioloxía*, hanos aprender a mante-las condicións normais da vida e a *conserva-la saúde*. O coñecemento das enfermidades e das causas que as determinan, é dicir, a *patoloxía*, levaranos, dunha banda, a previ-lo desenvolvemento das

¹ Ver: *Cours de pathologie expérimentale*. - *Medical Times*, 1850-1860. - *Leçon d'ouverture du cours de médecine du Collège de France: sur la médecine expérimentale*. - *Gazette médicale*. París, 15 abril 1864. - *Revue des cours scientifiques*. París, 31 décembre 1864.

² Para o concepto de C. Bernard de *sistema*, véxanse páxinas 97, 321 e 332. (N. do T).

condicións mórbidas, e doutra a combate-los seus efectos por medio de axentes medicamentosos, é dicir a *cura-las enfermidades*.

Durante o período empírico da medicina, que sen dúbida aínda durará moito, a fisioloxía, a patoloxía e a terapéutica puideron marchar por separado, porque, non estando desenvolvidas, non se daban apoio mutuo na práctica médica. Pero na concepción científica da medicina non poderá ser así; a súa base debe se-la fisioloxía. Establecéndose a ciencia mediante xuízos comparativos, o coñecemento do estado patolóxico ou anormal non se poderá obter sen o coñecemento do estado normal, do mesmo xeito que a acción terapéutica sobre o organismo de axentes alleos a el ou medicamentos non se poderá comprender cientificamente sen o estudio previo da acción dos axentes fisiolóxicos normais que manteñen os fenómenos da vida.

Pero ó igual que as outras ciencias, a medicina científica non se pode construír máis que pola vía experimental, é dicir, pola aplicación inmediata e rigorosa do razoamento sobre os feitos fornecidos pola observación e a experimentación. O método experimental, considerado en si mesmo, non é máis que un *razoamento* coa axuda do cal sometemos metodicamente as nosas ideas á experiencia que dan os *feitos*.

O razoamento é sempre o mesmo, tanto nas ciencias que estudian os seres vivos como nas que se ocupan dos corpos inertes. Pero, en cada eido da ciencia, os fenómenos varían e presentan unha complexidade e dificultades de investigación que lle son propias. Isto é o que fai que os principios da experimentación, tal como veremos máis adiante, sexan incomparablemente máis difíciles de aplicar á medicina e ós fenómenos dos corpos vivos que á física e ós fenómenos dos corpos inertes.

O razoamento será acertado cando se exerza sobre nocións exactas e sobre feitos precisos; pero só conducirá ó erro cando as nocións ou os feitos sobre os que se apoie estean de

principio luxados polo erro ou pola inexactitude. Esta é a razón pola que a *experimentación*, ou arte de obter resultados experimentais rigorosos e ben contrastados, é a base práctica, e en todo caso a parte executiva, do método experimental aplicado á medicina. De pretendermos constituí-las ciencias biolóxicas e estudar con proveito os fenómenos tan complexos que acontecen nos seres vivos, sexa en condicións fisiolóxicas ou sexa en condicións patolóxicas, cómpre antes de nada asentalo principio da experimentación e, de seguido, aplicalos á fisioloxía, á patoloxía e á terapéutica. A experimentación é incontestablemente máis difícil en medicina que en calquera outra ciencia; e por iso mesmo non é en ningunha máis necesaria e máis indispensable. Canto máis complexa é unha ciencia, máis necesario é, en efecto, establecer un bo criterio experimental, co fin de obter feitos comparables e libres de causas de erro. Isto é hoxe, na nosa opinión, o que máis importancia ten para o progreso da medicina.

Para ser digno de tal nome, o experimentador ten que ser á vez teórico e práctico. Non só debe domina-la arte de poñer en evidencia os feitos experimentais, que son os materiais da ciencia, senón ter un coñecemento profundo dos principios científicos que dirixen o noso razoamento no ambiente do estudio experimental tan variado dos fenómenos da natureza. Unha man habelenciosa sen a cabeza que a dirixa é un instrumento cego; a cabeza sen a man que execute é impotente.

Os principios da *medicina experimental* serán desenvolvidos na nosa obra dende o triple punto de vista da fisioloxía, da patoloxía e da terapéutica. Pero antes de entrar nas consideracións xerais e nas descrições especiais dos procedementos operatorios, propios de cada unha destas divisións, coido que é útil dar, nesta introducción, algunhas nocións relativas á parte teórica ou filosófica do método do que o libro, no fondo, será a parte práctica.

As ideas que imos expoñer aquí non teñen certamente ren de novo; o método experimental e a experimentación foron introducidos xa hai tempo nas ciencias fisicoquímicas, dándolle todo o seu prestixio. En diferentes épocas, homes eminentes trataron as cuestións de método nas ciencias, e na actualidade, o Sr. Chevreul desenvolve en tódalas súas obras consideracións moi importantes sobre a filosofía das ciencias experimentais. En consecuencia nós non podemos ter ningunha pretensión filosófica. A nosa única finalidade é, e foi sempre, contribuír a que os principios ben coñecidos do método experimental se introduzan nas ciencias médicas. Esta é a razón pola que imos resumir aquí estes principios, indicando especificamente as precaucións que convén gardar na súa aplicación, tendo en conta a complexidade tan especial dos fenómenos da vida. Consideraremos estas dificultades primeiro no uso do razoamento experimental e, de seguido, na práctica da experimentación.

PRIMEIRA PARTE

SOBRE O RAZOAMENTO EXPERIMENTAL

CAPÍTULO I

DA OBSERVACIÓN E DA EXPERIMENTACIÓN

O home non pode observa-los fenómenos que o rodean máis que dentro de límites moi restrinxidos; a maior parte, por causas naturais, foxe dos seus sentidos e a simple observación non é suficiente. Para afondar no seu coñecemento debe amplificar, coa axuda de aparellos especiais, o poder dos seus sentidos, ó mesmo tempo que terá que fornecerse de diversos instrumentos que lle sirvan para penetrar no interior dos corpos co obxecto de os descompoñer e así estudia-las partes separadas. Hai, xa que logo, unha gradación que se debe establecer necesariamente nos diferentes procedementos de *investigación* ou de pescuda, que poden ser simples ou complexos: os primeiros están dirixidos ós obxectos máis fáciles de examinar, para os que abundan os nosos sentidos; os segundos, coa axuda de variados medios, fan accesibles á nosa observación obxectos ou fenómenos que doutra maneira ficarían descoñecidos, porque no seu estado natural están fóra do noso alcance. A investigación, ben sexa simple, ben sexa instrumental e perfeccionada, ten como fin facernos descubrir e constata-los fenómenos máis ou menos agachados que nos rodean.

Pero o home non se limita a ver; pensa e quere coñece-la significación dos fenómenos revelados gracias á *observación*. Por iso razoa, compara os feitos, interrógaos e, mediante as respostas que tira, contrasta uns cos outros. É este xénero de comparación, no contexto do razoamento e dos feitos, o que constitúe, falando con propiedade, a *experiencia*, que é o único procedemento que temos para nos instruír sobre a natureza das cousas que están fóra de nós.

No sentido filosófico, a observación *mostra* e a experimentación *instrúe*. Esta primeira distinción vainos servir de punto de partida para examinármolas diferentes definicións que os filósofos e os médicos lle teñen dado á *observación* e á *experimentación*.

§ I.— Diversas definicións de observación e de experimentación

Algunhas veces parece que se confundiu a experimentación coa observación. Bacon semella reuni-los dous conceptos cando di: “A observación e a experimentación para amorear-los materiais, a inducción e a deducción para os elaborar: velaquí as únicas boas máquinas intelectuais”.

Os médicos e os fisiólogos, así como a maioría dos sabios diferencian a observación da experimentación, pero non están completamente de acordo na definición dos dous termos:

Zimmermann exprésase deste xeito: “Unha experiencia diferénciase dunha observación en que o coñecemento que obtemos dunha observación parece presentarse por si mesmo; mentres que aquel que nos fornece unha experiencia é o froito dalgunha tentativa que se fai co propósito de saber se unha cousa é ou non é”¹.

Esta definición representa unha opinión moi xeralmente adoptada. Segundo ela, a observación sería a constatación de cousas ou de fenómenos como os que a natureza nos ofrece ordinariamente, mentres que a experimentación sería a constatación de fenómenos creados ou determinados polo experimentador. Haberá que establecer deste xeito unha forma de oposición entre o observador e o experimentador, sendo o primeiro *pasivo* na produción de fenómenos e tomando o segundo, polo contrario, parte directa e *activa*. Cuvier expresou este mesmo

¹ Zimmermann, *Traité sur l'expérience en médecine*. Paris, 1774, t. I, p. 45.

pensamento dicindo: “O observador escoita a natureza; o experimentador interróga e fórzaa a descubrirse.”

Nun principio, e cando un considera as cousas dunha maneira xeral, esta diferenza entre a actividade do experimentador e a pasividade do observador semella clara e parece doada de establecer. Pero, cando se vai á práctica experimental, sucede que, en moitos casos, tal distinción é moi difícil de facer e que ás veces é mesmo imposible. Coido que isto provén de se ter confundido a arte da investigación, que pescuda e constata os feitos, coa arte do razoamento, que os ordena lóxicamente para a busca da verdade. Agora ben, na investigación pode haber á vez actividade do espírito e dos sentidos, sexa para facer observacións, ou sexa para facer experimentos.

En efecto, aínda admitindo, en principio, que a *observación* está caracterizada só por aquilo que o sabio constata dos fenómenos producidos espontaneamente pola natureza e sen a súa intervención, non se podería, sen embargo, afirmar que tanto o espírito como a man fican sempre inactivos durante a observación e, xa que logo, teríamos que distinguir dous tipos de observacións: unhas *pasivas* e outras *activas*. Podemos supoñer, por exemplo, o que acontece cando unha enfermidade endémica calquera sobrevén nun país e se ofrece á observación dun médico. Esta é unha observación espontánea ou *pasiva* que o médico fai por azar e sen estar guiado por unha idea preconcebida. Pero se, despois de ter observado os primeiros casos, este médico sospeita que esta enfermidade podería estar relacionada con certas circunstancias meteorolóxicas ou hixiénicas especiais, e fai unha viaxe a outros países onde se dá a mesma enfermidade, para ver se alí se desenvolve nas mesmas condicións, esta segunda observación, feita como consecuencia dunha idea preconcebida sobre a natureza e a causa da enfermidade é o que cumpriría, evidentemente, chamar observación provocada ou *activa*. Diría o mesmo dun astrónomo que, mirando o ceo, descobre un planeta que pasa por azar diante da súa lente; fai unha

observación pasiva, é dicir sen idea preconcebida. Pero se despois de ter constatado as perturbacións dun planeta o astrónomo comeza a facer observacións en busca da causa, eu diría, entón, que o astrónomo fai observacións *activas*, é dicir observacións provocadas por unha idea preconcebida sobre a causa da perturbación. Poderíanse multiplicar ata o infinito as citas deste xénero para probar que, na constatación dos fenómenos naturais que se nos ofrecen, o espírito tanto pode ser pasivo, o que significa, noutros termos, que a observación se fai sen idea preconcebida e por azar, como activo con idea preconcebida, é dicir con intención de verifica-la exactitude dunha elaboración do pensamento.

Por outra banda, de admitirmos, como se dixo máis arriba, que a *experimentación* está caracterizada só por aquilo que o sabio constata dos fenómenos que el mesmo provoca artificialmente e que naturalmente non se lle presentarían, atopariámonos con que a man do experimentador debe intervir sempre activamente para conseguila aparición destes fenómenos. Vense, en efecto, en certos casos, accidentes nos que a natureza actúa por el, e así estamos obrigados a distinguir, dende o punto de vista da intervención manual, *experimentación activa* e *experimentación pasiva*. Supoñamos que un fisiólogo quere estudar-la dixestión e sabe-lo que pasa no estómago dun animal vivo; abrirá as paredes do ventre e do estómago segundo as regras operatorias coñecidas e preparará o que se chama unha fístula gástrica. O fisiólogo crerá certamente ter feito un experimento porque interveu activamente para facer aparecer fenómenos que naturalmente non se lle ofrecían a simple vista. Pero agora eu preguntarei: o doutor W. Beaumont, ¿fixo un experimento cando atopou o mozo canadense, que era cazador e que, despois de sufrir unha ferida de fusil no hipocondrio esquerdo, tiña unha fístula de estómago pola que se podía ve-lo interior dese órgano? Durante moitos anos, o doutor Beaumont, que collera este home ó seu servicio, puido estudar *de visu* os

fenómenos da dixestión gástrica tal como nola fixo coñecer na interesante recesión que publicou sobre este tema². No primeiro caso o fisiólogo actuou en virtude da idea preconcebida de estudia-los fenómenos dixestivos e fixo unha experimentación *activa*. No segundo caso, un accidente produciu a fístula do estómago, e esta presentouse fortuitamente ó doutor Beaumont, que na nosa definición tería feito unha experimentación *pasiva*, se podemos dicilo así. Estes exemplos proban, xa que logo, que, na constatación dos fenómenos considerados experimentais, a actividade manual do experimentador non intervéñ sempre, do que se tira que estes fenómenos poden, tal como nós os vemos, presentarse como *observacións pasivas* ou fortuítas.

Pero foron os fisiólogos e os médicos os que caracterizaron dun xeito un pouco diferente a observación e a experimentación. Para eles a *observación* consiste na constatación de todo o que é normal ou regular. Pouco importa que o investigador provocara el mesmo, ou por mans doutro, ou fose accidental a aparición dos fenómenos. Se os considera sen perturbalos e no seu estado normal, o que fai é unha observación. Deste xeito, nos dous exemplos de fístula gástrica que citamos antes, houbo, segundo estes autores, *observación*, porque nos dous casos tiveron diante dos ollos os fenómenos dixestivos no seu estado natural. A fístula só serviu para ver mellor e para face-la observación nas mellores condicións.

O *experimento*, polo contrario, implica, segundo os mesmos fisiólogos, a idea dunha variación ou perturbación *intencionalmente* introducida polo investigador nas condicións dos fenómenos naturais. Esta definición responde, en efecto, a un grande número de experimentos que se practican en fisioloxía e que poderían chamarse *experimentos cruentos*. Esta maneira de experimentar, que se remonta a Galeno, é a máis simple, e

² W. Beaumont, *Exper. and Obs. on the gastric Juice and the physiological Digestion*. Boston, 1834.

debería estar presente no pensamento dos anatómicos desexosos de coñecer no ser vivo a función das partes que eles illan no cadáver mediante a disección. Deste xeito, suprimindo un órgano no ser vivo, por sección ou ablación, xúlgase a función do órgano extirpado, despois de producida a perturbación, no conxunto do organismo ou nunha función especial do mesmo. Este procedemento experimental fundamentalmente analítico lévase á práctica a cotío en fisioloxía. Por exemplo, a anatomía describe que pola cara se distribúen dous nervios principais: o facial e o quinto par e, para coñecer-las súas funcións, talláronse sucesivamente. O resultado mostrou que a sección do facial ocasiona a perda do movemento, e a sección do quinto par a perda da sensibilidade. Disto conclúese que o facial é o nervio motor da cara e o quinto par o seu nervio sensitivo.

Dixemos que estudando a dixestión mediante unha fístula, só se fai unha observación, segundo a definición que estamos a considerar. Pero se despois de practicala fístula, se seccionan os nervios do estómago coa intención de ve-las modificacións que isto produce na función dixestiva, entón, segundo a mesma maneira de ver, fíxose un experimento, porque se busca o coñecemento da función dunha parte avaliando a perturbación producida pola súa supresión. Isto pode resumirse dicindo que na experimentación cómpre tirar un xuízo pola comparación de dous feitos, un normal e outro anormal.

Esta definición de experimentación supón que o experimentador necesariamente debe poder toca-lo corpo sobre o que quere actuar, sexa lesionándoo ou sexa modificándoo, coa finalidade de coñecer-lo papel que xoga nos fenómenos naturais. Mesmo, como veremos máis adiante, a distinción entre as ciencias chamadas de *observación* e as chamadas *experimentais* apóiase exclusivamente sobre esta posibilidade de actuar ou non sobre os corpos.

Pero se a definición de experimentación que acabamos de facer se diferencia da que se deu en primeiro lugar en que

admite que non hai experimentación na que non se faga variar ou non se altere, como forma de análise, o fenómeno que se quere coñecer, tamén lle semella, sen embargo, en que supón unha actividade intencional do experimentador na produción da perturbación dos fenómenos. Entón, será doado demostrar que a intencionalidade do experimentador pode a miúdo ser substituída por un accidente. Poderíase, xa que logo, distinguir aínda aquí, como na primeira definición, entre perturbacións producidas *intencionalmente* e perturbacións producidas espontánea e *non intencionalmente*. En efecto, volvendo ó noso exemplo no que o fisiólogo corta o nervio facial para coñecer-las súas funcións, podemos supoñer-lo que acontece despois de que unha bala, un corte cun sabre ou unha infección da parte compacta do temporal seccionan ou destrúen o facial. Prodúcese fortuitamente unha parálise do movemento, é dicir unha perturbación que é exactamente igual que a que o fisiólogo produciría intencionadamente.

Acontecerá o mesmo cunha infinidade de lesións patolóxicas que son verdadeiros experimentos dos que o médico e o fisiólogo tiran proveito, sen que, sen embargo, haxa ningunha premeditación de provocar estas lesións que son consecuencia da enfermidade. Sinalo dende agora esta idea porque máis tarde hanos ser útil para demostrar que a medicina ofrece verdadeiras ocasións de experimentación, se ben espontáneas e non provocadas polo médico³.

Aínda farei unha observación que servirá de conclusión. Se, en efecto, o experimento se caracteriza por unha variación ou por unha alteración introducidas nun fenómeno, debe entenderse que cómpre face-la comparación entre esta situación de alteración e o estado normal. Non sendo a experiencia máis que un xuízo, esixe, necesariamente, a comparación entre dúas cousas,

³ Lallemand, *Propositions de pathologie tendant à éclairer plusieurs points de physiologie*. Thèse. Paris, 1818; 2^e édition, 1824.

e o que é intencional ou activo no experimento é realmente a comparación que se quere facer. En todo caso, anque a alteración sexa producida por accidente ou doutra maneira, o espírito do experimentador non terá maior dificultade para face-la comparación. Non é, xa que logo, necesario que un dos feitos a comparar sexa considerado como unha alteración. Ademais na natureza non hai ren perturbado nin anormal; todo acontece seguindo leis que son absolutas, é dicir, sempre normais e determinadas. Os efectos varían dependendo das condicións que os producen, pero as leis non cambian. O estado fisiolóxico e o estado patolóxico son rexidos polas mesmas forzas, e non se diferencian máis que polas condicións particulares nas que se manifesta a lei da vida.

§ II.— Adquirir experiencia e apoiarse na observación non é o mesmo que facer experimentos e facer observacións

O reproche xeral que eu lle faría ás definicións que preceden, é o de dárenlle ás palabras un sentido moi concreto non tendo en conta máis que a arte da investigación, en vez de considerar simultaneamente a observación e a experimentación como os dous termos extremos do razoamento experimental. Por eso estimamos que tales definicións están faltas de claridade e de amplitude. Coido, xa que logo, que para outorgar á definición toda a súa utilidade e todo o seu valor, cómpre distingui-lo que pertence ó procedemento de investigación empregado para obte-los feitos, do que pertence ó procedemento intelectual que os avalía e fai deles o punto de apoio e o *criterium* do método experimental.

Na lingua francesa, a palabra *experiencia* en singular significa, dunha maneira xeral e abstracta, a instrucción adquirida ó longo da vida. Cando se aplica a un médico, a palabra *experiencia*, na súa forma singular, expresa a instrucción que

adquiriu mediante o exercicio da medicina. O mesmo acontece para as outras profesións, e neste senso dise que un home adquiriu *experiencia*, que ten *experiencia*. Consecuentemente deuse por extensión e nun senso concreto o nome de *experimentos*⁴ ós feitos que nos fornecen esta instrucción experimental das cousas.

A palabra *observación*, no singular, na súa acepción xeral e abstracta, significa a constatación exacta dun feito coa axuda de medios de investigación e de estudos apropiados para tal constatación. Por extensión, e nun senso concreto, tamén se lle deu o nome de *observacións* ós feitos constatados, e neste senso dise *observacións médicas*, *observacións astronómicas*, etc.

Cando se fala de maneira concreta, *facen experimentos* ou *facen observacións* significa entregarse á investigación e á pesquisa, intentar ensaios, probas, co fin de adquirir feitos dos que o espírito, coa axuda do razoamento, poderá tirar un coñecemento ou unha instrucción.

Cando se fala de maneira abstracta, *apoiarse na observación* e *adquirir experiencia* significa que a *observación* é o punto de apoio do espírito que razoa, e a *experiencia* o punto de apoio do espírito que conclúe ou, aínda mellor, o froito dun razoamento xusto aplicado á interpretación dos feitos.

A observación é a que *mostra* os feitos; a experimentación é a que *instrúe* sobre os feitos e fornece a experiencia relativa a unha cousa. Pero como esta instrucción non pode obterse máis que mediante unha comparación e un xuízo, é dicir, como resultado dun razoamento, entón conclúese que só o home é quen de adquirir experiencia e de se perfeccionar con ela.

“A experiencia, di Goethe, de cotío corrixe ó home”. Pero isto é porque razoa xusta e experimentalmente sobre o que observa; doutra maneira non se corriría. O home que perdeu a

⁴ Parece conveniente recordar que a palabra francesa *expérience* non establece, como en galego, diferenza entre ‘experimento’ e ‘experiencia’ (N. do T.).

razón, o alienado, non se instrúe coa experiencia e non razoa experimentalmente. A experiencia é, xa que logo, o privilexio da razón. “Só o home é quen de examina-los seus pensamentos, de ordenalos; só o home é quen de corrixir, de rectificar, de mellorar, de perfeccionar e de poder ser, cada día, máis habencioso, máis sabio e máis feliz. Só para o home, en fin, existe unha arte, unha arte suprema, da que as artes máis apreciadas non son máis que os instrumentos e o resultado: a arte da razón, o razoamento”⁵.

En medicina experimental, á palabra *experiencia* darémoslle o mesmo senso xeral que ten de costume. O sabio instrúese coa experiencia; mediante ela corrixe as súas ideas científicas, rectifica as súas teorías para harmonizalas cun número de feitos cada vez máis grandes para, deste xeito, achegarse cada vez máis á verdade.

Podémonos instruír, é dicir adquirir experiencia sobre do que nos rodea, de dúas maneiras, empiricamente e experimentalmente. Hai, en primeiro lugar, unha forma de instrución ou de experiencia inconsciente e empírica que se obtén pola práctica. Pero este coñecemento así acadado non deixa de ir acompañado dun vago razoamento experimental, que se fai sen reparar nel, e debido ó cal se xuntan os feitos para poder facer un xuízo sobre os mesmos. A experiencia pode ser adquirida, xa que logo, dun razoamento empírico e inconsciente; pero este camiñar escuro e espontáneo do espírito foi transformado polos sabios nun método claro e razoado, que actúa máis axiña e dun xeito consciente cara a un fin determinado. Así é o método experimental nas ciencias segundo o cal a experiencia adquirese sempre en virtude dun razoamento preciso asentado sobre unha idea que a observación fixo xurdir e que se verificou experimentalmente. En efecto, en todo coñecemento experimental hai tres fases: observación feita, comparación establecida e

⁵ Laromiguière, *Discours sur l'identité. Oeuvres*, t. I, p.329.

xuízo motivado. O método experimental non fai máis que *xulgar* sobre os feitos que nos rodean coa axuda dun *criterium* que non é máis que outro feito disposto para controla-lo xuízo e fornece-la experiencia. Entendida neste senso xeral, a experiencia é a única fonte dos coñecementos humanos. O espírito só ten en si mesmo o sentimento dunha relación necesaria entre as cousas, pero non pode coñece-la forma desta relación máis que mediante a experimentación.

Polo tanto, no método experimental teremos que considerar dúas partes: 1º a arte de obter feitos exactos por medio dunha investigación rigorosa; 2º a arte de ordenalos por medio dun razoamento experimental co fin de facer xurdi-lo coñecemento da lei dos fenómenos. Dixemos que o razoamento experimental se exerce sempre e necesariamente sobre dous feitos á vez, un que lle serve de punto de partida: a *observación*; e outro que lle serve de conclusión ou como control: a *experimentación*. Pero, sen embargo, só se pode distinguir, en certa forma, e como abstracción lóxica e en razón do lugar que ocupan no razoamento, entre o feito observación e o feito experimentación.

Pero, fóra do razoamento experimental, a observación e a experimentación non existen no senso abstracto que precede; só hai, nunha e noutra, feitos concretos que se trata de obter mediante procedementos de investigación exactos e rigorosos. Veremos máis adiante como o investigador debe diferenciarse a si mesmo en *observador* e en *experimentador*; non en canto a que é activo ou pasivo na produción dos fenómenos, senón en canto a que actúa ou non sobre eles para modificalos.

§ III.— Do investigador e da investigación científica

A arte da investigación científica é a pedra angular de todas as ciencias experimentais. Se os feitos que serven de base ó razoamento están mal establecidos ou non son certos, todo será

inútil ou todo resultará falso; sendo o máis frecuente que os erros nas teorías científicas teñan por orixe erros nos feitos.

Na investigación considerada como arte de pescudas experimentais, só hai feitos descubertos polo investigador e constatados o máis rigorosamente posible, coa axuda dos medios máis axeitados. Non hai forma de distinguir aquí ó observador do experimentador pola natureza dos procedementos de pescuda que usan. Mostrei no parágrafo precedente que as definicións e as distincións que se tentaron establecer, segundo a actitude, activa ou pasiva, do investigador, non se poden soste. En efecto, o observador e o experimentador son investigadores que tentan constata-los feitos o mellor que poden, valéndose , para este fin, de medios de estudio máis ou menos complicados, segundo a complexidade dos fenómenos que estudian. Tanto un como outro poden necesita-la mesma actividade manual e intelectual, a mesma habelencia, e o mesmo espírito de inventiva, para crear e perfecciona-los diferentes aparellos e instrumentos de investigación que en grande parte lles son comúns. De tódolos xeitos, cada ciencia ten unha forma de investigación que lle é propia e un conxunto de instrumentos e de procedementos especiais. Isto enténdese, por outra banda, porque cada ciencia distínguese pola natureza dos seus problemas e pola diversidade dos fenómenos que estudia. A investigación médica é a máis complicada de todas; comprende tódolos procedementos propios das investigacións anatómicas, fisiolóxicas, patolóxicas e terapéuticas, e, ademais, na medida en que se desenvolve, toma da física e da química unha grande cantidade de medios de investigación que se converten en poderosos auxiliares para ela. Tódolos progresos das ciencias experimentais mídense polo perfeccionamento dos seus medios de investigación. Todo o porvir da medicina experimental está subordinado á creación dun método de pescuda que poda ser aplicado con proveito ó estudio dos fenómenos da vida, sexa no estado de normalidade, sexa no estado patolóxico. Non insistirei máis aquí sobre a

necesidade dun método de investigación experimental deste xénero na medicina, e tampouco intentarei enumera-las dificultades. Limitareime a dicir que toda a miña vida científica está dedicada a contribuír no que poda a esta obra inmensa que a ciencia moderna terá a gloria de ter concibido e o mérito de ter inaugurado, deixando ós séculos futuros o coidado de a continuar e asentala definitivamente. Os dous volumes que constituirán a miña obra sobre os *Principios da medicina experimental* estarán consagrados unicamente ó desenvolvemento de procedementos de investigación experimental aplicados á fisioloxía, á patoloxía e á terapéutica. Pero como para un só é imposible considerar tódalas facetas da investigación médica, limitándome a un tema, aínda de abundosa amplitude, ocupareime máis particularmente da regularización dos procedementos de vivisección animal. Esta rama da investigación biolóxica é, sen discusión, a máis delicada e difícil; pero eu considéroa como a máis fecunda e como a que pode ser de maior utilidade inmediata para o avance da medicina experimental.

Na investigación científica os procedementos menores son da maior importancia. A selección acertada dun animal, un instrumento construído dunha certa maneira, o uso dun reactivo en vez doutro, abundan para resolver, as máis das veces, as cuestións xerais máis sobranceiras. Cada vez que xorde un medio novo e seguro de análise experimental vese como progresa a ciencia nos eidos en que tal medio pode aplicarse. Pola contra, un mal método ou procedementos de investigación defectuosos poden levar ós máis graves erros e atrasa-la ciencia ó facela coller vieiros que non levan a ningures. Nunha palabra, as grandes verdades científicas teñen as súas raiceiras nos detalles da investigación experimental que constitúen, en certa forma, o chan no que estas verdades se desenvolven.

Cómpre educarse e vivir nos laboratorios para sentir toda a importancia dos pequenos detalles que a cotío son ignorados nos procesos da investigación e desprezados polos falsos sabios

que se titulan xeneralizadores. Deste xeito endexamais se chegará a xeneralizacións verdadeiramente fecundas e luminosas sobre os fenómenos vitais mentres un non experimente persoalmente e non cultive no hospital, no anfiteatro ou no laboratorio o terreo fétido ou palpitante da vida. Nalgún sitio díxose que a verdadeira ciencia debe compararse a un escenario delicioso cheo de flores ó que non se pode chegar sen subir escarpadas pendentes esfolando as pernas entre as silveiras e a maleza. Por facer unha comparación que exprese o que sinto sobre a ciencia da vida direi que é un soberbio salón resplandecente de luz ó que non se pode chegar se non é pasando por unha noxenta cociña.

§ IV.— Do observador e do experimentador; das ciencias da observación e da experimentación

Vimos de ver que, dende o punto de vista da arte da investigación, os resultados da observación e da experimentación non deben considerarse máis que como *feitos* sacados á luz polo investigador, e engadimos que o método de investigación non distingue ó que observa do que experimenta ¿Onde se atopa, haberá que se preguntar, a distinción entre o observador e o experimentador? Velaquí: dáse o nome de *observador* a aquel que aplica os procedementos de investigación simples ou complexos ó estudio de fenómenos que non fai variar e que recolle, en consecuencia, tal como a natureza llos ofrece. Dáse o nome de *experimentador* a aquel que fai uso de procedementos de investigación simples ou complexos para facer variar ou modificar, con calquera obxectivo, os fenómenos naturais, facéndoos aparecer en circunstancias ou en condicións nas que a natureza endexamais os presentaría. Neste senso a *observación* é a investigación dun fenómeno natural e a *experimentación* é a investigación dun fenómeno modificado polo investigador. Esta distinción que semella ser moi explícita e residir simplemente

nunha definición de palabras, proporciona, sen embargo, como imos ver, o único senso no que cómpre entendérmo-la importante diferenca que separa as ciencias de observación das ciencias experimentais.

Dixemos, nun parágrafo precedente, que dende o punto de vista do razoamento experimental as palabras *observación* e *experimentación* tomadas nun senso abstracto significan, a primeira, a constatación pura e simple dun feito, a segunda, a comprobación dunha idea mediante un feito. Pero se consideramos a observación neste senso abstracto, non será posible obtermos dela unha ciencia. A simple constatación dos feitos non será quen de desenvolver unha ciencia. Poderanse multiplicar os feitos ou as observacións sen que deles se tire aprendizaxe de proveito. Para instruírse cómpre razoar sobre o que se observa, compara-los feitos e xulgalos tendo en conta outros feitos que sirvan de referencia. Pero unha observación pode servir de control a outra observación. Deste xeito unha ciencia de observación será simplemente unha ciencia feita con observacións, é dicir, unha ciencia na que se razoará sobre feitos da observación natural, como os definimos máis arriba. Unha ciencia experimental ou de *experimentación* será unha ciencia feita mediante experimentos, é dicir na que se razoará sobre feitos de experimentación obtidos nas condicións que o experimentador creou e determinou.

Hai ciencias, como a astronomía, que serán sempre para nós ciencias de observación, porque os fenómenos que estudian están fóra do noso campo de acción; pero as ciencias terrestres poden ser, á vez, ciencias de observación e ciencias experimentais. Cómpre engadir que tódalas ciencias comezan sendo ciencias de observación pura, pero convértense en experimentais cando se avanza na análise dos fenómenos, porque o observador se transforma en experimentador cando idea procedementos de investigación para penetrar nos corpos e facer variar as condicións dos fenómenos. A *experimentación* non é máis que a posta

en marcha de procesos de investigación que dependen do experimentador.

Agora, polo que atinxe ó razoamento experimental, será absolutamente o mesmo nas ciencias da observación que nas ciencias experimentais. Poderase establecer unha comparación apoiándose en dous feitos, un que serve de punto de partida e outro que serve de conclusión ó razoamento. Só nas ciencias de observación os dous feitos serán observacións, mentres que nas ciencias experimentais os dous feitos poderán ser tirados exclusivamente da experimentación ou, á vez, da experimentación e da observación, segundo o caso, e dependendo de que se penetre máis ou menos¹ fondamente na análise experimental. Un médico que observa unha enfermidade en diversas circunstancias, que razoa sobre a influencia das circunstancias, e que tira conclusións que están referendadas por outras observacións, fará un razoamento experimental anque non faga experimentos. Pero se quere ir máis lonxe e coñece-lo mecanismo interior da enfermidade, estará interesado nos fenómenos ocultos, e entón terá que experimentar; pero razoará sempre igual.

Un naturalista que observa animais en tódalas condicións da súa existencia e que destas observacións tira conclusións que resultan comprobadas e verificadas por outras observacións, empregará o método experimental, anque non faga experimentación propiamente dita. Pero se precisa observar fenómenos no estómago, deberá idear procedementos de experimentación máis ou menos complexos para ver unha cavidade oculta ós seus ollos. Sen embargo o razoamento experimental é sempre o mesmo; Réamur e Spallanzani aplican de igual maneira o método experimental cando fan as observacións de historia natural ou os experimentos sobre a dixestión. Admítese que Pascal fixo un experimento cando levou a cabo unha observación barométrica ó pé da torre Saint-Jacques inmediatamente despois doutra feita na cima e, sen embargo, só se trata dunha comparación entre dúas observacións sobre a presión do aire, feitas partindo

da idea preconcebida de que esta presión debe variar dependendo da altura. Polo contrario, cando Jenner⁶ observaba o cuco nunha árbore, cun anteollo para non asustalo, facía unha simple observación, porque non a comparaba cunha primeira para tirar unha conclusión e facer un xuízo sobre a mesma. Do mesmo xeito un astrónomo fai primeiro observacións e despois razoa sobre as mesmas para obter un conxunto de nocións que comproba con outras observacións feitas en condicións adecuadas para ese fin. En consecuencia este astrónomo razoa como os experimentadores, porque a experiencia adquirida implica, en todo caso, xuízo e comparación entre dous feitos xunguidos no pensamento por unha idea.

Sen embargo, tal como xa dixemos, cómpre distingui-lo astrónomo do sabio que se ocupa das ciencias terrestres en que o astrónomo está obrigado a limitarse á observación, xa que non pode ir ó ceo a experimentar cos planetas. A diferenza que separa ás ciencias chamadas de *experimentación* das ciencias chamadas de *observación* está precisamente na capacidade de actuación do investigador sobre os fenómenos.

Laplace considera que a astronomía é unha ciencia de observación porque só se pode observa-lo movemento dos planetas; en efecto, non se poden alcanzar para modifica-la súa marcha e aplicarlle a experimentación. “Na terra, di Laplace, facemos varia-los fenómenos mediante experimentos; no ceo describimos e relacionamos coidadosamente todo o que nos ofrecen os movementos celestes”⁷. Certos médicos cualifican a medicina de ciencia de observación porque pensan erradamente que non lle é aplicable a experimentación.

No fondo, tódalas ciencias razoaan do mesmo xeito e apuntan ó mesmo obxectivo. Todas queren chegar ó coñecemento da lei dos fenómenos para poder prever, facer variar ou dominar estes

⁶ Jenner, *On the natural history of the Cuckoo* (*Philosophical Transactions*, 1788, cap. XVI, p. 432).

⁷ Laplace, *Système du monde*, cap. II.

fenómenos. Agora ben, o astrónomo predí os movementos dos astros e disto obtén un conxunto de nocións prácticas, pero non pode modificar mediante a experimentación os fenómenos celestes como fan o físico ou o químico no que atinxe ás súas ciencias.

Polo tanto, se dende o punto de vista do método filosófico non hai diferenza esencial entre as ciencias da observación e as ciencias da experimentación, existe, sen embargo unha diferenza real, dende o punto de vista das consecuencias prácticas que o home pode tirar, relativa ó poder que adquire gracias a elas. Nas ciencias de observación, o home observa e razoa experimentalmente, pero *non experimenta*; e neste senso pódese dicir que unha ciencia de observación é unha *ciencia pasiva*. Nas ciencias de experimentación, o home observa, pero ademais actúa sobre a materia, analiza as súas propiedades e provoca, segundo o seu interese, a aparición de fenómenos que, sen dúbida, acontecen sempre seguindo as leis naturais, pero en condicións que na natureza non se dan na maioría dos casos. Coa axuda das *ciencias experimentais activas* o home vólvese un inventor de fenómenos, un verdadeiro contramestre da creación e, dende este punto de vista, non se coñecen os límites que o seu poder ha adquirir sobre a natureza, mediante os futuros progresos das ciencias experimentais.

Réstanos aínda determinar se a medicina debe permanecer como ciencia de *observación* ou volverse unha ciencia *experimental*. Sen dúbida a medicina debe comezar por ser unha simple observación clínica. Partindo de que o organismo forma unha unidade harmónica, un pequeno mundo (*microcosmos*) contido no grande mundo (*macrocosmos*), sostívose que a vida era indivisible e que había que limitarse a *observa-los* fenómenos que os organismos vivos, sans e doentes, nos ofrecen no seu conxunto, e contentarse con razoar sobre os feitos observados. Pero de admitir esta limitación e de aceptar por principio que a medicina só é unha ciencia pasiva de observación o médico non

deberá toca-lo corpo humano como o astrónomo non toca os planetas. Daquela a anatomía normal ou patolóxica, as viviseccións aplicadas á fisioloxía, á patoloxía e á terapéutica, serían completamente inútiles. A medicina así concebida non pode conducir máis que á expectación e as prescricións hixiénicas máis ou menos útiles; pero isto é a negación da medicina activa, é dicir dunha terapéutica científica e efectiva.

Chegados a este punto, é o momento de entrarmos no exame dunha definición tan importante como é a de *medicina experimental*. Resérvome tratar noutra parte esta cuestión con toda a amplitude necesaria. Limítome simplemente a dar aquí a miña opinión: penso que a medicina está destinada a ser unha ciencia experimental e progresiva; e son precisamente as miñas conviccións sobre esta consideración o que me move a compoñer esta obra, co obxecto de contribuír pola miña parte a favorece-lo desenvolvemento desta medicina científica ou experimental.

§ V.— No fondo, a experimentación só é unha observación provocada

A pesar da importante diferenza que sinalamos entre as ciencias chamadas de observación e as ciencias chamadas de experimentación, o observador e o experimentador teñen igualmente como obxectivo común e inmediato establecer e constatar feitos ou fenómenos tan rigorosamente como sexa posible, coa axuda dos medios máis apropiados; compórtanse exactamente igual que se realizasen observacións ordinarias. Isto é, unha constatación do feito nos dous casos; a única diferenza consiste en que o feito que debe constata-lo experimentador non se lle presenta naturalmente, debe facelo aparecer, é dicir provocalo por unha razón particular e cun obxectivo determinado. Polo tanto pode dicirse: a experimentación só é, no fondo, unha observación provocada cun obxectivo calquera. No método

experimental, a pescuda dos feitos, é dicir a investigación, acompáñase sempre dun razoamento, de maneira que o máis frecuente é que o experimentador realice un experimento para comprobar ou verifica-lo valor dunha idea experimental. Pode dicirse, entón, que, neste caso, a experimentación é unha observación provocada cun obxectivo de comprobación.

En todo caso importa lembrar aquí, co fin de completa-la nosa definición e de estendela ás ciencias da observación, que, para comprobar unha idea, non é sempre absolutamente necesario facer un mesmo un experimento ou unha observación. Estarase obrigado a recorrer á experimentación só cando a observación que se debe provocar non se dá na natureza. Pero se unha observación xa está feita, sexa naturalmente, sexa accidentalmente, sexa mesmo polas mans doutro investigador, entón darase por feita e simplemente se invocará para servir de verificación á idea experimental. Isto resumiríase, aínda, dicindo que, neste caso, a experiencia só é unha observación *invocada* cun fin de comprobación. Do que resulta que, para razoar experimentalmente, cómpre ter unha idea e invocar ou provocar, a seguir, os feitos, é dicir as observacións, para verificar esta idea preconcebida.

Consideraremos máis adiante a importancia da idea experimental preconcebida, polo que será abondo polo momento dicir que a idea consonte a que se prepara o experimento pode ser máis ou menos ben definida dependendo da natureza do suxeito e do estado de perfección da ciencia na que se experimenta. En efecto, a idea directriz do experimento debe comprender todo o que xa é coñecido sobre o suxeito co fin de guía-la pescuda con máis seguridade cara ós problemas dos que a solución pode ser fecunda para o avance da ciencia. Nas ciencias desenvolvidas, como a física e a química, a idea experimental dedúcese como unha consecuencia lóxica das teorías reinantes, e está sometida nun senso ben definido ó control da experimentación; pero cando se trata dunha ciencia nos seus inicios como

a medicina, na que hai cuestións complexas ou escuras aínda non estudiadas, a idea experimental non sempre pode xurdir nestas circunstancias de tanta imprecisión. ¿Que facer entón? ¿Absterse e esperar que as observacións, presentándose por si mesmas, nos procuren ideas máis claras? Poderase esperar moito tempo e en van, na maioría dos casos; sempre será de máis proveito experimentar. Pero nestes casos nos que só se pode ter como guía a intuición, de acordo coas probabilidades que se albisquen, nun mundo completamente escuro e inexplorado, o fisiólogo non deberá ter medo de actuar mesmo un pouco ó azar co fin de probar, permítaseme esta expresión vulgar, a pescar en río revolto. Quero dicir que pode esperar a ver cómo, entre as perturbacións funcionais que producirá, xorde calquera fenómeno imprevisto que lle dea unha idea sobre o camiño a seguir nas súas investigacións. Esta clase de experimentos para tentear ou para probar, que son extremadamente frecuentes en fisioloxía, en patoloxía e en terapéutica, a causa do estado complexo e atrasado destas ciencias, poderían denominarse *experimentos de proba ou experimentos previos*, porque están destinados a facer xurdir unha primeira observación imprevista e indeterminada, pero que poderá suxerir unha idea experimental e abrir unha vía de investigación.

Como se ve, hai casos nos que se experimenta sen unha idea probable que verificar. Sen embargo, a experimentación, neste caso, non deixa de estar destinada a provocar unha observación, só que a provoca coa intención de atopar unha idea que indicará un camiño que seguir na investigación. Pódese dicir, xa que logo, que o experimento é unha *observación provocada co fin de facer xurdir unha idea*.

Resumindo, o *investigador* busca e deduce; fai de observador e de experimentador, persegue o descubrimento de ideas novas ó mesmo tempo que busca feitos dos que tirar unha conclusión ou experimentos adecuados para verificar outras ideas.

Nun senso xeral e abstracto, o *experimentador* é, polo tanto, quen invoca ou provoca, en condicións determinadas, feitos observables para obte-la ensinanza que desexa, é dicir a experiencia. O *observador* é o que obtén os feitos da observación e o que xulga se están ben establecidos e constatados coa axuda dos medios convenientes. Doutro xeito, as conclusións asentadas nestes feitos non terían fundamento sólido. O experimentador debe ser ó mesmo tempo un bo observador porque no método experimental, a experimentación e a observación sempre camiñan xuntas.

§ VI.— No razoamento experimental, o experimentador non se arreda da observación

O sabio que desexe abrangue-lo conxunto dos principios do método experimental debe cumprir dúas clases de condicións e posuír dúas calidades de espírito que son indispensables para acadalo seu fin e chegar a descubri-la verdade. Primeiro debe ter unha idea que someter ó control dos feitos; pero ó mesmo tempo ten que se asegurar de seren certos e ben establecidos os feitos que lle serven á súa idea de punto de partida ou de referencia; por isto debe ser á vez observador e experimentador.

O *observador*, dixemos, constata pura e simplemente o fenómeno que ten diante dos ollos. Non debe ter máis preocupación que previ-los erros de observación que lle poderían facer ver incompletamente ou definir mal un fenómeno. Para este fin, utiliza tódolos instrumentos que podan axudalo a face-la súa observación máis completa. O observador debe se-lo fotógrafo dos fenómenos, a súa observación debe representar exactamente a natureza. Cómpre observar sen idea preconcebida; o espírito do observador debe ser pasivo, é dicir non pronunciarse; escoitará á natureza e escribirá ó seu dictado.

Pero unha vez que o feito está constatado e o fenómeno ben observado, chega a idea, intervén razoamento e aparece o experimentador para interpreta-lo fenómeno.

O *experimentador*, como xa sabemos, é o que, en virtude dunha interpretación máis ou menos probable, pero anticipada ós fenómenos observados, idea un experimento de maneira que, na orde lóxica das súas previsións, lle forneza un resultado que sirva como proba da hipótese ou da idea preconcebida. Por eso o experimentador reflexiona, ensaia, tentea, compara e combina para atopar-las condicións experimentais máis axeitadas de cara ó obxectivo que se propón. É absolutamente preciso experimentar cunha idea preconcebida. O espírito do experimentador debe ser activo, é dicir que debe interrogar á natureza e formularlle preguntas en tódolos sentidos, ó fío das diversas hipóteses que se lle suxiren.

Pero, unha vez decididas as condicións do experimento e preparadas segundo a idea preconcebida, ou a visión anticipada polo pensamento, resultará, como xa dixemos, unha observación *provocada* ou *premeditada*. A isto segue a aparición de fenómenos que o experimentador provocou, pero que tratará de *constatar* primeiro co obxecto de saber que comprobación poderá obter deles en relación coa idea experimental que os orixinou.

Agora ben, dende o intre no que se manifesta o resultado do experimento o experimentador encárase cunha verdadeira observación por el provocada que cómpre constatar, como toda observación, sen ningunha idea preconcebida. O experimentador debe, entón, desaparecer ou máis ben transformarse de contado en observador; e só despois de ter constatado os resultados experimentais, exactamente igual que os dunha observación ordinaria, volverá o seu espírito para razoar, comparar e xulgar se a hipótese experimental resulta verificada ou invalidada por estes mesmos resultados. Para continua-la comparación enunciada máis arriba direi que o experimentador fai preguntas á natureza pero, despois de ela falar, el debe calar; debe

constata-lo que ela responde, escoitar ata o final, e, en tódolos casos, someterse ás súas decisións. O experimentador debe, por así dicilo, forzar á natureza a se revelar.

Si, sen dúbida o experimentador forza á natureza a revelar-se, preméndoa e facéndolle preguntas en tódolos sentidos; pero endexamais deberá responder por ela nin escoitar incompletamente as súas respostas nin tirar só a parte dos resultados experimentais que favorecen ou confirman a súa hipótese. Veremos máis adiante que este é un dos grandes sirtes do método experimental. O experimentador que conserva a súa idea preconcebida e que non constata os resultados máis que dende o seu punto de vista, cae necesariamente no erro, porque desatende a constatación do non previsto e fai, xa que logo, unha observación incompleta. O experimentador debe considera-la súa idea só como un medio de solicitar unha resposta á natureza. Pero debe *somete*-la súa idea á natureza e estar pronto a abandonala, a modificala ou a cambiala de acordo co que lle ensina a observación dos fenómenos que provocou.

Hai, polo tanto, dúas operacións a considerar na experimentación. A primeira consiste en *premeditar* e en poñer a punto as condicións experimentais; a segunda consiste en *constata-los* resultados obtidos dos experimentos. No é posible deseñar experimentos sen unha idea preconcebida; programar un experimento, dixemos, é facer unha pregunta; non se concibe unha pregunta sen a idea que solicita a resposta. Considero, polo tanto, como principio absoluto, que o experimento debe deseñarse sempre partindo dunha idea preconcebida, sen importar que esta idea sexa máis ou menos vaga, máis ou menos definida. Polo que atinxe á constatación dos resultados experimentais, que non son máis que observacións provocadas, manteño igualmente como principio que debe ser feita como calquera outra observación, é dicir sen idea preconcebida.

Poderíase aínda distinguir e separar no experimentador o que *premedita* e prepara os experimentos do que os executa e

constata os resultados obtidos. No primeiro caso actúa o espírito do inventor; no segundo son os sentidos que observan e constatan. A proba do que eu anticipo preséntasenos da maneira máis contundente no exemplo de F. Huber⁸. Este grande naturalista, anque cego, deixounos experimentos admirables que el concibía e despois facía executar ó seu criado que non tiña ningunha preparación científica. Huber era, entón, o espírito director que facía o deseño experimental pero estaba obrigado a servirse dos sentidos doutro. O criado representaba os sentidos pasivos que obedecen á intelixencia para realiza-los experimentos programados a partir dunha idea preconcebida.

Os que condenaron o uso das hipóteses e das ideas preconcebidas no método experimental erraron ó confundiren o deseño experimental coa constatación dos resultados. É verdade que cómpre constata-los resultados experimentais cun espírito libre de hipóteses e de ideas preconcebidas. Pero tampouco hai que proscribi-lo uso das hipóteses e das ideas cando se trata de programar experimentos ou idea-los medios de observación. En troques, como a seguir veremos, débese dar liberdade á imaxinación; a idea é o principio de todo razoamento e de toda invención, nela maniféstase toda clase de iniciativa. Non se poderá reprimir nin rexeitar argumentando que pode prexudicar, só é necesario regulala e sometela a un criterio, o que é ben distinto.

O sabio completo é o que abrangue á vez a teoría e a práctica experimental. Nunha primeira etapa, constata un feito. Nunha segunda etapa, en relación con ese feito, xorde unha idea no seu espírito. Na terceira etapa, razoa, diseña experimentos sobre desta idea, e imaxina e pon a punto as condicións materiais. Finalmente, destes experimentos resultan novos fenómenos que cómpre observar, e así sucesivamente. O espírito do sabio atópase sempre situado entre dúas observacións:

⁸ François Huber, *Nouvelles observations sur les Abeilles*, 2^a édition augmentée par son fils, Pierre Huber. Genève, 1814.

unha que serve de punto de partida ó razoamento, e outra que é a conclusión.

Para ser máis claro esforceime en separa-las diferentes operacións do razoamento experimental. Pero cando todo isto pasa ó mesmo tempo pola cabeza dun sabio que se entrega á investigación nunha ciencia tan confusa como é, aínda, a medicina, entón terá unha confusión tal entre o que resulta da observación e o que pertence á experimentación que será imposible, e ademais inútil, pretender analizar na súa inextricable mestura cada un destes termos. Abondará con aceptar, en principio, que a idea a priori, ou mellor a hipótese, é o estímulo da experimentación e débese deixar que camiñe libremente con tal de que se observen os resultados experimentais dunha maneira rigorosa e completa. Se a hipótese non se verifica e se desbota, os feitos que se atoparon gracias a ela ficarán sen embargo adquiridos como materiais científicos firmes.

O observador e o experimentador responden, polo tanto, a dúas fases diferentes da pescuda experimental. O *observador* non razoa, constata; o *experimentador* polo contrario, razoa, e se apoia nos feitos adquiridos para imaxinar outros e provocalos racionalmente. Pero se en teoría e dunha maneira abstracta, pode distinguirse o observador do experimentador, semella imposible separalos na práctica, porque estamos vendo que, necesariamente, o mesmo investigador é observador e experimentador, se ben alternativamente.

En efecto, isto acontece invariablemente cando un mesmo sabio descobre e desenvolve el só a totalidade dun problema científico. Pero na evolución da ciencia acontece máis adoito que as diferentes partes do razoamento experimental sexan a achega de moitos homes. Deste xeito, tanto en medicina como en historia natural, recóllense e encáixanse observacións. Uns poden emitir hipóteses, máis ou menos enxeñosas e máis ou menos probables, fundadas nestas observacións; despois outros chegan a dar realidade experimental ás condicións necesarias

para facer posibles os experimentos que debe comprobar estas hipóteses e, finalmente, son outros os que se aplican de maneira particular a xeneralizar e sistematiza-los resultados obtidos por diferentes observadores e experimentadores. Este parcelamento do eido experimental é útil porque así cada unha das súas partes está mellor cultivada. En efecto, debe comprenderse que en certas ciencias os medios de observación e de experimentación veñen ser instrumentos de especial de emprego e manexo que esixen un certo costume e reclaman unha certa habelencia ou perfeccionamento dos sentidos. Pero se admito a *especialidade* para o que é práctica na ciencia, rexéitola absolutamente para todo o que sexa teórico. En efecto, considero que facer especialidade das xeneralidades é un principio antifilosófico e anticientífico, anque sexa proclamado por unha escola filosófica moderna que pretende ter fundamento científico.

En todo caso a ciencia experimental non podería avanzar cunha soa das partes do método; avanza gracias á unión de todas as súas partes converxendo nun obxectivo común. Aqueles que recollen observacións só son útiles cando as utilizan posteriormente no razoamento experimental; doutro xeito a acumulación indefinida de observacións non leva a ningures. Os que emiten hipóteses sobre observacións recollidas por outros non son útiles mentres non intenten a verificación de tales hipóteses por medio da experimentación; non sendo así, as hipóteses non comprobadas ou non comprobables mediante a experimentación só xerarían sistemas e levaríannos á escolástica. Os que experimentan, malia toda a súa habelencia, non resolverán os problemas de non estaren inspirados por unha hipótese valiosa asentada en observacións exactas e ben feitas. Finalmente os que xeneralizan non poderán facer teorías duradeiras se non coñecen por si mesmos tódolos detalles científicos que estas teorías pretenden representar. As xeneralidades científicas deben ir dende as particularidades ós principios; e os principios son máis estables na medida en que se apoian en datos

máis sólidos, do mesmo xeito que unha estaca será máis sólida canto máis afonde na terra.

Vese, xa que logo, que tódolos aspectos do método experimental son solidarios entre si. Os feitos ou datos son os materiais necesarios; pero é o seu ordenamento mediante o razoamento experimental, é dicir a teoría, o que constitúe e verdadeiramente edifica a ciencia. A idea formulada con feitos representa a ciencia. A hipótese experimental é a idea científica preconcebida ou anticipada. A teoría é a idea científica verificada mediante a experimentación. O razoamento só serve para dar forma ás nosas ideas, de maneira que todo se converta primitiva e finalmente nunha idea. A idea é o que constitúe, tal como vimos de ver, o punto de partida ou *primum movens* de todo razoamento científico, e é igualmente o obxecto na aspiración do espírito cara ó *descoñecido*.

CAPÍTULO II

DA IDEA A PRIORI E DA DÚBIDA NO RAZOAMENTO EXPERIMENTAL

O home, a primeira vista, faise ideas sobre o que ve e isto lévao a interpreta-los fenómenos da natureza por anticipación, antes de os coñecer experimentalmente. Esta tendencia é espontanea; unha idea preconcebida foi e será sempre o primeiro pulo dun espírito investigador. Pero o método experimental ten por obxecto transformar esta concepción *a priori*, que asenta sobre unha intuición ou un sentimento vago das cousas, nunha interpretación *a posteriori* establecida sobre o estudio experimental dos fenómenos.

O home é por natureza metafísico e orgulloso; pensa que as creacións ideais do seu espírito, que corresponden ós seus sentimentos, representan a realidade. Disto dedúcese que o método experimental non é primitivo e natural no home, e que só despois de errar durante moito tempo en discusións teolóxicas e escolásticas terminou por recoñece-la esterilidade dos seus esforzos neste camiño. O home decatouse de que non podía dicar leis á natureza, porque non posúe en si mesmo o coñecemento e o criterio das cousas exteriores, e comprendeu que, para chegar á verdade, debía, polo contrario, estudia-las leis naturais e somete-las súas ideas, senón a súa razón, á experiencia, é dicir, ó criterio dos feitos. En calquera caso, a maneira de proceder do espírito humano, no fondo, non cambiou por isto. O metafísico, o escolástico e o experimentador actúan todos eles cunha idea *a priori*. A diferenza consiste en que o escolástico impón a súa idea como unha verdade absoluta que el atopou, e da que decontado deduce, só pola lóxica, tódalas conclusións. O experimentador, máis modesto, propón, polo contrario, a súa

idea como unha pregunta, como unha interpretación anticipada, máis ou menos probable, da natureza, do cal, lóxicamente, tira conclusións que confronta continuamente coa realidade mediante a experimentación. Camiña, así, dende as verdades parciais cara ás verdades xerais, pero sen pretender endexa- mais a posesión da verdade absoluta. Se, en efecto, a posuía sobre un punto calquera, posuiríaa para todo, porque o absoluto non deixa ren fóra de si.

A idea experimental é, polo tanto, unha idea *a priori*, pero é unha idea que se presenta baixo a forma dunha hipótese da que as conclusións deben estar sometidas ó criterio experimental co fin de lles xulga-lo valor. O espírito do experimentador distín- guese do espírito metafísico e do escolástico pola modestia, por- que, a cada intre, a experiencia faino consciente da súa igno- rancia relativa e absoluta. No proceso de instrucción que a ciencia experimental proporciona debece progresivamente a soberbia humana, demostrándo arreo que as causas primeiras, así como a realidade obxectiva das cousas ficaranlle para sem- pre ocultas ó home, que non poderá coñecer máis que relacións. Este coñecemento, como veremos máis adiante, é o obxectivo único de tódalas ciencias.

O espírito humano, nos períodos da súa evolución, pasou sucesivamente polo *sentimento*, a *razón* e a *experiencia*. Primeiro o sentimento, impoñéndose á razón, creou as verdades de fe, é dicir, a teoloxía. A razón ou a filosofía tomaron logo o dominio e pariron a escolástica. Finalmente, a experimentación, é dicir, o estudio dos fenómenos naturais, ensinou ó home que as verdades do mundo exterior non se atopan formuladas a pri- meira vista nin no sentimento nin na razón que son os nosos guías indispensables. Para obter esas verdades é preciso des- cendermos á realidade obxectiva das cousas, onde elas se ato- pan agachadas na súa forma fenomenolóxica.

Foi así como apareceu, no progreso natural das cousas, o método experimental que resume todo e que, como veremos

axiña, alicerza sucesivamente nas tres patas desta trepia inmutable: o *sentimento*, a *razón* e a *experiencia*. Na pescuda da verdade, mediante este método, o sentimento sempre ten a iniciativa, xera a idea *a priori* ou a intuición; a razón ou o razoamento desenvolve despois a idea e deduce as súas conclusións lóxicas. Pero se o sentimento debe ser alumado polas luces da razón, a razón, á súa vez, debe estar guiada pola experimentación.

§ I.— As verdades experimentais son obxectivas ou exteriores

O método experimental só ten que ver coa investigación das verdades obxectivas, non coa das verdades subxectivas.

O mesmo que no corpo do home hai dúas ordes de funcións, unhas que son conscientes e outras que non o son, tamén no seu espírito hai dúas ordes de verdades e de nocións, unhas conscientes, interiores ou subxectivas e outras inconscientes, exteriores ou obxectivas. As verdades subxectivas son as que flúen de principios dos que o espírito ten consciencia e que dan o sentimento dunha evidencia absoluta e necesaria. En efecto, as grandes verdades non son máis, no fondo, que un sentimento do noso espírito; é o que quixo dicir Descartes co seu famoso aforismo.

Dixemos, por outra banda, que o home non coñecería endexamáis nin as causas primeiras nin a esencia das cousas. Por iso a verdade nunca aparece no seu espírito se non é baixo a forma dunha relación ou dunha *conclusión* absoluta e necesaria. Pero esta conclusión só pode ser absoluta cando as súas premisas son simples e subxectivas, é dicir que o espírito ten a consciencia de que as coñece todas. As matemáticas representan as relacións das cousas en condicións dunha simplicidade ideal. Disto resulta que os seus principios ou conclusións, unha vez atopados, son aceptados polo espírito como verdades absolutas,

é dicir, independentes da realidade. Concíbese, polo tanto, que tódalas deducións lóxicas dun razoamento matemático sexan tan certas como o seu principio e que non haxa necesidade de verificalas mediante a experimentación. Isto sería querer poñe-los sentidos por riba da razón, e sería absurdo tratar de proba-lo que é verdade absoluta para o espírito e o que este non podería concibir doutra maneira.

Pero cando, no canto de exercitarse sobre relacións subxectivas entre premisas creadas polo espírito, o home quere coñecer-las relacións obxectivas da natureza que el non creou, o criterio interior e consciente falla. Sen dúbida ten a consciencia de que no mundo obxectivo ou exterior a verdade tamén está constituída por relacións necesarias, pero lle fálta o coñecemento das condicións ou premisas destas relacións. Sería preciso que creara estas condicións para posuí-lo coñecemento e a concepción absolutos.

En todo caso, o home debe pensar que as relacións obxectivas dos fenómenos do mundo exterior poderían adquiri-la certeza das verdades subxectivas de estaren reducidas a un estado de simplicidade que o seu espírito puidese abranguer completamente. Por esta razón, no estudio dos fenómenos naturais máis simples, a ciencia experimental obtivo certas relacións que semellan absolutas. Así son as proposicións que serven como principios á mecánica racional e a algunhas ramas da física matemática. Nestas ciencias, en efecto, razónase mediante unha dedución lóxica que non se somete a probas experimentais, porque se admite, como nas matemáticas, que sendo verdadeiro o principio tamén o son as conclusións. En todo caso, hai que sinalar unha grande diferenza no senso de que aquí o punto de partida non é unha verdade *subxectiva* e consciente, senón unha verdade *obxectiva* e inconsciente obtida da observación ou da experimentación. Agora ben, esta verdade só é tal en relación ó número de experiencias e de observacións realizadas. Se ben ata o presente non hai ningunha observación que contradiga a

verdade en cuestión, concibímo-la posibilidade de que as cousas acontezan doutro xeito. Así, o principio absoluto admítese sempre como hipótese. Por esta razón, a aplicación da análise matemática ós fenómenos naturais, mesmo ós máis simples, pode ser perigosa cando se rexeita a comprobación experimental. Neste caso, a análise matemática é un instrumento cego se non se tempera de vez en cando na forxa da experimentación. Expreso aquí un pensamento formulado por moitos grandes matemáticos e físicos, e, para dar conta dunha das opinións máis autorizadas en semellante materia, citarei o que escribiu sobre este tema, na homenaxe a Sénarmont, o meu sabio colega e amigo o Sr. J. Bertrand: “A xeometría debe ser só un poderoso auxiliar para o físico: cando con ela se levan os principios ás últimas consecuencias, xa non se pode avanzar máis; a incerteza do punto de partida só pode progresar mediante a cegueira lóxica da análise, se a experimentación non vén a cada pouco a servirllle de compás e de regra”⁹.

A mecánica racional e a física matemática son, polo tanto, un banzo entre as matemáticas propiamente ditas e as ciencias experimentais. Abranguen os casos máis simples. Pero, cando entramos na física e na química, e aínda máis na bioloxía, os fenómenos complícanse con interrelacións tan numerosas, que os principios representados polas teorías máis elaboradas que podamos formular serán só provisorios e tan hipotéticos que as nosas deducións, por lóxicas que sexan, sendo completamente incertas, en ningún caso poderán prescindir da verificación experimental.

Nunha palabra, o home pode artellar tódolos seus razoamentos consonte dous criterios, un interior e consciente, que é certo e absoluto; outro exterior e inconsciente, que é experimental e relativo.

⁹ Discurso pronunciado na 6ª sesión pública e anual da Sociedade de Auxilios dos amigos das ciencias.

Cando razoamos sobre os obxectos exteriores, pero considerándoos en función do agrado ou disgusto que nos causan, segundo a súa utilidade ou os seus inconvenientes, aínda posuímos un criterio interior nas nosas sensacións. Do mesmo xeito, cando razoamos sobre os nosos propios actos, temos igualmente unha guía certa, porque temos consciencia do que pensamos e do que sentimos. Pero se queremos xulgar os actos doutro home e sabe-los móbiles que o fan actuar, a cuestión é diferente. Sen dúbida podemos ter diante dos ollos os movementos deste home e as súas manifestacións que son, con toda seguridade, as maneiras de expresión da súa sensibilidade e da súa vontade. Ademais admitimos que hai unha relación necesaria entre os actos e a súa causa; pero ¿cál é esa causa? Non a sentimos nin temos consciencia dela como cando se trata de nós mesmos; vémonos, polo tanto, obrigados a interpretala e a supoñela polos movementos que vemos e polas palabras que oímos. Daquela, debemos comparar os actos deste home uns cos outros; considerar como actúa en tal ou cal circunstancia, e, nunha palabra, recorrer ó método experimental. Do mesmo xeito, cando o sabio considera os fenómenos naturais que o rodean e que quere coñecer en si mesmos e nas súas relacións mutuas e complexas de causalidade, todo criterio interior é inútil e vese obrigado a recorrer á experimentación para comproba-las suposicións e os razoamentos formulados a tal efecto. A experimentación, segundo a expresión de Goethe, vén se-la única mediadora entre o subxectivo e o obxectivo¹⁰, é dicir entre o sabio e os fenómenos que o rodean.

O razoamento experimental é, polo tanto, o único que o naturalista e o médico poden empregar para buscaren a verdade e se achegaren a ela todo o posible. En efecto, pola súa mesma natureza de criterio exterior e inconsciente, a experiencia só dá a verdade relativa sen poder convencer ó espírito que a posúe dunha maneira absoluta.

¹⁰ Goethe, *Oeuvres d'histoire naturelle*, trad. de M. Martine. -Introduction, p. 1.

O experimentador que se atopa fronte ós fenómenos naturais seméllase a un espectador que observa escenas mudas. É unha especie de xuíz de instrución da natureza, que no canto de se enfrontar con homes que tentan enganalo con declaracións mentireiras ou con testemuñas falsas, ocúpase de fenómenos naturais que para el son personaxes dos que non coñece nin a linguaxe nin os costumes, que viven nun medio de circunstancias descoñecidas e, sen embargo, quere coñecer-las súas intencións. Para isto usa tódolos medios de que dispón. Observa o que fan, cómo andan, as súas manifestacións, e trata de discerni-la causa por medio de tentativas diversas, chamadas experimentos. Bota man de tódolos artificios que pode imaxinar e, como se di vulgarmente, con frecuencia declara en falso para coñecer-la verdade. Neste proceso razoa necesariamente por si mesmo e traslada á natureza as súas ideas. Fai suposicións sobre as causas do que acontece e, para saber se é certa a hipótese na que apoia a súa interpretación, pon os medios para que se manifesten os feitos que, segundo a lóxica, poden determinala confirmación ou a negación da idea concibida. Insisto en que só esta verificación lóxica é o único que pode instruílo e darlle a *experiencia*. O naturalista que observa os animais para coñecer-los seus costumes e hábitos, o fisiólogo e o médico que queren estudia-las funcións descoñecidas dos corpos vivos, o físico e o químico que determinan os fenómenos da materia inerte, teñen igualmente diante deles manifestacións que só poden interpretar coa axuda do criterio experimental do que, exclusivamente, nos imos ocupar aquí.

§ II.— A intuición ou o sentimento xeran a idea experimental

Dixemos antes que o método experimental se apoia sucesivamente no *sentimento*, na *razón* e na *experiencia*.

O sentimento xera a idea ou hipótese experimental, é dicir a interpretación anticipada dos fenómenos da natureza. Toda iniciativa experimental está na idea porque a idea é o que provoca a experimentación. A razón ou o razoamento serven para deduci-las consecuencias desta idea e sometelas á experimentación.

Unha idea anticipada ou unha hipótese é, polo tanto, o punto de partida necesario de todo razoamento experimental. Sen ela non se pode levar a cabo ningunha investigación nin obter ningún coñecemento; só se poderán amarear observacións estériles. Se un *experimenta* sen idea preconcebida, marchará sen rumbo; pero, doutra banda, tal como polo demais xa apuntamos, se un *observa* con ideas preconcebidas, fará observacións erradas e estará exposto a confundi-las concepcións do seu espírito coa realidade.

As ideas experimentais non son innatas. Non xorden espontaneamente, cómpre unha ocasión ou un estímulo exterior como o que se dá en tódalas funcións fisiolóxicas. Para ter unha primeira idea das cousas, hai que velas; para ter unha idea sobre un fenómeno da natureza, primeiro hai que *observalo*. O espírito humano non pode concibir un efecto sen causa, de tal xeito que a visión dun fenómeno esperta unha idea de causalidade. Todo o coñecemento humano está limitado a ir dende os efectos observados á causa que os produce. Despois dunha observación, preséntaselle ó espírito unha idea relativa á causa do fenómeno observado, e posteriormente esta idea anticipada dá lugar a un razoamento en virtude do que se fan experimentos para comprobala.

Como veremos máis adiante, as ideas experimentais poden nacer dun feito observado por azar ou como consecuencia dunha tentativa experimental ou como corolario dunha teoría admitida. O único que polo momento cómpre ter en conta é que a idea experimental non é arbitraria nin puramente imaxinativa; ten sempre un punto de apoio na realidade observada, é

dicir na natureza. A hipótese experimental, nunha palabra, debe estar sempre fundamentada nunha *observación* anterior. Outra condición esencial da hipótese é que sexa o máis probable posible, e tamén comprobable experimentalmente. En efecto, cando se formula unha hipótese que non poida ser comprobada mediante a experimentación, por este mesmo feito fica fóra do método experimental para caer nos vicios dos escolásticos e dos sistemáticos.

Non hai regras para facer xerar no cerebro, a propósito dunha observación dada, unha idea acertada e fecunda que sexa para o experimentador unha anticipación intuitiva do espírito cara a unha investigación proveitosa. Unha vez formulada a idea, só se pode indica-la maneira en que debe someterse a preceptos definidos e a pautas lóxicas precisas das que ningún experimentador poderá desviarse; pero a súa aparición foi espontánea e a súa natureza individual. É un sentimento particular, un *quid proprium*, o que constitúe a orixinalidade, a inventiva e o xenio de cada quen. Unha idea nova aparece como unha relación nova ou inesperada que o espírito capta entre as cousas. Tódalas intelixencias son, sen dúbida, semellantes e en tódolos homes poden orixinarse ideas semellantes en relación con aspectos dos obxectos que todos podemos captar. Pero, ó igual que os sentidos, non tódalas intelixencias teñen o mesmo poder nin son igualmente agudas e hai mecanismos sutís e delicados que só poden ser sentidos, captados e desvelados polos espíritos máis perspicaces, mellor dotados, ou instalados nun medio intelectual que os predispóna favorablemente.

Se, necesariamente, os feitos fan nace-las ideas, cada feito novo debería xerar unha idea nova. Isto acontece verdadeiramente a cotío; porque os feitos novos, pola súa natureza, darán lugar a unha mesma idea nova en tódolos homes que compartan as mesmas condicións de instrución anterior. Pero tamén sucede que os feitos non din ren ó espírito da maioría aínda sendo ben claros para outros. Mesmo acontece que un feito ou

unha observación pode permanecer moito tempo diante dos ollos dun sabio sen lle inspirar ren; pero, de súpeto chega unha raiola e o espírito interpreta o mesmo feito de maneira diferente atopándolle aspectos completamente novos. A idea nova aparece, entón, como un lóstrego, como unha revelación súbita; o que proba que, neste caso, o descubrimento depende dunha sensibilidade que non é soamente persoal se non, tamén, dependente do estado no que se atopa o espírito en cada momento.

O método experimental non fornecerá de ideas novas e proveitosas a quen non as teña; só servirá para guía-las ideas de quen as posúa e para as desenvolver obtendo delas os mellores resultados posibles. A idea é o gran; o método é o solo que lle proporciona as condicións para xermolar, para medrar e para dá-los mellores froitos de acordo coa súa natureza. Pero do mesmo xeito que o chan só produce o que se lle sementa, co método experimental só se desenvolverán as ideas que a el se sometan. O método por si mesmo non cría ren, e terlle atribuído demasiado poder neste senso é un erro de certos filósofos.

A idea experimental resulta dunha sorte de presentimento do espírito que xulga que as cousas deben acontecer dunha certa forma. Neste senso pódese dicir que no noso espírito reside a intuición ou o senso das leis da natureza pero descoñecendo a súa forma. Só a experimentación nola pode ensinar.

Son raros os homes que teñen o presentimento das verdades novas; en tódalas ciencias, a maior parte dos homes desenvolve e dá continuidade ás ideas duns poucos. Os que fan os *descubrimentos* son os promotores de ideas novas e fecundas. Dáse xeralmente o nome de descubrimento ó coñecemento dun feito novo; pero eu coido que o que constitúe en realidade o descubrimento é a idea vinculada ó feito descuberto. Os feitos non son, por si mesmos, nin grandes nin pequenos. Un grande descubrimento é un feito que, cando aparece na ciencia, fai xurdir

ideas luminosas que coa súa claridade disipan as tebras mostrando novas vías. Hai outros feitos que, sendo novos, ensinan pouco e son, polo tanto, pequenos descubrimentos. Finalmente hai feitos novos que por moito que se miren non ensinan nada a ninguén e fican na ciencia, polo momento, illados e estériles; é o que se pode chama-lo feito cru ou en bruto.

O descubrimento é, xa que logo, a idea nova que xorde a propósito dun feito atopado por azar ou de calquera outra maneira. En consecuencia non existe método para facer descubrimentos, porque as teorías filosóficas non poden proporcionala capacidade de inventiva nin o espírito de acerto a quen non o posúe, do mesmo xeito que o coñecemento das teorías de acústica ou de óptica non poden dar bo oído nin boa vista ós que están privados pola natureza destes sentidos.

Só os bos métodos poden aprendernos a desenvolver e facelo mellor uso das facultades coas que a natureza nos favoreceu, mentres que métodos cativos poden impedirmos obter delas resultados proveitosos. É por iso que o xenio da inventiva, tan precioso nas ciencias, pode ficar diminuído ou mesmo anulado polo uso dun método errado, mentres que un bo método pode acrecentalo e desenvolverlo. Nunha palabra, un bo método favorece o desenvolvemento científico e prevén ó sabio contra as numerosas causas de erro que pode atopar na pescuda da verdade; este é o único obxectivo que se pode propoñer-lle método experimental. Nas ciencias biolóxicas, esta función do método é aínda máis importante que nas demais ciencias, debido á complexidade inmensa dos fenómenos e das innumerables causas de erro que esta complexidade introduce na experimentación. En todo caso, non témo-la pretensión, nin mesmo dende o punto de vista biolóxico, de tratar aquí o método experimental dunha maneira completa; debemos limitarnos a dar algúns principios xerais que poidan guiar ó espírito daquel que se consagre ás investigacións na medicina experimental.

§ III.— O experimentador debe dubidar, fuxir das ideas fixas e conservar sempre a súa liberdade de espírito

A primeira condición que debe cumprir un sabio que se dedique á investigación dos fenómenos naturais, é a de conservar unha enteira liberdade de espírito, apoiada na dúbida filosófica; pero non por isto debe ser escéptico; cómpre crer na ciencia, é dicir no determinismo, na relación absoluta e necesaria entra as cousas, tanto nos fenómenos propios dos seres vivos como en tódolos demais. Pero ó mesmo tempo cómpre estar convencido de que só temos este coñecemento dunha maneira máis ou menos aproximada e de que as teorías admitidas están lonxe de representar verdades inmutables. Cando facemos unha teoría xeral nas nosas ciencias, do único que estamos certos é de que estas teorías son falsas, falando en termos absolutos. Só son verdades parciais e provisionais das que temos necesidade como banzos nos que repousamos para avanzar na investigación; representan o estado actual do coñecemento e, en consecuencia, deberán modificarse co progreso das ciencias e con tanta máis frecuencia canto menos avanzada sexa a evolución da ciencia en cuestión. Por outra banda, as nosas ideas, tal como xa dixemos, xorden de feitos previamente observados que, despois, interpretamos. Agora ben, nas nosas observacións poden filtrarse erros e, malia toda a nosa atención e sagacidade, endexamais estaremos seguros de velo todo porque as máis das veces os medios de constatación ou nos faltan ou son imperfectos. De todo isto resulta que, se ben o razoamento nos guía na ciencia experimental, non nos impón, necesariamente, as súas conclusións. O noso espírito sempre pode ser libre para aceptalas ou discutilas. Se temos unha idea, non debemos rexeitala polo feito de que estea en desacordo coas conclusións lóxicas dunha teoría xeralmente admitida. Podemos segui-la nosa intuición e a nosa idea, abrir camiño á nosa imaxinación, a condición das nosas ideas daren ocasión de

levar a cabo novos experimentos que poidan fornecernos de feitos probatorios ou inesperados e fecundos.

Esta liberdade que debe conserva-lo experimentador, como xa dixeran, está fundamentada na dúbida filosófica. En efecto, debemos ter consciencia da incerteza dos nosos razoamentos tendo en conta a escuridade da súa orixe. Esta orixe no fondo sempre se apoia en hipóteses ou en teorías máis ou menos imperfectas dependendo do estado de desenvolvemento das ciencias. Na bioloxía, e particularmente na medicina, as teorías son tan precarias que o experimentador conserva case toda a súa liberdade. Na física e na química os feitos son máis simples, o estado da ciencia máis avanzado, as teorías máis seguras, e o experimentador debe ter máis en conta e conceder unha maior importancia ás conclusións do razoamento experimental sobre elas fundamentado. Pero, aínda a estas teorías endexamais se lle debe dar un valor absoluto. Nos nosos días vese cómo grandes físicos fan descubrimentos de primeira orde como consecuencia de experimentos planificados dunha maneira ilóxica segundo as teorías admitidas. O astrónomo ten confianza abondo nos principios da súa ciencia para formular teorías matemáticas, pero isto non lle estorba verificalas e comprobalas mediante observacións directas. Este precepto, tal como dixemos, non debe ser esquecido mesmo na mecánica racional. Pero nas matemáticas, cando se parte dun axioma ou dun principio onde a verdade é absolutamente necesaria e consciente, non existe a liberdade; as verdades adquiridas son inmutables. O xeómetra non ten liberdade para poñer en dúbida que os tres ángulos dun triángulo son iguais a dous rectos; en consecuencia, non ten liberdade para rexeita-las conclusións lóxicas deducidas deste principio.

Se un médico pensa que os seus razoamentos teñen o mesmo valor que os dun matemático, estará no máis grande dos erros e chegará as máis falsas conclusións. Isto é o que, desgraciadamente, aconteceu, e aínda lle acontece, ós homes que eu chamaría sistemáticos. En efecto, estes homes parten dunha idea

máis ou menos fundamentada na observación e que consideran como verdade absoluta. Entón, razoan loxicamente e sen experimentar, chegando, de conclusión en conclusión, a construír un sistema que é lóxico pero sen ningunha realidade científica. As persoas superficiais a miúdo se deixan engaiolar por esta aparencia lóxica de maneira que, aínda hoxe, se reproducen discusións dignas da vella escolástica. Esta fe excesiva no razoamento, que conduce ó fisiólogo a unha simplificación falsa das cousas, aboca, por unha banda, á ignorancia da ciencia da que se fala e, por outra, á carencia do sentido da complexidade dos fenómenos naturais. Ésta é a razón de que, algunhas veces, vexamos cair en erros deste xénero a matemáticos puros, polo demais moi eminentes; simplifican en exceso e razoan sobre os fenómenos tal como os teñen interiorizado, pero non tal como son na natureza.

O grande principio experimental é, polo tanto, a dúbida, a dúbida filosófica que deixa ó espírito a súa liberdade e a súa iniciativa, e do que derivan as calidades máis preciosas para o investigador en fisioloxía e en medicina. Non debemos crer nas nosas observacións e nas nosas teorías máis que como base para novos proxectos experimentais. Cando se cre demasiado, o espírito atópase atado e constrinxido polas conclusións do seu propio razoamento; non ten liberdade de acción e, en consecuencia, carece da iniciativa que posúe aquel que sabe ceibar-se da fe cega nas teorías, que, no fondo, non son máis que superstición científica.

Con frecuencia dise que, para facer descubrimentos, cómpre ser ignorante. Esta opinión, falsa en si mesma ten, sen embargo, algo de verdade. Quere dicir que vale máis non saber nada que ter *ideas fixas* apoiadas en teorías para as que se busca de cote confirmación esquecendo todo o que non se relacione con elas. Esta disposición do espírito é das máis negativas e resulta totalmente oposta á invención. En efecto, un descubrimento é, as máis das veces, algo imprevisto que non se atopa comprendido

na teoría porque do contrario sería previsible. Un home ignorante, que non coñeza a teoría estaría, dende este punto de vista, nas mellores condicións de espírito; a teoría non lle estorbaría ver feitos novos que non capta aquel que está condicionado por unha determinada teoría. Pero digamos axiña que non se trata aquí de eleva-la ignorancia á categoría de principio. Canta maior instrucción, máis coñecementos se posúen e mellor será a disposición de espírito para facer grandes e fecundos descubrimentos. Cómpre, como antes dixemos, mante-la liberdade de espírito e pensar que o absurdo, segundo as nosas teorías, non é sempre imposible na natureza.

Aqueles que teñen unha fe excesiva nas súas teorías ou nas súas ideas, ademais de estaren en mala disposición para facer descubrimentos, erran tamén nas observacións. Inevitablemente observan cunha idea preconcebida e, cando proxectan un experimento, só queren ver nos resultados a confirmación da súa teoría. Deste xeito deforman a observación e non reparan en feitos moi importantes se non contribúen ó seu obxectivo. Isto levounos a dicir noutra ocasión que non é necesario facer experimentos para confirmar ideas, se non simplemente para poñelas a proba¹¹; o que significa, noutros termos, que cómpre aceptarmos os resultados experimentais tal como se presentan, con todo o que teñen de imprevisto e con tódolos seus inconvenientes.

Pero, ademais é moi habitual que os que cren demasiado nas súas teorías non teñan ningunha consideración polas alleas. Deste xeito, a idea dominante destes denigradores é atopar eivas nas teorías doutros e tratar de contradicilas. O inconveniente para a ciencia é semellante. Fan os experimentos para desbotar unha teoría no canto de facelos para busca-la verdade. Do mesmo xeito, realizan observacións deficientes porque, dos resultados dos seus experimentos, só recollen o que convén ó seu obxectivo, esquecendo o que non serve a tal fin e deixando

¹¹ *Leçons sur les propriétés et les altérations des liquides de l'organisme*. Paris, 1859. 1^{re} leçon.

moi coidadosamente de lado o que podería apoiar a idea que queren combater. Velaí cómo por dous camiños opostos se chega ó mesmo resultado, é dicir, a falsea-la ciencia e os feitos.

A conclusión de todo isto é que cómpre desbotar tanto a opinión propia como a allea perante as sentencias da experimentación. Cando se discute e se experimenta, como queda dito, para demostrar unha idea preconcebida non se posúe liberdade de espírito e non se busca a verdade. Faise ciencia mesquiña na que se mesturan a vaidade persoal ou as paixóns humanas. Sen embargo, o amor propio non debera ter lugar nestas discusións fútiles. Cando dous fisiólogos ou dous médicos querelan defendendo as súas ideas ou teorías, entre os seus contradictorios argumentos só hai unha cousa certa: as dúas teorías son insuficientes e ningunha das dúas é verdadeira. O espírito verdadeiramente científico debería de facernos, polo tanto, modestos e condescendentes. Verdadeiramente sabemos moi poucas cousas e é moi doado enganarmonos perante as dificultades inmensas que presenta a investigación dos fenómenos naturais. O mellor que podemos facer é xunta-las nosas forzas no canto de dividi-las e neutralizalas en liortas persoais. Nunha palabra, o sabio que quere atopar a verdade debe conserva-lo seu espírito libre, calmo e, se é posible, non ter endexamais, como di Bacon, os ollos chorosos polo apaixoamento.

Na educación científica interesa distinguir, tal como faremos máis adiante, entre o determinismo, principio absoluto da ciencia, e as teorías, que son principios relativos ós que só se pode conceder un valor provisorio na procura da verdade. Nunha palabra, non se poden ensina-las teorías como dogmas ou artigos de fe. A crenza esaxerada nas teorías dará unha idea falsa da ciencia, sobrecargará e someterá ó espírito privándoo de liberdade, afogando a súa orixinalidade e facéndoo adicto ós sistemas.

As teorías que recollen o conxunto organizado das nosas ideas científicas son, sen dúbida, indispensables para representa-la

ciencia. Tamén deben servir de fundamento a novas ideas investigadoras. Pero estas teorías e estas ideas non son a verdade inmutable, e cómpre estarmos sempre dispostos a as abandonar, a modificalas ou a cambialas tan logo como deixen de representar-la realidade. Nunha palabra, é preciso modifica-la teoría para adaptala á natureza, e non a natureza para adapta-la á teoría.

Resumindo, na ciencia experimental hai que considerar dúas cousas: o método e a idea. O obxectivo do método é dirixir-la idea previamente proposta na interpretación dos fenómenos naturais e na busca da verdade. A idea debe manterse independente e sen encadeala máis ás *crenzas científicas* que as crenzas filosóficas ou relixiosas; cómpre ser audaz e libre na manifestación das ideas, segui-la propia sensibilidade e non deterse polo temor pueril de contradicir teorías. Se un está ben imbuído dos principios do método experimental non hai que ter medo, porque se a idea é acertada seguerá a desenvolverse; se fose errada velaí está a experimentación para rectificala. Hai que saber enfrontarse ás preguntas, mesmo correndo o risco de equivocarse. Tal como se ten dito, faise mellor servicio á ciencia co erro que coa confusión, o que significa que cómpre dar pulo sen temor ás ideas en todo o seu desenvolvemento, sempre que se comproben e se teña coidado de xulgalas á vista dos resultados experimentais. A idea, nunha palabra, é o motor de todo razoamento na ciencia e noutras moitas actividades. Pero, en calquera caso, a idea debe someterse a un criterio. Na ciencia, este criterio é o método experimental ou experimentación, criterio indispensable que é mester aplicarmos tanto ás nosas ideas como as dos demais.

§ IV.- Carácter independente do método experimental

De todo o dito ata agora hai que tira-la conclusión de que non se pode considerar como manifestación da verdade científica

absoluta a opinión de ninguén, formulada como teoría ou presentada de calquera outra maneira. Pode ser unha guía, unha luz, pero non algo con autoridade absoluta. A revolución que o método experimental levou a cabo nas ciencias consistiu en substituí-la autoridade persoal polo criterio científico.

A característica do método experimental é que non se fundamenta máis que en si mesmo porque ten dentro de si o seu criterio, que é a experimentación. Non reconece máis autoridade que a dos feitos e fica libre da autoridade persoal. Cando Descartes dicía que é preciso apoiarse só na evidencia ou no que está suficientemente demostrado, significaba que non era necesario facer referencia á autoridade, como facía a escolástica, senón apoiarse sobre os feitos ben establecidos mediante a experimentación.

Disto resulta que, ó formularmos unha idea ou unha teoría científica, o noso obxectivo non debe ser buscar todo aquilo que a confirme e desbotar todo o que poida invalidala. Polo contrario, debemos examinar con moito tino os feitos que aparentemente a modifican, porque o progreso real consiste en cambiar unha teoría antiga que considere menos feitos por unha nova que abrangue máis. Isto proba que se avanza, porque o gran precepto da ciencia é modificar e cambia-las ideas segundo vai avanzando. As nosas ideas son instrumentos intelectuais que serven para enteder os fenómenos; cómpre cambialas cando xa cumpriron a súa función, do mesmo xeito que se cambia un bisturí cego despois de usalo certo tempo.

As ideas e as teorías dos nosos predecesores só deben ser conservadas na medida en que representan o estado da ciencia, aínda estando, evidentemente, destinadas a cambiar, a non ser que se admita algo tan imposible como que a ciencia non debe progresar. Dende este punto de vista podería establecerse unha distinción entre as ciencias matemáticas e as ciencias experimentais. As verdades matemáticas son inmutables e absolutas, e a ciencia medra pola xustaposición simple e sucesiva de

tódalas verdades adquiridas. Polo contrario, nas ciencias experimentais as verdades só son relativas, e a ciencia só pode avanzar mediante a revisión e a absorción das verdades antigas nunha forma científica nova.

Nas ciencias experimentais, o respecto mal entendido á autoridade persoal sería unha superstición e un verdadeiro atranco ó progreso da ciencia; ó mesmo tempo estaría en contradicción co exemplo que nos deron os grandes homes de tódolos tempos. En efecto, foron precisamente os grandes homes os que achegaron novas ideas e destruíron os erros. Non respectaron a autoridade dos seus predecesores e non entenderían que se actuara con eles doutra forma.

Esta insubmisión á autoridade, que o método experimental consagra como norma fundamental, non está en absoluto en desacordo co respecto e a admiración que debemos ós homes relevantes que nos precederon e ós que debemos os descubrimentos que son a base das ciencias actuais¹².

Nas ciencias experimentais os grandes homes non promoven verdades absolutas e inmutables. O home depende do seu tempo e maniféstase no seu momento, porque hai unha sucesión necesaria e subordinada na aparición dos descubrimentos científicos. Os grandes homes pódense comparar a lanternas que locen de tarde en tarde para guía-la marcha da ciencia. Iluminan o seu tempo, sexa descubrindo fenómenos imprevistos que abren novas e fecundas vías mostrando horizontes descoñecidos, sexa xeneralizando feitos científicos xa coñecidos facendo así xurdir verdades que os devanceiros non apreciaron. O home senlleiro que fai progresa-la ciencia que cultiva endexa-mais ten a pretensión de poñerlle os límites derradeiros e necesariamente está destinado a ser adiantado e sobrepasado polos progresos das xeracións futuras. Os grandes sabios teñen sido comparados ós xigantes que levan ó lombo pigmeos que,

¹² Ver. *Cours de médecine expérimentale; leçon d'ouverture* (*Gazette méd.*, 15 abril 1864).

nembargantes, ven máis ó lonxe que eles. Isto quere dicir que as ciencias progresan gracias a estes homes e precisamente debido á súa influencia, do que resulta que os seus sucesores posuirán máis coñecementos científicos dos que eles puideron dispor no seu tempo. Pero non por iso o grande home, é dicir o xigante, é menos grande.

Nas ciencias en evolución hai, de feito, dúas partes; unha xa adquirida e outra que queda por adquirir. Na xa adquirida todos se desenvolven de xeito parecido e non se pode distinguir ós homes relevantes dos demais. A cotío son mesmo os mediocres os que posúen a maior parte dos coñecementos establecidos. O grande home recoñécese nos aspectos escuros da ciencia; distínguese polas ideas xeniais que alumean os fenómenos que ficaban escuros facendo, deste xeito, avanza-la ciencia.

En resumo, o método experimental posúe en si mesmo unha autoridade *impersoal* que domina na ciencia. Impónselle, mesmo ós grandes sabios, que non poderán tratar, como os escolásticos, de demostrar mediante textos que son infalibles e que viron, dixeron ou pensaron todo o que se descubriu gracias a eles. Cada tempo ten o seu conxunto de erros e de verdades. Hai erros que están, en calquera caso, vencellados ó seu tempo e que só os posteriores progresos da ciencia fan recoñecer. O progreso do método experimental está en que fai medra-la suma das verdades ó mesmo tempo que diminúe a suma dos erros. Pero cada unha das verdades particulares xúntase con outras para establece-las verdades máis xerais. Os nomes dos que impulsan a ciencia desaparecen paseniñamente nesta fusión, e canto máis avanza a ciencia máis impersoal se fai e se desliga do pasado. Apresúrome a engadir, para evitar unha confusión na que ás veces se incorre, que aquí só falo da evolución da ciencia. No caso das artes e das letras, a personalidade é dominante. Trátase dunha creación espontánea do espírito que non ten nada que ver coa constatación dos fenómenos naturais, nos que o noso pensamento non ten ren que crear. Nas creacións

artísticas e literarias o pasado conserva todo o seu valor; cada individualidade fica inmutable no tempo e non pode confundirse con outras. Un poeta contemporáneo caracterizou este senso da personalidade da arte e da impersonalidade da ciencia con estas palabras: a arte é *miña*; a ciencia é *nosa*.

O método experimental é o método científico que proclama a liberdade de espírito e de pensamento. Non só sacode o xugo filosófico e teórico; ademais non admite a autoridade científica persoal. Isto non é orgullo nin fachenda; polo contrario, o experimentador fai acto de humildade cando nega a autoridade persoal porque, do mesmo xeito, dubida dos seus coñecementos e somete a autoridade dos homes á da experimentación e á das leis da natureza.

A física e a química, sendo ciencias consolidadas mostran a independencia e a impersonalidade que reclama o método experimental. Pero a medicina aínda está nas tebras do empirismo e sofre as consecuencias do seu atraso. Aínda podemos vela máis ou menos mesturada coa relixión e o sobrenatural. O prodixioso e a superstición xogan aquí un papel importante. Os bruxos, videntes e curandeiros, que actúan por gracia do ceo, son tan considerados como os médicos. A categoría da medicina sitúase por baixo da ciencia porque os propios médicos procuran a súa autoridade na tradición, nas doutrinas ou na arte médica. Este estado de cousas é a proba máis evidente de que o método experimental aínda non chegou á medicina.

O método experimental, método do pensamento libre, só busca a verdade científica. O sentimento, do que todo emana, debe conservar toda a súa espontaneidade e toda a súa liberdade para manifestar ideas experimentais; a *razón* tamén debe conserva-la liberdade da dúbida e por ela imponse a obriga de someter sempre a idea á proba da experimentación. Igual que en tódalas actividades humanas nas que o sentimento impulsa a actuar manifestando a idea que motiva a acción, tamén no método experimental é o sentimento o que ten a iniciativa para

a idea. O sentimento é o que dirixe ó espírito e o que constitúe o *primum movens* da ciencia. O xenio maniféstase como un sentimento sutil que presente dun xeito acertado as leis dos fenómenos da natureza; pero non se pode esquecer que o acerto do sentimento e a fecundidade da idea só poden ser establecidas e probadas mediante a experimentación.

§ V.— Da inducción e da deducción no razoamento experimental

Despois de tratar en todo o que precede da influencia da idea experimental, examinemos agora cómo o método, impondo a forma dubitativa do razoamento, debe dirixila dun xeito seguro na pescuda da verdade.

Dixemos noutro lugar que o razoamento experimental se exerce sobre fenómenos observados, é dicir sobre observacións, pero en realidade aplícase ás ideas que as características destes fenómenos espertan no noso espírito. O principio do razoamento experimental será, polo tanto, unha idea que trata de se introducir nun razoamento experimental para sometela ó criterio dos feitos, é dicir ó criterio experimental.

Hai dúas formas de razoamento: unha é a forma investigativa ou *interrogativa* usada polo home que non sabe e que desexa instruírse; outra é a forma *demostrativa* ou afirmativa da que se serve o home que sabe ou cre saber, e que quere instruír a outros.

Os filósofos diferenciaron estas dúas formas de razoamento con nomes de razoamento *inductivo* e razoamento *deductivo*. Admiten, aínda, dous métodos científicos, o método *inductivo* ou a *inducción*, propia das ciencias físicas experimentais, e o método *deductivo* ou a *deducción*, pertencente, en especial, ás ciencias matemáticas.

En consecuencia, a forma especial de razoamento experimental de que nos debemos ocupar será a *inducción*.

Defínese a inducción dicindo que é un procedemento do espírito que vai do particular ó xeral, mentres que a deducción sería o procedemento inverso que iría do xeral ó particular. Non pretendo entrar nunha discusión filosófica que estaría aquí fóra de lugar e da miña competencia; pero, na miña calidade de experimentador, limitareime a dicir que me parece moi difícil xustificar na práctica esta distinción e separar netamente a inducción da deducción. Se o pensamento do experimentador procede ordinariamente partindo de observacións particulares para chegar a principios, a leis ou a proposicións xerais, tamén procede necesariamente dende proposicións xerais ou leis para chegar a feitos particulares que deduce lóxicamente de tales principios. Pero cando a certeza do principio non é absoluta hase valer dunha deducción provisoria que fai necesaria a verificación experimental. O único que fan tódalas aparentes variedades de razoamento é adaptarse á natureza do tema que se trata e á súa maior ou menor complexidade. Pero, en todo caso, o pensamento humano funciona mediante o siloxismo; non pode actuar doutra maneira.

Ó igual que na marcha natural do corpo só se pode avanzar pousando un pé antes doutro, no proceso natural do pensamento só se pode avanzar poñendo unha idea antes doutra. Isto quere dicir, noutros termos, que tanto o pensamento como o corpo precisan un primeiro punto de apoio. O punto de apoio do corpo é o chan que o pé percibe; o punto de apoio do espírito é o coñecido, é dicir unha verdade ou un principio do que o espírito é consciente. O home só pode aprender indo do coñecido ó descoñecido; pero, como por outra banda, non posúe a ciencia infusa de nacemento e como só sabe o que aprende, semella que estamos nun círculo vicioso no que o home está condenado a non poder coñecer ren. Isto sería certo se o home non posuíra na súa razón o sentido das interrelacións e do determinismo que veñen se-lo criterio da verdade, pero en todo caso, só pode obte-la verdade ou achegarse a ela mediante o razoamento e a experimentación.

En principio non sería exacto dicir que a *deducción* só pertence ás matemáticas e a *inducción* exclusivamente ás outras ciencias. As dúas formas de razoamento *investigativo* (inductivo) e *demostrativo* (dedutivo) pertencen a tódalas ciencias posibles, porque en todas elas hai cousas que non se coñecen e cousas que se coñecen ou que cremos coñecer.

Cando os matemáticos estudian materias que non coñecen, inducen como fan os físicos, os químicos ou os fisiólogos. Para demostra-lo que digo abondará con cita-las palabras dun grande matemático.

Velaquí como se expresa Euler nunha memoria titulada: *De inductione ad plenam certitudinem evehenda*:

Notum est plerumque numerum proprietates primum per solam inductionem observatas, quas deinceps geometræ solidis demonstrationibus confirmare elaboraverunt; quo negotio in primis Fermatius summo studio et satis felici successu fuit occupatus¹³.

Os principios ou as teorías que serven de fundamento a unha ciencia, sexa a que sexa, non veñen caídos do ceo; foi necesario chegar a eles mediante un razoamento investigativo, inductivo ou interrogativo ou como se lle queira chamar. Primeiro houbo que observar algo que aconteceu dentro ou fóra de nós. Nas ciencias hai, dende o punto de vista experimental, ideas que denominamos *a priori* porque son o punto de partida dun razoamento experimental (ver p. 85 e seguintes), pero dende o punto de vista da ideoxénese, en realidade son ideas *a posteriori*. Nunha palabra, a *inducción* debeu se-la forma xeral de razoamento primitivo, e as ideas que os filósofos e os sabios toman habitualmente por ideas *a priori* son, no fondo, ideas *a posteriori*.

¹³ Euler, *Acta academiciæ scientiarum imperialis Petropolitanæ, pro anno MDCCLXXX, pars posterior*, p. 38, § 1.

Entre o matemático e o naturalista non hai diferencias cando están á pescuda de principios. Uns e outros inducen, fan hipóteses e experimentan, é dicir, tentan verifica-la exactitude das súas ideas. Pero cando o matemático e o naturalista chegan ós seus principios, entón, diferéncianse nidiamente. En efecto, tal como dixeran noutro lugar, o principio do matemático vólvese absoluto por que non se aplica á realidade obxectiva se non a relacións de cousas consideradas en condicións en extremo simples que o matemático escolleu e creou, dalgunha maneira, no seu espírito. Agora ben, tendo a seguridade de que no razoamento non interveñen máis condicións que as predeterminadas, o principio permanece absoluto, consciente e axeitado ó espírito, e a deducción lóxica é igualmente absoluta e certa; non hai necesidade de verificación experimental porque abonda coa lóxica.

A situación do naturalista é moi diferente; a proposición xeral á que se chega, ou o principio no que se apoia, é relativo e provisorio porque representa relacións complexas que non ten a certeza de coñecer na súa totalidade. Xa que, o principio é inseguro, porque é inconsciente o non vencellado ó espírito, e xa que as deduccións por moi lóxicas que sexan son dubidosas, cómpre invoca-los resultados experimentais para comproba-la conclusión do razoamento deductivo. Esta diferenza entre os matemáticos e os naturalistas é capital dende o punto do vista do grao de certeza dos seus principios e das conclusións que se poden tirar; pero o mecanismo do razoamento deductivo é exactamente igual para ámbolos dous. Os dous parten dunha proposición onde o matemático di: *Dado este punto de partida* resulta necesariamente tal caso particular. O naturalista ten que dicir: *Se este punto de partida é certo* a consecuencia será tal caso particular.

Cando o matemático e o naturalista parten dun principio, ámbolos dous usan a *deducción*. Os dous razoan facendo un siloxismo; pero para o naturalista trátase dun siloxismo do que

a conclusión é dubidosa e que necesita comprobarse, porque o seu principio é inconsciente. Cando se razoa sobre fenómenos naturais só se pode usa-lo razoamento experimental ou dubitativo. Cando se quere desbota-la dúbida e se omite a experimentación non haberá ningún criterio para saber se estamos no certo ou no falso, porque, repito, o principio é inconsciente e cómpre recorrer ós nosos sentidos.

De todo o dito eu concluiría que *inducción* e *deducción* pertencen a tódalas ciencias. Non penso que constitúan realmente dúas formas de razoamento esencialmente distintas. O espírito humano ten, por natureza, o sentido ou a idea dun principio que rexe os casos particulares. Procede instintivamente dun principio adquirido ou que se formula como hipótese; pero só pode avanzar no razoamento mediante siloxismo, é dicir indo do xeral ó particular.

En fisioloxía, un órgano determinado funciona sempre mediante un único mecanismo e só cando se cambian as condicións ou o medio a súa función adquire aspectos diferentes; pero no fondo, a súa natureza é a mesma. Penso que para o espírito só hai una maneira de razoar do mesmo xeito que o corpo so ten una forma de camiñar. Só cando un home avanza sobre un terreo firme e chan ó longo dun camiño dereito que coñece e pode ver en toda a súa extensión é quen de camiñar cara ó seu destino con paso seguro e lixeiro. Pero se, en troques, segue un camiño retorto na escuridade e nun terreo crebado e descoñecido terá medo dos cavorcos e só avanzará paseniño e con moito tento. Antes de dar un segundo paso terase que asegurar de que o pé que pousou primeiro está nun sitio seguro e despois seguir a avanzar comprobando a cada intre, por medio da experiencia, a firmeza do chan e cambiando a dirección da marcha dependendo do que atope. É o caso do experimentador que nas súas investigacións non debe ir alén do feito, sen risco de extraviarse. Nos dous exemplos precedentes o home avanza en terreos diferentes e en condicións variables, pero camiña mediante o

mesmo procedemento fisiolóxico. Do mesmo xeito, cando o experimentador deduza conclusións simples de fenómenos precisos e segundo principios coñecidos e establecidos, o razoamento desenvolverase de maneira certa e inequívoca, pero, cando se atope con resultados complexos e só teña o apoio de principios dubidosos e provisorios, o mesmo experimentador deberá, entón, avanzar con tino e someter á experimentación tódalas ideas que vaian xurdindo. Pero, nestes dous casos, o espírito razoará sempre igual e mediante o mesmo procedemento fisiolóxico, coa diferenza de que partirá dun principio máis ou menos certo.

Cando un fenómeno calquera da natureza nos chama a atención, podemos facernos unha idea da causa que o determina. O home, na súa ignorancia primitiva, supoñía ás divindades vencielladas ós fenómenos. Hoxe o sabio admite forzas e leis; sempre hai algo que rexe o fenómeno. A idea que xorde cando observamos un fenómeno chámase idea *a priori*. Agora ben, hamos de doado mostrar máis adiante que esta idea *a priori*, que agroma en nós en relación cun feito particular, contén implicitamente, e sen nós o saber, un principio ó que referímo-lo feito particular. De xeito que, cando cremos ir dun caso particular a un principio, é dicir inducir, o que realmente facemos é deducir; só o experimentador se guía segundo un principio suposto ou provisorio que modifica a cada pouco, porque busca nunha escuridade máis ou menos completa. Ó ir reunindo feitos, os principios fanse cada vez máis xerais e máis seguros, e entón adquirímo-la certeza nas nosas deducións. Pero, sen embargo, nas ciencias experimentais o principio debe ficar como provisorio porque xamais témo-la certeza de que só abrangue os feitos e as condicións que coñecemos. Nunha palabra, sempre deducimos por hipóteses, deica a comprobación experimental. Un experimentador endexamais se atopará no caso dos matemáticos, precisamente porque o razoamento experimental é, pola súa natureza, dubitativo. Agora, de querelo, poderase chamar

inducción ó razoamento dubitativo do experimentador e *deducción* ó razoamento afirmativo do matemático; pero esta será unha distinción relativa á certeza ou incerteza do punto de partida do razoamento e non á forma de razoar.

§ VI.— Da dúbida no razoamento experimental

Podería resumi-lo parágrafo precedente dicindo que na miña opinión só hai unha forma de razoamento: a deducción por siloxismo. O noso espírito, anque queira, non podería razoar doutra maneira, e, de darse o caso, eu podería intentar demostralo con argumentos fisiolóxicos. Pero para atopala verdade científica, no fondo importa pouco saber cómo razoa o noso espírito; abonda con deixalo razoar naturalmente, e en tal caso sempre partirá dun principio para chegar a unha conclusión. O único que imos facer aquí, é insistir nunha norma que previrá ó espírito contra as innumerables causas de erro que se poden atopar na aplicación do método experimental.

Esta norma xeral, que é unha das bases do método experimental, é a dúbida e exprésase dicindo que a conclusión do noso razoamento sempre debe permanecer dubitativa cando o punto de partida ou o principio non é unha verdade absoluta. Agora ben, vimos de ver que só hai verdade absoluta nos principios matemáticos; no caso dos fenómenos naturais os principios dos que partimos, o mesmo que as conclusións as que chegamos, só representan verdades relativas. A dificultade do experimentador estará en crer que coñece o que non coñece, e en considerar verdades absolutas as que só son verdades relativas. Deste xeito, a regra única e fundamental da investigación científica redúcese á dúbida, tal como xa o proclamaron grandes filósofos nas súas obras.

O razoamento experimental é precisamente o contrario do razoamento escolástico. A escolástica ten sempre un punto de partida fixo e indubidable e se non o pode atopar nas cousas

exteriores nin na razón recorre a unha fonte *irracional* calquera: unha revelación, unha tradición ou unha autoridade convencional ou arbitraria. Unha vez establecido o punto de partida, a escolástica ou a sistemática deducen loxicamente tódalas conclusións, mesmo invocando a observación ou a experiencia dos feitos, como argumento, cando son favorables; a única condición é que o punto de partida ficará inmutable e non variará dependendo dos resultados experimentais e das observacións, se non que, polo contrario, os feitos serán interpretados de maneira que se adapten a él. O experimentador, contrariamente, non admite xamais a inmutabilidade do punto de partida; o seu principio é un postulado do que deduce loxicamente tódalas conclusións, pero sen o considerar absoluto e fóra do ámbito da comprobación experimental. Os corpos simples dos químicos non son simples deica se demostra o contrario. Tódalas teorías que serven de punto de partida ó físico, ó químico, e con máis razón ó fisiólogo, só son verdadeiras deica se descubre que hai feitos non contemplados nelas ou que as contradicen. Mentres existen feitos contradictorios claramente establecidos o experimentador, lonxe de manterse inflexible contra a experiencia para salvagarda-lo seu punto de partida como fan a escolástica e a sistemática, apresúrase, polo contrario a modifica-la sua teoría, porque sabe que é o único xeito de avanzar e de facer progresa-las ciencias. Polo tanto, o experimentador sempre dubida, mesmo do seu punto de partida; ten o espírito necesariamente modesto e flexible e acepta a contradicción coa única condición de que estea probada. A escolástica ou a sistemática, que son o mesmo, xamais dubidan do seu punto de partida que é a única referencia; o seu espírito é orgulloso e intolerante e non acepta a contradicción, porque non admite que o seu punto de partida poida mudar. O que separa ó sabio sistemático do sabio experimentador é que o primeiro impón a súa idea, mentres que o segundo só a ofrece polo que vale. Finalmente, outra característica esencial que distingue o

razoamento experimental do razoamento escolástico é a fecundidade de un e a esterilidade do outro. Precisamente o escolástico que cre posuí-la verdade absoluta non chega a ningures: isto explícase porque, debido ó seu principio absoluto, sitúase fóra da natureza na que todo é relativo. Contrariamente, o experimentador, que dubida sempre e que non cre posuí-la certeza absoluta en nada é o que chega a domina-los fenómenos que o rodean e a estende-lo seu poder sobre a natureza. O home *pode máis do que sabe*¹⁴, e o poder que lle dá a verdadeira ciencia experimental é mostrarlle o que ignora. Ó sabio impórtalle pouco posuí-la verdade absoluta sempre que teña o coñecemento da interrelación dos fenómenos. O noso espírito é, en efecto, tan limitado que non podemos coñecer nin o comezo nin a fin das cousas; pero podemos comprende-lo medio, é dicir, o que temos preto ó noso arredor.

O razoamento sistemático ou escolástico é natural para o espírito inexperimentado e orgulloso; só mediante o estudio experimental coidadoso da natureza se chega a acada-lo espírito dubitativo do experimentador. Para isto cómpre moito tempo e, entre os que cren segui-la vía experimental na fisioloxía e na medicina, aínda hai, como veremos máis adiante, escolásticos abondo. Pola miña parte estou convencido que só o estudio da natureza pode dar ó sabio o verdadeiro sentido da ciencia. A filosofía, que considero unha excelente ximnasia do espírito, ten, para a súa desgracia, tendencias sistemáticas e escolásticas que poden ser prexudiciais para o sabio propiamente dito. Por outra banda, ningún método pode substituí-lo estudio da natureza que é o que fai o verdadeiro sabio; sen este estudio, todo o que os filósofos poidan dicir e todo o que eu puidera repetir inspirado neles, sería inaplicable e estéril.

Non penso, pois, como xa dixen antes, que exista gran proveito para o sabio en discuti-la definición de inducción e de deducción, se non é máis que por sabermos cal dos dous

¹⁴ En cursiva no orixinal: *peut donc plus qu'il ne sait.* (N. do T.).

procedementos adoptamos. Sen embargo a inducción baconiana fíxose célebre e resultou fundamento de toda a filosofía científica. Bacon é un grande xenio e a súa idea da grande restauración das ciencias é unha idea sublime, pero a pesar seu é seducido e arrastrado pola lectura do *Novum Organum* e do *Augmentum scientiarum*. Fica fascinado diante desta amalgama de escintileos científicos revestidos das máis elevadas formas poéticas. Bacon decatouse da esterilidade da escolástica; comprendeu e presentiu toda a importancia da experimentación para o porvir das ciencias. Sen embargo Bacon non era un sabio, e non entendeu o método experimental. Abondaría, para probalo, con cita-los desafortunados ensaios que escribiu. Bacon recomenda fuxir das hipóteses e das teorías¹⁵, sen embargo vimos que son auxiliares do método, indispensables como os andamios para construír unha casa. Bacon tivo, como adoita acontecer, admiradores esaxerados e detractores. Sen poñerme nin dun nin doutro lado, direi que, sen deixar de recoñece-la xenialidade de Bacon, non penso como J. de Maistre¹⁶, que dotara á intelixencia humana dun instrumento novo, e paréceme, ó igual que ó Sr. de Rémusat¹⁷, que a inducción non se diferencia do siloxismo. Por outra parte penso que os grandes experimentadores apareceron antes que as normas de experimentación do mesmo xeito que os grandes oradores precederon ós tratados de retórica. En consecuencia, non me parece lexítimo dicir, mesmo falando de Bacon, que inventou o método experimental; método que Galileo e Torricelli practicaran tan admirablemente e do que Bacon xamais se serviu.

Cando Descartes¹⁸ parte da dúbida universal e rexeita a autoridade, propón normas moito máis prácticas para o experimentador

¹⁵ Bacon, *Oeuvres*, édition par F. Riaux, *Introduction*, p. 30.

¹⁶ J. de Maistre, *Examen de la philosophie de Bacon*.

¹⁷ De Rémusat, *Bacon, sa vie, son temps et sa philosophie*, 1857.

¹⁸ Descartes, *Discours sur la méthode*.

que as que dá Bacon para a inducción. En efecto, vimos como únicamente a dúbida provoca a experimentación; é a dúbida, en definitiva, a que determina a forma do razoamento experimental.

Sempre que se trate da medicina e das ciencias fisiolóxicas, é importante determinar axeitadamente ata qué punto hai que levar a dúbida para distinguila do escepticismo e para mostrar que a dúbida científica vén ser un elemento de maior certeza. O escéptico é o que non cre na ciencia e cre en si mesmo; cre abondo en si mesmo para ousar nega-la ciencia e afirmar que non está sometida a leis fixas e determinadas. O dubitativo é o verdadeiro sabio; só dubida de si mesmo e das súas interpretacións, pero cre na ciencia; admite, mesmo nas ciencias experimentais, un criterio ou un principio científico absoluto. Este principio é o *determinismo* dos fenómenos que é absoluto tanto nos fenómenos dos corpos vivos como nos dos corpos inertes. Máis adiante (p. 134) volveremos sobre este punto.

Como conclusión deste parágrafo, podemos dicir que en todo razoamento experimental, hai dúas posibilidades: ou a hipótese do experimentador é invalidada ou é confirmada coa experimentación. Cando a experimentación invalida a idea preconcebida, o experimentador debe rexeitar ou modifica-la sua idea. Pero mesmo cando a experimentación confirma plenamente a idea preconcebida, o experimentador debe dubidar aínda; porque como se trata dunha verdade inconsciente, a razón aínda lle esixe unha contraproba.

§ VII.— Do principio do criterio experimental

Vimos de dicir que cómpre dubidar, pero non ser escéptico. En efecto, o escéptico que non cre en nada, non ten base para establece-lo seu criterio, e en consecuencia atópase na imposibilidade de contribuír ó avance da ciencia; a esterilidade do seu triste espírito é o resultado, ó mesmo tempo, dos defectos do seu sentimento e da imperfección da súa razón. Despois de

sentar como principio que o investigador debe dubidar, engadimos que se limitará a poñer en dúbida o que lle di o seu sentimento ou as súas ideas en tanto que *experimentador*, ou a validez dos medios de investigación, en tanto que *observador*, pero endexamais dubidará do determinismo, que é o principio da ciencia experimental. Volvamos en poucas palabras sobre este punto fundamental.

O experimentador debe dubidar do seu sentimento, é dicir, da idea *a priori* ou da teoría que lle serve de punto de partida, porque é norma de obrigado cumprimento somete-la súa idea ó criterio experimental para comproba-lo seu valor. Pero ¿cal é exactamente a base deste *criterio experimental*? Esta pregunta poderá semellar superflua despois de dicir e repetir, como todo o mundo, que son os *feitos* os que xulgan a idea e nos dan a experiencia. Díse que os feitos son auténticos e cómpre tomalos como referencia dun xeito completo e exclusivo. *Isto é un feito*, un feito cru, repítese a cotío; non hai ren que razoar, cómpre someterse. Admito sen dubidalo que os feitos son as únicas realidades que poden dá-la forma á idea experimental e ó mesmo tempo servirlle de comprobación; pero coa condición de que a razón os acepte. Penso que a *crenza* cega no feito, que pretende facer cala-la razón, é tan perigosa para as ciencias experimentais como a *crenza* no sentimento ou a fe que tamén lle impoñen silencio á razón. Nunha palabra, no método experimental, como en todo, *o único criterio xusto é a razón*.

Un feito en si mesmo non é ren, só ten valor pola idea a el vencellada ou pola proba que fornece. Dixemos noutro lugar que cando se cualifica un feito novo de *descubrimiento*, non é o feito en si mesmo o que constitúe o descubrimento, senón a idea nova que deriva del; do mesmo xeito, cando un feito proba, non é o feito en si mesmo o que proporciona a *proba*, se non a relación racional que se establece entre o fenómeno e a súa causa. Esta relación é a verdade científica e agora trataremos de precisala axeitadamente.

Lembremos cómo caracterizámo-las verdades matemáticas e as verdades experimentais. Dixemos que as verdades matemáticas unha vez adquiridas son conscientes e absolutas porque as condicións *ideais* da súa existencia sonnos igualmente conscientes e coñecidas dun xeito absoluto. As verdades experimentais, en troques, son inconscientes e relativas porque as condicións *reais* da súa existencia son inconscientes e, no estado actual da nosa ciencia, só podemos coñecelas dun xeito relativo. As verdades experimentais que son a base do noso razoamento están tan mergulladas na realidade complexa dos fenómenos naturais que só se nos presentan en anacos, pero aínda así non están menos fundamentadas en principios absolutos porque, ó igual que os das verdades matemáticas, teñen como destino a nosa consciencia e a nosa razón. En efecto, o principio absoluto das ciencias experimentais é un *determinismo necesario* e consciente das condicións dos fenómenos. Diante dun fenómeno natural dado, sexa cal sexa, un experimentador xamais admitirá que se produza unha variación na expresión de tal fenómeno sen que varíen as condicións nas que se produce a dita expresión; ademáis ten a *priori* a certeza de que estas variacións están determinadas por interrelacións rigorosas e matemáticas. A experimentación só nos mostra a forma dos fenómenos; pero a relación dun fenómeno cunha causa determinada é necesaria e independente do experimento e obrigatoriamente matemática e absoluta. Chegamos deste xeito a ver cómo o principio do *criterio* das ciencias experimentais é, no fondo, idéntico ó das ciencias matemáticas, xa que tanto nunhas como nas outras este principio exprésase por unha interrelación necesaria e absoluta entre as cousas. Só que nas ciencias experimentais estas interrelacións están rodeadas de abundantes fenómenos, complexos e variados deica o infindo, que as furtan á nosa mirada. Coa axuda da experimentación analizamos e disociamos estes fenómenos co obxecto de os reducir a relacións e a condicións cada vez máis simples. Queremos, deste

xeito, descubri-la forma da verdade científica, é dicir, acha-la lei que nos dará a chave de tódalas variacións dos fenómenos. Esta análise experimental é o único medio que temos para pescuda-la verdade nas ciencias naturais e o *determinismo absoluto* dos fenómenos, de que temos consciencia *a priori*, é o único criterio ou o único principio que nos dirixe e nos axuda. Malia o noso esforzo aínda estamos lonxe desta verdade absoluta; e é probable, nomeadamente nas ciencias biolóxicas, que endexamais sexamos quen de vela na súa nudez. Pero non por isto debemos desanimarnos, porque imos achegándonos a diario; e por outra parte, coa axuda dos nosos experimentos, apreixamos interrelacións de fenómenos que, anque parciais e relativas, nos permiten estender cada vez máis o noso poder sobre a natureza.

Do que antecede resulta que, se nun experimento se presenta un fenómeno cunha aparencia tan contradictoria que non pode ser relacionado necesariamente cunhas condicións existentes determinadas, a razón deberá *rexeita-lo feito* como feito non científico. Cumprirá agardarmos ou buscarmos, por medio de experimentos específicos, a causa do erro que puido coarse na observación. En efecto, hai que admitir que houbo un erro ou unha insuficiencia na observación; porque a aceptación dun feito sen causa, é dicir, indeterminable nas condicións existentes, non é nin máis nin menos que a negación da ciencia. De maneira que en presenza dun feito tal un sabio endexamais debe dubidar; debe crer na ciencia e dubidar dos seus medios de investigación. Perfeccionará, polo tanto, os seus medios de investigación e esforzarase en saír da escuridade; pero xamais terá a tentación de nega-lo *determinismo* absoluto dos fenómenos, porque é precisamente o sentido deste determinismo o que caracteriza ó verdadeiro sabio.

A miúdo preséntanse en medicina feitos mal observados e indeterminados que supoñen verdadeiros atrancos para a ciencia, en tanto que un se enfronta a eles dicindo: *É un feito*, cómpre admitilo. A ciencia racional fundada, tal como dixemos,

nun determinismo necesario, en ningún caso debe rexeitar un feito exacto e ben observado; pero segundo o mesmo principio, non deberá enredarse con feitos recollidos sen precisión, faltos de significado e que poden ser armas de dobre fío axeitadas para apoiar ou invalida-las opinións máis diversas. Nunha palabra, a ciencia desbota o *indeterminado*, e cando en medicina se fundamentan as opinións no arte médico, na inspiración ou na intuición máis ou menos vaga estase fóra da ciencia e dáse exemplo desa medicina de fantasía que pode presenta-los máis grandes perigos ó deixa-la saúde e a vida dos pacientes ós antollos dun ignaro inspirado. A verdadeira ciencia ensina a dudar e a absterse cando se ignora.

§ VIII.— Da proba e da contrapoba

Dixemos máis arriba que un experimentador que confirma a súa idea por medio da experimentación, aínda debe dudar e desexar unha contrapoba.

En efecto, para concluír con seguridade que unha condición dada é a causa inmediata dun fenómeno, non abonda con probar que tal condición precede ou acompaña sempre ó fenómeno; cómpre, aínda, establecer que, suprimindo dita condición, o fenómeno non se produce. Se nos limitamos á única proba da presenza poderíamos caer doadamente no erro de pensar nunha relación causa-efecto cando só hai coincidencia. As coincidencias son, como veremos máis adiante, un dos atrancos máis graves cos que se atopa o método experimental nas ciencias complexas como a bioloxía. É o *post hoc, ergo propter hoc* dos médicos polo que é doado deixarse arrastrar, sobre todo se o resultado da experimentación ou da observación favorece unha idea preconcebida.

A contrapoba vén se-la característica esencial e necesaria da conclusión do razoamento experimental. É a expresión da dúbida filosófica levada ó límite. A contrapoba decide se está

presente a relación causa efecto que buscamos nos fenómenos. Para isto, suprime a causa admitida co fin de comprobar se persiste o efecto, apoiándose no antigo e absolutamente verdadeiro adaxio: *Sublata causa, tollitur effectus*. É o que aínda se chama *experimentum crucis*.

Cómpre non confundi-la *contra-experiencia* ou contraproba co que se chama *experimento comparativo*. Este, tal como veremos máis adiante, non é máis que unha observación comparativa á que se recorre en circunstancias complicadas co fin de simplifica-los fenómenos e de prever causas de erro inesperadas; en troques, a contraproba é un contra-xuízo dirixido á conclusión experimental da que é un dos termos necesarios. En efecto, na ciencia endexamais hai certeza coa proba sen a contraproba. A análise non pode probarse de maneira absoluta máis que coa síntese que a demostra fornecendo a contraproba; da mesma maneira, unha síntese previa debería ser demostrada mediante a análise. O sentimento que reclama esta contraproba experimental necesaria constitúe o pensamento científico por excelencia. Este é común para os físicos e os químicos; pero está lonxe de ser ben comprendido polos médicos. Cando en fisioloxía e en medicina se ven dous fenómenos relacionados que se suceden nunha orde constante, o máis frecuente é que se admita que o primeiro é a causa do segundo. Este será un xuízo falso nun grande número de casos; as táboas estatísticas de presenza ou ausencia non son demostracións experimentais. Nas ciencias complexas como a medicina, cómpre facer uso ó mesmo tempo do experimento comparativo e da contraproba. Hai médicos que temen a contraproba e foxen dela; des que teñen observacións que van no sentido das súas ideas xa non queren buscar feitos contradictorios por medo de veren esvaer-se as súas hipóteses. Xa dixemos que isto é dun espírito cativo: cando se quere atopa-la verdade, só se poden asentar solidamente as ideas tratando de destruí-las conclusións propias mediante as contra-probas. Agora ben, a única proba de que un

fenómeno actúa como causa en relación con outro é que, suprimindo o primeiro, cesa o segundo.

Non insisto máis aquí sobre o principio do método experimental porque máis tarde terei ocasión de volver sobre este punto para dar exemplos particulares que desenvolverán o que penso. Resumirei dicindo que o investigador debe levar sempre a súa investigación ata a contraproba; sen isto o razoamento experimental non estará completo. A contraproba é o que demostra o determinismo necesario dos fenómenos e só ela e quen de satisface-la razón á que como xa se dixemos é necesario eleva-lo verdadeiro criterio científico

O razoamento experimental, que no que precede examinamos nos seus diferentes termos, propónse o mesmo fin en todas as ciencias. O experimentador quere chegar ó *determinismo*, é dicir, trata de vencellar coa axuda do razoamento e da experiencia os fenómenos naturais ás súas condicións de existencia ou, dito doutra maneira, ás súas causas próximas. Por este medio chega á lei que lle permite ser dono do fenómeno. Toda a filosofía natural resúmese nesto: *Coñece-la lei dos fenómenos*. Todo o problema experimental redúcese a isto outro: *Prever e dirixi-los fenómenos*. Pero este dobre fin só se pode acadar nos seres vivos por medio de certos principios especiais de experimentación que sinalaremos nos capítulos que seguen.

SEGUNDA PARTE

DA EXPERIMENTACIÓN NOS SERES VIVOS

CAPÍTULO I

CONSIDERACIÓNS EXPERIMENTAIS COMÚNS

ÓS SERES VIVOS E ÓS CORPOS INERTES

§.I – A espontaneidade dos seres vivos non é impedimento para o seu estudio experimental

A espontaneidade de que gozan os seres dotados de vida foi unha das principais obxeccións que se esgrimiron en contra da aplicación da experimentación nos estudos biolóxicos. En efecto, o ser vivo semella provisto dunha forza interior que determina manifestacións vitais tanto máis independentes das influencias cósmicas xerais canto máis alto estea na escala zoolóxica. Por exemplo, nos animais superiores e no home esta forza vital semella quen de subtrae-lo ser vivo das influencias físicoquímicas xerais e de facelo moi dificilmente accesible á experimentación.

Os corpos inertes non mostran ren semellante e, calquera que sexa a súa natureza, están completamente faltos de espontaneidade. Como consecuencia, a manifestación das súas propiedades está vencellada dunha maneira absoluta ás condicións físicoquímicas do medio que ó investigador lle é doado controlar e modificar segundo lle conveña.

Por outra banda, os fenómenos presentes nos seres vivos mostran unha harmonía recíproca tal que semella imposible separar unha parte do organismo sen inducir, de contado, a desorde no conxunto. De xeito particular, a exquisita sensibilidade dos animais superiores é causa de reaccións e perturbacións aínda máis considerables.

Moitos médicos e fisiólogos especulativos, ó igual que moitos anatómicos e naturalistas, aproveitaron estes argumentos

para erguerse en contra da experimentación nos seres vivos. Admiten que a forza vital está en oposición coas forzas fisico-químicas dominando tódolos fenómenos vitais e someténdoo á leis especialísimas que fan do organismo un conxunto estruturado que o experimentador non pode tocar sen destruí-lo carácter da propia vida. Mesmo chegaron a dicir que, dende este punto de vista, os corpos inertes e os seres vivos diferéncianse radicalmente, de tal xeito que a experimentación é aplicable a uns pero non ós outros. Cuvier, partidario desta opinión, e que mantén que a fisioloxía debe ser unha ciencia de observación e de dedución anatómica, exprésase así: “Tódalas partes dun corpo vivo están vencelladas; non poden funcionar a non ser que actúen xuntas: querer separar unha do conxunto é levala á orde das substancias mortas, é mudarlle por completo a esencia¹⁹”.

Se as obxeccións precedentes tivesen fundamento habería que recoñecer que, ou non hai determinismo nos fenómenos vitais, o que sería nega-las ciencias biolóxicas, ou que a forza vital debe ser estudiaa mediante procedementos particulares e que as ciencias da vida deben alicerzar en principios diferentes ós das ciencias dos corpos inertes. Estas ideas que gozaron de creto en outros tempos, esmorecen hoxe, máis cada día. Sen embargo, cómpre extirpármolos derradeiros xermolos porque o que aínda queda en certos espíritos, destas ideas chamadas vitalistas, constitúe un verdadeiro atranco ó progreso da medicina experimental.

Propóño-me establecer que a ciencia dos fenómenos da vida non pode ter bases distintas ás da ciencia dos fenómenos dos corpos inertes e que, dende este punto de vista, non existe diferenza entre os principios das ciencias biolóxicas e os das ciencias fisicoquímicas. En efecto, tal como dixemos denantes, o obxectivo do método experimental é sempre o mesmo; consiste

¹⁹ Carta a J. C. Mertrud, p. 5. ano VIII.

en relacionar, mediante a experiencia, os fenómenos naturais coas súas condicións de existencia ou coas súas causas próximas. Coñecendo estas condicións no eido da bioloxía, o fisiólogo poderá goberna-las manifestacións dos fenómenos vitais do mesmo xeito que o físico e o químico gobernan os fenómenos naturais dos que coñecen as leis; pero non por isto o experimentador actuará sobre a vida.

O que ocorre é que hai un determinismo absoluto en tódalas ciencias porque os fenómenos veñen forzosamente determinados por condicións fisicoquímicas e o sabio pode modificalas para controla-lo fenómeno, é dicir impedir ou favorece-la súa manifestación. Isto non se discute no caso dos corpos inertes. Hei demostrar que acontece o mesmo no caso dos seres vivos e que, tamén nestes, existe o determinismo.

§ II.— As manifestacións das propiedades dos seres vivos dependen da existencia de certos fenómenos fisicoquímicos que regulan a súa aparición

A manifestación das propiedades dos corpos inertes depende de condicións ambientais de temperatura e humidade, mediante as que o experimentador pode gobernar directamente o fenómeno mineral. Á primeira vista, os seres vivos non semellan seren tan susceptibles á influencia das condicións fisicoquímicas do ambiente, pero supoñer que o animal posúe e mantén en si mesmo as condicións de calor e de humidade necesarias para as manifestacións dos seus fenómenos vitais é só unha fantasía. Segundo esta o corpo inerte subordinado a tódalas condicións cósmicas atópase encadeado a tódalas variacións destas, mentres que os seres vivos, en troques, mantéñense independentes e libres nas súas manifestacións; semellan animados por unha forza interior que regula tódolos seus actos e que os libera da influencia das variacións e das perturbacións fisicoquímicas ambientais. Neste aspecto as manifestacións dos

seres vivos son tan diferentes das dos corpos inertes que os fisiólogos, chamados vitalistas, admiten que nos primeiros hai unha forza vital, en loita incesante coas forzas fisicoquímicas, que neutraliza a acción destructora destas sobre o organismo vivo. Dende este punto de vista, as manifestacións vitais estarían determinadas pola acción espontánea desta particular forza vital no canto de se-lo resultado das influencias fisicoquímicas do ambiente como acontece cos corpos inertes. Pero cando se reflexiona, logo nos decatamos de que esta espontaneidade dos seres vivos non é máis que unha simple aparencia. É consecuencia de certos mecanismos perfectamente determinados; por iso será doado demostrar que as manifestacións dos seres vivos, ó igual que as dos corpos inertes, son o resultado dun determinismo necesario que as vencella a condicións de orde puramente fisicoquímica.

Hai que subliñar que esta modalidade de independencia do medio ambiente cósmico que manifesta o ser vivo só esta presente nos organismos superiores máis complexos. Nos seres inferiores con organismos elementais, como os infusorios, non hai independencia real. Estes seres só manifestan as propiedades vitais de que están dotados baixo a influencia da humidade, da luz, e da calor exterior. Pero des que falta unha ou varias destas condicións, a manifestación vital detense axiña, porque cesa o fenómeno fisicoquímico que lle é paralelo. Nos vexetais, as manifestacións dos fenómenos vitais tamén están vencelladas a condicións de calor, humidade e luz do medio ambiente. Aínda acontece o mesmo nos animais de sangue frío; os fenómenos vitais adormecen ou actívanse dependendo das mesmas condicións. Agora ben, as condicións que provocan, aceleran ou moderan as manifestacións vitais nos seres vivos, son exactamente as mesmas que as que provocan, aceleran ou moderan as manifestacións de fenómenos fisicoquímicos nos corpos inertes. De xeito que no canto de ver, como os vitalistas, unha forma de oposición e incompatibilidade entre

as condicións das manifestacións vitais e as condicións das manifestacións fisicoquímicas, cómpre constatar, en troques, un paralelismo completo e unha relación directa e necesaria entre estas dúas ordes de fenómenos. Só nos animais de sangue quente semella existir independencia entre as condicións do organismo e as do medio ambiente; nestes animais, en efecto, a manifestación dos fenómenos vitais non sofre as alternativas e as variacións que imponen as condicións cósmicas, e semella que unha forza interior está a loitar contra estas influencias e, malia a súa presenza, mantén o equilibrio das funcións vitais. Pero en realidade non é así senón que, simplemente, como consecuencia dun mecanismo protector máis completo que imos estudar, o medio interno do animal de sangue quente equilibrase con máis dificultade co medio cósmico exterior. Consecuentemente, as influencias exteriores non ocasionan modificacións e perturbacións na actividade das funcións do organismo mentres non se dean determinadas condicións que fagan insuficiente o sistema protector do medio orgánico.

§ III.— Os fenómenos fisiolóxicos dos organismos superiores prodúcense en medios orgánicos internos perfeccionados e dotados de propiedades fisicoquímicas constantes

Para entendérmo-la aplicación da experimentación ós seres vivos é moi importante cingirse estreitamente ás nocións que desenvolvemos neste intre. Cando se examina un organismo vivo superior, é dicir complexo, ó que vemos realiza-las súas diferentes funcións no medio cósmico xeral e común a tódolos fenómenos da natureza, semella, deica un certo punto, independente deste medio. Pero esta aparencia débese a que nos facemos unha interpretación simplista dos fenómenos da vida. Os fenómenos exteriores que observamos neste ser vivo son, en realidade, moi complexos porque son o resultado dunha infinidade de propiedades íntimas de elementos orgánicos dos cales

as manifestacións están vencelladas ás condicións fisicoquímicas dos medios internos nos que están mergullados. Nas nosas explicacións suprimímo-lo medio interno porque só vémo-lo medio externo que está perante os nosos ollos. Pero a explicación verdadeira dos fenómenos da vida asenta no estudio e no coñecemento das máis tenues e delicadas partículas que constitúen os elementos orgánicos do corpo. Esta idea, formulada serodidamente en bioloxía por grandes fisiólogos, semella cada vez máis verdadeira segundo progresa a ciencia da organización dos seres vivos. O que ademais cómpre saber é que estas *partículas íntimas* do organismo só manifestan a súa actividade vital mediante unha relación fisicoquímica necesaria cos *medios íntimos* que igualmente debemos estudar e coñecer. Se polo contrario nos limitamos ó exame dos fenómenos de conxunto visibles dende o exterior, poderemos crer erradamente que no ser vivo hai unha forza propia que viola as leis fisicoquímicas do medio cósmico xeral, do mesmo xeito que un ignaro podería crer que unha máquina que voa ou que corre polo chan ten unha forza especial que viola as leis da gravitación. O organismo vivo é unha máquina admirable dotada das máis maravillosas propiedades, posta en funcionamento polos máis complexos e delicados mecanismos. Non hai forzas en oposición e en loita; na natureza só hai amaño e desamaño, harmonía e desharmonía.

Na experimentación cos corpos inertes só hai que ter en conta un medio, o medio cósmico exterior, pero nos seres vivos superiores hai que considerar polo menos dous medios: o *medio externo* ou extraorgánico e o *medio interno* ou intraorgánico. No meu curso de fisioloxía na Facultade de Ciencias explico tódolos anos estas novas ideas sobre os medios orgánicos, ideas que considero a base da fisioloxía xeral; tamén son a base da patoloxía xeral e estas mesmas nocións serán a nosa guía na aplicación da experimentación ós seres vivos. Pero, como xa dixen noutro lugar, a complexidade debida á existencia dun medio

orgánico interno é a única causa das grandes dificultades que atopamos na determinación experimental dos fenómenos da vida e na aplicación dos medios idóneos para os modificar²⁰. O físico e o químico que experimentan cos corpos inertes, tendo só que considera-lo medio externo, poden, coa axuda do termómetro, do barómetro e de tódolos instrumentos que constatan e miden as propiedades deste medio exterior, situarse sempre en condicións idénticas. No caso do fisiólogo estes instrumentos non son suficientes e, ademais, debe facelos funcionar no medio interno. En efecto, o medio interno dos seres vivos está en relación inmediata coas manifestacións vitais, normais ou patolóxicas dos elementos orgánicos. Segundo nos elevamos na escala zoolóxica complícase a organización, os elementos orgánicos son cada vez máis delicados e necesitan un medio interno máis perfeccionado. Tódolos líquidos circulantes, o plasma sanguíneo e os fluídos intraorgánicos constitúen en realidade este medio interno.

En tódolos seres vivos o medio interno, que é unha verdadeira *formación do organismo*, mantén relacións necesarias de intercambio e equilibrio co medio cósmico exterior; pero segundo o organismo se perfecciona, o medio orgánico especialízase e íllase cada vez máis do medio ambiente. Nos vexetais e nos animais de sangue frío, tal como xa dixemos, este illamento é menos completo que nos animais de sangue quente; nestes últimos o sangue posúe unha temperatura e unha composición pouco máis ou menos fixa e semellante. Pero estas condicións distintas non determinan una natureza diferente entre os diversos seres vivos; simplemente son perfeccionamentos nos mecanismos illadores e protectores dos medios. As manifestacións vitais dos animais só varían como consecuencia das variacións fisicoquímicas dos seus medios internos; por esta razón un

²⁰ Claude Bernard, *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux*. Lección inaugural, 17 dec. 1856. París, 1858, t. I.- Cours de pathologie expérimentale, *The medical Times*, 1880.

mamífero no que se arrefría o sangue, sexa por hibernación natural, ou por diversas lesións do sistema nervioso, é moi semellante, nas propiedades dos seus tecidos, a un animal de sangue frío.

En resumo, despois do que precede, é posible facérmolos unha idea da enorme complexidade dos fenómenos da vida e das dificultades case insuperables que a súa exacta determinación presenta ó fisiólogo, cando se ve obrigado a leva-la experimentación ós medios internos ou orgánicos. Estes atrancos en ningún caso deben asustarnos se estamos convencidos de irmos polo bo camiño. En efecto, en todo fenómeno vital hai un determinismo absoluto; por iso hai unha ciencia biolóxica, e, en consecuencia, tódolos estudos ós que nos entreguemos non serán inútiles. A fisioloxía xeral é a ciencia biolóxica fundamental na que converxen tódalas demais. O seu obxecto é determina-la condición elemental dos fenómenos da vida. A patoloxía e a terapéutica asentán igualmente nesta base común. A vida maniféstase no estado de saúde cando é normal a actividade dos elementos orgánicos e as enfermidades caracterízanse pola manifestación anormal dos mesmos elementos e, finalmente, a terapéutica pode actuar sobre os elementos orgánicos mediante a modificación do medio orgánico con sustancias tóxicas ou medicamentosas. Para resolver estes problemas cómpre descompoñer-lo organismo de maneira sucesiva do mesmo xeito que se desmonta unha máquina para estudar e recoñecer tódalas súas engrenaxes, o que quere dicir que, antes de chegar a experimentar cos elementos é preciso facelo primeiro cos aparellos e os órganos. Polo tanto, cómpre recorrer a un estudio analítico sucesivo dos fenómenos da vida usando o mesmo método experimental que lle serve ó físico e o químico para analizaren os fenómenos dos corpos inertes. As dificultades derivadas da complexidade dos fenómenos dos seres vivos preséntanse só na aplicación da experimentación; pero no fondo, os obxectivos e os principios do método son exactamente os mesmos.

§ IV.— O obxectivo da experimentación é o mesmo no estudio dos fenómenos dos seres vivos e no estudio dos fenómenos dos corpos inertes

Se o físico e o fisiólogo se diferencian en que un entende dos fenómenos que acontecen na materia inerte e outro dos fenómenos que teñen lugar na materia viva, non son diferentes, sen embargo, no que se refire ó obxectivo que pretenden acadar. En efecto, *un e outro propóñense como obxectivo común chegaren á causa próxima dos fenómenos que estudian*. Agora ben, o que chamamos causa próxima dun fenómeno é a condición física e material da súa existencia ou da súa manifestación. O obxectivo do método experimental ou o fin derradeiro de toda pescuda científica é, polo tanto, idéntico tanto no caso dos seres vivos como no dos corpos inertes; consiste en atopa-las relacións que vencellan un fenómeno calquera á súa causa próxima, ou dito doutra maneira, determina-las condicións necesarias para a manifestación dese fenómeno. En efecto, cando o experimentador obtén o coñecemento das condicións de existencia dun fenómeno é, en certa maneira o amo; pode predici-lo seu decurso e a súa manifestación, favorecela ou impídila segundo a súa vontade. Así, o obxectivo do experimentador está cumprido; por medio da ciencia estendeu o seu poder a un fenómeno natural.

Definiremos, xa que logo, a fisioloxía: a ciencia que ten por obxecto o estudio dos fenómenos dos seres vivos e a *determinación* das condicións materiais das súas manifestacións. A esta determinación das condicións dos fenómenos só poderemos chegar mediante o método analítico ou experimental, tanto nos seres vivos como nos corpos inertes, porque para experimentar razoamos de igual maneira en tódalas ciencias.

Para o experimentador fisiólogo non hai espiritualismo nin materialismo. Estas palabras pertencen a unha filosofía natural que envelleceu, caerán en desuso polo progreso mesmo da ciencia. Non coñeceremos endexamais nin o espírito nin a materia e, se fora este o lugar, demostraría doadamente cómo, tanto

dende un lado como do outro, logo se chega a negacións científicas, do que resulta que tódalas consideracións desta especie son ociosas e inútiles. Para nós só hai fenómenos que estudar, condicións materiais das súas manifestacións que coñecer e leis destas manifestacións que determinar.

As causas primarias non son do dominio científico e sempre ficarán fóra do noso alcance tanto nas ciencias dos seres vivos como nas ciencias dos corpos inertes. O método experimental afástase necesariamente da quimérica pescuda do principio vital; non hai nin forza vital nin forza mineral ou, se se quere, existe unha igual que a outra. A palabra *forza* que usamos só é unha abstracción da que nos valem para comodidade da linguaxe. Para o mecánico a forza é a relación entre un movemento e a súa causa. Para o físico o químico e o fisiólogo, no fondo é o mesmo. Se a esencia das cousas debe permanecer ignorada só poderemos coñecer-las relacións entre as cousas, e os fenómenos son o resultado destas relacións. As propiedades dos seres vivos só se nos manifestan por relacións de reciprocidade orgánica. Unha glándula salivar, por exemplo, só existe porque está en relación co aparato dixestivo e porque os seus elementos histolóxicos manteñen determinadas relacións entre si e co sangue; se pensamos na supresión de todas estas relacións illando, mentalmente, os elementos deste órgano, uns dos outros, a glándula salivar non existe.

A lei dános a relación numérica entre o efecto e a súa causa, e é este o fin no que se detén a ciencia. Cando se coñece a lei dun fenómeno, non só se coñece o determinismo absoluto da súa existencia senón tamén as manifestacións do mesmo en diferentes condicións, de maneira que se poden predici-las modificacións do fenómeno de coñecérense as circunstancias nas que se desenvolve.

Como corolario do que precede, engadiremos que o fisiólogo ou o médico non deben pensar en pescuda-la causa da vida ou a esencia das enfermidades. Sería perde-lo tempo no

perseguiemento dunha pantasma. Non hai ningunha realidade obxectiva nos termos vida, morte, saúde, enfermidade. Son expresións literarias das que nos valemos porque representan no noso pensamento o que semellan se-los fenómenos. Nisto debemos emular ós físicos e dicir como Newton, referíndose á atracción: “Os corpos caen cun movemento acelerado do que se coñece a lei: velaí o feito, velaí a realidade. Pero a causa primaria que fai cae-los corpos é absolutamente descoñecida. Pódese dicir, para representa-lo fenómeno no noso pensamento, que os corpos caen como se houbera unha forza de atracción que os chama cara o centro da terra, *quasi esset attractio*. Pero a forza de atracción non existe, non se ve, só é unha palabra para abrevia-lo discurso”. Do mesmo xeito, cando un fisiólogo invoca a forza vital ou a vida, non a ve, e o único que fai é pronunciar unha palabra; o fenómeno vital só existe coas súas condicións materiais e son estas o único que se pode estudar e coñecer.

En resumo, o obxectivo da ciencia é sempre o mesmo: coñecer-las condicións materiais dos fenómenos. Pero se o obxectivo é idéntico nas ciencias físicoquímicas e nas ciencias biolóxicas, é moito máis difícil de cumprir nestas últimas á causa da mobilidade e da complexidade dos fenómenos que nelas se atopan.

§ V.— Nas condicións de existencia dos fenómenos naturais hai un determinismo absoluto, tanto nos seres vivos como nos corpos inertes

Cómpre admitir como axioma experimental que *nos seres vivos e, igualmente, nos corpos inertes as condicións de existencia de todo fenómeno obedecen a un determinismo absoluto*. Isto quere dicir, noutros termos, que, unha vez coñecida e establecida a condición dun fenómeno, tal fenómeno debe reproducirse sempre e obrigatoriamente cando o experimentador queira. A negación desta proposición sería a negación da ciencia como

tal. En efecto, sendo a ciencia o determinado e o determinable, debe, por forza, admitirse como axioma que en condicións idénticas todo fenómeno é idéntico e que tan logo como cambien as condicións o fenómeno deixa de ser idéntico. Este principio é absoluto, tanto nos fenómenos dos corpos inertes como nos dos seres vivos, e a influencia da vida, calquera que sexa a idea que dela se teña, non será quen de o modificar. Tal como dixemos, o que se chama a forza vital é unha causa primaria análoga a tódalas demais, no senso de sernos perfectamente descoñecida. Pouco importa que se admita ou non que esta forza é esencialmente diferente das que gobernan as manifestacións dos corpos inertes se hai determinismo nos fenómenos vitais que ela rexe; sen este, sería unha forza cega e sen lei, o que é imposible. Disto conclúese que os fenómenos da vida teñen as súas leis especiais só porque existe un determinismo rigoroso nas diversas circunstancias que constitúen as súas condicións de existencia ou que provocan as súas manifestacións, o que ven se-lo mesmo. Só así, coa axuda da experimentación, tal como repetimos a miúdo, tanto no que atinxe ós fenómenos dos seres vivos como ós dos corpos inertes, poderemos chegar ó coñecemento das condicións que determinan tales fenómenos para os poder controlar.

Todo o que precede pode parecerlle elemental a aqueles que cultivan as ciencias fisicoquímicas. Pero entre os naturalistas e sobre todo entre os médicos, hai xentes que, no nome do que chaman vitalismo, emiten ideas completamente erróneas sobre o tema que nos ocupa. Pensan que o estudio dos fenómenos da materia viva non garda ningunha relación co estudio dos fenómenos da materia inerte. Consideran a vida como unha influencia misteriosa e sobrenatural que actúa de maneira arbitraria e libre de todo determinismo, e tachan de materialistas a tódolos que se esforzan en situar os fenómenos vitais en condicións orgánicas e fisicoquímicas determinadas. Son ideas falsas que non é doado arrincar cando se apoderan do pensamento; só o

progreso da ciencia fará que desaparezan. Pero as ideas vitalistas entendidas no senso que vimos de indicar son unha caste de superstición médica, unha crenza no sobrenatural. Agora ben, a crenza nas causas ocultas na medicina, chámese vitalismo ou como se queira, favorece a ignorancia e cría unha especie de charlatanismo involuntario, é dicir a crenza nunha ciencia infusa e indeterminable. O senso do determinismo absoluto dos fenómenos vitais leva, polo contrario, á ciencia real e fórne-nos da modestia que resulta da consciencia do noso cativo coñecemento e das complexidades da ciencia. Pero este sentimento é o que nos dá pulo para traballar e instruírnos e é, ó cabo, unicamente a el o que a ciencia debe tódolos seus progresos.

Estaría de acordo cos vitalistas de limitárense a recoñecer que os seres vivos manifestan fenómenos que non se dan nos corpos inertes e que, en consecuencia, son específicos. Admito, en efecto, que as manifestacións vitais non poderían ser elucidadas tendo en conta unicamente os fenómenos fisicoquímicos coñecidos dos corpos inertes. Máis adiante hei referirme ó que atinxe ó papel das ciencias fisicoquímicas na bioloxía, pero aquí soamente quero dicir que, se os fenómenos vitais teñen unha complexidade e unha aparencia diferente á dos corpos inertes, só presentan esta diferenza como resultado de condicións determinadas ou determinables que lle son propias. Polo tanto, se ben as ciencias da vida se diferencian das outras polas súas explicacións e polas súas leis especiais, non se diferencian no método científico. A bioloxía debe adopta-lo método experimental das ciencias fisicoquímicas, pero mantendo os seus fenómenos especiais e as súas leis propias.

No seres vivos, igual que nos corpos inertes, as leis son inmutables, e os fenómenos rexidos por estas leis están vencellados ás súas condicións de existencia por un determinismo necesario e absoluto. Uso aquí a palabra *determinismo* como máis conveniente que a palabra *fatalismo* tamén utilizada para expresa-la mesma idea. O determinismo das condicións dos

fenómenos vitais debe ser un dos axiomas do médico experimentador. Imbuído da verdade deste principio, desbotará, nas súas explicacións, toda intervención sobrenatural; terá unha fe inquebrantable na idea de que hai leis fixas que rexen a ciencia biolóxica e, ó mesmo tempo, terá un *criterio* seguro para xulga-las aparencias adoito variables e contradictorias dos fenómenos vitais. En efecto, partindo do principio de que hai leis inmutables, o experimentador estará convencido de que os fenómenos endexamais poden contradicirse, de observárense nas mesmas condicións, e saberá que, se mostran variacións, será necesariamente debido á intervención ou á interferencia doutras condicións que enmascaran ou modifican estes fenómenos. Entón, será o momento de tratar de coñecer-las condicións destas variacións; porque non hai efecto sen causa. Deste xeito o determinismo vén se-la base de todo o progreso e de todo criterio científico. Se, repetindo unha experiencia, se obteñen resultados discordantes ou mesmo contradictorios, non se deberán admitir excepcións nin contradicións reais, porque sería anticientífico; deducirase única e exclusivamente que hai diferencias nas condicións dos fenómenos que poderán ou non poderán explicarse no momento.

Digo que a palabra *excepción* é anticientífica; en efecto, unha vez que se coñecen as leis, non pode haber excepcións, e esta expresión, como acontece con outras, só serve para permitirmos falar das cousas cando ignorámo-lo seu determinismo. A cotío se pode oír ós médicos as palabras *o máis habitual*, *o máis frecuente*, *xeralmente*, ou expresárense numericamente dicindo, por exemplo, oito veces de dez, as cousas acontecen así; téñolle oído a vellos colegas que as palabras *sempre* e *xamais* deben ser borradas da medicina. Non censuro estas restriccións nin o uso destas locucións de empregárense como aproximacións empíricas relativas a aparición de fenómenos dos que aínda ignorámo-las condicións de existencia en maior ou menor medida. Pero certos médicos semellan razoar como se as excepcións fosen

necesarias; cren que existe unha forza vital que pode impedir, arbitrariamente, que as cousas acontezan sempre de maneira idéntica, de forma que as excepcións serían consecuencia da acción desta mesma forza vital e misteriosa. Non sendo así, o que actualmente se chama excepción é simplemente un fenómeno do que unha ou varias condicións son descoñecidas, pero se as condicións dos fenómenos de que se fala son coñecidas e determinadas, non haberá excepcións nin en medicina nin noutras ciencias. Outra forma de dicilo podería ser, por exemplo, que a sarna tanto pode curar como non; pero hoxe o que ataca a causa determinante desta enfermidade *sempre* a cura. Tamén se pode dicir que a lesión dos nervios leva a unha abolición ou ben da sensibilidade ou ben do movemento, pero hoxe sábese que a sección das raíces raquídeas anteriores só paraliza os movementos; esta parálise motriz reproducése sempre, de maneira constante, se a causa que a determina é establecida con exactitude polo experimentador.

Como dixemos, a certeza no determinismo dos fenómenos é a base do criterio experimental tanto aplicada a un mesmo como ós demais. En efecto, un fenómeno que se manifesta sempre igual, se as condicións son semellantes, xamais fallará se estas están presentes, e, do mesmo xeito, non se manifestará se as condicións faltan. Pero a un experimentador pode dárselle o caso de que despois de facer un experimento en condicións que tiña por determinadas, non se reproduzan os resultados obtidos nunha observación anterior; repetindo o experimento, despois de tomar tódalas precaucións, pode acontecer que no canto de conseguilo resultado primitivo obteña outro completamente distinto. ¿Que facer nesta situación? ¿Haberá que admitir que os feitos son indeterminables? Evidentemente non, porque tal non é posible. Sinxelamente haberá que admitir que as condicións experimentais que se tiñan por coñecidas non o son. Haberá que estudialas mellor, reconsiderar e precisa-las condicións experimentais, porque os feitos non poden opoñerse; non

cabe máis que consideralos indeterminados. Os feitos que son posibles, só se explican polas diferencias nas condicións que os orixinan. Por iso un experimentador non pode negar un feito previamente observado pola única razón de que non e quen de observalo outra vez. Na terceira parte desta introducción referiremos exemplos nos que se poñen en práctica os principios do criterio experimental aquí mencionados.

§ VI.— Para demostra-lo determinismo dos fenómenos nas ciencias biolóxicas, ó igual que nas ciencias fisicoquímicas, cómpre dispoñer-los fenómenos en condicións experimentais definidas e o máis sinxelas que sexa posible

Non sendo un fenómeno natural máis que a expresión dunha interrelación, son precisos cando menos dous corpos para que se manifeste. Polo tanto haberá que considerar sempre, primeiro un corpo que reacciona ou que manifesta o fenómeno; segundo, outro corpo que actúa facendo en relación co primeiro o papel de medio. É imposible supoñer un corpo absolutamente illado na natureza; non sería real porque sen interrelacións non hai manifestación de existencia.

Nas relacións fenomenolóxicas que nos ofrece a natureza rexe unha complexidade máis ou menos importante. Dende este punto de vista, a complexidade dos fenómenos minerais é moito menor que a dos fenómenos vitais e por iso as ciencias dos corpos inertes están máis desenvolvidas. Nos seres vivos, os fenómenos son dunha enorme complexidade e, ademais, a mobilidade que lles é propia aínda fai máis difícil rexistralos e provocalos.

As propiedades da materia viva só poden coñecerse pola súa relación coa materia inerte do que se deduce que as ciencias biolóxicas deben asentar obrigatoriamente nas ciencias fisicoquímicas das que toman os medios de análise e a metodoloxía investigadora. Esta é a razón da subordinación e do atraso na

evolución das ciencias que se ocupan dos fenómenos da vida. Pero os grandes atrancos que determina a complexidade dos fenómenos vitais non deben asustarnos, porque, tal como dixemos, a non ser que se negue a posibilidade dunha ciencia biolóxica, os principios da ciencia son idénticos para todas. Temos a seguranza de ir polo bo camiño e de que co tempo debemos chegar ó resultado científico que perseguimos, é dicir o determinismo dos fenómenos nos seres vivos.

Só por un camiño pode chegarse a coñecer as condicións definidas e elementais dos fenómenos. Este é a *análise experimental*. Esta análise descompón de maneira sucesiva os fenómenos complexos en fenómenos cada vez máis simples ata a súa redución, se é posible, a só dúas condicións elementais. En efecto, a ciencia experimental non considera nun fenómeno máis que as condicións definidas que son necesarias para a súa manifestación. O físico busca representar estas condicións de maneira imaxinaria na mecánica e na física matemática. O químico, analizando de maneira sucesiva a materia complexa ata os corpos simples, ou ata os corpos definidos (principios inmediatos ou especies químicas), chega ás condicións elementais ou irreductibles dos fenómenos. De igual maneira, o biólogo debe analiza-los organismos complexos e situa-los fenómenos vitais en condicións irreductibles no estado actual da ciencia. A fisioloxía e a medicina experimental non teñen outro obxectivo.

O fisiólogo e o médico, tamén o físico e o químico, ó se enfrontaren a cuestións complexas, deberán descompoñer-lo problema total en problemas parciais cada vez máis simples e mellor definidos. Deste xeito reducirán os fenómenos ás súas condicións materiais máis sinxelas, facendo así máis doada e segura a aplicación do método experimental. Tódalas ciencias analíticas divíden e reducen para poder experimentar mellor. Seguindo este método os físicos e os químicos remataron por leva-los fenómenos aparentemente máis complexos a propiedades simples relacionándoas con especies minerais ben definidas. Seguindo a

mesma vía analítica, o fisiólogo debe chegar a reducir tódalas manifestacións vitais dun organismo complexo á interacción de certos órganos, e a función destes ás propiedades de tecidos ou de elementos orgánicos ben definidos. A análise experimental anatomohistolóxica, que ten os seus antecedentes en Galeno, non ten outro motivo e, aínda hoxe, a histoloxía tenta resolver-los mesmos problemas achegándose cada vez máis ó seu obxectivo de maneira natural.

Aínda que fose posible descompoñe-las partes vivas en elementos químicos ou corpos simples, non son, sen embargo, estes corpos químicos elementais os que constitúen os elementos do fisiólogo. Dende este punto de vista, o biólogo imítalle máis ó físico que ó químico, no senso de que tenta, sobre todo, determina-las propiedades dos corpos preocupándose moito menos da súa composición elemental. No estado actual da ciencia, non hai posibilidade de establecer relación entre as propiedades dos seres vivos e a súa constitución química porque os tecidos ou órganos, provistos das propiedades máis diversas, non son ás veces moi diferentes dende o punto de vista da súa composición química elemental. A química é moi útil para o fisiólogo sobre todo para lle fornecer medios de separación e estudio dos principios inmediatos, verdadeiros produtos orgánicos que teñen funcións importantes nos fenómenos da vida.

Os principios inmediatos orgánicos, anque ben definidos nas súas propiedades, non son os elementos activos dos fenómenos fisiolóxicos, do mesmo xeito que os minerais só son elementos pasivos do organismo. Os verdadeiros elementos activos para o fisiólogo son os que se coñecen como elementos anatómicos ou histolóxicos. Estes, igual que os principios inmediatos orgánicos, non son quimicamente simples, pero, considerados fisioloxicamente, son reducidos dentro do posible no senso de que posúen as propiedades vitais máis simples que coñecemos, propiedades vitais que esvaecen cando se destrúe esta parte elemental organizada. Polo demais, tódalas ideas que temos sobre

estes elementos veñen determinadas polo estado actual dos nosos coñecementos, porque é certo que estes elementos histolóxicos, células ou fibras, son aínda complexos. Por esta razón moitos naturalistas non lle quixeron da-lo nome de *elementos* e propuxeron o de *organismos elementais*. Esta denominación sería, en efecto, máis axeitada; un organismo complexo pódese representar perfectamente constituído por un conxunto de organismos elementais diferentes, que se unen, soldan e agrupan de diferentes maneiras para formaren primeiro os diferentes tecidos do corpo e despois os diversos órganos; os aparellos anatómicos non son máis que ensamblaxes de órganos que nos seres vivos presentan variadas e infinitas combinacións. Cando se analizan as manifestacións complexas dun organismo, deben descompoñerse estas manifestacións complexas e reducilas a un certo número de propiedades simples pertencentes ós organismos elementais, e de seguida, mediante o pensamento, reconstruír sinteticamente o organismo enteiro mediante a reunión e o ordenamento destes organismos elementais, considerados primeiro illadamente e despois en interrelación.

Cando o físico, o químico ou o fisiólogo, mediante una análise experimental sucesiva, chegan a determina-lo elemento irreductible dos fenómenos no estado actual de cada ciencia, o problema científico simplifícase pero non por isto cambia a súa natureza, nin o sabio adquire un coñecemento absoluto da esencia das cousas. En todo caso consegue o que verdadeiramente lle importa obter: o coñecemento das condicións de existencia dos fenómenos e a determinación da relación definida que existe entre o corpo que manifesta as súas propiedades e a causa próxima desta manifestación. O obxecto da análise nas ciencias biolóxicas, como nas ciencias fisicoquímicas, é determinar e illar todo o que sexa posible as condicións da manifestación de cada fenómeno. Só podemos actuar sobre os fenómenos da natureza reproducindo as súas condicións naturais de existencia, e poderemos influír sobre estas condicións máis doadamente

canto mellor analizadas foran previamente e máis reducidas estean ó estado de simplicidade. A verdadeira ciencia non existe ata o momento no que o fenómeno é exactamente definido na súa natureza e rigorosamente determinado na relación coas súas condicións materiais, é dicir cando se coñece a súa lei. Antes disto só hai ensaio e *empirismo*.

§ – VII. Nos seres vivos, igual que nos corpos inertes, os fenómenos teñen sempre unha dobre condición de existencia

O exame máis superficial do que acontece ó noso redor amosa que tódolos fenómenos naturais resultan duns corpos actuaren sobre outros. Hai que considera-lo *corpo* no que acontece o fenómeno e as circunstancias exteriores ou o *medio* que *determina* ou estimula ó corpo a manifesta-las súas propiedades. A presenza simultánea destas condicións é indispensable para a manifestación do fenómeno. Se se suprime o medio, o fenómeno desaparece, do mesmo xeito que se o corpo se elimínase. Os fenómenos da vida, igual que os corpos inertes presentan esta dobre condición de existencia. Temos, por unha banda, o *organismo* no que se producen os fenómenos vitais, e por outra o *medio cósmico* no que tanto os seres vivos como os corpos inertes dispoñen das condicións indispensables para manifesta-los seus fenómenos. As condicións da vida non están nin no organismo nin no medio externo, pero si nos dous á vez. En efecto, se se suprime ou se altera o organismo, a vida cesa, anque o medio externo permaneza intacto; se, en troques, se suprime ou se altera o medio, a vida tamén desaparece aínda que o organismo non se modifique.

Deste xeito os fenómenos semellan simples efectos do contacto ou da relación dun corpo co seu *medio*. Así, se idealmente illamos un corpo dunha maneira absoluta, só por eso aniquilámolo, pero se polo contrario, multiplicámo-las súas relacións co medio externo, multiplicámo-las súas propiedades.

Os fenómenos son, xa que logo, interrelacións determinadas entre corpos. Estas relacións concibímolas como resultado de *forzas* alleas á materia, porque non as pódemos adscribir a un corpo. Para o físico a atracción universal só é unha idea abstracta; a manifestación desta forza esixe a presenza de dous corpos; se só hai un corpo non podemos concibi-la atracción. A electricidade, por exemplo, é o resultado da acción do cobre e do cinc en certas condicións químicas; pero se suprimimos a interacción destes corpos, a electricidade é unha abstracción e, non existindo por si mesma, deixa de manifestarse. Do mesmo xeito, a vida é o resultado da relación do organismo co medio; non poderemos comprendela só co organismo, e moito menos só co medio. Polo tanto é igualmente unha abstracción, é dicir unha forza que se nos aparece como se estivese agachada detrás da materia.

Pero calquera que sexa a forma en que o espírito concibe as forzas da natureza, isto non pode modificar de ningunha maneira a conducta do experimentador. Para el o problema redúcese a determina-las circunstancias materiais nas que se manifestan os fenómenos. Porque se coñece estas condicións poderá, propiciándolas ou non, domina-lo fenómeno, é dicir facelo aparecer ou desaparecer segundo a súa vontade. Así é como o físico e o químico exercen o seu poder sobre os corpos inertes e así é como o fisiólogo poderá imperar sobre os fenómenos da vida. En todo caso os seres vivos semellan a primeira vista subtraérense a acción do experimentador. Vemos cómo os organismos superiores manifestan de maneira uniforme os seus fenómenos vitais malia a variabilidade das circunstancias cósmicas ambientais, e tamén vemos cómo se apaga a vida nun organismo, pasado un certo tempo, sen que poidamos atopar no medio externo as razóns desta extinción. Pero xa dixemos que sobre isto hai unha percepción ilusoria que é o resultado dunha análise incompleta e superficial das condicións dos fenómenos vitais. A ciencia antiga só puido concibi-lo medio externo; pero para funda-la

ciencia biolóxica experimental é preciso, ademais, concibi-lo *medio interno*. Téñome polo primeiro que expresou claramente esta idea e que teimou nela para facer comprender mellor a aplicación da experimentación ós seres vivos. Por outra banda, o medio externo ensómese no medio interno e o coñecemento deste último permítenos coñecer tódalas influencias do primeiro. As influencias do medio externo só nos afectan cando pasan ó medio interno, do que resulta que o coñecemento do medio externo non nos ensina os fenómenos que teñen lugar no medio interno e que lle son propios. O medio cósmico xeral é común ós seres vivos e ós corpos inertes; pero o medio interno creado polo organismo é específico para cada ser vivo. Por eso este é o verdadeiro *medio fisiolóxico* que o fisiólogo e o médico deben estudar e coñecer, porque a través del poderán actuar sobre os elementos histolóxicos que son os axentes executivos dos fenómenos vitais. Sen embargo, estes elementos aínda que profundamente situados, comunican co exterior; viven nas condicións do medio externo perfeccionadas e reguladas pola actividade do organismo. O organismo é unha máquina vivente construída de tal xeito que ten comunicación libre entre o medio externo e o medio interno orgánico, pero tamén dispón de funcións protectoras dos elementos orgánicos para preservar e manter continuamente a humidade, a calor e outras condicións indispensables para a actividade vital. A enfermidade e a morte son o resultado dunha desorganización ou unha perturbación deste mecanismo que regula a entrada dos excitantes vitais e o seu contacto cos elementos orgánicos. A atmosfera exterior viciada, os venenos líquidos ou gasosos non ocasionan a morte se as substancias nocivas non acadan o medio interno e entran en contacto cos elementos orgánicos. Nunha palabra, os fenómenos vitais son os resultados do contacto dos elementos orgánicos do corpo co *medio interno fisiolóxico*. Velaí o eixe de toda a medicina experimental. En chegando a coñecer cáles son, neste medio interno, as condicións normais e anormais de

manifestación da actividade vital dos elementos orgánicos, o fisiólogo e o médico volveranse os amos dos fenómenos da vida; porque fóra da complexidade das condicións, os fenómenos de manifestación vital son como os fenómenos fisicoquímicos: o efecto do contacto dun corpo que actúa co medio no que actúa.

En resumo, o estudio da vida comprende dous aspectos: primeiro, estudio das propiedades dos elementos organizados; segundo, o estudio do medio orgánico, é dicir o estudio das condicións que debe cumprir este medio para se manifestaren as actividades vitais. A fisioloxía, a patoloxía e a terapéutica, asentan neste dobre coñecemento; fóra disto non hai ciencia médica nin terapéutica verdadeiramente científica e eficaz.

§ VIII.— Nas ciencias biolóxicas, do mesmo xeito que nas ciencias fisicoquímicas, é posible o determinismo porque tanto nos seres vivos como nos corpos inertes a materia non ten espontaneidade

Nos organismos vivos complexos hai que distinguir tres clases de corpos: primeiro, corpos quimicamente simples; segundo, principios inmediatos orgánicos e inorgánicos e terceiro, elementos anatómicos organizados. Dos aproximadamente setenta corpos simples que hoxe coñece a química só dezaseis fan parte da composición do organismo humano que é o máis complexo. Pero estes dezaseis corpos simples están combinados entre si para constituíren as diferentes substancias líquidas, sólidas ou gasosas da economía; o osíxeno e o nitróxeno, sen embargo, están disoltos nos líquidos orgánicos e semella que no ser vivo funcionan como corpos simples. Os principios inmediatos inorgánicos (sales, fosfatos, cloruros, sulfatos, etc.) son elementos constitutivos esenciais da composición dos seres vivos, pero son recollidos directamente, e xa formados, do medio externo. Os principios inmediatos orgánicos tamén son elementos constitutivos do ser vivo pero non se captan do medio

externo; son formados polo organismo animal ou vexetal como é o caso do amidón, o azucre, a graxa, a albumina, etc., etc. Estes principios inmediatos conservan as súas propiedades fóra do corpo porque non son viventes; son *orgánicos* pero non organizados. Os elementos anatómicos son as únicas partes organizadas e viventes. Estas partes son *excitables* e por influencia de diferentes estímulos manifestan propiedades que caracterizan de maneira exclusiva ós seres vivos. Estas partes viven e nútrense e a nutrición xera e conserva as súas propiedades, o que determina que non poidan separarse do organismo sen perderen, máis ou menos axiña, a súa vitalidade.

Aínda que ben diferentes unhas doutras, polo que atinxe as súas funcións no organismo, estas tres ordes de corpos son quen de producir reaccións fisicoquímicas coa influencia de estímulos externos como a calor, a luz ou a electricidade. As partes viventes teñen, ademais, a facultade de seren *excitables*, é dicir de reaccionaren á influencia de certos estímulos de maneiras especiais e características dos seres vivos como son a contracción muscular, a transmisión nerviosa, a secreción glandular, etc. Pero calquera que sexa a variedade que presenten estas tres ordes de fenómenos, reacción ben de natureza fisicoquímica ou ben de natureza vital, esta endexamais é espontánea. O fenómeno é sempre o resultado da influencia exercida por un excitante fisicoquímico, que é externo, sobre o corpo que responde.

Os elementos definidos como mineral, orgánico ou organizado son autónomos, é dicir posúen propiedades características e manifestan accións independentes. Sen embargo, son inertes, é dicir non son quen de xera-lo seu propio movemento; sempre é preciso que teñan contacto con outro corpo do que recibila excitación. Deste xeito, no medio cósmico, os corpos minerais son moi estables e non cambian de estado mentres as condicións nas que se atopan non sexan fondamente modificadas de maneira natural ou como consecuencia da intervención experimental. No medio orgánico, os principios inmediatos creados

polos animais e polos vexetais son moito máis alterables e menos estables, pero aínda son inertes e non manifestarán as súas propiedades mentres non sufran a influencia de axentes situados fóra deles. Finalmente, os mesmos elementos anatómicos que son os principios máis alterables e máis inestables, tamén son inertes, é dicir non realizarán actividade vital de non seren estimulados por algunha influencia allea. Unha fibra muscular, por exemplo, posúe a propiedade vital da contracción que lle é específica, pero esta fibra vivente é inerte non senso de que se non cambia nada nas súas condicións ambientais ou interiores non se iniciará a súa función e non se contraerá. Para que esta fibra muscular se contraia cómpre necesariamente que haxa un cambio producido nela como consecuencia da entrada en relación cunha excitación externa, que pode vir do sangue ou dun nervio. Pódese dici-lo mesmo de tódolos elementos histolóxicos, nerviosos, glandulares, sanguíneos, etc. Os diversos elementos viventes teñen, polo tanto, a función de actuaren como excitantes uns sobre outros, e as manifestacións funcionais do organismo son a expresión das súas relacións harmónicas e recíprocas. Os elementos histolóxicos ben por separado ou ben xuntos responden gracias a propiedades vitais que están en relación coas condicións fisicoquímicas ambientais, sendo esta relación tan íntima que se pode dicir que a intensidade dos fenómenos fisicoquímicos que actúan sobre o ser vivo pode servir para medi-la intensidade dos fenómenos vitais. Polo tanto, como xa dixemos, non hai necesidade de establecer un *antagonismo* entre os fenómenos vitais e os fenómenos fisicoquímicos, máis ben ó contrario, constatar un paralelismo completo e necesario entre estas dúas ordes de fenómenos. En resumo, a materia viva non pode xera-la actividade e o movemento en maior medida que a materia inerte. Todo cambio na materia supón a intervención dunha relación nova, é dicir dunha condición ou dunha influencia exterior. A función do sabio é tratar de *definir* e de *determina-las* condicións materiais que producen a

manifestación dos fenómenos. Coñecendo estas condicións o experimentador faise dono do fenómeno, no senso que pode, segundo a súa vontade, outorgar ou nega-lo movemento da materia.

O que vimos de dicir rexe de maneira absoluta tanto para os fenómenos dos seres vivos como para os fenómenos dos corpos inertes. Só que no caso dos organismos superiores e complexos o fisiólogo e o médico deben de estudia-los estimulantes dos fenómenos vitais nas condicións orgánicas do medio interno, no canto de facelo nas do medio cósmico xeral relacionado co conxunto do organismo. En efecto, cando se estudian no medio cósmico xeral, as funcións do corpo humano e dos animais superiores seméllannos libres e independentes das condicións fisicoquímicas deste medio, porque os verdadeiros estimulantes atópanse nun medio orgánico interno; é alí onde o fisiólogo debe establece-lo determinismo real das funcións vitais.

As máquinas viventes son criadas e construídas de tal maneira que, ó perfeccionarse, vólvense cada vez máis libres no medio cósmico xeral. Pero non hai menor grao de determinismo absoluto no medio interno que, como consecuencia deste mesmo perfeccionamento orgánico, illouse máis cada vez do medio cósmico exterior. A máquina vivente mantén o movemento porque o mecanismo interno do organismo repara as perdas debidas á realización das funcións mediante accións e forzas que rexeneran de continuo. As máquinas que cría a intelixencia do home, aínda que infinitamente máis bastas, están construídas do mesmo xeito. Unha máquina de vapor posúe unha actividade independente das condicións fisicoquímicas exteriores xa que con frío, con calor, con seca ou con chuva segue a funcionar. Pero o físico que vai ó medio interno da máquina decátase de que esta independencia só é aparente e que o movemento de cada engrenaxe está *determinado* por condicións físicas absolutas das que coñece a lei. Igualmente, se o fisiólogo puidese chegar ó medio interno da máquina vivente,

atoparía un determinismo absoluto que debe ser para el a base verdadeira da ciencia dos seres vivos.

§ IX.— O límite dos nosos coñecementos é o mesmo nos fenómenos dos seres vivos que nos fenómenos dos corpos inertes

A natureza do noso espírito lévanos a busca-la esencia e o *por qué* das cousas. Neste empeño aspiramos a ir máis aló do fin que podemos acadar, pero coa experiencia logo aprendemos que non podemos ir máis aló do *cómo*, é dicir máis aló da causa próxima ou das condicións da existencia dos fenómenos. Dende este punto de vista, os límites do noso coñecemento nas ciencias biolóxicas son os mesmos que nas ciencias fisicoquímicas.

Unha vez que, mediante unha análise sucesiva, atopámo-la causa próxima dun fenómeno determinando as condicións e as circunstancias simples nas que se manifesta, acadámo-lo obxectivo científico do que non podemos pasar. Cando sabemos que a auga e tódalas súas propiedades resultan da combinación do osíxeno e do hidróxeno, en certas proporcións, xa sabemos todo o que podemos saber sobre esta materia, o que responde ó *cómo* pero non ó *por qué* das cousas. Sabemos como se pode face-la auga; pero, ¿por qué a combinación dun volume de osíxeno e de dous volumes de hidróxeno forman a auga? Diso non sabemos ren. En medicina, sería igualmente absurdo ocuparse da cuestión do por qué, e sen embargo os médicos fano con frecuencia. Foi probablemente para se burlar desta tendencia, que resulta da ausencia de senso do límite dos nosos coñecementos, polo que Molière fixo dicir ó seu candidato a doutor, a quen se lle preguntaba por qué fai durmi-lo opio, a seguinte resposta: *Quia est in eo virtus dormitiva, cujus est natura sensus assoupire*. Esta resposta semella chistosa ou absurda; pero, sen embargo, é a única que se pode dar. O mesmo que se queremos responder

a esta pregunta: ¿Por qué o hidróxeno, en se combinando co osí-xeno, forma auga? Será obrigado dicir: Porque no hidróxeno hai unha propiedade idónea para formar auga. Polo tanto a pregunta do por qué é absurda dado que necesariamente require unha resposta cándida ou ridícula. Vale máis recoñecer que non sabemos, e que aquí está o límite do noso coñecemento.

Se, en fisioloxía, por exemplo, demostramos que o óxido de carbono mata porque se une máis firmemente que o osíxeno á materia do glóbulo do sangue, sabemos todo o que podemos saber sobre a causa da morte. Aprendemos da experiencia que falta unha engrenaxe da vida; o osíxeno non pode entrar no organismo porque non pode despraza-lo óxido de carbono da súa unión no glóbulo. Pero ¿por qué o óxido de carbono ten máis afinidade polo glóbulo sanguíneo que o osíxeno? ¿Por qué a entrada do osíxeno no organismo é necesaria para a vida? Velaí o límite do que sabemos no estado actual dos nosos coñecementos; e, mesmo supoñendo que sexamos quen de levar máis lonxe a análise experimental, chegaremos a unha causa impenetrable na que nos veremos na obriga de parar sen sabérmo-la razón primeira das cousas.

Diremos, ademais, que en estando establecido o determinismo dun fenómeno está cumprido o obxectivo científico. A análise experimental das condicións dun fenómeno, levadas ó límite, fornécenos de coñecementos novos, pero non nos aprende ren sobre a natureza do fenómeno inicialmente elucidado. A condición de existencia dun fenómeno non nos aprende ren sobre a súa natureza. Se sabemos que é necesario o contacto físico e químico do sangue cos elementos nerviosos cerebrais para que se produzan os fenómenos intelectuais, temos indicación das condicións, pero isto non nos di ren da natureza da intelixencia. Do mesmo xeito, se sabemos que o rozamento e as reaccións químicas producen electricidade, isto tamén nos indica as condicións, pero non nos aprende ren sobre a natureza primaria da electricidade.

Cómpre, na miña opinión, deixar de establecer entre os fenómenos dos seres vivos e os fenómenos dos corpos inertes unha diferenza fundada no que se pode coñecer da natureza dos primeiros e o que se debe ignorar da dos segundos. A verdade é que a natureza ou a esencia mesma de tódolos fenómenos, sexan vitais ou minerais, ficará sempre descoñecida. A esencia do fenómeno mineral máis simple é hoxe tan descoñecida para o físico ou o para o químico como é para o fisiólogo a esencia dos fenómenos intelectuais ou de calquera outro fenómeno vital. Isto, por outra parte, pode entenderse; o coñecemento da natureza íntima ou do absoluto do fenómeno máis simple, esixiría o coñecemento de todo o universo, porque é evidente que un fenómeno do universo é un pequeno escintileo deste universo que forma parte da harmonía do mesmo. Aínda sería máis difícil de acadar a verdade absoluta sobre os seres vivos porque ademais do coñecemento do universo externo esixiría o coñecemento completo do organismo que os forma, un pequeno mundo (microcosmos) no universo (macrocosmos). O coñecemento absoluto non esquecería nen e o home podería acadar a sabedoría absoluta. O home compórtase como se deba chegar a este coñecemento absoluto e proba disto é a maneira incesante en que pregunta *por qué* á natureza. Esta esperanza constantemente frustrada e constantemente renacida é o que mantén e manterá ás sucesivas xeracións na súa ardente paixón pola pescuda da verdade.

A intuición fainos crer, inicialmente, que a verdade absoluta está dentro das nosas posibilidades, pero o estudo vainos liberando destas pretensións quiméricas. A ciencia ten precisamente o don de aprendérno-lo que ignoramos substituíndo o sentimento pola razón e a experiencia e mostrándonos con claridade os límites actuais do noso coñecemento. O sabio que levou a análise experimental ata o determinismo dun fenómeno, sen dúbida ve con claridade que ignora a causa primaria deste fenómeno, anque chegase a dominalo; o instrumento que utiliza elle

descoñecido, pero pode servirse del. Isto é certo para tódalas ciencias experimentais nas que só podemos acadar verdades relativas ou parciais e coñece-los fenómenos só en canto ás súas condicións de existencia. Pero este coñecemento abonda para que medre o noso poder sobre natureza. Podemos producir ou impedi-la aparición de fenómenos aínda que ignorémo-la súa esencia, polo simple feito de que somos quen de regula-las súas condicións fisicoquímicas. Ignorámo-la esencia do lume, da electricidade, da luz, e sen embargo controlamos estes fenómenos no noso proveito. Ignorámo-la esencia da vida pero non controlaremos en menor medida os fenómenos vitais des que coñezamos suficientemente as súas condicións de existencia. A única diferenza é que nos seres vivos estas condicións son moito máis complexas e menos doadas de coñecer que nos corpos inertes.

En resumo, se o pensamento pregunta *por qué*, a razón móstranos que só nos é accesible o *cómo*; polo momento é, xa que logo, o *cómo* o único que interesa ó sabio e ó experimentador. Se non podemos saber por qué o opio e os seus alcaloides fan durmir, poderemos coñece-lo mecanismo deste sono e saber *cómo* fan durmi-lo opio e os seus principios, porque o sono prodúcese simplemente se a sustancia activa se pon en contacto con certos elementos orgánicos e os modifica. O coñecemento destas modificacións fornecerámo-lo medio de producir ou de impedi-lo sono e poderemos actuar sobre este fenómeno e regulalo segundo a nosa vontade.

Nos coñecementos que podemos adquirir debemos distinguir dúas clases de conceptos: a *causa* dos fenómenos e os *medios* para producilos. Entendemos por causa dun fenómeno a condición constante e determinada da súa existencia; é o que chamamos determinismo relativo ou *cómo* das cousas, é dicir a causa próxima ou determinante. Os medios para obte-los fenómenos son os variados procedementos que nos axudan a activar a causa única determinante que produce o fenómeno. A causa necesaria para a formación de auga é a combinación de dous

volumes de hidróxeno con un volume de osíxeno; isto é o único que determinará sempre o fenómeno. A auga é impensable fóra desta condición esencial. As condicións accesorias ou os procedementos para a formación da auga poden ser moi diferentes, pero todos eles chegarán ó mesmo resultado: a combinación do osíxeno e hidróxeno en proporcións invariables. Poñamos outro exemplo. Supoñamos que se quere transformar fécula en glicosa; hai multitude de medios para facelo, pero só hai unha causa idéntica e un determinismo único que produce o fenómeno. A causa que opera a transformación é a fixación dun equivalente de auga en exceso sobre a substancia. Esta hidratación poderase facer en moi diferentes condicións e mediante multitude de procedementos, coa axuda da auga acidulada, coa axuda da calor, coa axuda da diástase animal ou vexetal, pero todos estes procedementos levarán finalmente a unha única condición que é a hidratación da fécula. O determinismo, é dicir a causa dun fenómeno é, polo tanto *única*, aínda que os medios para facelo aparecer poidan ser múltiples e semellen moi diferentes. É moi importante establecer esta condición, sobre todo en medicina, onde rexe unha grande confusión sobre este tema, precisamente porque os médicos recoñecen multitude de causas para unha mesma enfermidade. Para convencerse do que digo abonda con abrir por calquera sitio un tratado de patoloxía. As circunstancias que se enumeran non son causas; son, en todo caso, medios ou procedementos coa axuda dos cales se pode produci-la enfermidade. Pero a causa real e eficaz dunha enfermidade debe ser *constante e determinada*, é dicir única; de non ser así negaríase a ciencia na medicina. É ben certo que as causas determinantes son moito máis difíciles de recoñecer e determinar nos fenómenos dos seres vivos, pero, sen embargo, existen malia a aparente diversidade dos medios que poidan facelas actuar. Así, en certos efectos tóxicos, vemos cómo diferentes velenos inducen unha causa idéntica e un determinismo único de morte dos elementos histolóxicos, como por exemplo, a

coagulación da substancia muscular. De maneira semellante, as diferentes circunstancias nas que se produce unha mesma enfermidade deben relacionarse cunha acción patoxénica única e determinada. Nunha palabra, o determinismo, que esixe a identidade de efecto vencellada á identidade de causa, é un axioma científico que non pode ser crebantado nas ciencias da vida do mesmo xeito que non se pode infrinxir nas ciencias dos corpos inertes.

§ X.— Nas ciencias dos seres vivos, igual que nas ciencias dos corpos inertes, o experimentador non crea ren; só obedece ás leis da natureza

Os fenómenos da natureza só os coñecemos pola súa relación coas causas que os producen. Así, a *lei* dos fenómenos non é máis que esta relación establecida numericamente de xeito que se poida preve-la relación causa—efecto en tódolos casos dados. Esta relación establecida mediante a observación permite ó astrónomo predici-los fenómenos celestes; esta mesma relación establecida mediante a observación e a experimentación permite ó físico, ó químico, e mailo fisiólogo, non só prediciren fenómenos da natureza, senón, ademais, modificarenos segundo lles conveña e a tiro fixo, sempre que non saian dos límites indicados pola experiencia, é dicir da lei. Isto quere dicir, noutros termos, que só podemos goberna-los fenómenos da natureza someténdonos ás leis que os rexen.

O observador só pode observar fenómenos naturais; o experimentador só pode modificalos pero en absoluto pode crealos nin aniquilalos porque non pode cambia-las leis da natureza. Xa dixemos máis dunha vez que o experimentador non actúa sobre os fenómenos en si mesmos, senón só sobre as condicións fisicoquímicas que son necesarias para manifestárense. Os fenómenos son a expresión mesma do *resultado* destas condicións; disto tírase que, sendo as condicións semellantes, o

resultado será constante e o fenómeno idéntico e, se as condicións cambian, o resultado será outro e o fenómeno diferente. Nunha palabra, para facer aparecer un fenómeno novo, o único que fai o experimentador é *establecer* novas condicións, pero non crea ren, nin forza nin materia. Na fin do último século a ciencia proclamou unha grande verdade, a saber, a materia non se crea nin se destrúe na natureza; os corpos nos que varían constantemente as propiedades diante dos nosos ollos só sofren transmutacións da agregación da materia equivalentes en peso. Nestes últimos tempos a ciencia proclamou unha segunda verdade para a que aínda se busca a demostración e que vén se-lo complemento da primeira, a saber, as forzas nin se crean nin se perden na natureza; do que se deduce que tódalas formas de fenómenos do universo, variadas ata o infinito, son transformacións equivalentes dunhas forzas en outras. Reservo para tratar noutro lugar a cuestión sobre se hai diferencias entre as forzas dos seres vivos e as dos corpos inertes; polo de agora paréceme abondo dicir que as dúas verdades que preceden son universais e abranguen ós fenómenos dos seres vivos e tamén ós dos corpos inertes.

Tódolos fenómenos, de calquera orde que sexan, existen virtualmente nas leis inmutables da natureza, e só se manifestan cando se dan as condicións da súa existencia. Os corpos e os seres da superficie terrestre expresan as interrelacións harmónicas entre as condicións cósmicas do noso planeta e da nosa atmosfera e os seres e os fenómenos ós que lle fan posible a existencia. Noutras condicións cósmicas necesariamente aparecería outro mundo no que se manifestarían fenómenos que atopasen nelas as súas condicións de existencia e no que desaparecerían os que non puidesen desenvolverse nas novas condicións. Pero cales queira que sexan as infinitas variedades de fenómenos que podemos concibir na terra, situándonos co pensamento en tódalas condicións cósmicas que a nosa imaxinación poida crear, estaremos sempre obrigados a admitir que

todo obedecerá ás leis da física, da química e da fisioloxía que, sen nos sabelo, existen dende toda a eternidade, e que en todo o que puidera acontecer non habería nada creado nin en forza nin en materia: só haberá establecemento de relacións diferentes e, en consecuencia, creación de seres e fenómenos novos.

Cando un químico fai aparecer un corpo novo na natureza, non poderá gabarse de crea-las leis que o fan nacer porque só estableceu as condicións que esixía a lei creadora para que se manifestase. Acontece o mesmo cos corpos organizados. Un químico e un fisiólogo só poderán facer aparecer seres vivos novos nos seus experimentos obedecendo ás leis da natureza, que non poderán modificar en absoluto.

O home non ten poder para modifica-los fenómenos cósmicos de todo o universo nin mesmo os da terra, pero, sen embargo, a ciencia que adquire permítelle a posibilidade de facer variar e modifica-las condicións dos fenómenos que están ó seu alcance. O home xa gañou, desta maneira, un poder sobre a natureza mineral que se manifesta con lucimento nas aplicacións das ciencias modernas, se ben semella que isto só é o comezo. A ciencia experimental aplicada ós seres vivos tamén debe ter como resultado a modificación dos fenómenos vitais actuando unicamente sobre as condicións destes fenómenos. Pero aquí as dificultades multiplícanse debido á fragilidade das condicións dos fenómenos da vida, da complexidade e da solidariedade de tódalas partes que se agrupan para constituír un ser organizado. Isto é a causa de que probablemente endexa-mais o home poida actuar sobre as especies animais ou vexetais coa facilidade con que o fai nas especies minerais. O seu poder ficará máis limitado nos seres vivos na medida en que sexan organismos superiores, é dicir, máis complicados. Sen embargo, os atrancos que frean o poder do fisiólogo non están na natureza mesma dos fenómenos vitais senón só na súa complexidade. O fisiólogo comezará por coñece-los fenómenos dos vexetais e os dos animais que teñen unha relación máis simple co medio

cósmico externo. O home e os animais superiores aparentan, a primeira vista, fuxir desta acción modificadora porque semellan estar libres da influencia directa do medio exterior. Pero sabemos que os fenómenos vitais no home, igual que nos animais que lle son próximos, están vencellados ás condicións fisico-químicas dun medio orgánico interno. Cumprirá primeiro obtérmolo coñecemento deste medio interno, que debe converterse no ámbito da acción real da fisioloxía e da medicina experimental.

CAPÍTULO II

CONSIDERACIÓNS EXPERIMENTAIS ESPECÍFICAS DOS SERES VIVOS

§ I.— No organismo dos seres vivos hai que considerar un conxunto harmónico de fenómenos

Ata aquí viñemos desenvolvendo consideracións experimentais aplicables tanto ós seres vivos como ós corpos inertes; o que diferencia ós corpos vivos é unha complexidade dos fenómenos moito máis grande, polo que a análise experimental e a determinación das condicións son incomparablemente máis difíciles. Pero nas manifestacións dos seres vivos hai unha solidariedade moi especial sobre a que temos que chama-la atención do experimentador porque, de non terse en conta este punto de vista fisiolóxico no estudio das funcións vitais, adoptaranse ideas falsas e chegarase ás máis erróneas conclusións, malia realizarense ben os experimentos.

No capítulo precedente vimos que o obxecto do método experimental é demostra-lo determinismo dos fenómenos, tanto de natureza vital como mineral. Sabemos, ademais, que o que chamamos *determinismo* dun fenómeno significa *causa determinante* ou *causa próxima* que determina a aparición do fenómeno. Así é como hai que coñece-las *condicións de existencia* dos fenómenos para que o experimentador poida facelos variar actuando sobre estas. Polo tanto consideramos equivalentes as diversas expresións mencionadas, e a palabra determinismo como resumo de todas.

É ben certo, como xa dixemos, que a vida non introduce absolutamente ningunha diferenza no método científico experimental que se debe aplicar ós fenómenos fisiolóxicos e que,

dende este punto de vista, as ciencias fisiolóxicas e as ciencias fisicoquímicas asentan sobre os mesmos principios de investigación. Pero, sen embargo, hai que recoñecer que o determinismo nos fenómenos da vida, ademais de ser máis complexo, é un determinismo harmonicamente xerarquizado, de tal maneira que os fenómenos fisiolóxicos complexos están constituídos por un conxunto de fenómenos máis simples determinados uns por outros e asociados ou combinados para acadaren un fin común. O obxectivo fundamental do fisiólogo é determina-las condicións elementais dos fenómenos fisiolóxicos e establece-la súa subordinación natural, para comprender e segui-las diversas combinacións nos mecanismos tan variados propios dos organismos animais. O antigo emblema que representa a vida mediante un círculo formado por unha serpe que morde a cola dá unha imaxe verdadeira. En efecto, nos organismos complexos, a organización da vida forma un círculo pechado, pero que ten unha cabeza e unha cola, no senso de que non tódolos fenómenos vitais teñen a mesma importancia aínda facendo un todo continuo para completa-lo *circulus vital*. Así, os órganos musculares e nerviosos manteñen a actividade dos órganos que forman o sangue, pero o sangue, á súa vez, nutre os órganos que a producen. Hai unha solidariedade orgánica ou social que mantén unha especie de movemento continuo ata que unha perturbación ou o cesamento da actividade dun elemento vital necesario rompe o equilibrio ou ocasiona un trastorno ou un paro no funcionamento da máquina animal. O problema do médico experimentador consiste, polo tanto, en atopalo *determinismo simple* dunha perturbación orgánica, é dicir identificalo fenómeno inicial que induce tódolos que lle seguen mediante un *determinismo complexo* que tamén se produce necesariamente como consecuencia da causa que actuou como determinante inicial. Este determinismo inicial será como o fío de Ariadna que guiará o experimentador no labirinto escuro dos fenómenos fisiolóxicos e patolóxicos, e que lle dará ocasión de comprender diversos

mecanismos, sempre encadeados a determinismos absolutos. Nos exemplos que poremos máis adiante veremos cómo unha alteración do organismo ou un trastorno en aparencia dos máis complexos pode reducirse á un *determinismo simple* inicial que provoca determinismos máis complexos. Tal é o caso de envenenamento por óxido de carbono (ver parte III). Consagrei todo o ensino deste ano no Colexio de Francia ó estudio do curare, non para explicar esta substancia como tal, se non porque o seu estudio mostra cómo un determinismo único, dos máis simples, como é a lesión dunha terminación nerviosa motora, repercute sucesivamente sobre o resto dos elementos vitais inducendo determinismos secundarios que complicándose cada vez máis producen a morte. Quixen, deste xeito, establecer experimentalmente a existencia destes determinismos intraorgánicos sobre os que volverei máis adiante, porque considero que o seu estudio é a verdadeira base da patoloxía e da terapéutica científica.

O fisiólogo e o médico non deben esquecer xamais que o ser vivo forma un organismo e unha individualidade. O físico e o químico, ó non podérense situar fóra do universo, estudian os corpos e os fenómenos illadamente, sen a obriga de os relacionar co conxunto da natureza. Pero o fisiólogo que, polo contrario, se atopa fóra do organismo animal, vendo o conxunto, debe ter en conta a harmonía da totalidade ó mesmo tempo que procura penetrar no seu interior para comprende-lo mecanismo das partes. Disto resulta que o físico e o químico poden fundamentalas ideas das causas finais nos feitos que observan mentres o fisiólogo debe admitir unha finalidade harmónica e preestablecida nos seres organizados nos que tódalas accións parciais son solidarias e xeradoras unhas doutras. Cómpre ter en conta que, cando se descompón o organismo vivo illando as súas diferentes partes, non é para as considerar por separado se non para facilitar a súa análise experimental. En efecto, cando se quere avaliar unha propiedade fisiolóxica e entende-lo seu verdadeiro

significado é preciso considerala integrada e non tirar conclusións definitivas máis que en relación co conxunto do que fai parte. A apreciación da solidariedade entre tódalas partes dun organismo foi, sen dúbida, o que levou a Cuvier a dicir que a experimentación non era aplicable ós seres vivos porque obrigaba a separar partes organizadas que tiñan que manterse unidas. Pola mesma razón outros fisiólogos e médicos vitalistas, proscibiron, ou aínda prosciben, a experimentación en medicina. Estas opinións, parcialmente correctas, son, sen embargo, falsas en termos xerais e prexudicaron considerablemente o avance da ciencia. Sen dúbida é correcto dicir que as partes dun organismo son fisioloxicamente inseparables e que todas participan nunha función vital común; pero disto non se pode concluír que non é necesario analiza-la máquina vivente do xeito que se analiza unha máquina feita polo home na que tódalas partes tamén cumpren unha función actuando conxuntamente. Na medida en que poidamos, debemos levar, coa axuda da análise experimental, as accións fisiolóxicas fóra do organismo; este illamento permitirá vermos e rexistrarmos mellor as condicións íntimas dos fenómenos coa finalidade de observalos despois no organismo para interpreta-la súa función vital. Deste xeito preparámo-las dixestións e fecundacións artificiais para coñecer mellor as dixestión e fecundacións naturais. Tamén podemos, en función da autonomía orgánica, separalos tecidos vivos e colocalos, mediante circulación artificial ou outros procedementos, en condicións que nos permitan estudar mellor as súas propiedades. Ás veces íllase un órgano bloqueando mediante anestésicos as actividades de coordinación xeral; chégase ó mesmo resultado seccionando os nervios que rematan nunha estrutura, pero conservando sempre os vasos sanguíneos. Coa axuda da experimentación analítica, puiden transformar, en certa forma, animais de sangue quente en animais de sangue frío para estudar máis doadamente os seus elementos histolóxicos; conseguín desactivar glándulas por separado ou

facelas funcionar, mediante a sección dos seus nervios periféricos, en situación de independencia total do organismo. Neste último caso pódese conseguir que a glándula estea no estado de repouso absoluto ou de actividade esaxerada; sendo coñecidos os dous extremos do fenómeno pódense determinar doadamente tódalas situacións intermedias, e comprender como unha función puramente química pode estar regulada polo sistema nervioso, de xeito que se podan producir líquidos orgánicos en condicións sempre idénticas. Non nos estenderemos máis nestas indicacións da análise experimental; resumiremos dicindo que proscribi-la análise dos organismos mediante a experimentación é frea-la ciencia e nega-lo método experimental; pero, por outra banda, practica-la análise fisiolóxica esquecendo a unidade harmónica do organismo é ignora-la ciencia da vida e despoxala do seu carácter.

Despois de analiza-los fenómenos será preciso reconstruí-la síntese fisiolóxica co obxecto de observa-la actividade conxunta de tódalas partes previamente illadas. No que atinxe á expresión *síntese fisiolóxica*, é importante explica-la nosa concepción. É xeralmente admitido que a síntese reconstrúe o que a análise separa e que, neste senso, a síntese verifica a análise como *contra-proba* necesaria. Esta definición é absolutamente certa referida ás análises e ás sínteses da materia inerte. En química, da síntese resulta exactamente o mesmo corpo, composto de idénticas materias, unidas nas mesmas proporcións; pero cando se trata de face-la análise e a síntese de organismos, é dicir a síntese dos seus fenómenos, a dificultade é moito maior. En efecto, as propiedades dos organismos non veñen determinadas soamente pola natureza e as proporcións da materia se non pola organización desta mesma materia. Ademais, como é sabido, acontece que as propiedades que aparecen ou desaparecen na síntese e na análise, non poden ser consideradas como unha simple adición ou unha pura subtracción das propiedades dos compoñentes. Por exemplo, as propiedades do

osíxeno e do hidróxeno non manifestan as propiedades da auga que, sen embargo, resulta da súa combinación.

Non quero examina-las difíciles, aínda que fundamentais, cuestións das propiedades relativas dos corpos compostos ou compoñentes; atoparán acomodo máis axeitado noutro sitio. Aquí só recordarei que os fenómenos son a expresión das interrelacións dos órganos polo que a disociación das partes dun todo dá lugar ó cesamento dos fenómenos polo simple feito de que deixa de haber interrelacións. Como consecuencia, en fisioloxía, a análise que nos aprende as propiedades das partes elementais organizadas illadas só nos permitirá, sen embargo, unha síntese teórica moi incompleta, do mesmo xeito que o coñecemento dun home illado non nos permitirá ter coñecemento de tódalas institucións producta da vida social. Nunha palabra, cando se xuntan os elementos fisiolóxicos, obsérvanse propiedades que non se apreciaban nos elementos por separado. Polo tanto, cómpre proceder experimentalmente na síntese vital, porque da unión ou da asociación, cada vez máis complexa, de elementos organizados poden resultar fenómenos moi especiais. Todo isto demostra que estes elementos, aínda que diferentes e autónomos, non teñen unha función correspondente a simples asociados, e que a súa actividade conxunta manifesta funcións superiores á suma das propiedades que teñen por separado. Estou convencido de que os atrancos que limitan o estudio experimental de fenómenos fisiolóxicos son debidos en gran parte a dificultades desta caste; porque, malia a súa marabillosa natureza e a delicadeza das súas manifestacións, na miña opinión é posible inseri-los fenómenos cerebrais, e o resto dos fenómenos dos seres vivos nas leis dun determinismo científico.

O fisiólogo e o médico deben, xa que logo, considerar simultaneamente os organismos no seu conxunto e nas súas miudezas sen esquecer-las condicións especiais de tódolos fenómenos particulares dos cales o resultado constitúe o *individuo*. En todo

caso os feitos particulares non teñen valor científico: só a xeneralización pode construí-la ciencia. Pero hai que evitar un risco dobre; porque se o exceso de particularización é anticientífico, o exceso de xeneralización crea unha ciencia ideal sen moita semellanza coa realidade. Este risco, que é mínimo para o naturalista contemplativo, vén ser moi grande para o médico que debe pescudar prioritariamente verdades obxectivas e prácticas. Sen dúbida son de admira-los largacíos horizontes albiscados polo xenio de Goethe, Oken, Carus, Geoffroy Saint-Hilaire, Darwin, nos que unha concepción xeral nos mostra tódolos seres vivos coma a expresión de individuos que se transforman sen parada no proceso evolutivo dos organismos e das especies e nos que cada ser vivo desaparece individualmente coma un escintileo do conxunto ó que pertence. En medicina tamén se pode ir ás máis abstractas xeneralidades, xa dende o punto de vista do naturalista, observando as enfermidades como especies mórbidas que hai que definir e clasificar nosoloxicamente, xa dende o punto de vista fisiolóxico, considerando que a enfermidade non existe no senso de que só é un caso particular do estado fisiolóxico. Estas concepcións son, sen dúbida, luces que nos guían e que son de utilidade. Pero se nos acolleemos exclusivamente a esta concepción hipotética, logo estaremos de costas á realidade, e isto sería, na miña opinión, entender mal a verdadeira filosofía científica, establecendo unha sorte de oposición ou exclusión entre a práctica que esixe o coñecemento das particularidades, e as xeneralizacións mencionadas que tenden a confundir todo na totalidade. En efecto, o médico non é o médico dos seres vivos en xeral nin o médico do xénero humano, senón o médico do *individuo* humano e, aínda máis, o médico dun individuo en determinadas condicións mórbidas que lle son especiais e que constitúen o que se chama idiosincrasia. Disto podería tirarse que a medicina, polo contrario doutras ciencias, debe desenvolverse particularizando progresivamente. Esta opinión sería un erro e só respondería ás aparencias, porque, en

tódalas ciencias, é a xeneralización o que leva á lei dos fenómenos e ó verdadeiro obxectivo científico. Pero cómpre tamén ter en conta que tódalas xeneralizacións morfolóxicas a que fixemos referencia, e que serven de base ó naturalista, son demasiado superficiais e polo tanto insuficientes para o fisiólogo e para o médico. O naturalista, o fisiólogo e o médico teñen diante problemas moi diferentes, o que fai que as súas pescudas non camiñen en paralelo e que non se poda, por exemplo, establecer unha escala fisiolóxica exactamente superposta á escala zoolóxica. O fisiólogo e o médico descenden ó problema biolóxico moito máis fondamente que o zoólogo: o fisiólogo considera as condicións xerais de existencia dos fenómenos da vida e tamén as diversas modificacións que estas condicións poden sufrir. Pero o médico non se conforma con saber que tódolos fenómenos vitais teñen idénticas condicións en tódolos seres vivos, debe ir máis lonxe no estudio das particularidades destas condicións en cada individuo, considerado nunhas circunstancias mórbidas determinadas. Só despois de descender tan profundamente como sexa posible na intimidade dos fenómenos vitais, no estado normal e no estado patolóxico, poderán o fisiólogo e o médico ascender ás xeneralidades luminosas e fecundas.

A vida ten a súa esencia primitiva na forza de desenvolvemento orgánico, forza que constituía a natureza medicadora de Hipócrates e o *archeus faber* de van Helmont. Pero calquera que sexa a idea que se teña desta forza, manifestarase sempre concorrente e paralelamente coas condicións fisicoquímicas propias dos fenómenos vitais. Polo tanto, mediante os estudos fisicoquímicos o médico poderá entende-las individualidades como casos especiais dunha lei xeral, atopando deste xeito unha xeneralización harmónica da variedade dentro da unidade. Pero o médico que se enfronta á variedade debe tratar de determinala nos seus estudos e de integrala nas súas xeneralizacións.

Se fora necesario defini-la vida cunha soa palabra, que, expresando axeitadamente o meu pensamento, subliñara o

carácter único que, na miña opinión, distingue nidiamente a ciencia biolóxica, eu diría: a vida , é a *creación*. En efecto, o organismo creado é unha máquina que necesariamente funciona en virtude das propiedades fisicoquímicas dos elementos que a constitúen. Na actualidade distinguimos tres ordes de propiedades que se manifestan nos fenómenos dos seres vivos: propiedades físicas, propiedades químicas e propiedades vitais. Esta última denominación de propiedades vitais é provisoria, porque chamamos vitais ás propiedades orgánicas que aínda non podemos reducir á consideracións fisicoquímicas; pero non hai dúbida que no futuro se chegará a conseguilo. Así o que caracteriza a máquina vivente, non é a natureza das súas propiedades fisicoquímicas, por complexas que sexan, se non a creación desta máquina que se desenvolve diante dos nosos ollos en condicións que lle son propias e seguindo unha idea definida que expresa a natureza do ser vivo e a esencia mesma da vida.

Cando un pito se desenvolve nun ovo non é a formación do corpo animal, como agrupamento de elementos químicos, o que caracteriza esencialmente a forza vital. Este agrupamento faise seguindo leis que rexen as propiedades quimicofísicas da materia, pero o que é esencialmente do dominio da vida e que non pertence nin á física nin á química nin a nada semellante é a *idea* que dirixe esta evolución vital. En todo xermolo de vida hai unha idea creadora que se desenvolve e que se manifesta na organización. Ó longo da súa vida, o ser vivo está baixo da influencia desta mesma forza vital creadora e a morte chega cando esta non pode seguir a realizarse. Aquí, como no resto das cousas, todo deriva da idea que crea e dirixe; os medios de manifestación fisicoquímicos son comúns a tódolos fenómenos da natureza e fican mesturados e sen orde, como os caracteres do alfabeto dentro dunha caixa de imprenta de onde se poden coller para expresar con eles os pensamentos ou mecanismos máis diversos. Esta mesma idea vital conserva o ser vivo,

reconstruíndo as partes alteradas pola actividade ou destruídas por accidentes ou enfermidades, de xeito que cumprirá recorrer ás condicións fisicoquímicas do desenvolvemento primitivo para explica-los fenómenos vitais tanto no estado de normalidade como no estado patolóxico. Veremos cómo, de feito, o fisiólogo e o médico só poden actuar mediante a fisicoquímica animal, é dicir, mediante unha física e unha química que se realicen no terreo vital específico onde se desenvolvan, se creen e se manteñan, partindo dunha idea definida e seguindo determinismos rigorosos, as condicións de existencia de tódolos fenómenos do organismo vivente.

§ II.— Da práctica experimental nos seres vivos

O método experimental e os principios da experimentación son, tal como dixemos, idénticos nos fenómenos dos corpos inertes e nos fenómenos dos seres vivos. Pero non acontece o mesmo coa práctica experimental, pois é doado entender que a especial organización dos seres vivos presentará dificultades *sui generis* e esixirá, para a súa análise, procedementos de natureza particular. En todo caso, as consideracións e normas especiais que imos propoñer para previr ó fisiólogo contra as causas de erro na práctica experimental atinxen á fragilidade, mobilidade e fugacidade das propiedades vitais, así como á complexidade dos fenómenos da vida. Para o fisiólogo trátase de descompoñer-la máquina vivente co obxecto de estudar e medir, coa axuda de instrumentos e de procedementos físicos e químicos, os diversos fenómenos vitais, coa intención final de descubri-las súas leis.

Cada ciencia ten, se non un método propio, cando menos métodos especiais, e ademais, cada unha sèrvese de instrumentos das outras. As matemáticas serven como instrumento na física, na química e na bioloxía dentro de límites diferentes; a física e a química son poderosos instrumentos na fisioloxía e na

medicina. Nesta axuda mutua que se prestan as ciencias cómpre distingui-lo sabio que fai avanzar unha ciencia do que só se serve dela. O físico e o químico non son matemáticos polo feito de usa-lo cálculo; o fisiólogo non é químico nin físico por usar reactivos químicos ou instrumentación física, do mesmo xeito que o químico e o físico non son fisiólogos por estudiaren a composición ou as propiedades de certos líquidos e tecidos animais ou vexetais. Cada ciencia ten o seu problema e o seu punto de vista que cómpre non confundir para non expoñerse a desencamiñala investigación científica. Esta confusión preséntase a cotío na ciencia biolóxica que, dada a súa complexidade, precisa da axuda de tódalas demais ciencias. Víronse, e aínda se ven con frecuencia, químicos e físicos que, no canto de limitarensen a obter dos fenómenos dos seres vivos datos ou conclusións propios para establece-los principios da súa ciencia, queren absorber-la fisioloxía e reducila a simples fenómenos fisicoquímicos. Dan explicacións ou propoñen mecanismos funcionais que ás veces seducen pola súa enganosa simplicidade, pero que sempre prexudican a ciencia biolóxica abrindo camiños falsos e introducindo erros que despois custa moito tempo emendar. Nunha palabra, a bioloxía ten a súa problemática especial e o seu punto de vista propio; non adopta das outras ciencias máis que a súa axuda e a metodoloxía, pero non as teorías. Esta axuda das outras ciencias é tan importante que sen ela é imposible o desenvolvemento da ciencia dos fenómenos da vida. O coñecemento previo das ciencias fisicoquímicas non é, como se di ordinariamente, accesorio para a bioloxía, se non esencial e fundamental. Por iso penso que é conveniente chamarlle ás ciencias fisicoquímicas *ciencias auxiliares* e non ciencias accesorias da fisioloxía. Veremos que a anatomía tamén é unha ciencia auxiliar da fisioloxía, o mesmo que a fisioloxía, que precisa da axuda da anatomía e das ciencias fisicoquímicas, é a ciencia auxiliar máis inmediata da medicina e constitúe a súa verdadeira base científica.

A aplicación das ciencias fisicoquímicas á fisioloxía e o uso dos seus procedementos como instrumentos axeitados para analizar os fenómenos da vida presenta moitas dificultades debidas, como xa se indicou, á mobilidade e a fugacidade dos fenómenos vitais. Isto é causa da espontaneidade e da mobilidade que posúen os seres vivos e unha circunstancia que fai moi difícil estudar e determina-las propiedades dos corpos organizados. Non estará de máis considerar aquí brevemente a natureza destas dificultades como xa tiveron ocasión de facer nos meus cursos²¹.

Todo o mundo considera que hai, a primeira vista, no que atinxe á experimentación, unha diferenza esencial entre un ser vivo e un corpo inerte. Por unha banda, o corpo inerte carece de espontaneidade; as súas propiedades están en equilibrio coas condicións externas, ou en indiferencia fisicoquímica, é dicir en equilibrio estable co medio. Como consecuencia, tódalas modificacións que presente estarán necesariamente determinadas por cambios das circunstancias ambientais, e enténdese que, avaliando con exactitude estas circunstancias, se poida estar seguro de coñecer-las condicións experimentais necesarias para deseñar correctamente un experimento. Os seres vivos, e de xeito especial os animais superiores, endexamais están en condicións de indiferencia fisicoquímica co medio externo, posúen un movemento incesante, unha evolución orgánica que semella espontánea e constante, e, aínda que require circunstancias externas para se manifestar, é, sen embargo, independente no seu desenvolvemento e nas súas características. Proba disto é que un ser vivo nace, medra, enferma e morre sen que para o observador cambien as condicións do mundo externo.

Do que precede, pode concluírse que quen experimente cos corpos inertes pode reproducir condicións idénticas e realizar

²¹ Claude Bernard, *Leçons sur les propriétés physiologiques et les altérations pathologiques des liquides de l'organisme*. Paris, 1859, t.I. Lección inaugural, 9 decembro de 1857.

experimentos semellantes e ben definidos coa axuda de instrumentos como o barómetro, o termómetro ou o higrómetro. Os fisiólogos e os médicos, con bo xuízo, imitaron ós físicos e tentaron levar a cabo os seus experimentos con maior exactitude servíndose dos mesmos instrumentos. Pero axiña se comprobou que os cambios destas condicións externas, tan importantes para o físico e para o químico, teñen moito menos valor para o médico. En efecto, as modificacións dos corpos inertes sempre teñen lugar como consecuencia dun cambio cósmico externo, e moitas veces abonda cunha lixeira modificación da temperatura ambiente ou da presión barométrica para inducir cambios importantes nos fenómenos dos corpos inertes. Pero os fenómenos vitais, no home e nos animais superiores, poden modificarse sen que aconteza ningún cambio cósmico externo apreciable, e as pequenas variacións termométricas ou barométricas non exercen normalmente ningunha influencia real sobre as manifestacións vitais, e, aínda que non se poida dicir que as influencias cósmicas externas son esencialmente nulas, hai circunstancias nas que case sería ridículo telas en conta. Tal é o caso dun experimentador que, cando repetía os meus experimentos da picadura do chan do cuarto ventrículo para produci-la diabetes artificial²², pensou que daba proba dunha maior exactitude de ¡anotando coidadosamente a presión barométrica durante o experimento!

Sen embargo, se no canto de experimentar co home ou cos animais superiores, experimentamos cos seres vivos inferiores, animais ou vexetais, observaremos que os datos termométricos, barométricos ou higrométricos, que tan pouca importancia tiñan nos primeiros deben, polo contrario, ser seriamente considerados nos segundos. En efecto, se, no caso dos infusorios, facemos

²² Refírese ó incremento na concentración de glicosa no sangue e a súa eliminación polos ouriños, como consecuencia da activación de grupos neuronais do sistema simpático, no tronco cerebral, que producen excitación da médula suprarrenal e liberación de catecolaminas. A hiperglicemia é debida, probablemente, a acción destas hormonas e non, como se pensou nun principio, ó efecto da excitación nerviosa do fígado, que é mínimo. (N. do T.).

varia-las condicións de humidade, calor ou presión atmosférica, veremos cómo se modifican, ou mesmo desaparecen, as manifestacións vitais destes seres, debido ás modificacións, máis ou menos considerables, que provocamos nas influencias cósmicas citadas máis arriba. Nos vexetais e nos animais de sangue frío observamos que as condicións de temperatura e humidade do medio cósmico aínda teñen moita maior influencia nas manifestacións vitais. É a chamada influencia estacional que coñece todo o mundo. Só o home e os animais de sangue quente semellan subtraerse a estas influencias cósmicas e posuír manifestacións libres e independentes. Xa dixemos noutro sitio que esta independencia das manifestacións vitais do home e dos animais superiores é o resultado dunha maior perfección do seu organismo, pero non a proba de que as manifestacións vitais nestes seres, fisioloxicamente máis perfectos, estean sometidas á outras leis ou á outras causas. En efecto, sabemos que os elementos histolóxicos dos nosos órganos expresan os fenómenos da vida; pero, se estes elementos non sofren variacións da súa función polo efecto da temperatura, da humidade e da presión da atmosfera externa, é por se atoparen mergullados nun medio orgánico ou nunha atmosfera interior na que as condicións de temperatura, humidade e presión non se modifican coas variacións do medio cósmico. Disto hai que concluír que, no fondo, as manifestacións vitais dos animais de sangue quente e do home están igualmente sometidas a condicións fisicoquímicas determinadas.

Recapitulando todo o que levamos dito, obsérvase que as condicións do medio rexen as manifestacións fenomenolóxicas en tódolos fenómenos naturais. As condicións do noso medio cósmico regulan, en termos xerais, os fenómenos minerais que acontecen na superficie da terra, pero os seres organizados agochan en si mesmos as condicións particulares das súas manifestacións vitais, e, na medida en que o organismo, é dicir a máquina vivente, se perfecciona, facéndose máis delicados os

elementos orgánicos, crea as condicións especiais dun medio orgánico que se illa cada vez máis do medio cósmico. Volvemos deste xeito á distinción que establecín hai moito tempo e que estimo moi fecunda: en fisioloxía hai que considerar dous medios, o medio *macrocósmico* xeral, e o medio *microcósmico*, propio do ser vivo; o último é máis ou menos independente do primeiro segundo o grao de perfeccionamento do organismo. Por outra parte, o que aquí propoñemos para a máquina vivente é doado de entender xa que acontece o mesmo nas máquinas creadas polo home. As modificacións climáticas non inflúen no funcionamento dunha máquina de vapor porque como é ben sabido no interior desta máquina danse condicións precisas de temperatura, de presión e de humidade que regulan matematicamente tódolos seus movementos. Así, tamén nas máquinas feitas polo home podemos distinguir un medio macrocósmico e un medio microcósmico. En todo caso, a perfección da máquina consistirá en que sexa cada vez máis libre e independente de xeito que sufra cada vez en menor medida as influencias do medio externo. A máquina humana será tanto máis perfecta canto mellor se defenda das influencias do medio externo; cando o organismo envellece e afrouxa, faise máis sensible ás influencias externas de frío, calor, e humidade así como ó resto das influencias climáticas en xeral.

En resumo, se queremos coñecer con exactitude as condicións das manifestacións vitais no home e nos animais superiores, hai que investigalas no medio orgánico interno e non no medio cósmico externo. En efecto, como xa dixen en repetidas ocasións, a explicación directa e verdadeira dos fenómenos da vida, da saúde, da enfermidade e da morte do organismo atópase co estudio destas condicións orgánicas internas. No exterior só vemos a resultante de tódalas actividades interiores do corpo que se nos presentan como o efecto dunha forza vital diferenciada e relacionada só de lonxe coas condicións fisicoquímicas do medio externo e que sempre se manifestan como unha forma

de personificación orgánica dotada de tendencias específicas. Xa fixemos referencia a que a medicina antiga tiña en consideración a influencia do medio cósmico, das augas, dos aires e dos lugares. En efecto, desta consideración pódense tirar indicacións moi útiles para a hixiene e para as alteracións mórbidas. Pero a *medicina experimental moderna* deberá asentar principalmente no coñecemento do medio interno que é onde actúan as influencias normais e mórbidas e máis as medicamentosas. Pero ¿como coñece-lo medio interno do organismo, tan complexo no home e nos animais superiores, se non é chegando a el e penetrándoo mediante a experimentación aplicada ós seres vivos? Isto quere dicir que, para analiza-los fenómenos vitais, cómpre necesariamente penetrar nos organismos vivos coa axuda de procedementos de vivisección.

En resumo, só atoparémolo determinismo dos fenómenos vitais externos nas condicións fisicoquímicas do medio interno. A vida do organismo non é máis que unha resultante de tódalas actividades íntimas, podéndose mostrar máis ou menos activa e máis ou menos feble e murcha sen que nada do medio externo nolo poida explicar, porque está regulada polas condicións do medio interno. Polo tanto debemos busca-las verdadeiras bases da física e da química animais nas propiedades fisicoquímicas do medio interno. En todo caso, veremos máis adiante que, ademais de considera-las condicións fisicoquímicas indispensables para a manifestación da vida, haberá que ter en conta condicións fisiolóxicas evolutivas especiais que son o *quid proprium* da ciencia biolóxica. Sempre teimeei nesta distinción, que teño por fundamental, porque as consideracións fisiolóxicas deben predominar nun tratado de experimentación aplicado á medicina. En efecto, neste eido atoparémolas diferencias debidas á influencia da idade, do sexo, da especie, da raza, do estado de abstinencia ou de dixestión, etc. Isto levaranos a considerar reaccións recíprocas e simultáneas, do medio interno sobre os órganos, e dos órganos sobre o medio interno.

§ III.— Da vivisección

Non foi posible descubri-las leis da materia inerte máis que penetrando nos corpos ou nas máquinas inertes e, do mesmo xeito, non se poderá chegar ó coñecemento das leis e das propiedades da materia viva máis que desmembrando os organismos vivos e introducíndose no seu medio interno. Despois de disecar no cadáver é preciso disecar no vivo, para poñelo ó descuberto e ver funciona-las partes interiores ou ocultas do organismo. A esta clase de operacións dásele o nome de *viviseccións*, técnica de investigación sen a cal non hai posibilidade de fisioloxía nin de medicina científicas: para aprender cómo viven o home e os animais é indispensable ver morrer a moitos porque os mecanismos da vida só poden desvelarse e demostrarse mediante o coñecemento dos mecanismos da morte.

Esta realidade sempre foi aceptada e dende os tempos máis remotos practicáronse, en medicina, non só experimentos terapéuticos, se non tamén viviseccións. Cóntase que os reis de Persia entregaban ós médicos os condenados á morte para que fixeran viviseccións útiles para a medicina. Segundo Galeno, Attalo III, Filométor, que reinou en Pérgamo en 137 a. C., experimentaba os velenos e os antídotos nos criminais condenados á morte²³. Celso recorda e aproba as viviseccións de Herófilo e de Erasítrato practicadas nos criminais co consentimento dos Ptolomeos. Non é cruel, afirma, impoñer suplicios a algúns culpables de seren tales suplicios de proveito para multitude de inocentes ó longo de séculos²⁴. O grande duque da Toscana remitiu un criminal a Falopio, profesor de anatomía en Pisa, co permiso para facelo morrer e disecalo como considerase conveniente. O condenado padecía unha febre cuartá e Falopio quixo experimenta-los efectos do opio sobre os paroxismos.

²³ Daniel Leclercq, *Histoire de la médecine*, p. 338.

²⁴ Celso, *De medicina*, no prefacio, edit. Elzevir de Vander Linden, p. 6 e 7.

Administrou dúas medidas de opio entre accesos e produciuse a morte no segundo experimento²⁵. É doado atopar exemplos semellantes como a coñecida historia do arqueiro de Meudon²⁶, que foi perdoado despois de practicarlle con éxito unha nefrotomía. As viviseccións en animais tamén son moi antigas. Pódese considerar a Galeno como fundador desta práctica. Realizaba os experimentos en monos ou en bacoriños e describiu os instrumentos e os procedementos utilizados. Galeno practicou case exclusivamente experimentos do xénero que nós chamamos cruentos, que consisten en lesionar, destruír ou extirpar unha parte para determina-la súa función observando a alteración que produce a súa falta. Galeno resumiu os experimentos realizados con anterioridade por outros e estudiou os efectos da destrución da medula espiñal a diferentes niveis e os da perforación da caixa torácica dun lado ou dos dous lados á vez, os efectos da sección dos nervios dos músculos intercostais e do nervio recorrente. Ligou arterias e levou a cabo experimentos sobre o mecanismo da deglución²⁷. Despois de Galeno houbo, de tarde en tarde, entre os médicos sistemáticos vivisectores eminentes. Como tales chegaron ós nosos días os nomes de de Graaf, Harvey, Aselli, Pecquet, Haller, etc. Nos últimos tempos, e sobre todo debido á influencia de Magendie, a vivisección incorporouse definitivamente á fisioloxía e á medicina como un procedemento de estudio habitual e indispensable.

Os prexuízos relacionados cos cadáveres impediron durante moito tempo o progreso da anatomía. De igual xeito, a vivisección enfrontouse en tódalas épocas a prexuízos e a detractores. Non témo-la pretensión de destruí-los prexuízos que poida haber e tampouco imos a ocuparnos aquí de contradici-los

²⁵ Astruc, *De morbis venereis*, t. II, p. 748 e 749.

²⁶ Rayer, *Traité des maladies des reins*, t. III, p. 213. París, 1841.

²⁷ Dezeimeris, *Dictionnaire historique*, t.II, p. 444.- Daremberg, *Exposition des connaissances de Gallien sur l'anatomie pathologique et la pathologie du système nerveux*. Tese, 1841, p. 13 e 80.

argumentos dos detractores da vivisección, porque con eles negan a medicina experimental, é dicir a medicina científica. En todo caso, consideraremos algunhas cuestións xerais e a seguir establecerémo-lo obxectivo científico que teñen as viviseccións.

Primeiro, ¿hai dereito a practicar experimentos de vivisección no home? O médico fai a diario experimentos terapéuticos cos seus doentes, e a diario o cirurxián practica viviseccións nos seus pacientes. Polo tanto pódese experimentar no home, pero ¿ata que límite? Existe o deber, e consecuentemente o dereito, de practicar un experimento no home sempre que con el se salve unha vida, se cure unha enfermidade ou se consiga unha vantaxe para a persoa. O principio da moral médica e cirúrxica consiste en non practicar, en ningún caso, experimentos que poidan ser prexudiciais en calquera grao, aínda que o resultado poida ser de moito interese para a ciencia, é dicir para a saúde doutros. Isto non impide que, facendo experimentos e operacións no exclusivo interese do paciente que os sofre, non se aproveiten en beneficio da ciencia. Non pode ser doutra maneira; un médico veterano que tratou moitos pacientes administrando medicamentos, terá máis experiencia, é dicir experimentará mellor en novos doentes porque se instruíu cos experimentos que fixo cos pacientes anteriores. O cirurxián que operou moitos e diferentes casos instruíuse e perfeccionouse experimentalmente. Vemos así que a instrucción só se obtén mediante a experiencia, e isto coincide coas definicións que demos ó principio desta introducción.

¿Pódense facer experimentos ou viviseccións cos condenados a morte? Cítanse exemplos semellantes ós que antes fixemos referencia, nos que se permitían operacións perigosas ofrecendo, en compensación, o perdón ós condenados. As ideas da moral moderna reprobán esta posibilidade e eu comparto plenamente estas ideas. Sen embargo, considero moi útil para a ciencia e como perfectamente permisibles as investigacións

sobre as propiedades dos tecidos inmediatamente despois da decapitación dos reos. Un helmintólogo fixo inxerir larvas de vermes intestinais, sen ela o saber, a unha muller condenada a morte, para comprobar se os vermes medraban nos intestinos²⁸. Outros fixeron experimentos análogos en pacientes tísicos xusto antes de morreren e hai quen fixo experimentos sobre si mesmo. Esta clase de experimentos, se son de moito interese científico e só poden ser concluíntes no home, parécenme permisibles se non supoñen ningún sufrimento ou inconveniente para quen sofre o experimento. Pero non hai que equivocarse. A moral non prohibe facer experimentos co próximo ou con un mesmo; na vida diaria os homes experimentan decote uns cos outros. A moral cristiá só prohibe unha cousa: facer mal ó próximo. Polo tanto, dos experimentos que é posible facer no home, os que son nocivos están prohibidos, os que non fan dano están permitidos e os que poden facer ben son obrigatorios.

Agora preséntase outra pregunta. ¿Hai dereito a facer experimentos de vivisección en animais? Polo que a min respecta penso que temos ese dereito dunha maneira total e absoluta. En efecto, sería absurdo que se lle recoñeza ó home o dereito de servirse dos animais para tódalas necesidades da súa vida, servicios domésticos, alimentación, e se lle prohiba servirse deles para obter coñecementos nunha das ciencias máis útiles para a humanidade. Non hai dúbida; a ciencia da vida só pode progresar coa experimentación e só se pode salvar da morte a uns seres vivos co sacrificio doutros. É preciso facer experimentos con homes ou con animais. Estimo que os médicos xa fan experimentos perigosos abondo no home antes de estudar suficientemente nos animais. Non podo admitir que sexa moral ensaiar remedios máis ou menos perigosos ou activos nos pacientes dos hospitais sen experimentar previamente en cans porque, como demostrarei máis adiante, tódolos datos que se obteñen nos

²⁸ Davaine, *Traité des entozoaires*. Paris, 1860. *Synopsis*, p. XXVII.

animais poden ser aplicados ó home cando se experimenta axeitadamente. Polo tanto, se é inmoral experimentar no home cando é perigoso aínda que os resultados poidan ser útiles para outros, é esencialmente moral facer experimentos en animais por dolorosos e perigosos que sexan, sempre que poidan ser útiles para o home.

Tendo en conta todo isto, ¿haberá que deixarse conmover polos lamentos sensíbeis da xente ou polas obxeccións que poidan face-los que son alleos as ideas científicas? Non quero ofender a ninguén porque tódolos sentimentos son respectables. Podo entendelos perfectamente e, precisamente por iso, non teño ningunha dúbida. Comprendo que os médicos influídos por ideas falsas e que carecen de pensamento científico non poidan darse conta da necesidade da experimentación e da vivisección para o desenvolvemento das ciencias biolóxicas. Tamén comprendo perfectamente que as xentes do común, que son totalmente alleas ás ideas que animan ó fisiólogo, xulguen a vivisección de maneira moi diferente. Non podería ser doutra maneira. Xa dixemos nesta introducción que, na ciencia, o valor e a significación dos feitos veñen determinados pola idea. Acontece o mesmo na moral e en todo. Hai feitos materialmente idénticos que poden ter unha significación moral oposta dependendo das ideas que os determinan. O covarde asasino, o heroe e o guerreiro espetan o puñal no peito dun semellante. ¿Que os distingue se non é a idea que dirixe o seu brazo? O cirurxián, o fisiólogo e Nerón tamén mutilan seres vivos. ¿Que é o que os diferencia senón a idea? Polo tanto, seguindo o exemplo de Le Gallois²⁹ non tratarei de defender ós fisiólogos da acusación de crueldade que lle fan persoas alleas á ciencia; a diferenza das ideas xa o explica todo. O fisiólogo non é un home do común, é un sabio, un home absorbido por unha idea científica: non oe os berros dos animais nin ve verte-lo sangue,

²⁹ Le Gallois, *Oeuvres*. Avant-propos, p. 30, París, 1824.

só ve a súa idea e só ten en conta os organismos que ocultan os fenómenos que quere descubrir. Do mesmo xeito, o cirurxián non se detén polos máis conmovedores laios e saloucos porque só ten en conta a súa idea e o obxectivo da operación. E aínda, igualmente o anatómico non repara en que se atopa nun sinistro osario; impulsado por unha idea científica segue compracido unha fibra nerviosa nas carnes lívidas e fétidas que serían para outro causa de horror e noxo. En consecuencia consideramos ociosa e absurda toda discusión sobre a vivisección. É imposible que poidan entenderse os que xulgan os feitos con ideas tan diferentes e, como non se pode compracer a todo o mundo, o sabio só pode ter en conta a opinión dos sabios que o entenden e como regra de conducta a súa conciencia.

O principio científico da vivisección é, por outra parte, doado de comprender. Trátase de separar ou modificar determinadas partes da máquina vivente coa finalidade de estudialas e deduci-la súa función e utilidade. A vivisección, considerada como método analítico de investigación no ser vivo, comprende un gran número de graos sucesivos porque pode dirixirse a aparellos ou a órganos pero tamén a tecidos ou ós mesmos elementos histolóxicos. Hai viviseccións extemporáneas e tamén hai outras nas que se estudian as consecuencias de determinadas mutilacións mantendo vivo o animal. Outras veces a vivisección non é máis que unha autopsia que se leva a cabo no animal vivo ou un estudio das propiedades dos tecidos inmediatamente despois da morte. Estes diversos procedementos de estudio analítico dos mecanismos vitais no animal vivo son indispensables, tal como veremos, en fisioloxía, patoloxía e terapéutica. En todo caso, non hai que pensar que a vivisección poida constituír por si mesma a totalidade do método experimental aplicado ó estudo dos fenómenos da vida. Só é unha disección anatómica no organismo vivo que hai que combinar necesariamente con outros medios fisicoquímicos de investigación aplicables ó organismo. Por si propia fornece información limitada e mesmo

pode, en certos casos inducir ó erro. Con estas reservas non nego a utilidade nin a necesidade absoluta da vivisección no estudio dos fenómenos vitais; só a declaro insuficiente. En efecto, os instrumentos de vivisección son tan bastos e os nosos sentidos tan imperfectos que só podemos chegar ás partes grosas e complexas do organismo. A vivisección, baixo o microscopio pode chegar a unha análise moito máis fina, pero presenta grandes dificultades que só a fan aplicable a animais moi pequenos.

Pero, cando chegamos ós límites da vivisección temos outros medios de ir máis lonxe e de chegar mesmo as partes elementais do organismo nas que asentan as propiedades elementais dos fenómenos da vida. Estes medios son os velenos³⁰ que podemos introducir na circulación e que exercerán a súa acción específica sobre tal ou cal elemento histolóxico. Os envelenamentos localizados que xa utilizaron Fontana e J. Müller, son preciosos medios de análise fisiolóxica. Os velenos son verdadeiros reactivos vitais, instrumentos dunha extrema delicadeza que disecan os elementos vitais. Téñome polo primeiro que considerou o estudio destes velenos dende este punto de vista, porque penso que o estudio coidado dos modificadores histolóxicos debe se-la base común da fisioloxía xeral, da patoloxía e da terapéutica. En efecto, sempre haberá que chegar ós elementos orgánicos para atopármolas explicacións vitais máis simples.

En resumo, a vivisección é a disección do organismo vivo coa axuda de instrumentos e de procedementos que poden illar as súas diferentes partes. É doado entender que esta disección no ser vivo supón a disección previa sobre o cadáver.

³⁰ O autor utiliza a palabra veleno (*poison*) referíndose ós alcaloides e a outras substancias, xeralmente de orixe natural, que teñen propiedades biolóxicas. Así haberá que entender veleno, en xeral, como fármaco e envelenamento como acción farmacolóxica. (N. do T.).

§ IV.— Da anatomía normal e das súas relacións coa vivisección

A anatomía normal é a base necesaria de tódalas investigacións médicas teóricas e prácticas. O cadáver é o organismo privado do movemento vital e, naturalmente, a primeira explicación dos fenómenos da vida foi buscada no estudio dos órganos mortos, do mesmo xeito que se estudia nunha máquina parada a explicación de cómo funciona en movemento. A anatomía humana semellaba, polo tanto, a base da medicina e da fisioloxía humanas. Sen embargo, os prexuízos impediron a disección de cadáveres e, no defecto de corpos humanos, disecciónanse cadáveres de animais o máis semellantes posibles ó corpo humano, en canto a organización. Por esta razón toda a anatomía e a fisioloxía de Galeno foron feitas principalmente cos monos. Galeno practicaba ó mesmo tempo diseccións sobre cadáveres e experimentos en animais vivos, o que demostra que comprendera perfectamente que a disección cadavérica só ten interese na medida en que pode compararse coa disección no ser vivo. Deste xeito, a anatomía é o primeiro paso da fisioloxía. A anatomía é unha ciencia estéril en si mesma. Só ten razón de ser porque hai homes e animais vivos, sans e enfermos e pode ser útil para a fisioloxía e a patoloxía. Limitarémonos a estudar aquí os servicios que, no estado actual dos nosos coñecementos, pode presta-la anatomía, humana ou animal, á fisioloxía e á medicina. Isto paréceme moi necesario porque sobre este punto hai ideas moi diferentes no ámbito científico. Enténdase que para xulgar estas cuestións situarémonos sempre no punto de vista da fisioloxía e da medicina experimentais que conforman a ciencia médica verdadeiramente activa. En bioloxía pódense admitir puntos de vista diferentes que constitúen, en certa maneira, outras tantas subciencias distintas. En efecto, unha ciencia diferénciase das demais porque ten un punto de vista propio e un problema específico. Na bioloxía normal podemos distinguilo punto de vista zoolóxico, o punto de vista anatómico simple ou

comparativo, e o punto de vista da fisioloxía especial ou xeral. A zooloxía que describe e establece a clasificación das especies é unha ciencia de observación que serve de adro á verdadeira ciencia dos animais. O zoólogo non fai máis que cataloga-los animais tendo en conta as características morfolóxicas externas e internas, segundo os tipos e as leis que a natureza lle presenta na formación dos mesmos. O obxectivo do zoólogo é a clasificación dos seres segundo un plano de creación, e o problema que ten resúmese en atopalo lugar exacto que corresponde a un animal nunha clasificación determinada.

A anatomía, ou ciencia da organización dos animais, ten unha relación máis íntima e máis necesaria coa fisioloxía. Sen embargo, o punto de vista anatómico diferénciase do punto de vista fisiolóxico en que o anatómico pretende explica-la anatomía en termos de fisioloxía mentres que o fisiólogo intenta explica-la fisioloxía en termos de anatomía, o que é moi diferente. A orientación anatómica dominou o pensamento científico dende os comezos ata os nosos días e aínda conta con moitos partidarios. Tódolos grandes anatómicos que mantiveron esta orientación contribuíron, sen embargo, de maneira relevante ó desenvolvemento da ciencia fisiolóxica, e Haller resumiu esta idea de subordinación da fisioloxía á anatomía definindo a fisioloxía como *anatomia animata*. É doado entender que o principio anatómico debía, necesariamente, aparecer primeiro, pero penso que é falso se é excluinte e que está volvéndose prexudicial para a fisioloxía, despois de prestarlle grandes servizos que eu son o primeiro en recoñecer. En efecto, a anatomía é unha ciencia máis simple que a fisioloxía e, en consecuencia, debe ser subordinada e non dominante. Toda explicación dos fenómenos da vida exclusivamente asentada en consideracións anatómicas é necesariamente incompleta. O grande Haller, que resumiu este senlleiro período anatómico da fisioloxía nos seus importantísimos e admirables escritos, viuse obrigado a desenvolver unha fisioloxía reducida á fibra irritable e á fibra sensitiva. Toda a

parte humoral ou fisicoquímica da fisioloxía que non se diseca e que constitúe o que nós chamámo-lo noso medio interno, ficou esquecida na escuridade. A desaprobación que lle fago ós anatómicos que queren subordina-la fisioloxía tamén llela faría ós químicos e ós físicos que pretenderon facer algo semellante. Tamén son culpables de querer subordina-la fisioloxía, ciencia máis complexa, á química ou á física que son ciencias máis simples, o que non impide que moitos traballos de química e física fisiolóxica, concibidos dende estes falsos puntos de vista, prestaran grandes servizos á fisioloxía.

Nunha palabra, considero que a fisioloxía, a máis complexa de tódalas ciencias, non se pode explicar na súa totalidade partindo de coñecementos anatómicos. A anatomía non é máis que unha ciencia auxiliar da fisioloxía, a máis inmediata e necesaria, hai que recoñecelo, pero insuficiente por si mesma; a non ser que se admita que a anatomía comprende todo, e que o osíxeno, o cloruro sódico e o ferro que se atopan no corpo son elementos anatómicos do organismo. Actualmente hai eminentes histólogos que recuperan proposicións desta clase. Non comparto estas propostas porque estimo que introducen confusión nas ciencias e producen escuridade no canto de claridade.

O anatómico, dixemos máis arriba, pretende explica-la anatomía en termos fisiolóxicos; é dicir, que toma a anatomía como punto de partida exclusivo e pretende deducir directamente tódalas funcións só pola lóxica e sen experimentar. Xa me pronunciei en contra das pretensións destas deducións anatómicas³¹, poñendo de manifesto que asentan nunha fantasía da que o anatómico non se decata. En efecto, na anatomía é preciso distinguir dúas ordes de cousas. Primeiro, as disposicións mecánicas pasivas dos diversos órganos e aparellos que, dende este punto de vista, non son máis que verdadeiros instrumentos de mecánica animal. Segundo, os elementos activos ou vitais que

³¹ Ver *Leçons de physiologie expérimentale*. París, 1856, tomo II. Lección inaugural, 2 maio 1855.

poñen en funcionamento estes diversos aparellos. A anatomía cadavérica pode establecer axeitadamente a organización mecánica do organismo animal: a inspección do esqueleto mostra con claridade unha ensamblaxe de pancas que teñen unha función que, só con observa-la súa disposición, logo se entende. Igual acontece co sistema de canles ou tubos que conducen os líquidos; e tamén coas válvulas das veas que indicaron a Harvey o camiño que o levou ó descubrimento da circulación do sangue. As vexigas, os diferentes receptáculos nos que se almacenan os líquidos segregados ou excretados, presentan disposicións mecánicas que nos indican, con maior ou menor claridade, a función que deben realizar, sen que para sabelo haxa necesidade de recorrer a experimentos no animal vivo. Pero cómpre subliñar que estas deducións mecánicas non teñen nada que sexa absolutamente específico para as funcións dun ser vivo xa que en calquera contexto, e do mesmo xeito, deduciríamos que os tubos están destinados a conducir, as vexigas a conter e as pancas a mover.

Pero cando nos atopamos cos elementos activos ou vitais que poñen en funcionamento todos estes instrumentos pasivos da organización, a anatomía cadavérica non ensina ren. Tódolos coñecementos ó respecto obtéñense necesariamente da experimentación ou da observación do ser vivo, e cando o anatómico cre que está a facer deducións fisiolóxicas só con datos anatómicos e sen datos experimentais, esquece que está a apoiarse na mesma fisioloxía experimental que semella desprezar. Cando un anatómico deduce, segundo di, a función dos órganos pola súa textura, o único que fai é aplica-los coñecementos obtidos no ser vivo para interpreta-lo que ve no cadáver, de xeito que a anatomía, en realidade, non lle ensina ren, porque só lle indica as características do tecido. Así, cando nunha parte do corpo o anatómico atopa fibras musculares conclúe que hai movemento contráctil, cando atopa células glandulares conclúe que hai secreción e cando observa fibras nerviosas conclúe que hai

sensibilidade ou movemento. Pero ¿como sabe que a fibra muscular contrae, que a célula glandular segrega e que o nervio é sensitivo ou motor se non é gracias a observación do ser vivo ou á vivisección? Só despois de observar que estes tecidos contráctiles, secretores ou nerviosos teñen formas anatómicas determinadas pode establecer unha relación entre a forma do elemento anatómico e as súas funcións, de tal xeito que cando atopa a forma deduce a función. Pero, repito, neste proceso a anatomía cadavérica non lle ensina nada, só se apoia no que ensina a fisioloxía experimental. Isto demostra, con toda claridade, que aquilo que descoñece a fisioloxía experimental non pode ser interpretado pola anatomía. De feito, a anatomía do bazo, das cápsulas suprarrenais, ou da tiroide é tan ben coñecida como a do músculo ou a do nervio, e sen embargo o anatómico fica mudo no que atinxe ás funcións destas partes. Pero des que o fisiólogo descubra algo sobre a función destes órganos, o anatómico relacionará as propiedades fisiolóxicas constatadas con formas anatómicas determinadas dos elementos histolóxicos. Por outra parte debo subliñar que o anatómico non pode ir nas súas apreciacións máis lonxe do que lle ensina a fisioloxía, so pena de caer no erro. Deste xeito, se, como lle aprende a fisioloxía, deduce que cando hai fibras musculares hai contracción e movemento, non pode deducir que onde non ve fibras musculares non haberá contracción nin movemento. De feito, a fisioloxía experimental demostrou que o elemento contráctil presenta formas variadas entre as que hai algunhas sobre as que o anatómico aínda non puido facer precisións.

Nunha palabra, para saber algo sobre funcións vitais, é preciso estudialas no ser vivo. A anatomía non dá máis que os caracteres necesarios para recoñece-los tecidos e por si mesma non ensina nada sobre as propiedades vitais. En efecto ¿de que xeito a forma dun elemento nervioso pode indicárno-las propiedades nerviosas qué transmite? ¿De que xeito a forma dunha

célula do fígado pode mostrarnos que acontece co azucre? ¿De que maneira a forma dun elemento muscular nos permitirá coñecer-la contracción muscular? En todo isto non hai máis que unha relación empírica que establecemos mediante a observación comparativa entre o ser vivo e o morto. Recordo cómo, nos seus cursos, Blainville teimaba en moitas ocasións en distinguilo que, segundo el, había que chamar *substratum* do que, polo contrario, había que denominar *órgano*. Segundo Blainville, nun órgano pode comprenderse unha relación mecánica necesaria entre a estrutura e a función. Así, dicía, tendo en conta a forma das pancas óseas, pode concibirse un movemento determinado; segundo a disposición dos conductos sanguíneos, das vexigas ou dos conductos excretores das glándulas, compréndese que os líquidos circulen ou fiquen retidos. Pero no caso do encéfalo, engadía, non hai ningunha relación material que establecer entre a estrutura do cerebro e a natureza dos fenómenos intelectuais. Polo tanto, concluía Blainville, o cerebro non é o órgano do pensamento, é só o *substrato*. Poderíase admiti-la distinción de Blainville, pero debería ter carácter xeral e non limitarse ó cerebro. Se, de feito, comprendemos que un músculo inserido en dous ósos poda face-lo oficio mecánico dunha forza que os achegue, non comprendemos de todo cómo se contrae o músculo, e tamén podemos dicir que o músculo é o substrato da contracción. Se entendemos cómo un líquido segregado flúe polos conductos dunha glándula, podemos non ter idea sobre a esencia dos fenómenos secretorios, e tamén poderemos dicir que a glándula é o substrato da secreción.

En resumo, o punto de vista anatómico está totalmente subordinado ó punto de vista da fisioloxía experimental no que atinxe á explicación dos fenómenos vitais. Pero como xa dixemos máis arriba, na anatomía hai dous aspectos: os instrumentos do organismo e os axentes esenciais da vida. Os axentes ou factores esenciais da vida residen nas propiedades vitais dos tecidos que só poden ser determinadas pola observación e pola

experimentación no ser vivo. Estes factores son os mesmos en tódolos animais, sen distinción de clase, de xénero nin de especie, e aquí está o dominio da anatomía e da fisioloxía xerais. Despois veñen os instrumentos da vida que non son máis que aparatos mecánicos ou ferramentas con que a natureza dotou a cada organismo, dunha maneira definida, segundo a súa clase, o seu xénero e a súa especie. Mesmo se podería dicir que que son aparellos especiais que constitúen a especie; porque un coello só se diferencia dun can en que un ten os instrumentos orgánicos que o forzan a comer herba e o outro os órganos que o obrigan a comer carne. Pero, polo que atinxe ós fenómenos vitais íntimos, son dous animais idénticos. O coello é carnívoro cando se lle da carne axeitadamente preparada, e eu mesmo demostrei, xa hai tempo, que en xaxún tódolos animais son carnívoros.

A anatomía comparada non é máis que unha zooloxía interior; ten por obxecto clasifica-los aparellos ou instrumentos da vida. Estas clasificacións anatómicas deben corroborar ou corrixi-las características deducidas das formas externas. Deste xeito, a balea que podería situarse entre os peixes pola súa forma externa, clasifícase entre os mamíferos debido á súa organización interna. A anatomía comparada tamén nos mostra que as disposicións dos instrumentos vitais están interrelacionadas harmonicamente co conxunto do organismo. Deste xeito, un animal que ten unllas terá as mandíbulas, os dentes e as articulacións dos membros dispostos dunha maneira determinada. A xenialidade de Cuvier desenvolveu estas observacións creando unha nova ciencia, a paleontoloxía, que permite reconstruír un organismo animal partindo dun fragmento do seu esqueleto. O obxecto da anatomía comparada é, polo tanto, mostra-la harmonía funcional dos instrumentos cos que a natureza dotou un animal e ensinárnolas modificacións necesarias destes instrumentos que son consecuencia das diversas circunstancias da vida animal. Pero no fondo destas modificacións, a anatomía comparada sempre

pon de manifesto un plano de creación uniforme; de tal xeito que existe un conxunto de órganos inútiles para a vida (decote mesmo son prexudiciais), pero que son caracteres de especie ou vestixios dun mesmo plan de composición orgánica. A corna do cervo non ten unha función útil para a vida do animal; a omoplata do liscanzo e os bicos de teta dos machos son vestixios de órganos que perderon a súa función. A natureza, como di Goethe, é unha grande artista; como ornamentación da forma engade órganos a cotío inútiles para a vida, igual que un arquitecto fai frisos, cornixas ou torres para adorna-la súa obra, pero sen uso práctico.

A anatomía e a fisioloxía comparadas teñen como obxectivo atopar-las leis morfolóxicas dos aparellos e dos órganos que constitúen os organismos. A fisioloxía comparada que deduce as funcións da comparación dos órganos, sería unha ciencia insuficiente e falsa se rexeitase a experimentación. Sen dúbida, a comparación entre as formas dos membros ou entre os aparatos mecánicos da vida de relación poderá proporcionarnos indicacións sobre a función destas partes. Pero ¿qué pode dicirnos a forma do fígado, ou a do páncreas sobre a función destes órganos? ¿Non foi a experimentación a que puxo de manifesto o erro de identifica-lo páncreas cunha glándula salivar?³² ¿Qué pode ensinarnos a forma do cerebro e a dos nervios sobre as súas funcións? Todo o que se sabe disto foi descuberto mediante a experimentación ou a observación no ser vivo. ¿Qué se poderá dicir do cerebro dos peixes, por exemplo, mentres a experimentación non clarexe esta cuestión? Nunha palabra, a deducción anatómica dá o que pode dar, e querer manter exclusivamente esta vía é ficar por tras do progreso da ciencia e pensar que os principios científicos poden impoñerse sen verificación experimental. Isto é, nunha palabra, un vestixio da escolástica medieval.

³² Claude Bernard, *Mémoire sur le pâncreas (Supplément aux comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1856, t. I).

Pero por outra banda, a fisioloxía comparada, por asentar na experimentación e por investiga-las propiedades dos tecidos e dos órganos nos animais, non é, na miña opinión, unha ciencia diferenciada; conflúe coa fisioloxía especial ou xeral xa que teñen o mesmo obxectivo.

As ciencias biolóxicas diferéncianse polo obxectivo que se propoñen ou pola idea que se pretende desenvolver co seu estudo. O zoólogo e o investigador da anatomía comparada observan a organización dos seres vivos e tratan de descubri-las leis morfolóxicas da súa evolución e transformación mediante o estudio dos caracteres internos e externos. O fisiólogo sitúase nun punto de vista diferente: ocúpase só dun obxectivo que é as propiedades da materia viva e o mecanismo da vida, en calquera das súas formas de manifestación. Para el non hai nin xénero, nin especie nin clase, só hai seres vivos e cando escolle un para os seus estudos faíno, ordinariamente, para aplicar máis doadamente a técnica experimental. O fisiólogo actúa, ademais, segundo unha idea diferente da do anatómico; este último, como xa vimos, quere deduci-lo fenómeno vital exclusivamente da anatomía e, en consecuencia, adopta un plano anatómico. O fisiólogo adopta outro plano e segue unha concepción diferente: no canto de proceder do órgano para chegar á función, debe partir do fenómeno fisiolóxico e pescuda-la explicación no organismo. Por isto o fisiólogo, para resolve-los problemas da función vital recorre a tódalas ciencias; anatomía, física, química, todas elas auxiliares que serven de instrumentos indispensables da investigación. Polo tanto, cómpre coñecer ben estas diferentes ciencias para aproveita-las posibilidades que ofrecen. Para rematar hai que engadir que, entre tódalas orientacións da bioloxía, a fisioloxía experimental constitúe por si soa a ciencia vital activa, porque ó determina-las condicións de existencia dos fenómenos vitais faise dona dos mesmos e pode rexelos mediante o coñecemento das leis que lle son específicas.

§ V.— Da anatomía patolóxica e da disección no cadáver e as súas relacións coa vivisección

O que dixemos no parágrafo precedente da anatomía e da fisioloxía normais pode repetirse no caso da anatomía e da fisioloxía consideradas en condicións patolóxicas. Do mesmo xeito atopámo-las tres orientacións sucesivas: a taxonómica ou nosolóxica, a anatómica e a fisiolóxica. Non podemos entrar aquí no exame detallado destas cuestións que comprenden, nin máis nin menos, que a totalidade da historia da ciencia médica. Limitarémonos a sinalala nosa idea en poucas palabras.

No momento en que se observaron e describiron as enfermidades houbo que clasificalas, como se fixo cos animais, seguindo exactamente os mesmos principios dos métodos artificiais ou naturais. Pinel aplicou na patoloxía a clasificación natural introducida na botánica por Jussieu e na zooloxía por Cuvier. Abondará con cita-la primeira frase da *Nosographie* de Pinel: “Dada unha enfermidade, atopa-lo seu sitio nun cadro nosolóxico³³”. Penso que ninguén considerará que este debe se-lo único obxectivo da medicina; só é un punto de vista parcial, a orientación taxonómica.

Despois da nosolóxica vén a orientación anatómica, é dicir, que despois de considera-las enfermidades como especies mórbidas houbo que localizalas anatomicamente. Pensouse que do mesmo xeito que hai unha organización normal que debía explicalos fenómenos vitais no estado de normalidade, debería haber unha organización anormal relacionada cos fenómenos mórbidos. Se ben a orientación anatomopatolóxica xa fora recoñecida por Morgagni e Bonnet é, sen embargo no presente século, e sobre todo pola influencia de Broussais e de Laënnec, cando se crea e sistematiza a anatomía patolóxica. Desenvolveuse a anatomía patolóxica comparada das enfermidades e clasificáronse as alteracións dos tecidos. Pero, ademais,

³³ Pinel, *Nosographie philosophique*, 1800.

quíxose relaciona-las alteracións cos fenómenos mórbidos e deduci-los segundos das primeiras. Aquí presentáronse os mesmos problemas que no caso da anatomía comparada normal. Cando se trataba de alteracións mórbidas con presenza de modificacións físicas ou mecánicas nunha función, como por exemplo unha compresión vascular ou unha lesión mecánica dun membro, púidose comprende-la relación que vinculaba o síntoma mórbido á súa causa e establece-lo que se chama o diagnóstico racional. Laënnec, un dos meus predecesores na cátedra de medicina do Colexio de Francia, inmortalizouse neste eido pola precisión da que dotou ó diagnóstico das enfermidades do corazón e do pulmón. Pero este diagnóstico é imposible cando se trata de enfermidades producidas por alteracións que residen nos elementos orgánicos e que son imperceptibles ós nosos medios de investigación. Entón, ó non poder establece-la relación anatómica, dicíase que a enfermidade era esencial, é dicir sen lesión; o que é absurdo por que é admitir un efecto sen causa. Así comprendeese que para atopar-la explicación das enfermidades era preciso leva-la investigación ás partes máis sutís do organismo onde asenta a vida. Esta nova era da anatomía patolóxica microscópica foi inaugurada na Alemaña por Johannes Müller³⁴ e, un ilustre profesor de Berlín, Virchow, sistematizou nestes últimos tempos a patoloxía microscópica³⁵. Así, observáronse alteracións dos tecidos con características propias que permitiron defini-las enfermidades, e tamén explica-los síntomas. Para este propósito creouse a denominación *fisioloxía patolóxica* que designa a función patolóxica en relación coa anatomía anormal. Non farei aquí consideracións sobre se estas expresións, *anatomía patolóxica* e *fisioloxía patolóxica*, están ben escollidas; só direi que esta

³⁴ Müller, *De glandularum secernentium structura penitiori earumque prima formatio in homine atque animalibus*. Leipzig, 1830.

³⁵ Virchow, *La pathologie cellulaire basée sur l'étude physiologique et pathologique des tissus*, Trad. por P. Picard. París, 1860.

anatomía patolóxica que serve para deduci-los fenómenos patolóxicos está suxeita ás mesmas obxeccións de insuficiencia que xa fixen no caso da anatomía normal. En principio, o anatomopatólogo dá por feito que tódalas alteracións anatómicas sempre son primitivas, cousa que eu non admito, crendo, en troques, que, a cotío, a alteración patolóxica é secundaria, que é consecuencia da enfermidade, no canto de se-la causa; o que non impide que esta alteración producida poida á súa vez ser causa doutros síntomas. Non admitirei que as células ou as fibras dos tecidos sempre sexan afectadas primitivamente; unha alteración mórbida fisicoquímica do medio orgánico pode por si mesma produci-lo fenómeno mórbido do mesmo xeito que un síntoma tóxico aparece sen lesión primitiva dos tecidos e só como consecuencia da alteración do medio.

A orientación anatómica é de feito insuficiente e as alteracións que se constatan nos cadáveres despois da morte presentan máis ben características que permiten recoñecer e clasificalas enfermidades que lesións capaces de explicala morte. É curioso ver como, polo xeral, os médicos teñen pouca preocupación por este último punto de vista que é o verdadeiro punto de vista fisiolóxico. Cando un médico fai unha autopsia, por exemplo de febre tifoide, constata lesións intestinais e fica satisfeito. Pero en realidade isto non lle explica absolutamente nada sobre a causa da enfermidade, nin sobre a acción dos medicamentos, nin sobre a causa da morte. A anatomía microscópica non lle ensina máis, porque, cando un individuo morre de tuberculose, de pneumonía ou de febre tifoide, as lesións microscópicas que se atopan despois da morte existían bastante tempo antes. A morte non se explica polos elementos do tubérculo, nin polas placas intestinais, nin por outros produtos mórbidos; a morte só se pode entender cando algún elemento histolóxico perde as súas *propiedades fisiolóxicas*, o que de contado produce a desorganización dos fenómenos vitais. Para observa-las lesións fisiolóxicas na súa relación cos mecanismos

da morte, cumpriría face-la autopsia dos cadáveres nada máis producida a morte, pero isto non é posible. Esta é a razón pola que é preciso facer experimentos con animais e situar necesariamente a medicina na orientación experimental se queremos facer unha medicina verdadeiramente científica que abranxa loxicamente a fisioloxía, a patoloxía e a terapéutica. Despois de moitos anos sigo a esforzarme en manter esta orientación³⁶. Pero a orientación experimental da medicina é moi complexa no senso de que é fisiolóxica e inclúe a explicación de fenómenos patolóxicos mediante a física, a química e maila anatomía. Polo demais, a propósito da anatomía patolóxica reproduciría o que xa dixeran en relación coa anatomía normal, a saber, que a anatomía non ensina nada por si mesma sen a observación no ser vivo. Polo tanto, é preciso desenvolver unha vivisección patolóxica para a patoloxía, é dicir que cómpre reproducir as enfermidades nos animais e sacrificarlos en diferentes estadios destas enfermidades. Deste xeito será posible estudar no ser vivo as modificacións das propiedades fisiolóxicas dos tecidos así como as alteracións das propiedades fisiolóxicas dos medios. Cando o animal morra será necesario face-la autopsia inmediatamente despois da morte, exactamente como nas enfermidades instantáneas que se chaman de envelenamento, porque, no fondo, non hai diferencias no estudio das actividades fisiolóxicas, mórbidas, tóxicas ou medicamentosas. Nunha palabra, o médico non debe limitarse a anatomía patolóxica para explicala enfermidade; partirá da observación do doente e a seguir explicará a enfermidade mediante a fisioloxía coa axuda da anatomía patolóxica e de tódalas ciencias auxiliares de que se serve o investigador dos fenómenos biolóxicos.

³⁶ Claude Bernard, *Cours de pathologie expérimentale*. (*Medical Times*, 1860).

§ VI.— Da diversidade dos animais de experimentación; da variabilidade das condicións orgánicas que poden presentar

Tódolos animais poden servir para a investigación fisiolóxica porque a vida e a enfermidade sempre son o resultado das mesmas propiedades e das mesmas lesións, por moito que poidan varia-los mecanismos das manifestacións vitais. En todo caso, os animais máis útiles para o fisiólogo son os que poida obter máis doadamente, o que nos leva a ter como primeira opción os animais domésticos como o can, o gato, o cabalo, o coello, o boi, o carneiro, o porco, as aves de curral, etc. Pero se imos ter en conta os servicios prestados á ciencia a ra merece o primeiro posto. Ningún animal serviu para facer máis grandes e numerosos descubrimentos en tódolos ámbitos da ciencia e, aínda hoxe, sen a ra sería imposible a fisioloxía. Se a ra é, como se di, o Job da fisioloxía, é dicir o animal máis maltratado polo experimentador, é o que, sen discusión, está máis estreitamente vencellado ós seus traballos e á súa gloria científica³⁷. Á lista de animais denantes citados é preciso engadir aínda un grande número doutros de sangue quente ou de sangue frío, vertebrados ou invertebrados e mesmo infusorios que poden usarse en investigacións especiais. Pero a diversidade de especie non é a única diferenza que mostran os animais cos que experimenta o fisiólogo, xa que, debido ás condicións nas que se atopan, poden presentar aínda un grande número de disparidades que é importante examinar; porque a exactitude biolóxica e a precisión experimental dependen do coñecemento e da consideración destas condicións individuais.

A primeira condición para levar a cabo un experimento é ter ben coñecidas e determinadas as circunstancias nas que se ha producir para poder repetilo e reproducir-los mesmos fenómenos

³⁷ C. Duméril, *Notice historique sur les découvertes faites dans les sciences d'observation par l'étude de l'organisme des grenouilles*. 1840.

sempre que se queira. Xa dixemos en outro sitio que esta condición fundamental da experimentación é doada de cumprir cos corpos inertes pero que presenta grandes dificultades nos seres vivos, particularmente nos animais de sangue quente. En efecto, ademais de considera-las variacións do medio ambiente cósmico cómpre ter en conta as variacións do medio orgánico, é dicir o estado actual do organismo animal. Estaríase nun grande erro crendo que chega con facer un experimento con dous animais da mesma especie para te-las mesmas condicións experimentais. En cada animal hai unhas condicións fisiolóxicas do medio interno que presentan unha variabilidade extrema e que, nun momento dado, determinan considerables diferencias experimentais aínda entre animais da mesma especie con idéntica aparencia exterior. Levo teimado máis que ninguén na necesidade de estudar estas diferentes condicións fisiolóxicas e penso que demostrei que son a base esencial da fisioloxía experimental.

Polo tanto, é preciso admitir que, nun mesmo animal, os fenómenos vitais varían dependendo de condicións precisas e determinadas do medio interno. Haberá que tratar, xa que logo, de coñecer estas condicións fisiolóxicas no canto de facer táboas das variacións dos fenómenos e toma-los valores medios como expresión da verdade; deste xeito chegarase a conclusións que, malia seren obtidas mediante estatísticas exactas, non terán máis realidade científica que se foran puramente arbitrarias. Cando se quere corrixi-la diversidade que presentan os líquidos orgánicos tomando os valores medios do tódalas análises de ouriños ou sangue feitas, mesmo nun animal da mesma especie, obterase unha composición ideal destes humores que non corresponde a ningún estado fisiolóxico do animal. Tal como puiden demostrar, en xaxún, os ouriños sempre teñen unha composición determinada e idéntica; tamén demostrei que o sangue que sae dun órgano é diferente dependendo de que o órgano estea en actividade ou en repouso. Cando, por

exemplo, se investiga o azucre no fígado e se fan táboas de ausencia ou de presenza e se calculan os valores medios para saber cantas veces de cen hai azucre ou materia glicoxénica neste órgano, obtense un número que non significa ren, calquera que sexa, porque, como tiver ocasión de demostrar, hai unhas condicións fisiolóxicas nas que *sempre* hai azucre e outras condicións nas que nunca o hai. Se agora, situándose noutro punto de vista, se teñen por bos tódolos experimentos nos que hai azucre no fígado e se consideran malos todos aqueles nos que non se atopa, caerase noutra clase de erro non menos censurable. Propuxen un principio: *xamais hai experimentos malos*; son todos bos nas condicións determinadas que lle son propias, de maneira que os resultados negativos non poden invalida-los resultados positivos. Volverei máis adiante sobre este importante asunto. Polo momento só quero chama-la atención dos experimentadores sobre o importante que é precisa-las condicións orgánicas porque, como fica dito, son a única base da fisioloxía e da medicina experimental. No que segue abundará con dar algunhas indicacións, porque en cada experimento haberá que ter en conta as condicións que lle son específicas, dende os puntos de vista fisiolóxico, patolóxico e terapéutico.

En todo experimento con animais vivos, hai que considerar, con independencia das condicións cósmicas xerais, tres ordes de condicións fisiolóxicas propias do animal, a saber: condicións anatómicas operatorias, condicións fisicoquímicas do medio interno e condicións orgánicas elementais dos tecidos.

1º *Condicións anatómicas operatorias*.- A anatomía é a base necesaria da fisioloxía, e nunca se chegará a ser bo fisiólogo se antes non se está moi versado en estudos anatómicos e curtido en diseccións delicadas, de xeito que se podan facer tódalas preparacións que sexa necesario segundo o requira a experimentación fisiolóxica. En efecto, a anatomía fisiolóxica operatoria aínda non está desenvolvida. A anatomía comparada dos

zoólogos é moi superficial e moi vaga para que o fisiólogo poida atopar os coñecementos topográficos que precisa e a anatomía dos animais domésticos está feita polos veterinarios cunha orientación moi especial e demasiado restrinxida para ser de utilidade para o experimentador. Desta maneira o fisiólogo vese obrigado a cotío a facer investigacións anatómicas para obter os datos que precisa para os seus experimentos. En efecto, é doado comprender que cando hai que seccionar un nervio, ligar un conducto ou inxectar nun vaso, é absolutamente indispensable coñecer as disposicións anatómicas das estruturas do animal operado para poder comprender e precisar os resultados fisiolóxicos do experimento. Hai experimentos que serían imposibles en certas especies animais, e a elección intelixente dun animal que presente unha disposición anatómica axeitada é, moitas veces, a condición esencial do éxito dun experimento e da solución dun problema fisiolóxico importante. As disposicións anatómicas ás veces presentan anomalías que tamén é necesario coñecer ben, ó igual que as variacións interindividuais. Por esta razón, ó longo desta obra, terei coidado de relacionar sempre a descrición dos procedementos experimentais coas disposicións anatómicas, e porei de manifesto cómo en máis dunha ocasión as diverxencias de opinión entre os fisiólogos foron debidas á diferencias anatómicas que non se tiveron en conta na interpretación dos resultados dun experimento. Non sendo a vida máis que un mecanismo, en certos animais hai disposicións anatómicas específicas que a primeira vista poden parecer insignificantes ou mesmo miudezas fútiles, pero que moitas veces abundan para facer cambiar por completo as manifestacións fisiolóxicas constituíndo o que se chama unha idiosincrasia que pode ser importante. Tal é o caso da sección dos dous faciais que é mortal no cabalo, mentres que no o é noutros animais moi semellantes.

2º. *Condicións fisicoquímicas do medio interno.*- A vida ponse de manifesto pola acción dos estimulantes externos sobre os

tecidos vivos excitables que responden manifestando as súas propiedades características. As condicións fisiolóxicas da vida non son máis que estímulos fisicoquímicos específicos que poñen en actividade os tecidos vivos do organismo. Estes estimulantes atópanse na atmosfera ou no medio que vive o animal, e sabemos que as propiedades da atmosfera externa xeral trasládanse á atmosfera orgánica interna. Abondará aquí con facer referencia ás condicións fisicoquímicas principais do medio interno que o experimentador debe considerar con atención. Non son outras que as que debe ter un medio no que se manifeste a vida.

A *auga* é a primeira condición indispensable a toda manifestación vital, ó igual que a toda manifestación de fenómenos fisicoquímicos. No medio cósmico exterior pódense distinguir animais acuáticos e animais aéreos; pero esta distinción non pode facerse cos elementos histolóxicos que, mergullados no medio interno, son acuáticos en tódolos seres vivos, é dicir, viven bañados polos líquidos orgánicos que conteñen grande cantidade de auga. A proporción de auga chega, ás veces, do noventa ó noventa e nove por cen nos líquidos orgánicos e, cando esta proporción de auga diminúe notablemente, prodúcese alteracións fisiolóxicas particulares. Deste xeito, subtraendo auga ás ras mediante a exposición prolongada a un aire enxoiro, e mediante a introducción no corpo de substancias cun equivalente osmótico elevado, diminúe a cantidade de auga do sangue e vense aparecer cataratas e fenómenos convulsivos que cesan cando se restitúe ó sangue a súa proporción normal de auga. A subtracción total de auga nos seres vivos leva invariablemente á morte ós grandes organismos provistos de elementos histolóxicos delicados; pero é ben sabido que no caso dos pequenos organismos inferiores a subtracción da auga só suspende a vida, reaparecendo os fenómenos vitais cando se lle repón a auga ós tecidos por ser esta unha condición das máis indispensables para as súas manifestacións vitais. Tal é o caso

da reviviscencia dos rotíferos, dos tardígrados e das anguílulas do trigo. Hai unha chea de casos de vida latente nos vexetais e nos animais que son debidos á subtracción de auga dos organismos.

A *temperatura* inflúe na vida de maneira considerable. O aumento de temperatura estimula os fenómenos vitais ó igual que os fenómenos fisicoquímicos e o descenso da temperatura diminúe a enerxía dos fenómenos fisicoquímicos e adormenta as manifestacións vitais. No medio cósmico exterior as variacións de temperatura determinan as estacións que, en realidade, non están caracterizadas máis que pola variación das manifestacións da vida animal ou vexetal na superficie terrestre. Estas variacións prodúcense unicamente porque o medio interno ou atmosfera orgánica das plantas e de certos animais chega ó equilibrio coa atmosfera externa. Cando se poñen as plantas en invernadoiros coa temperatura axeitada, a influencia invernal deixa de facerse sentir, e o mesmo acontece no caso dos animais de sangue frío e dos que pasan o inverno en estado letárxico. Pero os animais de sangue quente dalgunha maneira manteñen os seus elementos orgánicos en invernadoiro e deste xeito non senten os efectos da invernía. En todo caso, como aquí non hai máis que unha resistencia especial do medio interno a equilibra-la temperatura co medio externo, esta resistencia, en certos casos, pode ser vencida e os animais de sangue quente poden, en tales circunstancias, quentar ou arrefecer. Os límites superiores de temperatura compatibles coa vida polo xeral non soben dos 75°. Os límites inferiores en xeral non baixan da temperatura de conxelación dos líquidos orgánicos vexetais ou animais. En calquera caso estes límites poden variar. Nos animais de sangue quente, a temperatura da atmosfera interna é normalmente de 38 a 40 graos e non pode pasar dos 45 a 50 graos nin baixar dos 15 á 20 graos baixo cero, sen ocasionárense alteracións fisiolóxicas ou mesmo a morte cando estas variacións son rápidas. Nos animais invernadores o descenso da

temperatura, producido gradualmente, pode ser moito maior e produci-la desaparición progresiva das manifestacións vitais deica o letargo ou vida latente que, as veces, pode durar moito tempo se a temperatura non varía.

O *aire* é necesario para a vida de tódolos seres vexetais e animais; polo tanto o aire tamén está presente na atmosfera orgánica interna. Os tres gases do aire externo: osíxeno, nitróxeno e ácido carbónico están en disolución nos líquidos orgánicos onde os elementos histolóxicos respiran directamente como os peixes na auga. O cesamento da vida por subtracción dos gases, e particularmente do osíxeno, é o que se chama a morte por asfixia. Nos seres vivos hai un intercambio constante entre os gases do medio interno e os do medio externo. En todo caso, como é sabido, os animais e os vexetais non se semellan no que atinxe ás alteracións que producen no aire ambiente.

A *presión* existe na atmosfera externa; sabemos que o aire exerce sobre os seres vivos da superficie terrestre unha presión que eleva unha columna de mercurio a unha altura de aproximadamente 0,76 metros. Na atmosfera interna dos animais de sangue quente, os líquidos nutricios circulan sometidos a unha presión superior á presión atmosférica externa, preto dos 150 mm, pero isto non indica que os elementos histolóxicos sopor-ten en realidade esta presión. A influencia das variacións da presión sobre as manifestacións vitais dos elementos orgánicos é pouco coñecida. En todo caso sábese que non pode haber vida nun aire rarefacido de máis, porque en tal caso o gas do aire non podería disolverse no líquido nutricio e, ademais, os gases disolvidos neste desprenderíanse. É o que se observa cando se pon un animal pequeno na máquina pneumática; os pulmóns obstrúense cos gases liberados do sangue. Os artrópodos resisten moito mellor esta rarefacción do aire, como probaron diferentes experimentos. Os peixes, nas profundidades dos mares viven, algunhas veces, sometidos a unha presión considerable.

A *composición química* do medio cósmico ou externo é moi simple e constante. Está representada pola composición do aire que se mantén constante, agás as proporcións de vapor de auga e algunhas condicións eléctricas e ozonificantes que poden variar. A composición química dos medios internos ou orgánicos é moito máis complexa, e esta complicación medra ó mesmo tempo que o animal está máis alto na escala zoolóxica e presenta un maior grao de desenvolvemento. Como xa dixemos, os medios orgánicos sempre son acuosos; teñen determinadas materias salinas e orgánicas en disolución e presentan reaccións fixas. O animal máis inferior ten o seu medio orgánico propio; un infusorio posúe un medio que lle pertence, no senso que, en menor grao que un peixe, non está embebido pola auga na que nada. No medio orgánico dos animais superiores, os elementos histolóxicos son como auténticos infusorios, é dicir, teñen un medio propio que non é o medio orgánico xeral. Un glóbulo sanguíneo, por exemplo está cheo dun líquido diferente do líquido sanguíneo no que está inmerso.

3º Condicións orgánicas. As condicións orgánicas son o resultado da evolución ou das modificacións das propiedades vitais dos elementos orgánicos. As variacións destas condicións determinan necesariamente unha serie de modificacións xerais das que convén recordar aquí as características máis salientables. As manifestacións vitais fanse máis variadas, máis delicadas e máis activas na medida en que os seres vivos soben na escala de organización filoxenética. Pero, tamén ó mesmo tempo, a súa susceptibilidade para enfermaren resulta multiplicada. Como xa dixemos, a experimentación faise máis difícil na medida en que a organización é máis complexa.

As especies animais e vexetais están separadas por condicións especiais que lle impiden mesturarse, no senso que non son posibles a fecundación, os enxertos e as transfusións. Estes son problemas do máis grande interese pero que, na miña opinión, son abordables e susceptibles de seren reducidos a diferencias nas propiedades fisicoquímicas do medio.

Na mesma especie animal as razas aínda poden presentar un certo número de diferencias de moito interese para o experimentador. En diversas razas de cans e de cabalos puiden constatar caracteres fisiolóxicos particulares relacionados con diferencias de grao nas propiedades de certos elementos histolóxicos, especialmente no sistema nervioso. Tamén se poden atopar, en individuos da mesma raza, particularidades fisiolóxicas, debidas a variacións especiais nas propiedades de certos elementos histolóxicos, ás que chamamos *idiosincrasias*.

O mesmo individuo non se semella a si mesmo en tódolos períodos da súa evolución, o que determina as diferencias relacionadas coa idade. Despois do nacemento, os fenómenos vitais son pouco intensos, co tempo fanse moi activos e finalmente van esmorecendo cara a vellez.

O sexo e o estado fisiolóxico dos órganos xenitais poden inducir modificacións ás veces moi profundas, sobre todo nos animais inferiores nos que as propiedades fisiolóxicas das larvas son, en certos casos, completamente distintas das dos animais maduros e provistos de órganos xenitais.

A muda acompáñase de modificacións orgánicas ás veces tan profundas que os experimentos practicados nos diferentes estadios non proporcionan en absoluto os mesmos resultados³⁸.

A hibernación tamén determina grandes diferencias nos fenómenos vitais, e non é o mesmo operar na ra ou no sapo no o verán que no inverno³⁹.

O estado de dixestión ou de xaxún, de saúde ou de enfermidade tamén determinan grandes modificacións na intensidade dos fenómenos vitais e, en consecuencia, na resistencia dos animais á influencia de certas substancias tóxicas e na susceptibilidade a contraeren tal ou cal enfermidade parasitaria ou virulenta.

³⁸ Ver L. Ziegler, *Ueber die Brunst und den Embryo der Rehe*. Hannover, 1843.

³⁹ Ver Stannius, *Beobachtungen über Verjüngungsvorgänge im thierischen Organismus*. Rostoch und Schwering, 1853.

Os hábitos son un factor moi poderoso de modificación dos organismos e un dos máis importantes a ter en consideración, especialmente cando se quere experimentala acción das substancias tóxicas ou medicamentosas sobre os organismos.

O tamaño dos animais tamén determina importantes modificacións sobre a intensidade dos fenómenos vitais. Polo xeral, os fenómenos vitais son máis intensos nos animais pequenos que nos grandes o que supón, como se verá máis adiante, que non se poda relacionar rigorosamente fenómeno fisiolóxico con quilogramo de animal.

En resumo, despois de todo o que precede, é doado decatarse da enorme complexidade que presenta a experimentación con animais debido ós innumerables factores que o fisiólogo debe ter en conta. Sen embargo é posible practicala cando se establece, como vimos de indicar, unha distinción e unha subordinación axeitadas na consideración destes diferentes factores e cando se procura vencellos a circunstancias físicoquímicas determinadas.

§ VII.— Da escolla dos animais; da utilidade médica dos experimentos realizados en diversas especies animais

Entre as obxeccións que puxeron os médicos á experimentación hai unha que cómpre examinar moi seriamente porque cuestiona a utilidade que a medicina e a fisioloxía humana poden obter dos estudos experimentais con animais. Dise, en efecto, que os experimentos feitos no can ou na ra poden ser concluíntes, dende o punto de vista da aplicación, para o can e para a ra, pero non para o home, porque o home ten unha natureza fisiolóxica e patolóxica que lle son propias e que é diferente da do resto dos animais. Engádese que, para seren realmente concluíntes para o home, sería preciso face-los experimentos no home ou en animais tan achegados como sexa posible. Precisamente con esta idea Galeno escollera o mono como

suxeito dos seus experimentos e Vesalio o porco, como semellante do home pola súa condición de omnívoro. Actualmente aínda moitos escollen o can, non só por ser doado conseguilo, senón porque pensan que os resultados experimentais poden aplicarse ó home máis axeitadamente que os obtidos, por exemplo, na ra. ¿Qué fundamento teñen estas opinións? ¿Qué importancia ten a escolla dos animais en relación coa utilidade dos experimentos para a medicina?

É ben certo que no que atinxe á aplicación inmediata á práctica médica, os experimentos realizados no home son os máis concluíntes. Ninguén di o contrario, pero como non está permitido polas leis da moral nin polas do Estado facer no home os experimentos que imperiosamente esixe o interese da ciencia, proclamamos afervoadamente a experimentación animal, e engadimos que dende o punto de vista teórico, os experimentos con tódalas especies animais son indispensables para a medicina, e que dende o punto de vista da práctica inmediata son de grande utilidade. En efecto, tal como xa expresamos repetidamente, nos fenómenos da vida hai dous aspectos a considerar: as propiedades fundamentais dos elementos vitais, que son xerais, e as disposicións e os mecanismos de organización que determinan as formas anatómicas e fisiolóxicas específicas de cada especie animal. Agora ben, entre tódolos animais con que o fisiólogo e o médico poden experimentar, uns son máis apropiados que outros dependendo de que o estudio a levar a cabo derive dun ou doutro dos puntos de vista mencionados. Aquí só diremos, en termos xerais, que para estudia-los tecidos son máis axeitados os animais de sangue frío e os pequenos mamíferos, porque as propiedades dos tecidos vivos, ó desapareceren máis lentamente, poden estudiarse mellor. Tamén hai experimentos nos que convén escoller certos animais que presentan disposicións anatómicas máis favorables ou unha particular susceptibilidade a certas influencias. En cada tipo de investigación teremos que decidi-la escolla de animal máis conveniente. Isto

é moi importante porque a solución dun problema fisiolóxico ou patolóxico con frecuencia se acada unicamente como resultado da escolla acertada do suxeito experimental que permite obter resultados máis claros ou máis convincentes.

A fisioloxía e a patoloxía xeral asentan necesariamente no estudio dos tecidos de tódolos animais, porque unha patoloxía xeral non fundamentada esencialmente en consideracións obtidas da patoloxía comparada dos animais, en tódolos graos de organización, só constituiría un conxunto de xeneralidades sobre patoloxía humana, pero endexamais unha patoloxía xeral no senso científico da palabra. Do mesmo xeito que un organismo só pode vivir pola concorrencia ou pola manifestación normal das propiedades dun ou de varios dos seus elementos vitais, só pode enfermar pola manifestación anormal das propiedades dun ou de varios dos seus elementos vitais. Agora ben, sendo os elementos vitais de natureza semellante en tódolos seres vivos, están sometidos ás mesmas leis orgánicas, desenvólvense, viven, enferman e morren baixo influencias de natureza necesariamente semellante, aínda que manifestadas por mecanismos infinitamente variables. Un veneno ou un factor mórbido que actúe sobre un elemento histolóxico determinado, deberá facelo nas mesmas circunstancias en tódolos animais que o posúan, xa que, de non ser así, estes elementos non sería da mesma natureza. A teima en considerar como da mesma natureza ós elementos vitais que responden de xeito oposto ou diferente á influencia de estímulos vitais normais ou patolóxicos, ademais de nega-la ciencia en xeral, introduce na bioloxía unha confusión e unha escuridade que atrancan gravemente o seu desenvolvemento; porque nas ciencias da vida, o carácter que se ha situar en primeiro lugar, e que debe domear ós demais, é o carácter vital. Este carácter vital poderá presentar, sen dúbida, grandes diversidades no seu grao e na súa forma de presentación, como consecuencia das circunstancias especiais dos medios ou dos mecanismos que poidan manifesta-los organismos sans ou

idiosincrasias. As predisposicións, estudadas experimentalmente, no canto de ficaren como estados indeterminados do organismo, constituirán casos particulares dunha lei fisiolóxica xeral que será a base da medicina práctica.

En resumo, conclúo que os resultados dos experimentos feitos en animais dende os puntos de vista fisiolóxico, patolóxico e terapéutico son non só aplicables á medicina teórica senón que, na miña opinión, a medicina práctica non poderá xamais adquirir-lo carácter de ciencia sen este estudio comparativo en animais. Rematarei, no que a isto atinxe, coas palabras de Buffon, ás que se pode dar un significado filosófico diferente, pero que son moi verdadeiras cientificamente nesta circunstancia: “Se non existiran os animais, a natureza do home sería aínda máis incomprendible”.

§ VIII.— Da comparación entre animais e da experimentación comparativa

Nos animais, e particularmente nos animais superiores, a experimentación é tan complexa e exposta a causas de erro, previstas ou imprevistas, tan numerosas e múltiples que, para evitalas, é preciso proceder coa máis grande cautela. En efecto, para experimentar en determinadas partes do organismo ás veces é necesario producir importantes lesións que dan lugar a perturbacións mediatas ou inmediatas que enmascaran, alteran ou destrúen os resultados do experimento. Esta é unha dificultade sempre presente e que en moitas ocasións contamina de erros as pescudas experimentais e fornece argumentos ós detractores da experimentación. Pero a ciencia non avanza-ría se os métodos científicos se desbotasen en razón da súa imperfección; o único que se pode facer neste caso é perfeccionalos. Agora ben, o perfeccionamento da experimentación fisiolóxica consiste non só na mellora dos instrumentos e dos

procedementos operatorios senón, máis que nada, no uso racional e ben regulado da *experimentación comparativa*.

Dixemos anteriormente (p. 120) que non había que confundila contraproba experimental coa experimentación comparativa. A contraproba non ten que ver en absoluto coas causas de erro que poden xurdir na observación do feito, porque as supón ausentes e só atinxe ó razoamento experimental; só xulga se a relación que se establece entre un fenómeno e a súa causa próxima é exacta e racional. A contraproba é unha síntese que comproba unha análise ou unha análise que verifica unha síntese.

A experimentación comparativa está dirixida á constatación do feito e á arte de diferencia-las circunstancias ou outros fenómenos cos que pode estar mesturado. A experimentación comparativa non é, polo tanto, precisamente o que os filósofos chaman o método por diferencia. Cando un experimentador enfrenta fenómenos complexos debidos ás propiedades de diferentes corpos, procede por diferenciación, é dicir separa sucesivamente cada corpo e observa por diferencia o que pertence a cada un deles dentro da totalidade do fenómeno. Pero este método de exploración supón dúas cousas: primeiro que se sabe cal é o número de corpos que concorren na expresión do conxunto do fenómeno e, en segundo lugar, admítese que os corpos non actúan en combinación de xeito que a súa acción fiquen confundida nunha resultante harmónica final. En fisioloxía o método das diferencias raramente é aplicable porque case nunca é posible gabarse de coñecer tódolos corpos e tódalas condicións que participan na expresión dun conxunto de fenómenos e porque, nunha infinidade de casos, os órganos do corpo logo se substitúen nas funcións que lle eran en parte comúns e disimulan en maior ou menor grao o resultado da ablación dunha parte limitada. Supoñamos, por exemplo, que se paralizan un por un e de maneira sucesiva tódolos músculos do corpo. A deficiencia producida, en cada caso, polo músculo paralizado será

paliada e corrixida en maior ou menor grao polos músculos veciños. Deste xeito pódese chegar á conclusión de que cada músculo en particular ten pouca influencia nos movementos do corpo. Esta causa de erro explícase moi ben co exemplo do que lle acontecería a un experimentador que suprimira un por un tódolos ladrillos que forman a base dunha columna. Podería ver cómo a subtracción dun só ladrillo cada vez non fai abala-la columna, e chegaría á lóxica, pero falsa conclusión de non ter ningún dos ladrillos a función de soste-la columna. A experimentación comparativa en fisioloxía responde a unha idea moi diferente: ten por obxecto reducir á unidade a investigación máis complexa, e por resultado eliminar á vez tódalas causas de erro coñecidas ou descoñecidas.

Os fenómenos fisiolóxicos son tan complexos, que non sería posible experimentar cun mínimo de rigor en animais vivos, se fora preciso determinar tódalas modificacións que se poden producir no organismo obxecto do experimento. Pero afortunadamente abondará con illa-lo fenómeno que se quere estudar separándoo, coa axuda da experimentación comparativa, de tódalas complicacións que poden afectalo. Agora ben, a experimentación comparativa acada este obxectivo xuntando nun organismo semellante, que serve de referencia, tódalas modificacións experimentais, agás *unha*, que é a que se quere estudar.

Cando, por exemplo, se quere saber cal é o resultado da sección ou da ablación dun órgano situado profundamente, é necesario lesionar moitos órganos veciños para chegar a el e estaremos expostos a confundir no resultado final o que é consecuencia das lesións do procedemento operatorio co que pertence propiamente á sección ou á ablación do órgano que se está a estudar para determina-la súa función fisiolóxica. A única maneira de evita-lo erro consiste en practicar unha operación idéntica nun animal semellante pero sen face-la sección ou a ablación do órgano obxecto do experimento. Temos, xa que

logo, dous animais nos que tódalas condicións experimentais son as mesmas agás unha: a ablación dun órgano. Os efectos da ablación deste órgano quedan diferenciados e expresados pola diferenza que se observa entre os dous animais. A experimentación comparativa é unha regra xeral e absoluta en medicina experimental e aplícase a todo tipo de investigación, tanto cando se queren coñecer os efectos dos diversos axentes que actúan sobre a economía como cando se quere coñecer a función fisiolóxica das diferentes partes do corpo mediante experimentos de vivisección.

A experimentación comparativa pode facerse tanto en animais da mesma especie, postos en condicións tan comparables como sexa posible, como no mesmo animal. Cando se actúa con dous animais é preciso, como vimos de dicir, poñer ós dous animais semellantes nas mesmas condicións agás *unha*, que é a que se quere comparar. Isto supón que os dous animais comparados son semellantes abondo para que a diferenza que se constata como resultado do experimento só poda ser atribuída a unha diferenza do seu organismo. Cando se experimenta con órganos ou tecidos que teñen propiedades fixas e doadas de distinguir, abonda con comparar dous animais da mesma especie, pero cando se queren comparar propiedades cambiantes e delicadas, cómpre face-la comparación no mesmo animal, ben porque a natureza do experimento permita facer probas sucesivas despois da recuperación, ou ben por que haxa que actuar simultaneamente en partes semellantes do mesmo individuo. En efecto, as diferenzas son máis difíciles de apreciar na medida en que os fenómenos que se queren estudar son máis inconstantes e máis delicados. Dende este punto de vista, ningún animal é absolutamente comparable a outro, e tampouco, como xa dixemos, un animal é comparable a si propio nos diferentes momentos en que se examina, ben porque está en condicións nutricionais diferentes ou ben porque o seu organismo se fixo menos sensible á substancia administrada ou á operación a que foi sometido.

Finalmente, tamén hai casos nos que cómpre leva-la experimentación comparativa fóra do animal porque as causas de erro poden estar nos instrumentos que se usan na experimentación.

Limítome aquí a sinalar e a defini-lo principio da experimentación comparativa que será desenvolto ó longo desta obra a propósito de casos particulares. Citarei, na terceira parte desta introducción, exemplos orientados a demostra-la importancia da experimentación comparativa, que é a verdadeira base da medicina experimental. Será, en efecto, doado demostrar que case tódolos erros experimentais proceden de ter descoidado a consideración comparativa dos feitos ou de dar por comparables casos que non o eran.

§ IX.— Do uso do cálculo no estudio dos fenómenos dos seres vivos; das medias e das estatísticas

A medida dos fenómenos é un punto fundamental nas ciencias experimentais, xa que a lei dos fenómenos ha establecerse mediante a determinación cuantitativa dun efecto en relación cunha causa dada. Se en bioloxía se quere chegar a coñecer-las leis da vida, ademais de observar e constata-los fenómenos vitais, cómpre fixar numericamente as relacións de intensidade en que están uns en relación a outros.

Esta aplicación das matemáticas ós fenómenos naturais é o obxecto de toda ciencia, porque a expresión da lei dos fenómenos debe ser sempre matemática. Para isto é preciso que os datos sometidos a cálculo sexan o resultado de feitos suficientemente analizados para te-la seguranza que se coñecen completamente as condicións dos fenómenos entre os que se quere establecer unha ecuación. Agora ben, estimo que as tentativas deste xénero son prematuras na maior parte dos fenómenos da vida, precisamente porque estes fenómenos son tan complexos que xunto a algunhas das súas condicións que coñecemos, debemos, non só supoñer, senón estar certos de que existen

unha morea doutras que aínda nos son absolutamente descoñecidas. Penso que a vía máis útil que na actualidade deben seguir-la fisioloxía e a medicina é a de tratar de descubrir feitos novos no canto de intentar reducir a ecuacións os que xa posúe a ciencia. Isto non quere dicir que eu condene a aplicación da matemática ós fenómenos biolóxicos, porque a ciencia, no seu desenvolvemento, constituirase por si mesma; só que teño a convicción de que a ecuación xeral é imposible polo de agora porque o estudio *cualitativo* dos fenómenos debe preceder necesariamente ó seu estudio *cuantitativo*.

Os físicos e os químicos xa ensaiaron abondo a redución ó cálculo dos fenómenos fisicoquímicos dos seres vivos. Os máis eminentes físicos e químicos, tanto antigos como modernos, quixeron establece-los principios dunha mecánica animal e as leis dunha estática química dos animais. Aínda que o progreso das ciencias fisicoquímicas faga máis doado este problema nos nosos días do que o era no pasado, paréceme imposible chegar actualmente á conclusións exactas porque, cando se queren fundamenta-los cálculos, fallan as bases fisiolóxicas. Sen dúbida pódese establece-lo balance do que consume un organismo vivo en alimentos e do que produce en excrecións, pero non se obterán máis que resultados estatísticos que non aclararán ren sobre os fenómenos íntimos da nutrición nos seres vivos. Sería, como di un químico holandés, querer conta-lo que acontece nunha casa mirando o que entra pola porta e o que sae pola cheminea. Pódense fixar con exactitude os dous extremos da nutrición, pero cando se quere interpreta-lo espacio que os separa atópase un terreo descoñecido no que a imaxinación constrúe a meirande parte, de xeito que as cifras a cotío se prestan de marabilla para demostra-las hipóteses máis diversas. Hai vinte-cinco anos, cando comezaba a miña carreira de fisiólogo intentei, creo que fun o primeiro en facelo, leva-la experimentación ó medio interno do organismo co obxecto de seguir paso a paso e experimentalmente tódalas transformacións das materias que

os químicos explican teoricamente. Deseñaba experimentos para investigar cómo se destrúe o azucre, un dos principios alimenticios mellor definidos, no ser vivo. Pero, no canto de obter datos sobre a destrucción do azucre, os meus experimentos leváronme a descubrir⁴¹ que nos animais prodúcese azucre constantemente, con independencia da natureza da alimentación. Ademais, estas investigacións convencéronme de que no medio orgánico animal teñen lugar infinidade de fenómenos fisicoquímicos moi complexos que dan orixe a moitos outros productos que aínda descoñecemos e que os químicos non teñen en conta nas súas ecuacións de estática.

O que lle falta ós que aplican a química estática á vida, ou ás diferentes apreciacións numéricas que se dan ós fenómenos fisiolóxicos, non é coñecemento químico nin rigor nos cálculos senón as bases fisiolóxicas que, as máis das veces, son falsas por seren incompletas. Caese no erro máis doadamente na medida en que se parte destes resultados experimentais incompletos e que se razoa sen comprobar en cada paso as deducións do razoamento. Citarei exemplos destes cálculos que teño que rexeitar tomados de obras que, fóra disto, teño en gran estima. Os Srs. Bidder e Schmidt (de Dorpat) publicaron en 1852 traballos moi importantes sobre a dixestión e a nutrición. As súas investigacións conteñen materiais non elaborados, excelentes e en cantidade, pero as deducións dos seus cálculos son, na miña opinión arriscados ou erróneos. Así, por exemplo, nun can que pesaba 16 quilos canularon o conducto da glándula submaxilar para recolle-la secreción e obtiveron, nunha hora, 5,640 gramos de saliva, do que conclúen que as dúas glándulas producirán 11,280 gramos. Despois canularon o conducto parotídeo do mesmo animal e obtiveron 8,790 gramos de saliva nunha hora, o que para as dúas glándulas parótides equivalería a 17,580 gramos. Agora, engaden, aplicando estes números ó

⁴¹ Ver a terceira parte desta introducción.

home, que pesará arredor de catro veces máis que o can, consideramos un peso de 64 quilos; en consecuencia o cálculo establecido para esta relación dá, para as glándulas submaxilares do home, 45 gramos de saliva por hora ou 1,082 quilos por día. No caso das glándulas parótides teremos 70 gramos por hora ou 1,687 quilos por día. Reducindo á metade resulta que as glándulas salivares dun home adulto segregan arredor de 1,40 quilos de saliva en vintecatro horas, etc.⁴².

No que precede, como admiten os mesmos autores, hai unha cousa certa, que é o resultado sen elaborar obtido no can, pero tódolos cálculos dedúcense sobre bases falsas ou discutibles. Para comezar non é exacto duplica-lo producto dunha glándula para obte-lo das dúas, porque, como ensina a fisioloxía, o máis frecuente é que as glándulas dobres segreguen alternativamente, e que, cando unha segrega moito a outra segrega menos; logo, ademais das dúas glándulas salivares submaxilar e parótide, hai outras que non se mencionan. Tamén é inexacto crer que multiplicando por 24 a saliva producida nunha hora obtense o volume de saliva segregado na boca do animal en vintecatro horas. En efecto, a secreción salivar é eminentemente intermitente e só se produce durante a comida ou como consecuencia dunha estimulación; durante o resto do tempo a secreción é nula ou insignificante. Finalmente, a cantidade de saliva que se obtén das glándulas salivares do can en situación experimental non é unha cantidade absoluta; sería nula sen excitación da mucosa bucal e podería ser máis ou menos considerable de se utilizar outra excitación máis forte ou máis feble que a do vinagre.

Agora, no que atinxe á aplicación dos cálculos precedentes ó home, é aínda máis discutible. De terse multiplicado a cantidade de saliva segregada polo peso das glándulas salivares se tería obtido unha relación aproximada, pero non admito que se

⁴² *Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel*. Mitau und Leipzig, 1852, S. 12.

poida calcula-la cantidade de saliva en relación co peso do corpo enteiro. A apreciación dun fenómeno por quilo do corpo do animal paréceme completamente inexacta porque comprende tecidos de toda natureza e alleos á produción do fenómeno sobre o que se fan os cálculos.

Na parte das investigacións sobre nutrición, os Srs. Bidder e Schmidt presentan experimentos moi importantes e posiblemente dos máis laboriosos xamais realizados. Fixeron, dende o punto de vista da análise elemental, o balance de todo o que unha gata inxeriu e eliminou durante oito días de alimentación e dezanove días de abstinencia. Pero a gata estaba en condicións fisiolóxicas que eles ignoraban; estaba preñada e pariu os gatiños o décimoséptimo día da experiencia. Nesta circunstancia os autores consideraron os gatiños como excrementos e estimáronos coas substancias eliminadas como unha simple perda de peso⁴³. Penso que sería necesario xustificar estas interpretacións cando se trata de fenómenos tan complexos.

Nunha palabra, considero que, se nestes traballos de química estática aplicados ós fenómenos da vida as cifras responden á realidade, será ó chou ou porque a intuición dos experimentadores dirixe e controla o cálculo. Sempre repetirei que a crítica que fago non é dirixida en principio ó uso do cálculo en fisioloxía, se non á súa aplicación no estado actual de complexidade dos fenómenos da vida. Fóra disto, síntome afortunado por poderme apoiar na opinión dos físicos e dos químicos máis competentes na materia. Os Srs. Regnault e Reiset, no seu fermoso traballo sobre a respiración, exprésanse do xeito seguinte a propósito dos cálculos obtidos para establece-la teoría do calor animal: “Nós non dubidamos que a calor animal sexa producida *na súa totalidade* polas reaccións químicas que teñen lugar no organismo, pero pensamos que o fenómeno é abondo complexo para que poida ser calculado partindo da cantidade

⁴³ Loc cit. p. 397.

de osíxeno consumida. As substancias que se queiman coa respiración están, polo xeral, formadas por carbono, hidróxeno, nitróxeno ou osíxeno, as máis das veces en proporcións considerables; cando se destrúen completamente coa respiración, o osíxeno que conteñen contribúe á formación de auga e de ácido carbónico, e a calor que se desprende é necesariamente ben distinta da que se produciría queimando o carbono e o hidróxeno libres. Por outra parte, estas substancias non se destrúen completamente xa que unha parte se transforma noutras substancias que teñen funcións especiais na economía animal ou que se eliminan coas excrecións, en estado de materias moi oxidadas (urea, ácido úrico). Agora ben, en todas estas transformacións e nas asimilacións de substancias que teñen lugar nos órganos, hai liberación ou absorción de calor; pero os fenómenos son evidentemente tan complexos, que é pouco probable que xamais se poidan someter a cálculo. Polo tanto, é unha coincidencia fortuíta que as cantidades de calor, liberadas por un animal, sexan, nos experimentos de Lavoisier, de Dulong e de Despretz, case iguais as que resultarían queimando o carbono contido no ácido carbónico producido, e o hidróxeno, determinado segundo unha hipótese *pouco fundada*, admitindo que a parte de osíxeno consumida que non está en forma de ácido carbónico participou na formación de auga⁴⁴.

Os fenómenos quimicofísicos do organismo vivo son, xa que logo, aínda moi complexos para poderen ser comprendidos no seu conxunto á marxe de hipóteses. Para chegar á solución exacta de problemas tan vastos, cómpre comezarmos por analiza-los resultados destas complicadas reaccións e descompoñelas, mediante a experimentación en cuestións simples e diferentes. Xa fixen algunhas tentativas nesta vía analítica poñendo de manifesto que, no canto de considera-lo problema

⁴⁴ Ver Regnault e Reiset, *Recherches chimiques sur la respiration des animaux des diverses classes* (*Ann. de chimie et de physique*, III^e série, t. XXVI, p. 217).

da nutrición na súa totalidade, convén determinar primeiro a natureza dos fenómenos fisicoquímicos que acontecen nun órgano formado por un tecido definido como un músculo, unha glándula ou un nervio, sendo necesario, ó mesmo tempo, ter en conta o estado de actividade ou de repouso do órgano. Ademais demostrei que se pode regular á vontade o estado de repouso e de actividade dun órgano mediante os seus nervios e que mesmo se pode actuar localmente, evitando a resposta xeral do organismo, separando previamente os nervios periféricos dos centros nerviosos⁴⁵. Só se poderá intentar comprende-la nutrición no seu conxunto e facer unha química estática fundada nunha base sólida, é dicir sobre o estudio de feitos fisiolóxicos precisos, completos e comparables, cando se teñan analizados os fenómenos fisicoquímicos propios de cada tecido.

Outra forma de aplicación moi frecuente das matemáticas á bioloxía atópase no uso das medias ou no emprego da estatística que, en medicina e en fisioloxía, levan por así dicilo necesariamente ó erro. Sen dúbida hai moitas razóns para isto; pero o meirande atranco na aplicación do cálculo ós fenómenos fisiolóxicos é sempre, no fondo, a súa grande complexidade que impide que sexan definidos e suficientemente comparables entre si. O emprego de *medias* en fisioloxía e en medicina as máis das veces non dá máis que unha falsa precisión ós resultados ó tempo que destrúe o carácter biolóxico dos fenómenos. Na nosa opinión pódense distinguir moitas clases de medias: as medias físicas, as medias químicas e as medias fisiolóxicas e patolóxicas. Se por exemplo se observan durante todo un día o número de pulsacións e a intensidade da presión mediante as oscilacións dun instrumento hemométrico e se determina a media de todas estas cifras para coñece-la presión verdadeira ou media do sangue ou o verdadeiro número de pulsacións,

⁴⁵ Claude Bernard, *Sur le changement de couleur du sang dans l'état de fonction et de repos des glandes.- Analyse du sang des muscles au repos et en contraction. Leçons sur les liquides de l'organisme*. Paris, 1859.

obteranse precisamente números falsos. En efecto, as pulsacións diminúen en número e en intensidade en xaxún e aumentan durante a dixestión ou como consecuencia doutras influencias de movemento ou repouso; todas estas características biolóxicas do fenómeno desaparecen na media. Tamén se fai uso frecuente das medias químicas. Cando se recollen os ouriños dun home durante vintecatro horas e cando se mesturan tódolos ouriños para face-la análise dos ouriños *termo medio* o que se ten é precisamente un ouriño que non existe; porque no xaxún os ouriños son diferentes dos da dixestión, e estas diferencias desaparecen na mestura. O caso sublime foi o imaxinado por un fisiólogo que recolleu ouriños dun urinario dunha estación do ferrocarril pola que pasaban xentes de tódalas nacións e cría poder subministra-la [análise dos ouriños *termo medio* europeos! Xunto a estas medias físicas e químicas, hai medias fisiolóxicas ou o que poderíamos chama-las descrições medias de fenómenos que aínda son máis falsas. Supoñamos que un médico recolle un grande número de observacións particulares dunha enfermidade e partindo destas fai unha descrição media de tódolos síntomas observados en casos particulares; esta descrição xamais se atopará na natureza. Do mesmo xeito, en fisioloxía non é necesario facer descrições medias dos experimentos porque as verdadeiras interrelacións dos fenómenos desaparecen nesta media; cando se fan experimentos complexos e variables, é preciso estudia-las diversas circunstancias e despois considerar como patrón o experimento mellor realizado, que sempre representará un feito verdadeiro. As medias, nos casos que vimos de considerar, deben rexeitarse porque con elas querendo sintetizar confúndese e querendo simplificar falséase. As medias só son aplicables á redución de datos numéricos que varían moi pouco e cando se refiren a casos perfectamente determinados e *absolutamente simples*.

Aínda indicarei cómo a redución dos fenómenos fisiolóxicos a quilo de animal está chea de causas de erro. Este método

é moi utilizado polos fisiólogos nos estudos de nutrición dende hai varios anos (ver p. 216). Por exemplo, obsérvase o consumo de osíxeno ou dun alimento calquera que fai un animal nun día; despois divídese entre o peso do animal e obtense o consumo de alimento ou de osíxeno por quilo de animal. Tamén se pode aplicar este método para determina-la dose de substancias tóxicas ou medicamentosas. Envelénase un animal cunha dose límite de estricnina ou de curare e divídese a cantidade de veneno administrado entre o peso do animal para obter a cantidade de veneno por quilo. Para ser exacto neste tipo de experimentos cumpriría calcular non por quilo de corpo do animal enteiro, se non por quilo de sangue e de elemento sobre o que actúa o veneno; sen esta consideración non se pode obter ningunha lei directa da redución a quilo de peso corporal. Pero aínda hai outras condicións que tamén sería necesario establecer experimentalmente e que varían coa idade, a talla, o estado de dixestión, etc., como é o caso de tódolos estados fisiolóxicos que, nestas tomas de datos, deben ser sempre considerados coindadosamente.

En resumo, tódalas aplicacións do cálculo serían excelentes de estaren as condicións fisiolóxicas determinadas con exactitude. Polo tanto, o fisiólogo e o médico deben, polo momento, concentrar tódolos seus esforzos na determinación destas condicións. Primeiro hai que determinar exactamente as condicións de cada fenómeno; esta é a verdadeira exactitude biolóxica, e sen este primeiro estudio tódolos datos numéricos son inexactos e tanto máis inexactos na medida en que ofrecen cifras que infunden respecto pero que enganan cunha falsa aparencia de exactitude.

Polo que atinxe á estatística, dáselle unha grande importancia en medicina e por tal motivo constitúe unha cuestión médica que é necesario examinar aquí. A primeira condición para empregar-la estatística é que os feitos ós que se aplica sexan observados con exactitude coa finalidade de poderen ser

expresados en unidades comparables entre si. Agora ben, esta circunstancia non sempre se da en medicina. Quen coñece o hospital sabe cántos erros groseiros poden contaminar as determinacións nas que se basea a estatística. Moitas veces o nome das enfermidades foi posto ó chou, xa por seren escuros os diagnósticos ou xa porque a causa de morte foi rexistrada, sen lle dar ningunha importancia científica, por un estudante que nin viu ó doente ou por un administrativo alleo á medicina. Tendo isto en conta, só pode ser válida a estatística patolóxica que se fai cos datos recollidos polo mesmo estatístico. Pero aínda neste caso, xamais dúas enfermidades son exactamente iguais; a idade, o sexo, o temperamento e unha chea de circunstancias sempre determinarán diferencias, do que resultará que a media ou o resultado obtido da comparación dos feitos serán sempre discutibles. Pero, aínda hipoteticamente, non admitirei que os feitos poidan ser absolutamente idénticos e comparables mediante a estatística, cómpre necesariamente que se diferencien en algo, xa que sen esta diferenza a estatística levaría a un resultado científico absoluto, cando só pode dar unha *probabilidade*, pero xamais *certeza*. Confeso que non entendo porque se chaman *leis* ós resultados que se poden tirar da estatística, xa que a lei científica, na miña opinión, só pode asentar nunha certeza e nun determinismo absoluto e non nunha probabilidade. Podería saír do meu tema e extraviarme en explicacións sobre o valor dos métodos estatísticos que teñen como fundamento o cálculo de probabilidades, pero é indispensable que diga aquí o que penso da aplicación da estatística ás ciencias fisiolóxicas en xeral, e á medicina en particular.

En toda ciencia hai que recoñecer dúas clases de fenómenos, uns con causa actualmente *determinada* e outros con causa *indeterminada*. No caso dos fenómenos con causa determinada, a estatística non ten nada que facer; mesmo sería absurda. Así, se as circunstancias do experimento están ben establecidas, non se poden facer estatísticas: por exemplo, non terá senso

agrupar casos para saber cantas veces acontecerá que a auga se forme con osíxeno e hidróxeno ou para saber cantas veces se producirá parálise nos músculos innervados polo nervio ciático cando este se seccione. Os efectos aparecerán sempre, sen excepción e necesariamente porque a causa do fenómeno está exactamente determinada. Se un fenómeno reúne condicións aínda non determinadas poden facerse estatísticas, pero o que hai que saber e que se fai estatística cando non se pode facer outra cousa; porque, na miña opinión, endexamais a estatística pode da-la verdade científica e, en consecuencia, non pode constituír un método científico definitivo. Un exemplo explicará o que penso. Certos experimentadores, tal como veremos máis adiante, fixeron experimentos nos que atoparon que as raíces raquídeas anteriores non transmitían sensibilidade; outros experimentadores fixeron experimentos nos que atoparon que as mesmas raíces transmitían sensibilidade. Aquí os casos semellan comparables xa que se trata da mesma operación levada a cabo cos mesmos procedementos, nos mesmos animais e nas mesmas raíces raquídeas. ¿É necesario conta-los casos positivos e negativos e dicir: a lei establece que as raíces anteriores transmiten sensibilidade, por exemplo 25 veces de cada cen? ¿Ou ben cumprirá admitir, segundo a teoría da chamada lei dos grandes números, que despois dun inmenso número de experimentos se chega á conclusión que as raíces conducen sensibilidade coa mesma frecuencia que non a conducen? Semellante estatística sería ridícula porque hai unha razón para as raíces transmitiren sensibilidade e outra razón para non a conduciren; esta é a razón que é preciso determinar e eu busqueina e atopeina de xeito que agora pode dicirse: as raíces raquídeas anteriores *sempre transmiten sensibilidade* en determinadas condicións e *nunca transmiten sensibilidade* noutras condicións igualmente determinadas.

Aínda citarei outro exemplo tomado da cirurxía. Un grande cirurxián fai cistotomías co mesmo procedemento; despois fai

un estudio estatístico dos casos de morte e de curación e conclúe, segundo a estatística, que a lei da mortalidade por esta operación é de dous de cada cinco. Pois ben, digo que esta información non significa absolutamente nada cientificamente e non proporciona ningunha certeza para facer una nova operación, porque non se sabe se este novo caso será do grupo dos curados ou dos mortos. O que realmente hai que facer, no canto de agrupa-los feitos empiricamente, é estudialos con máis exactitude e cada un no seu determinismo específico. Cómpre examina-los casos de morte con moito tino, buscar e descubri-la causa dos accidentes mortais coa finalidade de controlalos e de evitalos. Entón, coñecendo exactamente a causa da curación e a causa da morte, un caso determinado sempre se resolverá con curación. Non se poderá admitir que os casos que rematan con diferente resultado sexan idénticos. Evidentemente hai algo que foi a causa da morte no doente falecido e que non se deu no paciente curado; é algo que hai que determinar para poder actuar sobre tal fenómeno ou para recoñecelo e previlo. Só así se acadará o determinismo científico. Pero a isto non se chegará coa axuda da estatística que xamais ensinou nin pode ensinar ren sobre a natureza dos fenómenos. Aínda aplicarei o que veño de dicir a tódalas estatísticas feitas para coñece-la eficacia de certos remedios na curación de enfermidades. Ademais de non contabiliza-las enfermidades que, malia o remedio, curan espontaneamente, a estatística non ensina absolutamente nada sobre o mecanismo de acción do medicamento nin sobre o mecanismo da curación nos casos en que semella que o remedio puido ter algún efecto.

Dise que as coincidencias poden influír ata tal punto nas causas de erro da estatística que non se poden obter conclusións se non é cun grande número de casos. Pero o médico non ten nada que facer coa *lei dos grandes números*, lei que segundo a expresión dun grande matemático sempre é verdadeira en xeral pero tamén sempre falsa en particular. O que quere dicir

que a lei dos grandes números non resolve nada nun caso particular. Agora ben, o que necesita o médico é saber se o seu doente vai curar e a este coñecemento só pode levalo a investigación do determinismo científico. Non son quen de entender que se poida chegar a unha ciencia práctica e precisa fundándose na estatística. En efecto, os resultados da estatística, mesmo os obtidos dun grande número de casos, semellan indicar que nas variacións dos fenómenos hai unha compensación que conforma a lei; pero como esta compensación é ilimitada, xamais poderá ensinarnos ren sobre un caso particular, mesmo segundo a opinión dos matemáticos, porque admiten que se a bola vermella sae cincuenta veces seguidas, non hai razón para que unha bola branca teña máis posibilidades de saír a vez cincuenta e unha.

A estatística só dará orixe a ciencias hipotéticas pero xamais a ciencias activas e experimentais, é dicir a ciencias que controlen fenómenos seguindo leis determinadas. Coa estatística pódese chegar a unha hipótese ou a unha conxectura con unha probabilidade máis ou menos grande, sobre un caso dado, pero xamais a unha certeza, xamais unha determinación absoluta. Sen dúbida, a estatística pode orienta-lo prognóstico do médico e para este fin é útil. Non rexeito, polo tanto, o uso da estatística en medicina pero censuro que non se trate de ir alén e que se crea que a estatística deba servir de base á ciencia médica. Esta falsa idea leva a certos médicos a pensar que a medicina só pode ser hipotética e conclúen que o médico é un artista que debe suplementar co seu xenio e ollo clínico o indeterminismo dos casos particulares. Cómpre loitar con tódalas nosas forzas contra destas ideas anticientíficas porque contribúen a manter sumida a medicina no estado en que se atopa dende hai moito tempo. Necesariamente tódalas ciencias comezan sendo hipotéticas e aínda hoxe hai en todas elas partes hipotéticas. Non nego que a medicina aínda é hipotética na súa case totalidade; só quero dicir que a ciencia moderna debe esforzarse para saír

deste estado provisorio que non é un estado científico definitivo en maior medida para a medicina que para outras ciencias. O estado científico tardará máis en desenvolverse e será máis difícil de acadar en medicina debido á complexidade dos fenómenos, pero o obxectivo do médico douto é converter na súa ciencia, como en tódalas outras, o indeterminado en determinado. A estatística non se aplica máis que nos casos en que hai indeterminación na causa do fenómeno observado. Nestas circunstancias a estatística só pode servir, na miña opinión, para dirixir ó observador cara á investigación desta causa indeterminada, pero non pode levar xamais a ningunha lei real. Insisto neste punto, porque moitos médicos teñen unha grande confianza na estatística, e pensan que, dado que se establece sobre feitos ben observados que consideran comparables entre si, pode conducir ó coñecemento da lei dos fenómenos. Xa dixen máis arriba que os feitos nunca son idénticos e polo tanto a estatística só é unha enumeración empírica de observacións.

Nunha palabra, a medicina, tendo a estatística como fundamento, só poderá ser unha ciencia hipotética e só fundándose no determinismo experimental chegará a ser unha ciencia verdadeira, é dicir unha ciencia certa. Considero esta idea a base da medicina experimental e, neste senso, o médico experimentador sitúase nunha posición distinta a do médico observador. En efecto, abonda con que un fenómeno se manifeste unha vez cunha certa aparencia para admitir que nas mesmas condicións debe manifestarse do mesmo xeito. Cando se manifesta de diferentes maneiras é porque as condicións non son as mesmas. Pero no indeterminismo non hai leis; só as hai no determinismo experimental, e sen esta última condición non haberá ciencia. Polo xeral os médicos semellan crer que en medicina hai leis elásticas e indeterminadas, pero estas son ideas falsas que cómpre eliminar para fundala medicina científica. A medicina, como ciencia, ten necesariamente leis que son precisas e determinadas e que, como as de tódalas ciencias, derivan do

criterio experimental. A miña obra estará especialmente consagrada ó desenvolvemento destas ideas, e intituleina *Principios de medicina experimental*, para indicar que o meu pensamento é aplicar á medicina os principios do método experimental para que, no canto de ficar como ciencia hipotética fundada na estatística, poida chegar a ser unha ciencia exacta fundada no determinismo experimental. En efecto, unha ciencia hipotética pode asentar no indeterminado; pero unha ciencia experimental só admite fenómenos determinados ou determinables.

O determinismo da experimentación só ofrece a lei absoluta e quen coñece a lei verdadeira non ten liberdade para preve-lo fenómeno doutra maneira. O indeterminismo da estatística deixa unha certa liberdade ó pensamento, limitada polos números, e neste senso poden dici-los filósofos que a liberdade comeza onde remata o determinismo. Pero cando aumenta o indeterminismo, a estatística non pode controlar e pecha-las variacións dentro dun límite. Sáese, entón, do terreo da ciencia, porque para rexe-los fenómenos é obrigado invoca-lo *azar* ou calquera causa oculta. Certamente nunca chegaremos ó determinismo absoluto en todo; o home non podería existir. Polo tanto sempre haberá indeterminismo en tódalas ciencias e en medicina máis que en calquera outra. Pero a conquista intelectual do home consiste en facer diminuír e retrocede-lo indeterminismo na medida en que coa axuda do método experimental gañe terreo no determinismo. Só deste xeito debe satisfacer-la súa ambición, porque así é como estende e estenderá cada vez máis o seu poder sobre a natureza.

§ X.— Do laboratorio do fisiólogo e dos diversos medios necesarios para o estudo da medicina experimental

Toda ciencia experimental esixe un laboratorio, onde o sabio poida retirarse para intentar comprender, mediante a análise experimental, os fenómenos que observa na natureza.

O obxecto de estudio do médico é necesariamente o doente e, en consecuencia, o seu primeiro campo de observación é o hospital. Pero se a observación clínica pode ensinarlle a coñecer-la forma e a evolución das enfermidades, é insuficiente para facerlle comprender-la súa natureza; a tal fin precisa entrar no interior dos corpos e busca-las partes internas que teñan alteradas as funcións. Esta é a razón pola que á observación clínica das enfermidades logo se uniron o seu estudio necropsico e as diseccións no cadáver. Pero hoxe estes medios non abundan; compre facer avanza-la investigación e analizar en vivo os fenómenos elementais dos corpos organizados comparando o estado normal co estado patolóxico. Noutro sitio indicamos a insuficiencia da anatomía para comprender-los fenómenos da vida, e tamén vimos que aínda é preciso engadi-lo estudio de tódalas condicións fisicoquímicas que participan como elementos necesarios nas manifestacións vitais, normais e patolóxicas. Esta simple indicación xa fai supoñer que o laboratorio do fisiólogo médico debe se-lo máis complicado de tódolos laboratorios, por que terá que experimentar cos fenómenos da vida, que son os máis complexos de tódolos fenómenos naturais.

As bibliotecas tamén poden considerarse parte do laboratorio do sabio e do médico experimentador. Pero coa condición de le-las observacións, as experiencias ou as teorías dos devanceiros sobre a natureza, e non para atopar nos libros opinións establecidas que o dispensen de traballar e de dar pulo á investigación dos fenómenos naturais. A erudición mal entendida foi, e aínda é, un dos maiores atrancos no avance das ciencias experimentais. Esta falsa erudición que pon por diante dos feitos a autoridade dos homes, fixo estanca-la ciencia nas ideas de Galeno durante varios séculos sen que ninguén ousara propoñer ningún cambio. Esta superstición científica estaba tan estendida que Mundini e Vesalio, os primeiros en contradicir a Galeno cando confrontaron as opinións admitidas cos resultados das diseccións, foron considerados innovadores e verdadeiros

revolucionarios. Polo tanto, a erudición científica hai que practicala sempre deste xeito. Cumprirá acompañala de investigacións críticas obtidas na natureza co obxectivo de comprobalos feitos de que se está a falar e de xulga-las opinións en discusión. Desta forma a ciencia avanzará simplificándose e depurándose polo efecto dun bo criterio experimental no canto de verse entorpecida pola exhumación e amoreamento de feitos e de innumerables opinións entre as que logo é imposible distinguilo verdadeiro do falso. Estaría fóra do meu propósito estenderme aquí sobre os erros e sobre a falsa orientación da meirande parte dos estudos de literatura médica que se cualifican como estudos históricos ou filosóficos da medicina. Quizais teña ocasión noutro sitio de tratar este asunto; polo momento limitareime a dicir que, na miña opinión, todos estes erros teñen a súa orixe nunha confusión perpetua entre producións literarias ou artísticas e producións científicas, entre o criterio artístico e o criterio científico, entre a historia da ciencia e a historia do home.

As producións literarias e artísticas xamais envellecen, no senso de que son expresións de sentimentos inmutables como a natureza humana. Podemos engadir que as ideas filosóficas representan aspiracións do espírito humano que tamén son intemporais. Polo tanto hai grande interese en pescuda-lo que nos deixaron os devanceiros, porque neste contexto aínda poden servírnos de modelo. Pero a ciencia, que representa o que o home leva aprendido, é esencialmente móbil na súa expresión; varía e perfecciónase na medida que aumentan os coñecementos adquiridos. A ciencia do presente está polo tanto por riba da do pasado e non hai ningunha razón para ir busca-lo crecemento da ciencia moderna nos vellos coñecementos. As vellas teorías son falsas porque non conteñen os feitos descubertos con posterioridade, e non teñen cousa de proveito para as ciencias actuais. A ciencia experimental só pode progresar avanzando e proxectando o traballo no porvir. Sería absurdo crer que hai que

ir buscala no estudio dos libros legados polo pasado, onde só se pode atopar historia do espírito humano, o que é moi diferente.

Sen dúbida cómpre coñecérmo-lo que se chama literatura científica e saber qué fixeron os devanceiros. Pero o criterio científico formado na literatura, non terá ningunha utilidade para a ciencia. En efecto, se, para xulgar unha obra literaria ou artística non é preciso ser poeta ou artista, non acontece o mesmo coas ciencias experimentais. Non se pode xulgar unha memoria de química se non se é químico, nin de fisioloxía se non se é fisiólogo. Se hai que decidir entre dúas opinións científicas diferentes non abonda con ser bo filólogo nin bo traductor, cómpre, sobre todo, estar fondamente versado na técnica da ciencia e mesmo ser altamente competente en dita ciencia, ser quen de facer experimentación e ter máis capacidade que os autores das opinións que se discuten. Nunha ocasión tiven que discutir un problema anatómico en relación coas anastomoses do pneumogástrico e do espinal⁴⁶. Willis, Scarpa, Bischoff, pronunciáranse sobre este asunto con opinións diferentes e mesmo opostas. Un erudito só podería transmitir estas diferentes opinións e contrasta-los textos con maior ou menor exactitude, pero non resolvería a cuestión científica. Era preciso disecar e perfecciona-los procedementos de disección para seguir mellor as anastomoses nerviosas e comparar coa natureza a descrición de cada anatómico: foi o que fixen e descubrín que as diverxencias dos autores viñan de non atribuíren as mesmas delimitacións ós dous nervios. Neste caso a anatomía, estudiada máis a fondo, puido explica-las discrepancias anatómicas. Polo tanto, non admito que nas ciencias haxa autores especializados na crítica como nas letras e nas artes. No caso da ciencia a crítica, para ser útil, debe ser exercida polos mesmos sabios e polos mestres máis eminentes.

⁴⁶ Claude Bernard, *Recherches expérimentales sur les fonctions du nerf spinal* (*Mémoires présentés par divers savants étrangers à l'Académie des sciences*, t. X, 1851).

Outro erro abondo frecuente consiste en confundi-la historia do home coa historia da ciencia. A evolución lóxica e didáctica da ciencia experimental non está ben representada pola historia cronolóxica dos homes que a cultivaron. En todo caso hai que exceptualas ciencias matemáticas e a astronomía pero non as ciencias experimentais físicoquímicas e particularmente a medicina. A medicina, como dixo Baglivi, naceu da necesidade, é dicir que dende que houbo un doente socorréuselle e intentouse curalo. A medicina foi, polo tanto, dende o seu nacemento, unha ciencia aplicada mesturada coa relixión e cos sentimentos de conmiseración que o home sente polos seus semellantes. Pero ¿a medicina existía como ciencia? Evidentemente non. Era un empirismo cego que durou séculos enriquecéndose pouco a pouco, e ó azar, con observacións e pescudas feitas por vieiros diverxentes. A fisioloxía, a patoloxía e a terapéutica desenvolvéronse como ciencias diferentes e, polo tanto, por camiños errados. Ata a actualidade non se albiscou a concepción dunha medicina científica experimental resultado da fusión das tres orientacións.

A orientación experimental é a coroación dunha ciencia madura porque, non hai que equivocarse, a verdadeira ciencia non existe ata que o home e quen de prever con exactitude e controla-los fenómenos da natureza. A constatación ou a clasificación dos corpos ou dos fenómenos naturais non constitúen unha ciencia completa. A verdadeira ciencia actúa e explica a súa acción e o seu poder: velaquí o seu carácter, velaquí o seu obxectivo. É preciso que aquí desenvolva o meu pensamento. Moitas veces oín dicir a médicos que a fisioloxía, é dicir a explicación dos fenómenos vitais, tanto en condicións fisiolóxicas como patolóxicas non é máis que unha parte da medicina porque a medicina é o coñecemento xeral das enfermidades. Tamén oín dicir a zoológos que a fisioloxía, é dicir a explicación dos fenómenos da vida en tódalas súas variedades, non é máis que unha parte ou unha especialidade da zooloxía porque a zooloxía

é o coñecemento xeral dos animais. Coa mesma argumentación un xeólogo ou un mineraloxista podería dicir que a física e a química non son máis que partes da xeoloxía ou da mineraloxía que comprenden o coñecemento xeral da terra e dos minerais. Hai erros ou cando menos malentendementos que convén explicar. Primeiro hai que ter en conta que as divisións que facemos das ciencias non existen na natureza; só existen no noso pensamento que, en razón da súa imperfección, vese obrigado a crear categorías de corpos e de fenómenos co fin de comprender mellor as súas calidades ou propiedades cando os estudia cunha determinada orientación. Disto resulta que un mesmo corpo pode ser estudiado dende o punto de vista mineralóxico, fisiolóxico, patolóxico, físico, químico, etc., pero na natureza non hai nin química nin física nin zooloxía nin patoloxía; só hai corpos que clasificar e fenómenos que coñecer e controlar. Agora ben, a ciencia que ofrece ó home o medio de analizar e dominar experimentalmente os fenómenos é a máis avanzada e a máis difícil de establecer. Necesariamente será a última en desenvolverse, pero non por iso haberá que considerala como unha escisión das ciencias das que procede. Dende este punto de vista, a fisioloxía, que é a ciencia dos seres vivos máis difícil e elevada, non debe ser considerada como unha escisión da medicina ou da zooloxía, do mesmo xeito que a física e a química non son partes escindidas da xeoloxía ou da mineraloxía. A física e a química son dúas ciencias minerais activas mediante as que o home pode domina-los fenómenos dos corpos inertes. A fisioloxía é a ciencia vital activa coa que o home poderá actuar nos animais e no home, tanto san como enfermo. Para o médico sería ilusorio crer que coñece as enfermidades por terlle dado un nome, por telas clasificado e descrito, o mesmo que para o zoólogo ou o botánico sería ilusorio crer que coñece os animais e os vexetais por telos nomeado, catalogado, disecado e colocado nun museo despois de preparalos mediante un proceso de taxidermia ou desecamento. Un médico non coñecerá as

enfermidades mentres non poida actuar racional e experimentalmente sobre elas; do mesmo xeito, un zoólogo non coñecerá os animais ata que poida explicar e controla-los fenómenos vitais. En resumo, non hai que deixarse enganar polas nosas propias obras dando valor absoluto ás clasificacións científicas dos libros ou das academias. Os que saen do camiño trazado son os innovadores e os que o seguen cegamente son os que se opoñen ó progreso científico. A mesma evolución do coñecemento humano determina que o obxectivo final sexan as ciencias experimentais e esta evolución esixe que as ciencias de clasificación que as preceden vaian perdendo a súa importancia ó tempo que se desenvolven as ciencias experimentais.

O pensamento humano segue unha andaina lóxica e necesaria na busca da verdade científica. Observa os feitos, compáraos deducindo resultados que comproba coa experimentación para chegar a proposicións ou verdades cada vez máis xerais. Sen dúbida é necesario que neste traballo progresivo o sabio coñeza e teña en conta o que fixeron os devanceiros. Pero tamén é preciso que saiba que tales coñecementos non son máis que puntos de apoio para ir máis lonxe e que as novas verdades científicas non se atopan no estudio do pasado senón en novos estudos feitos na natureza, é dicir nos laboratorios. A literatura científica útil é, polo tanto, a que dá conta dos traballos modernos e que permite estar ó tanto do progreso científico e, aínda esta, non debe ser considerada en exceso porque enfraquece o espírito e afoga a inventiva e a orixinalidade científica. Pero ¿qué utilidade podemos obter da exhumación de teorías roídas pola couza ou de observacións feitas sen dispoñermos de medios de investigación axeitados? Sen dúbida poden ter interese para coñece-los erros que, na súa evolución, comete o pensamento humano, pero é perde-lo tempo no que atinxe á ciencia propiamente dita. Estimo que é máis importante encamiñar dende cedo o pensamento dos discípulos cara a ciencia experimental activa facéndolle comprender que esta se desenvolve

nos laboratorios, no canto de deixarlles crer que está nos libros e na interpretación dos escritos antigos. Coñecemos pola historia a esterilidade desta vía escolástica e sabemos que as ciencias non despegaron mentres non se substituíu a autoridade dos libros pola autoridade dos feitos comprobados na natureza coa axuda dos medios de investigación cada vez máis perfeccionados; proclamar ben alto esta verdade é o máis grande mérito de Bacon. Polo que me atinxe considero que situar hoxe a medicina no marco do discurso atrasado e avellentado da antigüidade é ir cara atrás e volver á escolástica, mentres que dirixila ós laboratorios e ó estudio analítico experimental das enfermidades é ir polo camiño do verdadeiro progreso, é dicir cara á fundación dunha ciencia médica experimental. Teño disto un fondo convencemento que tratarei de facer prevalecer mediante o meu maxisterio e os meus traballos.

O laboratorio de fisioloxía na actualidade debe ser, polo tanto, o cumio dos estudos do médico científico. Pero e preciso que explique este punto para evitar malentendidos. O hospital e, máis que nada, as salas do hospital non son, como se adoita crer, o laboratorio do médico; non son máis, como xa dixemos, que o seu campo de observación. Alí debe facerse o que entendemos por clínica, é dicir o estudio máis completo posible da enfermidade onda o leito do paciente. A medicina comeza obrigatoriamente pola clínica xa que esta é o que determina e define o obxecto da medicina, é dicir o problema médico. Pero, polo feito de se-lo estudio primario do médico, a clínica non é a base da medicina científica. A base da medicina científica é a fisioloxía porque é a que debe explica-los fenómenos mórbidos mostrando a relación que teñen co estado de normalidade. Non haberá ciencia médica mentres se separe a explicación dos fenómenos vitais en condicións patolóxicas da explicación dos fenómenos da vida en estado de normalidade. Polo tanto é aquí onde realmente está o problema médico, o alicerce sobre o que se edificará a medicina científica moderna. Como pode

comprenderse, a medicina experimental non exclúe a medicina clínica de observación; polo contrario só vén despois dela, sendo unha ciencia máis superior e, necesariamente, máis vasta e xeral. Pode entenderse que un médico observador ou empírico que non sae do hospital considere que a medicina está, na súa totalidade, comprendida no ámbito clínico, como ciencia distinta da fisioloxía pola que non sente ningunha necesidade. Pero para o sabio non hai medicina e fisioloxía independentes, só hai unha ciencia da vida, só hai fenómenos vitais que hai que explicar tanto en condicións patolóxicas como en condicións fisiolóxicas. Ó tempo que se introduce esta idea fundamental e esta concepción xeral da medicina no pensamento dos mozos que comezan os estudos de medicina, hai que ensinalles que as ciencias fisicoquímicas que levan aprendido son instrumentos que lle axudarán a analiza-los fenómenos vitais en condicións normais e patolóxicas. Cando cheguen ó hospital, ós anfiteatros e ós laboratorios seralle doado dárense conta do vencello que une as ciencias médicas, no canto de aprendelas como partes de coñecementos illados que non gardan relación.

Nunha palabra, considero o hospital como o adro da medicina científica, o primeiro campo de observación no que debe entra-lo médico, sendo o laboratorio o verdadeiro santuario da ciencia médica, porque é aquí onde se buscan as explicacións da vida, tanto en condicións normais como patolóxicas, mediante a análise experimental. Non me ocuparei aquí da parte clínica da medicina; dou por feito o seu coñecemento e continuo perfeccionamento nos hospitais cos novos medios de diagnóstico con que a física e a química fornecen de continuo á semioloxía. Penso que a medicina non remata no hospital como se adoita crer, máis ben é onde comeza. O médico que quere merecer tal nome no senso científico debe, ó saír do hospital, ir ó laboratorio e alí buscar, mediante a experimentación en animais, a explicación do observado nos pacientes, ben no que atinxe ó mecanismo das enfermidades ou ben no relacionado

coa acción dos medicamentos ou coa orixe das lesións mórbidas dos órganos ou dos tecidos. Alí, nunha palabra, fará a verdadeira ciencia médica. Polo tanto, todo médico científico deberá ter un laboratorio de fisioloxía. A presente obra está especialmente destinada a dar ós médicos as regras e os principios de experimentación que os dirixirán no estudio da medicina experimental, é dicir no estudio analítico e experimental das enfermidades. Os principios da medicina experimental serán simplemente, polo tanto, os principios da análise experimental aplicados ós fenómenos vitais en condicións de saúde e de enfermidade.

Hoxe as ciencias biolóxicas xa non están na busca do seu camiño. Despois de percorreren máis tempo que outras ciencias máis simples os terreos filosóficos e sistemáticos remataron por colle-la vía experimental pola que agora avanzan. Só lle faltan os medios de desenvolvemento que son os laboratorios e a instrumentación necesaria para cultiva-lo campo científico da bioloxía.

Cómpre dicir en honra da ciencia francesa que tivo a gloria de inaugura-lo método experimental na ciencia dos fenómenos da vida. A finais do século pasado, a renovación da química exerceu unha poderosa acción no desenvolvemento das ciencias fisiolóxicas, e os traballos de Lavoisier e Laplace sobre a respiración forneceron un campo vizoso de experimentación fisico-química analítica nos fenómenos da vida. O meu mestre Magendie, estimulado no exercicio da medicina pola mesma influencia, consagrou a súa vida a impulsa-la experimentación no estudio dos fenómenos fisiolóxicos. En todo caso, a aplicación do método experimental ós animais atopou atrancos nos seus inicios a causa da carencia de laboratorios apropiados e de dificultades de todo xénero, hoxe desaparecidas, pero que eu sufrín na miña mocidade. O pulo científico orixinado en Francia estendeuse por Europa e, pouco a pouco, o método analítico experimental foi adoptado como método xeneralizado de

investigación no terreo das ciencias biolóxicas. Pero este método perfeccionouse e deu máis froitos nos países onde atopou condicións de desenvolvemento máis favorables. Hoxe hai en toda Alemaña laboratorios ós que se lle dá o nome de *institutos de fisioloxía* que están admirablemente dotados e organizados para o estudo experimental dos fenómenos da vida. En Rusia tamén hai instalacións semellantes e actualmente constrúen outras novas de proporcións xigantescas. É natural que a produción científica estea en harmonía cos medios de que se dispón para o cultivo da ciencia e por iso non é sorprendente que Alemaña, onde dispoñen de maior abundancia de medios, supere ós demais países en produción científica. Sen dúbida o xenio científico ten unha supremacía que xamais perde os seus dereitos.

Por outra parte, no caso das ciencias experimentais, o sabio atoparase prisioneiro das propias ideas se non aprende a interrogala natureza e se a tal efecto non dispón dos medios axeitados e necesarios. Non se concibe un físico ou un químico sen laboratorio, pero, polo que atinxe ó médico, aínda non é frecuente a crenza de que o necesita; pénsase que abonda co hospital e cos libros. Isto é un erro; o coñecemento clínico non é suficiente para o médico do mesmo xeito que ó químico ou ó físico non lle abonda co coñecemento dos minerais. É preciso que o fisiólogo médico analice experimentalmente os fenómenos da materia viva como o físico e o químico analizan experimentalmente os fenómenos da materia inerte. O laboratorio é, polo tanto, a condición *sine qua non* do desenvolvemento da medicina experimental do mesmo xeito que o foi para o resto das ciencias fisicoquímicas. Sen el, o experimentador e a ciencia experimental non existirían.

Non me estenderei máis sobre un tema de tal importancia que non se podería desenvolver aquí cumpridamente; rematarei recordando unha verdade ben establecida na ciencia moderna: os cursos científicos só poden esperta-lo interese pola ciencia e

servir como introducción. O profesor dende a cátedra forma o pensamento dos oíntes dándolles conta do método e das adquisicións dunha ciencia e facéndoo aptos para escollerem o seu destino, pero non pode pretender facer sabios. O sementeiro do sabio investigador, é dicir, do que crea a ciencia que outros poderán divulgar despois está no laboratorio. Agora ben, cando se quere ter boa colleita o primeiro que hai que facer é coida-los viveiros das árbores froiteiras. A evidencia desta verdade indica, e levará necesariamente, a unha reforma universal e profunda do ensino científico. Porque, repito, hoxe recoñécese que no laboratorio xermola e se elabora a ciencia pura que despois espallará e cubrirá o mundo coas súas aplicacións útiles. Polo tanto, ante todo hai que preocuparse pola fonte da ciencia, porque a ciencia aplicada procede obrigatoriamente da ciencia pura.

A ciencia e os sabios son cosmopolitas, e semella de pouca importancia que unha verdade científica se desenvolva en calquera lugar do mundo se todos poden participar dela gracias á difusión xeral da ciencia. Sen embargo, non serei remiso en recoñece-lo mérito do meu país que demostrou ser promotor e protector de todo progreso científico e que foi a orixe da brillante xeira que están a vivi-las ciencias fisiolóxicas experimentais⁴⁷, dotando dende cedo laboratorios de fisioloxía amplos e de titularidade pública que permitiron formar pléiades de novos fisiólogos e médicos experimentadores. Só o laboratorio ensina a quen traballa nel as dificultades reais da ciencia e mostra que a ciencia pura sempre foi a fonte de tódalas riquezas obtidas polo home e de tódalas conquistas reais nos fenómenos da natureza. Por outra banda, dáse alí unha unha excelente educación á mocidade que pode comprender que as aplicacións actuais, tan brillantes, das ciencias non son máis

⁴⁷ En 1771 A. Portal impartiu no Colexio de Francia un curso de fisioloxía experimental; os experimentos foron recollidos e publicados en forma de cartas por M. Collomb en 1771. Reeditáronse en 1808, con algúns engadidos na obra de Portal titulada *Mémoires sur la nature et le traitement de plusieurs maladies, avec le précis d'expériences sur les animaux vivants*. París, 1800-1825.

TERCEIRA PARTE

APLICACIÓNS DO MÉTODO EXPERIMENTAL
Ó ESTUDIO DOS FENÓMENOS DA VIDA

CAPÍTULO I

EXEMPLOS DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL FISIOLÓXICA

As ideas que desenvolvemos nas dúas primeiras partes desta introducción serán mellor comprendidas na medida en que poñamos aplicalas á investigación en fisioloxía e en medicina experimental e, deste xeito, mostralas como regras doadas de entender polo experimentador. Por esta razón reunín nas páxinas que seguen un certo número de exemplos que me pareceron útiles para acadalo meu obxectivo. En todos estes exemplos cítome a mín mesmo sempre que é posible porque, partindo dun razoamento e dun proceso intelectual propios, terei maior seguranza nas propostas que faga referindo a miña experiencia que interpretando o pensamento doutros. Por outra parte, non pretendo poñer estes exemplos como modelo; só quero utilízalos para expresar mellor as miñas ideas e para que se entenda mellor o que penso.

O punto de partida na pescuda científica pode ter a súa orixe en circunstancias moi diversas que, sen embargo, resumirei en dúas principais:

1º Unha investigación experimental ten unha observación como punto de partida.

2º Unha investigación experimental parte dunha hipótese ou dunha teoría.

§ I.— Unha investigación experimental ten unha observación como punto de partida

As ideas experimentais nacen moi a miúdo por azar e como consecuencia dunha observación fortuíta. Nada hai máis

normal e mesmo é o procedemento máis simple para comezar un traballo científico. Como quen di, paseámonos polo terreo da ciencia e perseguímo-lo que por azar aparece diante dos nosos ollos. Bacon compara a investigación científica coa caza; as observacións que se presentan son as pezas. Seguindo coa mesma comparación pode engadirse que se a peza se presenta cando se busca, tamén pode acontecer que se presente cando non se busca ou cando se busca unha peza doutra especie. Vou poñer un exemplo no que estes dous casos se dan sucesivamente. Ó mesmo tempo terei coidado de analizar tódalas circunstancias desta investigación fisiolóxica para mostra-la aplicación dos principios desenvolvidos na primeira parte desta introdución e principalmente nos capítulos I e II.

Primeiro exemplo.- Chegan ó meu laboratorio uns coellos traídos do mercado. Póñense nunha mesa na que ouriñan e observo, por azar, que os ouriños son claros e ácidos. Isto chámame a atención porque ordinariamente os coellos teñen os ouriños toldados e alcalinos, como corresponde á súa calidade de herbívoros, mentres que os carnívoros, como é sabido, teñen, polo contrario, os ouriños claros e ácidos. Esta observación dos ouriños ácidos nos coellos fíxome pensar que estes animais debían estar en condicións alimentarias propias dos carnívoros. Supuxen que probablemente levaban moito tempo sen comer e que deste xeito estarían transformados, pola abstinencia, en verdadeiros animais carnívoros, vivindo do seu propio sangue. Nada podía ser máis doado de comprobar, mediante un experimento, que esta hipótese ou idea preconcebida. Dinlle de comer herba ós coellos e poucas horas despois os ouriños volvéranse toldados e alcalinos. De seguido sometín ós mesmos coellos a abstinencia e pasadas vintecatro ou trinta e seis horas os ouriños volvían ser claros e fortemente ácidos; despois volvían ser alcalinos cando lle daba herba, etc. Repetín moitas veces este experimento tan simple e sempre co mesmo resultado. Despois fixen o mesmo no cabalo, animal herbívoro que tamén ten

ouriños toldados e alcalinos. Observei que a abstinencia produce, igual que no coello, un aumento da acidez dos ouriños con un aumento relativo moi considerable da urea ata o punto que ás veces cristaliza espontaneamente nos ouriños cando arrefecen. Como resultado destes experimentos cheguei a esta proposición xeral que daquela non se coñecía, a saber: *sometidos a xaxún tódolos animais se alimentan de carne*, de xeito que os herbívoros, en tales circunstancias, teñen ouriños semellantes ós carnívoros.

Estamos diante dun feito particular moi simple que permite seguir doadamente a evolución do razoamento experimental. Cando se ve un fenómeno novo cómpre preguntarse sempre de qué depende, ou dito doutra maneira, cál é a causa próxima; entón o pensamento elabora unha resposta ou unha idea que hai que someter á experimentación. Ó ve-los ouriños ácidos nos coellos pregunteime instintivamente cál podería se-la causa. A *idea* experimental veu determinada pola relación espontaneamente establecida no meu pensamento entre a acidez dos ouriños do coello e o estado de abstinencia que eu considero unha verdadeira alimentación carnívora. O *razoamento* inductivo que fixen implicitamente é o seguinte siloxismo: os ouriños dos carnívoros son ácidos; os coellos que teño diante de min teñen ouriños ácidos, polo tanto son carnívoros, é dicir están en xaxún. Isto é o que había que demostrar mediante a *experimentación*.

Pero para demostrar que os meus coellos en xaxún eran carnívoros, había que facer unha contrapoba. Era preciso facer experimentalmente un coello carnívoro alimentándoo con carne, co obxecto de comprobar se os ouriños se volvían claros, ácidos e relativamente cargados de urea, como acontece na abstinencia. Por esta razón fixen alimenta-los coellos con carne fervida fría (comida que aceptan moi ben sen non se lles dá outra cousa). A miña previsión comprobouse, e durante o tempo que se mantivo esta alimentación animal os coellos excretaron ouriños claros e ácidos.

Para remata-la miña experiencia quixen ver, ademais, mediante a autopsia dos meus animais se a dixestión da carne se producía no coello do mesmo xeito que nun carnívoro. Observei, en efecto, tódolos fenómenos dunha moi boa dixestión nas reaccións intestinais, e constatee que tódolos quilíferos estaban cheos dun quilo moi abundante, branco e leitoso, como o dos carnívoros. Pero velaquí, que coa ocasión destas autopsias que confirmaron as miñas ideas sobre a dixestión da carne nos coellos, presentouse un feito no que nunca pensara e que determinou, como imos ver, o punto de partida dun novo traballo.

Segundo exemplo (continuación do anterior).- Cando sacrifiquei os coellos alimentados con carne decateime de que os quilíferos brancos e leitosos comezaban a ser visibles no intestino delgado, na parte inferior do duodeno, arredor de 30 centímetros despois do píloro. Este feito chamoume a atención porque nos cans os quilíferos comezan a ser visibles nunha parte moito máis alta do duodeno, inmediatamente despois do píloro. Examinando máis coidadosamente puiden constatar que esta particularidade do coello coincidía con que a desembocadura da canle pancreática era máis baixa, precisamente na zona onde os quilíferos comezaban a conter quilo branco e leitoso debido á emulsión das graxas dos alimentos.

A *observación* fortuíta deste feito deume a idea de pensar na posibilidade de que a secreción pancreática fora a causa da emulsión das materias graxas e, gracias a esta, da súa absorción polos vasos quilíferos. Entón, de maneira instintiva establecín o seguinte siloxismo: o quilo branco é debido á absorción da graxa; no coello o quilo branco fórmase ó nivel no que verte a secreción pancreática no intestino; polo tanto, a secreción pancreática emulsiona a graxa e forma o quilo branco. Isto había que comprobalo experimentalmente.

Con esta idea preconcebida proxectei e levei a cabo un *experimento* axeitado para determina-la veracidade ou falsidade da miña suposición. Consistía en poñer a proba de maneira

directa as propiedades da secreción pancreática en relación coas materias graxas neutras ou alimentarias. Pero a secreción pancreática non se elimina naturalmente ó exterior como acontece por exemplo cos ouriños ou coa saliva. Polo contrario, o órgano secretor está situado profundamente na cavidade abdominal. Así, vinme obrigado a botar man de procedementos *experimentais* para obter líquido pancreático no animal vivo, en condicións fisiolóxicas axeitadas, e en cantidade suficiente. Entón puiden levar a cabo o experimento, é dicir comprobala miña idea preconcebida, e o experimento permitíume confirmar que a idea era acertada. En efecto, a secreción pancreática obtida en condicións adecuadas de cans, coellos e outros animais, mesturada con aceite ou graxa fundida, formaba emulsión de maneira inmediata e persistente, e posteriormente acidificaba estes corpos graxos descompoñéndoo, coa axuda dun fermento particular, en ácidos graxos, glicerina, etc., etc.

Non me estenderei máis dando conta destes experimentos que xa expuxen por miúdo nun traballo sobre o tema⁴⁸. Aquí só quixen mostrar como unha primeira observación sobre a acidez dos ouriños nos coellos, feita por azar, foi a orixe da idea de deseñar experimentos sobre a alimentación carnívora destes animais e como, posteriormente no curso dos experimentos, provoquéi, sen pretendelo, outra observación sobre a disposición especial do conducto pancreático no coello. Esta segunda observación, froito do primeiro experimento, deume á súa vez a idea de facer novos experimentos sobre a acción da secreción pancreática.

Nos exemplos precedentes pode verse cómo a *observación* dun feito ou fenómeno que se presenta por azar, da orixe a unha idea preconcebida ou hipótese sobre a causa probable do fenómeno observado; cómo a idea preconcebida xera un razoamento

⁴⁸ Claude Bernard, *Mémoire sur le pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs*. Paris, 1856.

que leva a deseña-lo experimento axeitado para comprobala; cómo nun caso foi preciso recorrer á experimentación para levar a cabo a comprobación, é dicir a procedementos operatorios máis ou menos complicados, etc. No último exemplo o experimento tivo unha dobre función: inicialmente avaliou e confirmou as previsións do razoamento que o orixinou e ademais foi causa dunha nova observación. Polo tanto esta *observación pode considerarse observación provocada ou orixinada pola experimentación*. Isto demostra que, como xa dixemos, é necesario observar tódolos resultados dun experimento, tanto os que teñen relación coa idea preconcebida como os que non a teñen. Se só se repara nos feitos relacionados coa idea preconcebida perderase, en moitas ocasións, a oportunidade de facer descubrimentos. Moitas veces tamén acontece que un experimento negativo pode dar lugar a unha observación moi valiosa, como demostra o seguinte exemplo.

Terceiro exemplo.- En 1857, emprendín unha serie de experimentos sobre a eliminación de substancias polos ouriños, e nesta ocasión os resultados non confirmaron, como nos exemplos precedentes, as miñas previsións ou ideas preconcebidas sobre o mecanismo de eliminación urinaria de certas substancias. Fixen, polo tanto, o que habitualmente se chama un experimento negativo. Pero antes afirmamos que, en principio, non hai experimentos negativos porque, aínda non dando os resultados que se esperaba obter cando se deseñaron, é preciso, sen embargo, aproveitármolas observacións que poden fornecer para proxectar outros experimentos.

Investigando como se eliminan do sangue que sae do ril substancias previamente inxectadas, observei, por azar, que o sangue da vea renal era refulxente mentres que o sangue das veas veciñas era negro como o sangue venoso ordinario. Esta particularidade imprevista chamoume a atención e deste xeito fixen a *observación* dun feito novo determinado pola experimentación e que era alleo ó obxectivo experimental proposto.

Renunciei, entón, á idea primitiva que non puiden comprobar e concentrei toda a miña atención nesta singular coloración do sangue venoso renal e, des que estaba ben constatado e me asegurara ben de que non había causa de erro na observación do feito, pregunteime, como é natural, cal podía se-la causa. De seguido, examinando os ouriños que drenaban polo uréter, e reflexionando, ocorréuseme a idea de que esta coloración vermella do sangue venoso podería estar relacionada co estado secretorio ou funcional do ril. Segundo esta hipótese, ó facer cesa-la secreción renal, o sangue venoso debía volverse negro: foi o que pasou; restablecendo a secreción renal o sangue venoso debía volverse refulxente: foi o que comprobei cada vez que estimulaba a secreción de ouriños. Deste xeito obtiven a proba experimental de que existe unha relación entre a secreción de ouriños e a coloración do sangue da vea renal.

Pero isto non é todo. En condicións normais, o sangue venoso do ril é pouco máis ou menos constantemente vermello porque o órgano urinario segrega dunha maneira case continua anque alternativamente por cada ril. Agora ben, había que saber se a color vermella do sangue venoso era un feito xeral propio doutras glándulas, e obter deste xeito unha contraprobea ben clara que me demostraría que era o fenómeno secretorio mesmo o causante da modificación da color no sangue venoso. Velaquí como razoei: se, dixer, a secreción determina, como semella ser, a color vermella do sangue venoso glandular, acontecerá que nos órganos glandulares que, como as glándulas salivares, segregan de maneira intermitente, o sangue venoso cambiará de color intermitentemente mostrándose negro durante o repouso da glándula e vermello durante a secreción. Entón, expuxen a glándula submaxilar nun can, cos seus conductos, nervios e vasos. En condicións normais esta glándula produce unha secreción intermitente que se pode estimular ou facer cesar á vontade. Así constatei claramente que durante o repouso da glándula, cando non hai fluxo polo conducto salivar, o

sangue venoso presenta, en efecto, unha coloración negra, mentres que, tan logo como aparece a secreción, o sangue vólvese vermello para recuperala color negra cando a secreción se detén, manténdose negra todo o tempo que dura o repouso, etc.⁴⁹.

Estas últimas observacións foron o punto de partida de novas ideas que me guiaron en investigacións relativas á causa química do cambio da cor do sangue glandular durante a secreción. Non insistirei nestes experimentos xa publicados en detalle⁵⁰. Abondará con ter demostrado que as investigacións científicas proceden de ideas experimentais que poden xurdir con ocasión de observacións fortuítas e ata certo punto *involuntarias* que se nos presentan, ben espontaneamente ou ben con motivo dun experimento realizado con outro fin.

Pero tamén se da outro caso, que é aquel no que o experimentador provoca e obtén *voluntariamente* unha observación. Pode dicirse que este caso semella ó precedente; só se diferencia en que, no canto de esperar a que a observación se presente por azar a causa dunha circunstancia fortuíta, provócase mediante un experimento. Volvendo á comparación de Bacon, podemos dicir que, neste caso, o experimentador fai como o cazador que, no canto de esperar tranquilamente a peza, intenta facela levantar batendo os sitios onde supón que pode estar. É o que nós chamamos *experimento de proba ou experimento previo* (p. 77). Este procedemento úsase sempre que non se ten idea preconcebida ó emprendérense investigacións sobre un tema do que non hai observacións anteriores. Entón, fanse experimentos para provocar observacións que poidan facer xurdir ideas. É o que acontece habitualmente en medicina cando se quere investiga-la acción dun veneno ou dunha substancia

⁴⁹ Claude Bernard, *Leçons sur les propriétés physiologiques et les altérations pathologiques des liquides de l'organisme*. Paris, 1859, t. II.

⁵⁰ Claude Bernard, *Sur la quantité d'oxygène que contient le sang veineux des organes glandulaires* (*Compt. rend. de l'Acad. des sciences*). t. XLVII, 6 setembro 1858.

medicamentosa calquera sobre a economía dun animal; fanse experimentos de proba para guiarse polo resultado.

Cuarto exemplo.- En 1845, o Sr. Pelouze remitíume unha substancia tóxica chamada curare que lle fora enviada de América. Daquela non se coñecía ren sobre o mecanismo de acción fisiolóxica desta substancia. Todo o que se sabía por observacións antigas e polas interesantes descricións de Alexander von Humboldt e dos Srs. Boussingault e Roulin, era que esta substancia, de composición complexa e difícil de determinar, mata de inmediato a un animal cando se lle pon debaixo da pel. Pero polas observacións anteriores eu non podía ter unha idea preconcebida do mecanismo da morte por curare, precisaba a tal fin novas observacións relativas ás alteracións orgánicas que podía ocasionar este veneno. Entón, provoqueei tales observacións, é dicir, fixen experimentos *previos ou de proba* sobre fenómenos dos que non tiña ningunha idea preconcebida. Primeiro puxen curare debaixo da pel dunha ra que morreu pasados poucos minutos; abrina de contado e examinei sucesivamente, nesta autopsia fisiolóxica, as modificacións das propiedades fisiolóxicas coñecidas dos diferentes tecidos. Digo intencionadamente *autopsia fisiolóxica* porque non hai outras que sexan realmente instructivas. O que explica a morte é a desaparición das propiedades fisiolóxicas e non as alteracións anatómicas. En efecto, no estado actual da ciencia, vemos desaparece-las propiedades fisiolóxicas nunha serie de casos nos que non podemos demostrar, cos nosos medios de investigación, ningunha alteración anatómica correspondente como por exemplo no caso do curare. Mentres, polo contrario, atoparemos exemplos nos que se manteñen as propiedades fisiolóxicas malia as alteracións anatómicas ben marcadas coas que non son incompatibles as funcións. Agora ben, na miña ra envelenada con curare o corazón seguía a latir, os glóbulos do sangue aparentemente non tiñan alteradas as súas propiedades fisiolóxicas nin tampouco os músculos que conservaban a súa contractilidade

normal. Pero se ben o aparato nervioso presentaba unha aparencia normal, as propiedades dos nervios desapareceran completamente. Non había movementos voluntarios nin reflexos e os nervios motores, estimulados directamente, non producían contracción muscular ningunha. Para saber se non había cousa accidental ou errónea nesta primeira observación, repetina moitas veces e comprobeina de diferentes maneiras; porque o primeiro que non se pode esquecer, cando se quere razoar experimentalmente e ser bo observador, é ter seguranza de que non hai erro na observación que serve de punto de partida ó razoamento. Pois ben, atopei nos mamíferos e nos paxaros os mesmos fenómenos que nas ras, sendo un feito constante a desaparición das propiedades do sistema nervioso motor. Partindo deste feito ben establecido puiden avanzar na análise dos fenómenos e determina-lo mecanismo da morte por curare. Procedín sempre mediante razoamentos análogos ós indicados no exemplo precedente e, de idea en idea, de experimento en experimento, establecín feitos cada vez máis precisos. Finalmente cheguei a esta proposición xeral: *o curare produce a morte por destrucción de tódolos nervios motores sen afectar ós nervios sensitivos*⁵¹.

Nos casos en que se fai un experimento *previo ou de proba*, a idea preconcebida e o razoamento semellan, como dixemos, faltar completamente, e sen embargo razónase necesariamente na súa ausencia mediante siloxismos. No caso do curare razoei insintivamente da seguinte maneira: Non hai fenómeno sen causa e, en consecuencia, non hai envelenamento sen unha lesión fisiolóxica que será particular ou específica do veneno en cuestión; ou, pensaba eu, o curare debe produci-la morte mediante unha acción que lle é propia e actuando sobre determinadas partes do organismo. Polo tanto, envelenando o animal con curare e examinando inmediatamente despois da morte as

⁵¹ Ver Claude Bernard, *Leçons sur les effets des substances toxiques*. París 1857; *Du curare* (*Revue des Deux-Mondes*, 1 de setembro 1864).

propiedades dos diversos tecidos, posiblemente podería atopar e estudar unha lesión específica deste veneno.

Aquí, polo tanto, o pensamento aínda é *activo* e o *experimento previo ou de proba*, que parece feito á aventura, entra, sen embargo, na nosa definición xeral de experimento (p. 63). En efecto, en toda iniciativa, o pensamento razoa sempre e mesmo cando semella que facémo-las cousas sen motivos, hai unha lóxica instintiva que dirixe o pensamento. O que acontece é que non nos damos conta polo simple feito de que se comeza a razoar antes de saber e de dicir que se razoa, do mesmo xeito que se comeza a falar antes de un se decatar que fala, igual que se comeza a ver e a entender antes de saber que se ve e se entende.

Quinto exemplo.- Contra 1846 quixen facer experimentos sobre a causa do envelenamento polo óxido de carbono. Sabía que este gas era considerado tóxico pero non sabía cousa sobre o mecanismo deste envelenamento, polo tanto non podía ter unha opinión preconcebida. ¿Qué facer entón? Cumpría facer xurdir unha idea facendo aparecer un feito, é dicir, facer un experimento *de proba*. En efecto, envelenei un can facéndolle respirar óxido de carbono e inmediatamente despois da morte abríno. Mirei o estado dos órganos e dos líquidos. O que me chamou a atención de contado foi que o sangue aparecía refulxente en tódolos vasos, nas veas igual que nas arterias, no corazón dereito igual que no esquerdo. Repetín este experimento en ovellas, en paxaros, en ras e en tódolos casos observei a mesma coloración vermella do sangue. Pero non puiden continuar con esta investigación e gardei esta *observación* durante moito tempo sen que me servira máis que para citala nos meus cursos a propósito da coloración do sangue.

En 1856 ningún fixera máis avances experimentais sobre esta cuestión e, no meu curso do Colexio de Francia sobre as *substancias tóxicas e medicamentosas*, volví a estudia-lo envelenamento por óxido de carbono que comezara a investigar en 1846. Atopábame entón nunha situación intermedia, porque

daquela xa sabía que o envelenamento por óxido de carbono volve o sangue vermello en todo o sistema circulatorio. Cumpría enunciarse hipóteses e establecer unha idea preconcebida sobre esta primeira observación para seguir avanzando. Agora ben, reflexionando sobre o feito da refulxencia do sangue tratei de interpretalo de acordo cos coñecementos que xa tiña sobre a causa da color do sangue e entón viñéronme ó pensamento as seguintes reflexións. A color refulxente do sangue, dixeran, é propio do sangue arterial e está relacionado coa presenza de osíxeno en alta proporción, mentres que a coloración negra é debida á desaparición do osíxeno e á presenza dunha maior proporción de ácido carbónico; en consecuencia veume a idea de que o óxido de carbono que facía persistir a color vermella no sangue venoso podería impedi-lo intercambio de osíxeno por ácido carbónico nos capilares. Polo tanto resultaba difícil comprender cómo isto podía se-la causa da morte. Pero seguindo o meu razoamento interior e preconcebido engadí: se todo isto é certo, o sangue das veas dos animais envelenados con óxido de carbono deberá conter osíxeno como o sangue arterial. Isto é o que hai que mirar.

Despois destes razoamentos fundamentados sobre a interpretación da miña observación deseñei un *experimento* para comproba-la miña *hipótese* relativa á persistencia de osíxeno no sangue venoso. Con este obxectivo fixen pasar unha corrente de hidróxeno por sangue venoso refulxente obtido dun animal envelenado por óxido de carbono, pero non puiden desprazar, como era de esperar, o osíxeno. Probei a face-lo mesmo co sangue arterial e tampouco o conseguín. Polo tanto a miña idea preconcebida era falsa. Pero esta imposibilidade de obter osíxeno do sangue dun animal envelenado con óxido de carbono foi unha *observación* que me suxeriu novas ideas para propoñer unha nova hipótese. ¿Qué podería acontecer co osíxeno do sangue? Non se transformara en ácido carbónico porque este gas non se desprazaba cando se facía pasar unha corrente de

hidróxeno polo sangue de animais envelenados. Por outra parte, esta suposición non se correspondía coa color do sangue. Fixen tódalas conxecturas posibles sobre a maneira en que o óxido de carbono podía facer desaparece-lo osíxeno do sangue e sobre cómo os gases poden ser desprazados uns por outros e, naturalmente, pensei que o óxido de carbono podía despraza-lo osíxeno e expulsalo do sangue. Para sabelo, decidín modifica-los experimentos poñendo o sangue en condicións artificiais que me permitisen recupera-lo osíxeno desprazado. Entón, estudiei o efecto do óxido de carbono sobre o sangue mediante envelenamento artificial. Con tal obxecto tomei unha certa cantidade de sangue arterial dun animal san, púxena en mercurio nunha probeta que contiña óxido de carbono, e axitei para envelena-lo sangue fóra do contacto co aire. Despois, pasado certo tempo, mirei se o aire que contiña a probeta se modificara en contacto co sangue envelenado e constatee que este aire en contacto co sangue enriquecérase notablemente en osíxeno ó mesmo tempo que diminuíra a proporción de óxido de carbono. Estes experimentos repetidos nas mesmas condicións indicáronme un simple cambio, volume por volume, entre o óxido de carbono e o osíxeno do sangue. Pero o óxido de carbono ó despraza-lo osíxeno e expulsalo do sangue ficaba fixado no glóbulo sanguíneo e non podía ser desprazado polo osíxeno nin por outro gas. Deste xeito, a morte producíase como consecuencia dos glóbulos sanguíneos, ou dito doutra maneira, polo cesamento da execución da súa función fisiolóxica que é esencial para a vida.

Este último exemplo, que explico dunha maneira moi sucinta, é completo pois mostra de principio a fin cómo actúa o método experimental e consegue chegar ó coñecemento da causa próxima dos fenómenos. Ó principio eu non sabía absolutamente nada sobre o mecanismo do fenómeno do envelenamento polo óxido de carbono. Fixen un experimento *previo ou de proba*, é dicir, para observar. Recollín unha primeira observación sobre unha modificación especial da color do sangue. Interpretei esta

observación e elaborei unha *hipótese* que a experimentación demostrou que era falsa. Pero esta experiencia procuroume unha segunda *observación* sobre a que razoei novamente tomándoa como punto de partida para establecer unha nova hipótese sobre o mecanismo da extracción do osíxeno do sangue. Elaborando hipóteses sucesivamente segundo ía observando os feitos, cheguei a demostrar finalmente que o óxido de carbono substitúe o osíxeno no glóbulo sanguíneo debido a unha combinación coa substancia do glóbulo.

Aquí, a análise experimental acadou o seu obxectivo. É un dos raros exemplos en fisioloxía que teño a satisfacción de poder citar. Aquí descóbrese a *causa próxima* do fenómeno envelenamento e tradúcese nunha expresión teórica que dá conta de tódolos feitos e que ó mesmo tempo contén tódalas observacións e tódolos experimentos. A teoría formulada nos seguintes termos establece o feito principal do que se deducen tódolos demais: *O óxido de carbono combínase máis fortemente que o osíxeno coa hematóglobulina do glóbulo do sangue*. Demostrouse recentemente que o óxido de carbono forma unha combinación definida coa hematóglobulina⁵². Desta maneira o glóbulo sanguíneo, como se ficase mineralizado pola estabilidade desta combinación, perde as súas propiedades vitais. Despois disto todo se deduce lóxicamente: o óxido de carbono, debido a súa propiedade de combinarse máis fortemente, expulsa do sangue o osíxeno que é esencial para a vida; os glóbulos sanguíneos vólvense inertes e pódese observa-la morte do animal cos síntomas da hemorraxia, debidos a unha verdadeira parálise dos glóbulos.

Pero cando unha teoría é boa e explica ben a causa *físicoquímica* real e determinante dos fenómenos, comprende non só os feitos observados, senón que, ademais, pode prever outros e abri-la posibilidade de aplicacións razoadas que serán

⁵² Hope-Seyler, *Handbuch der physiologisch and pathologisch chemischen Analyse*. Berlin, 1865.

consecuencias lóxicas da teoría. Tamén aquí se dá este caso. En efecto, se o óxido de carbono ten a propiedade de expulsa-lo osíxeno, combinándose no seu lugar co glóbulo do sangue, podería servir para analiza-los gases do sangue e particularmente para a determinación do osíxeno. Esta aplicación que hoxe está xeralmente adoptada deducina dos meus experimentos⁵³. Fixéronse aplicacións desta propiedade do óxido de carbono á medicina legal para investiga-la materia colorante do sangue e, dos feitos fisiolóxicos mencionados, tamén se puideron tirar conclusións que atinxen á hixiene, á patoloxía experimental e, de xeito notable, ós mecanismos de certas anemias.

Sen dúbida, todas estas deducións da teoría, aínda precisan, como sempre acontece, comprobacións experimentais xa que coa lóxica non abonda; porque é posible que as condicións da acción do óxido de carbono no sangue poidan presentar outras circunstancias complexas e unha chea de detalles que a teoría aínda non pode prever. Sen ter isto en conta, tal como dixemos en moitas ocasións (ver p. 88), aceptaríamos conclusións obtidas só por lóxica sen necesidade de comprobación experimental. Pero a lóxica xamais é suficiente nas ciencias experimentais porque pode haber elementos novos e imprevistos que poden afectar ás condicións dun fenómeno. Mesmo cando unha teoría semella boa, nunca é máis que relativamente boa porque sempre contén unha certa proporción de desconecemento.

§ II.— Unha investigación experimental ten como punto de partida unha hipótese ou unha teoría

Xa dixemos (p. 83), e tamén veremos máis adiante, que na constatación dunha observación non é preciso ir alén do feito.

⁵³ Claude Bernard, *De l'emploi de l'oxyde de carbone pour la détermination de l'oxygène du sang* (*Compt. rend. de l'Acad. des sciences*, sesión do 6 de setembro, 1858, t. XLVII).

Pero non é o mesmo cando se deseña un experimento; quero mostrar que neste intre son indispensables as hipóteses porque a súa utilidade está precisamente en adiantar dende o feito e facer avanza-la ciencia. O obxecto das hipóteses é non só permitirmos facer novos experimentos senón tamén, moitas veces, descubriremos novos feitos que sen eles non teríamos observado. Nos exemplos anteriores vimos que se pode partir dun feito particular para chegar sucesivamente a ideas máis xerais, é dicir, a unha teoría. Pero tamén acontece, como vimos de ver, que se pode partir dunha hipótese deducida dunha teoría. Neste caso, anque se trate dun razoamento deducido lóxicamente dunha teoría é, sen embargo, unha hipótese que cómpre constatar coa experiencia. En efecto, aquí as teorías non representan máis que un conxunto ordenado de feitos anteriores sobre os que se apoia a hipótese, pero que non teñen o valor da demostración experimental. Dixemos que neste caso non se debe soporta-lo xugo das teorías e que conserva-la independencia de pensamento é a mellor condición para atopa-la verdade e facer progresa-la ciencia. Isto é o que demostran os seguintes exemplos.

Primeiro exemplo.- En 1843, nun dos meus primeiros traballos, emprendín o estudio da transformación das diferentes substancias alimenticias no proceso de nutrición. Comecei polo azucre que, como xa dixeran, é unha substancia ben definida e máis doada de recoñecer e de seguir no organismo que tódalas demais. Con este obxectivo inxectei disolución de azucre de cana no sangue de animais e puiden constatar que, mesmo inxectado a doses baixas, eliminábase cos ouriños. Comprendín de contado que as secrecións gástricas modificando ou transformando este azucre de cana facíano asimilable, é dicir, destrucible no sangue⁵⁴.

Entón quixen saber en qué órgano desaparecía este azucre alimenticio e admitín hipoteticamente que o azucre que a

⁵⁴ Claude Bernard. Tese de Doutoramento en Medicina. París, 1843.

alimentación introduce no sangue podería ser destruído no pulmón ou nos capilares da circulación xeral. En efecto, a teoría que daquela rexía e que, naturalmente, debía se-lo meu punto de partida, admitía que o azucre que teñen os animais procede exclusivamente dos alimentos e que se destrúe no organismo animal mediante fenómenos de combustión, é dicir, de respiración. Por este motivo o azucre recibira o nome de *alimento respiratorio*. Pero de inmediato cheguei á conclusión de que a teoría sobre a orixe do azucre nos animais que me servía como punto de partida era falsa. En efecto, como resultado de experimentos que describirei máis adiante, cheguei, non a descubri-lo órgano destructor do azucre, pero, polo contrario, descubrín un órgano formador desta substancia e observei que o sangue de tódolos animais contén azucre, mesmo cando non comen. Constatei, polo tanto, un feito novo, imprevisto pola teoría, e que non se mencionaba, sen dúbida polo sometemento ó imperio de ideas teóricas opostas ás que se concedía demasiada autoridade. Entón abandonei de contado tódalas miñas hipóteses sobre a destrución do azucre para tomar en consideración este resultado inesperado que foi a orixe fecunda dunha nova vía de investigación e dun filón de descubrimentos que está lonxe de esgotarse.

Nestas investigacións según os principios do método experimental que deixamos establecido, é dicir que en presenza dun feito novo ben constatado e en contradicción cunha teoría, no canto de mantela e abandona-lo feito, mantiven o feito descuberto e apresureime a abandona-la teoría seguindo a norma que indicamos no segundo capítulo: *Cando o feito que se atopa está en oposición cunha teoría admitida, cómpre acepta-lo feito e abandona-la teoría, aínda que sexa sostida por prestixiosos nomes e xeralmente aceptada.*

Polo tanto, como xa se dixo, cómpre distingui-los principios das teorías e non crer xamais nestas dunha maneira absoluta. Había unha teoría que admitía que o reino vexetal tiña, en

exclusiva, o poder de crea-los principios inmediatos que o reino animal debía destruír. Segundo esta teoría establecida e sostida polos químicos contemporáneos máis ilustres, os animais non eran quen de producir azucre no seu organismo. Se eu crera na teoría dunha maneira absoluta concluiría que o meu experimento tiña erros, e é posible que experimentadores menos desconfiados ca min o desbotarían de contado e non se pararían a considerar unha observación que teoricamente podía censurarse por ser produto de erros xa que mostraba a presenza de azucre no sangue de animais sometidos a unha alimentación desprovista de materias contendo amidón ou azucre. Pero no canto de ocuparme da validez da teoría ocupeime do feito co que podía establece-la realidade. Así, mediante novos experimentos e contraprobos adecuadas cheguei a confirma-la miña primeira observación e a descubrir que o fígado era un órgano onde se formaba o azucre animal, en determinadas circunstancias, para se espallar despois por toda a masa do sangue e os tecidos e líquidos orgánicos.

Esta glicoxénese animal que descubrín, é dicir a facultade que posúen os animais, ó igual que os vexetais, de produciren azucre é hoxe un resultado adquirido para a ciencia, pero aínda non integrado nunha teoría admisible dos fenómenos. Os feitos novos por min descubertos foron orixe de grande número de traballos e de moitas teorías diversas, en aparencia contradictorias entre si e coas miñas. Cando se entra nun terreo novo non hai que ter medo de facer propostas arriscadas para estimula-la investigación en tódalas direccións. Non hai, como di Priestley, que permanecer na inactividade por unha falsa modestia fundada no medo a equivocarse. Polo tanto, propuxen teorías máis ou menos hipotéticas sobre a glicoxénese e, despois das miñas, apareceron outras. As miñas teorías, como as doutros, estarán vixentes o tempo que poidan estalo as teorías, necesariamente parciais e provisorias, cando se está no comezo dunha nova serie de investigacións. Posteriormente serán substituídas por outras que

representarán un estado máis avanzado da cuestión, e así sucesivamente. As teorías son como chanzos que a ciencia sobe sucesivamente para ensanchar cada vez máis o seu horizonte, porque as teorías comprenden e representan necesariamente máis feitos canto máis avanzadas son. O verdadeiro progreso consiste en substituí-las teorías por outras novas de maior alcance ata que se atope unha que asente sobre un número máis grande de feitos. No caso que nos ocupa, o problema non é desaprobala vella teoría en beneficio da máis recente. O que é importante é abrir unha vía nova porque os feitos ben observados que fan xurdi-las teorías efémeras non perecerán; estes son os únicos materiais cos que se erguerá o edificio da ciencia o día que posúa suficiente número de feitos e penetre ben fondo na análise dos fenómenos, coñecendo exactamente a lei do seu determinismo.

En resumo, as teorías non son máis que hipóteses contrastadas por un número máis ou menos grande de feitos; as contrastadas por un maior número de feitos son as mellores; pero non son definitivas e xamais se lles debe dar un creto absoluto. Nos exemplos que preceden vimos que de ter outorgado unha confianza completa á teoría xeralmente admitida sobre a destrución do azucre nos animais, sen perseguir máis obxectivo que confirmala, non nos teriamos posto probablemente sobre a pista dos novos feitos que descubrimos. É certo que a hipótese fundada nunha teoría provoca o estudio experimental, pero vistos os resultados deste, a teoría e a hipótese deben desaparecer, porque o feito experimental non é máis que unha observación que cumpre facer sen idea preconcebida. (ver p. 78).

Polo tanto nas ciencias tan complexas e tan pouco avanzadas como a fisioloxía, o grande principio é preocuparse moi pouco do valor das hipóteses ou das teorías e mante-los ollos abertos para observar todo o que aparece nun experimento. Unha circunstancia, en aparencia accidental e inexplicable pode dar ocasión ó descubrimento dun feito novo importante, tal e como se verá na continuación do exemplo precedente.

Segundo exemplo, continuación do que precede.- Despois de descubrir, como ficou dito, que no fígado dos animais hai azucre, en condicións normais e con independencia da clase de alimentación, quixen coñecer en qué proporción e tamén as súas variacións en diferentes estados fisiolóxicos e patolóxicos. Con tal obxectivo comecei a determina-la concentración de azucre no fígado de animais sometidos a determinadas condicións fisiolóxicas. Facía sempre dúas determinacións simultáneas de materia azucrada no mesmo tecido hepático. Pero aconteceu un día que, por falta de tempo, non puideron face-las dúas análises no mesmo momento; fixen unha determinación inmediatamente despois da morte do animal e deixei a segunda para o día seguinte. Observei neste fígado cantidades de azucre moito maiores que as obtidas na véspera no mesmo tecido hepático e, por outra parte, comprobei que a proporción de azucre determinada na véspera, no fígado examinado inmediatamente despois da morte do animal, era moito menor que a observada nos experimentos, xa publicados, que daban conta da proporción normal de azucre hepático. Non souben a que atribuír esta notable variación obtida no mesmo fígado e co mesmo procedemento de análise. ¿Qué facer? ¿Había que considerar estas dúas determinacións tan discordantes resultado dun experimento mal realizado, e non telas en conta? ¿Habería que considera-lo valor medio das dúas determinacións? Moitos experimentadores poderían tomar esta decisión para resolve-lo problema. Pero eu non aprobo este proceder polas razóns que xa expliquei. En efecto, dixeran que nunca hai que ignorar nada na observación dos feitos e considero como regra indispensable de criterio experimental (p. 270) non admitir, sen probas, a existencia dunha causa de erro nun experimento e tratar sempre de explica-la razón de tódalas circunstancias anormais que se observen. Non hai nada accidental e o que nos semella accidente non é máis que un feito descoñecido que pode ser, cando se explica, ocasión dun descubrimento máis ou menos importante. Foi o que aconteceu neste caso.

En consecuencia, quixen saber cál era a razón que me facía obter dúas cifras tan diferentes na determinación do azucre do fígado do meu coello. Despois de me asegurar que non había erro no método de determinación, despois de constatar seren as diferentes partes do fígado sensiblemente semellantes en contido de azucre, só me faltaba considera-la influencia do tempo transcorrido dende a morte do animal deica a segunda determinación. Ata entón, sen darlle importancia, fixera os experimentos algunhas horas despois da morte do animal e, por primeira vez, deuse o caso de facer unha determinación minutos despois da morte do animal e deixa-la segunda para o día seguinte, é dicir, vintecatro horas despois. As cuestións de tempo teñen moita importancia en fisioloxía porque a materia orgánica está sometida a numerosas e incesantes modificacións. Podería, polo tanto, terse producido algunha modificación química no tecido hepático. Por me asegurar fixen unha nova serie de experimentos que disiparan tódalas dúbidas deixando claramente establecido que o tecido hepático aumenta o seu contido de azucre durante un certo tempo despois da morte, de maneira que pode ter cantidades de azucre moi variables dependendo do momento en que se faga a determinación. Deste xeito tiveron que rectificar-los resultados anteriores e descubrín un feito novo, a saber, que despois da morte prodúcense considerables cantidades de azucre no fígado dos animais. Así, por exemplo, puiden poñer de manifesto que facendo pasar un fluxo de auga fría inxectada a presión polos vasos hepáticos dun fígado aínda quente, inmediatamente despois da morte do animal, límpase o tecido hepático do azucre que contén e, sen embargo, ó día seguinte, ou algunhas horas despois de poñe-lo fígado lavado a temperatura normal, obsérvase o tecido novamente cargado cunha cantidade de azucre producida despois do lavado⁵⁵.

⁵⁵ Claude Bernard, *Sur le mécanisme de la formation du sucre dans le foie* (*Comptes rendus par l'Acad. des sciences*, 24 de setembro de 1855). Continuación (*Compt. rend. de l'Acad. des sciences*, 23 de marzo 1857).

Cando xa fixera este primeiro descubrimento de que o azucre se forma nos animais tanto despois da morte como en vida, quixen levar máis lonxe o estudio deste fenómeno singular e así puiden achar que o azucre prodúcese no fígado gracias a unha materia diastática que actuaba sobre unha substancia amiloidea que illei e á que denominei *materia glicoxénica*. Deste xeito puiden demostrar de maneira clara que nos animais o azucre fórmase mediante un mecanismo moi semellante ó que se atopa nos vexetais.

Esta segunda serie de feitos representa resultados científicos hoxe solidamente adquiridos e que facilitaron grandemente o progreso do coñecemento sobre a glicoxénese nos animais. Describín moi sucintamente como se descubriron estes feitos orixinados nunha circunstancia experimental aparentemente fútil. Citei este caso para demostrar que non se pode ignorar nada do que acontece na investigación experimental, porque tódolos accidentes teñen a súa causa necesaria. Xamais se debe estar demasiado absorbido polo que se pescuda nin ilusionarse polo valor das ideas ou das teorías científicas; cómpre ter sempre os ollos ben abertos ante calquera acontecemento e o pensamento receoso e independente (p. 151), disposto a examinar todo o que se presente e non deixar pasar nada sen pescuda-la súa causa. Nunha palabra, cómpre adoptar unha disposición intelectual que semella paradoxal pero que, na miña opinión, representa o verdadeiro espírito do investigador. É preciso *ter unha fe rexa e non crer*; explícome dicindo que na ciencia é necesario crer firmemente nos principios e dubidar das fórmulas⁵⁶; en efecto, por unha banda témo-la seguranza de que o determinismo existe pero nunca témo-la certeza de coñecelo. Hai que ser incommovible nos principios da ciencia experimental (determinismo) e non ter fe absoluta nas teorías. O aforismo que propuxen máis arriba pode apoiarse no que desenvolvemos

⁵⁶ Bernard usa o termo *fórmula* no senso, un pouco pexorativo, de medio ou mecanismo fixo e tradicionalmente admitido de demostración dun fenómeno (N. do T).

en outro lugar (ver p. 136), a saber, que nas ciencias experimentais o principio está no noso pensamento mentres que as fórmulas están fóra. Na práctica cotián estase obrigado a admiti-la crenza de que a verdade (polo menos a verdade provisoria) está representada pola teoría ou pola fórmula. Pero na filosofía científica e experimental os que depositan a súa fe nas tradicións ou nas teorías fan mal. Toda ciencia humana consiste en busca-la verdadeira fórmula ou a verdadeira teoría da verdade en calquera orde. Achegámonos día a día, pero ¿acadarémola completamente? Non é este o lugar de desenvolver temas filosóficos así que volvamos ó noso asunto pasando a un novo exemplo experimental.

Terceiro exemplo.-Polo ano 1852 os meus estudos suxeríronme facer experimentos sobre a influencia do sistema nervioso nos fenómenos de nutrición e calor animal. Observara que en moitos casos as parálises complexas, por afectación dos nervios mixtos, causan tanto aumento como diminución da temperatura das partes paralizadas. Velaí como razoei para explicar este feito, fundándome por unha parte en observacións xa coñecidas e por outra en teorías xeralmente admitidas relativas ós fenómenos de nutrición e calor animal. A parálise dos nervios, pensei, debe producir diminución da temperatura moderando os fenómenos de combustión no sangue, xa que estes fenómenos considéranse causa da calor animal. Agora ben, por outra banda os anatómicos xa hai tempo que indicaron que os nervios simpáticos se distribúen preferentemente acompañando ós vasos arteriais. Polo tanto, pensei por inducción, que na lesión dun tronco nervioso mixto os nervios simpáticos serían a causa da moderación dos fenómenos químicos dos vasos capilares, determinando a diminución da temperatura das partes inervadas como consecuencia da súa parálise. Se a miña hipótese é certa, pensei, poderá comprobarse seccionando selectivamente os nervios simpáticos musculares, respectando o resto dos nervios que inervan un territorio. Entón, deberíase observar un arrefecemento, debido a

parálise dos nervios vasculares, sen afectación da mobilidade nin da sensibilidade xa que ficarían intactos os nervios sensitivos e motores. Para facer este experimento busquei un procedemento experimental axeitado que me permitira seccionar selectivamente os nervios vasculares. A escolla do animal de experimentación era importante para solucionar este punto (p. 204) e, afortunadamente a disposición anatómica na que o grande simpático cervical en certos animais como o coello e o cabalo discorre illado, facía posible a solución.

Despois de todos estes razoamentos seccionei o simpático cervical no pescozo dun coello, co obxecto de comproba-la miña hipótese, observando que acontecía coa temperatura no lado da cabeza polo que se distribúe o nervio. Esperaba, como acabo de explicar de acordo coa teoría admitida e coas observacións anteriores, comproba-la hipótese de que a temperatura debía diminuír como consecuencia da sección do nervio simpático. Pois ben, sucedeu precisamente o contrario. Inmediatamente despois da sección do simpático na parte media do pescozo observei, en todo o lado correspondente da cabeza do coello, unha hiperactividade circulatoria considerable acompañada dun aumento da calor. O resultado era, polo tanto, exactamente o contrario do que a miña hipótese, teoricamente deducida, me facía prever. Pero entón fixen como sempre, é dicir abandonar de contado as teorías e as hipóteses para observar e estudialo feito como tal coa finalidade de determina-las condicións do experimento tan exactamente como fose posible. Hoxe, os meus experimentos sobre os nervios vasculares e caloríficos manteñen aberta unha nova vía de investigación e foron obxecto dun grande número de traballos que, espero, poderán fornecer no futuro resultados dunha grande importancia en fisioloxía e en patoloxía⁵⁷.

⁵⁷ Claude Bernard, *Recherches expérimentales sur le grand sympathique, etc.* (*Mémoires de la Société de biologie*, t. V, 1853).- *Sur les nerfs vasculaires et caloriques du grand sympathique* (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 1852, t. XXXIV, 1862, t. LV).

Este exemplo, ó igual que os que preceden, proba que nos experimentos poden obterse resultados diferentes dos que nos fan preve-las teorías e as hipóteses. Pero se quero chama-la atención de maneira particular sobre este terceiro exemplo é porque nos ofrece unha importante ensinanza, a saber, que sen a hipótese que dirixe o pensamento non sería observado o feito que a contradí. En efecto, eu non fun o primeiro experimentador que seccionou a porción cervical do grande simpático en animais vivos. Pourfour du Petit fixera este experimento a principios do século pasado e descubriu os efectos deste nervio sobre a pupila partindo dunha hipótese anatómica segundo a que este nervio levaría o espírito animal ós ollos⁵⁸. Moitos fisiólogos repetiron posteriormente a mesma operación co obxecto de comprobar ou de explica-las modificacións oculares que Pourfour du Petit fora o primeiro en sinalar. Pero ningún destes fisiólogos reparou no fenómeno da temperatura do que falo nin o atribuíu á sección do grande simpático, malia que este fenómeno debeu producirse diante dos ollos dos que seccionaron esta parte do simpático antes ca min. Como pode verse, a hipótese preparara o meu pensamento para ve-las cousas dende un punto de vista determinado pola mesma hipótese. O que demonstra isto é que eu mesmo, como outros experimentadores, seccionara o simpático en moitas ocasións para repeti-lo experimento de Pourfour du Petit sen reparar no feito da calorificación que descubrín posteriormente cando, guiado por unha hipótese, investiguei con este obxectivo. Polo tanto aquí é evidente a influencia da hipótese; tiña o feito diante dos ollos e non o vía porque carecía de relación co pensamento. Sen embargo, era ben doado de observar e despois de eu sinalalo tódolos fisiólogos sen excepción puideron comprobalo sen dificultade.

⁵⁸ Pourfour du Petit, *Mémoire dans lequel il est démontré que les nerfs intercostaux fournissent des rameaux qui portent des esprits dans les yeux* (Histoire de l'Académie pour l'année 1727).

En resumo, as hipóteses e as teorías, mesmo as falsas, son útiles para facer descubrimentos. Isto que digo é certo para tódalas ciencias. Os alquimistas deron orixe á química perseguindo quimeras e teorías que hoxe sabemos falsas. Nas ciencias físicas que están máis avanzadas que a bioloxía, aínda poderían citarse agora sabios que fixeron grandes descubrimentos apoiándose en teorías falsas. É posible, en efecto, que unha consecuencia do feble que é o pensamento humano consista en que só se pode conquista-la verdade despois dunha chea de erros e atrancos.

¿Que conclusión xeral obterá o fisiólogo de tódolos exemplos anteriores? Debe concluír que as ideas e as teorías admitidas no estado actual das ciencias biolóxicas non representan máis que verdades limitadas e precarias destinadas a perecer. En consecuencia debe ter moi pouca confianza no valor das teorías pero, sen embargo, debe servirse delas como instrumentos intelectuais necesarios para a evolución das ciencias e moi útiles para conseguir novos descubrimentos. A arte de descubrir fenómenos novos e de constatalos con exactitude debe ser hoxe obxecto de especial preocupación de tódolos biólogos. Cómpre establece-lo criterio experimental creando métodos potentes de investigación e de experimentación para podermos levar a cabo observacións indiscutibles que fagan desaparecer feitos inexistentes que son a causa dos erros das teorías. O que agora pretenda facer unha xeneralización da bioloxía no seu conxunto comprobará que non hai unha idea clara do estado actual da ciencia. Os problemas da bioloxía comezan hoxe a estar perfilados e, de igual maneira que é preciso xuntar e talla-las pedras antes de edificar un monumento, tamén cómpre xuntar e prepara-los feitos que constituirán a ciencia dos seres vivos. Esta función correspóndelle á experimentación e o método xa está establecido, pero os fenómenos que ha analizar son tan complexos que o verdadeiro promotor da ciencia será o que poida ofrecer algúns principios de simplificación nos procedementos

de análise ou poida perfecciona-los instrumentos de investigación. Cando hai feitos claramente establecidos e en número suficiente as xeneralizacións non se fan esperar. Estou convencido que nas ciencias experimentais en desenvolvemento, e particularmente nas que son tan complexas como a bioloxía, o descubrimento dun novo instrumento de observación ou de experimentación presta moitos máis servizos que un grande número de disertacións sistemáticas ou filosóficas. En efecto, un procedemento novo, un novo método de investigación aumentan o noso poder e fan posible descubrimentos e investigacións que non se terían feito sen estas axudas. Tal aconteceu nas investigacións sobre a formación do azucre nos animais que non se puideron levar a cabo ata que a química subministrou os reactivos, moito máis sensibles que os coñecidos previamente, para determina-la presenza de azucre.

CAPÍTULO II

EXEMPLOS DE CRITERIO EXPERIMENTAL FISIOLÓXICO

O criterio experimental asenta nos principios absolutos que deben dirixi-lo investigador na constatación e na interpretación dos fenómenos da natureza. Ha ser de particular utilidade nas ciencias biolóxicas, onde reinan teorías tan a miúdo apoiadas en ideas falsas ou sobre feitos mal observados. Aquí trataremos de recordar, mediante exemplos, os principios que determinan a conveniencia de someter a xuízo as teorías fisiolóxicas e de discuti-los feitos que lle serven de base. Tal como dixemos, o criterio por excelencia é o principio do determinismo experimental xunguido á dúbida filosófica. Con este propósito recordarei que na ciencia é preciso non confundir xamais os *principios* coas *teorías*. Os principios son axiomas científicos; son verdades absolutas que determinan un criterio inmutable. As teorías son xeneralizacións ou ideas científicas que resumen o estado actual do coñecemento; constitúen verdades sempre relativas e destinadas a modificarse co mesmo progreso da ciencia. Polo tanto, se aceptamos como conclusión fundamental que non é preciso crer de maneira absoluta nas fórmulas⁵⁹ da ciencia, cómpre, polo contrario, crer absolutamente nos seus principios. Os que conceden moito creto ás teorías e esquecen os principios toman a sombra por realidade, carecen de criterio sólido e están expostos a tódolos erros que derivan de tal situación. En toda ciencia o progreso real consiste en ir mudando as teorías de xeito que cada vez sexan máis perfectas. De feito, de pouco valería estudar se non podemos cambiar de opinión ou

⁵⁹ Ver antes. N. do T. da p. 266.

de teoría; pero os principios e o método son superiores á teoría, son inmutables e non deben variar.

O criterio experimental debe, polo tanto, precaverse contra a crenza nas teorías pero ademais ten que evitar perderse outorgando demasiado valor ás palabras que creamos para representalas supostas forzas da natureza. En tódalas ciencias, e nas ciencias fisiolóxicas máis que en ningunha outra, un está sempre exposto a facerse ilusións coas palabras. Non se pode esquecer que tódalas denominacións de forzas minerais ou vitais que se dan ós fenómenos naturais non son máis que unha linguaxe figurada que non debe enganarnos. O único real son as manifestacións dos fenómenos e as condicións de tales manifestación que son as que hai que determinar; isto é o que o criterio experimental non debe perder de vista. Nunha palabra, o criterio experimental dubida de todo agás do principio do determinismo científico e racional dos feitos (p. 116-135). O criterio experimental asenta sempre sobre o mesmo alicerce, tanto cando se aplica a un mesmo como cando se aplica ós demais e, por esta razón, a seguir poñemos dous exemplos xerais: un tomado das nosas propias investigacións e outro escollido de traballos alleos. En efecto, na ciencia non se trata só de mira-la forma de criticar ós demais porque o sabio debe interpretar a diario o papel de crítico severo consigo mesmo. Sempre que avance unha opinión ou emita unha teoría debe se-lo primeiro en comprobalas mediante a crítica e asentalas sobre feitos ben observados e determinados con exactitude.

§ I.— O principio do determinismo experimental non admite feitos contradictorios

Primeiro exemplo.- Hai xa moito tempo que din a coñecer un experimento que daquela sorprendeu moito ós fisiólogos. Consistía en facer diabético a un animal artificialmente mediante unha punción no chan do cuarto ventrículo. Cheguei

a intentar esta punción como resultado de consideracións teóricas que non vou a recordar aquí; o que importa é que o conseguín á primeira, é dicir, que observei cómo se volvía intensamente diabético o primeiro coello operado. Pero deuse o caso de que despois repetín moitas veces (oito ou dez) o mesmo experimento sen obte-lo mesmo resultado. Atopábame, entón, en presenza dun feito positivo e de oito ou dez feitos negativos; sen embargo non pensei en ningún momento despreza-lo primeiro experimento positivo e valorar só os experimentos negativos posteriores. Convencido de que o meu fracaso era debido a que ignoraba o determinismo do meu primeiro experimento, persistín na experimentación tratando de recoñecer con exactitude as condicións da operación. Despois de varias probas conseguín fixa-lo punto preciso de punción e establece-las condicións en que debía esta-lo animal operado, de xeito que hoxe pode reproducirse a diabete experimental sempre que se reúnan as condicións esixidas e coñecidas para a súa manifestación.

Ó que precede engadirei unha reflexión que mostrará cantas causas de erro poden asediar ó fisiólogo na investigación dos fenómenos vitais. Supoño que, se no canto de conseguir á primeira un coello diabético, os resultados fosen negativos dende un principio, é evidente que, despois de fracasar dúas ou tres veces, tiraríaa a conclusión de que non só a teoría pola que me guiaba era falsa senón tamén que a punción do cuarto ventrículo non producía diabete. Sen embargo estaría enganado. ¡Cantas veces terá acontecido e terá que acontecer unha equivocación semellante! Mesmo parece imposible evitar de maneira absoluta esta caste de erros. Pero desta experiencia só queremos tirar unha conclusión xeral que será confirmada polos exemplos seguintes, a saber, que os feitos negativos considerados illadamente xamais ensinan cousa.

Segundo exemplo.- A diario poden escoitarse discusións inútiles para a ciencia por non teren en conta o principio de que se cada feito depende dunhas condicións que o determinan, un

feito negativo non proba nada e non pode invalidar un feito positivo. Para proba-lo que digo citarei as críticas que o Sr. Longet fixo no seu tempo dos experimentos de Magendie. Escollo este exemplo, ademais de por ser moi instructivo, porque estiven implicado e coñezo con exactitude tódalas súas circunstancias. Comezarei polas críticas do Sr. Longet relativas ós experimentos de Magendie sobre as propiedades de sensibilidade recorrente das raíces raquídeas anteriores⁶⁰. O primeiro que o Sr. Longet reprocha a Magendie é ter mudado de opinión sobre a función sensitiva das raíces anteriores, afirmando en 1822 que as raíces anteriores a penas presentaban esta función e en 1839 que a manifestaban en alto grao, etc. Despois destas críticas, o Sr. Longet escribe: “A verdade é unha; que o lector escolla, se se atreve, entre estas afirmacións contradictorias do mesmo autor (*opus cit.*, p. 22). Para rematar, engade o Sr. Longet, o Sr. Magendie debería dicirnos, polo menos, para evitarnos molestias, cales dos seus experimentos fixo axeitadamente, se os de 1822 ou os de 1839” (*opus cit.*, p. 23).

Todas estas críticas teñen pouco fundamento e faltan por completo as regras do criterio científico experimental. En efecto, se Magendie dixo en 1822 que as raíces anteriores non tiñan función sensitiva, é evidente que fixera esta observación; se despois, en 1839 afirmou que as raíces anteriores presentaban esta función de maneira evidente, é que entón observou este feito. Non hai que escoller entre estes dous resultados, como cre o Sr. Longet; hai que admitir ámbolos dous, pero explicándoos e determinándoos nas súas condicións respectivas. Cando o Sr. Longet escribe: a verdade é unha..., ¿quere dicir que se un dos dous resultados é verdadeiro o outro debe ser falso? En absoluto; son verdadeiros ámbolos dous, a non ser que se admita que

⁶⁰ F. A. Longet, *Recherches cliniques et expérimentales sur les fonctions des faisceaux de la moelle épinière et des racines des nerfs rachidiens, précédées d'un Examen historique et critique des expériences faites sur ces organes depuis Ch. Bell, et suivies d'autres recherches sur diverses parties du système nerveux* (Archives générales de médecine, 1841, 3^a serie, t. X, p. 296, et XI, p. 129).

nun dos dous casos Magendie mentía, o que certamente non está no ánimo do crítico. Pero, en virtude do principio científico do determinismo dos fenómenos debemos afirmar *a priori* e de xeito categórico que en 1822 e en 1839 Magendie non observou o fenómeno en idénticas condicións, e son precisamente estas diferencias nas condicións as hai que intentar determinar para faceren compatibles os dous resultados e atopar deste xeito a causa da variación do fenómeno. Todo o que o Sr. Longet podería criticar a Magendie sería que non investigase a razón da diferenza entre os dous resultados; pero a crítica excluínte que o Sr. Longet aplica ós experimentos de Magendie é falsa e en desacordo, como fica dito, cos principios do criterio experimental.

Non hai dúbida de que o precede resulta unha crítica sincera e puramente científica porque, noutra circunstancia relativa á mesma discusión, o Sr. Longet aplicouse a si mesmo unha crítica de exclusión idéntica, o que o levou, segundo a súa propia crítica, á mesma clase de erro que el atribuíu a Magendie.

En 1839, o Sr. Longet estaba conmigo no laboratorio do Colexio de Francia cando Magendie, observando a función sensitiva das raíces raquídeas anteriores demostrou que era debida ás raíces posteriores e que viña da periferia e por iso lle deu o nome de sensibilidade de retorno ou sensibilidade recorrente. O Sr. Longet viu daquela, como Magendie e máis eu, que a raíz anterior conducía sensibilidade por influencia da raíz posterior, e viu tan ben que reclamou para si a autoría deste descubrimento⁶¹. Pero despois en 1841 deuse o caso de que, querendo repeti-los experimentos de Magendie, o Sr. Longet non puido observa-la función sensitiva da raíz anterior. Por esta tan curiosa circunstancia, o Sr. Longet atopouse entón, con relación ó mesmo feito da función sensitiva das raíces anteriores, exactamente na mesma situación que criticara a Magendie: é dicir,

⁶¹ *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. VIII, p. 787, 3 e 10 de xuño; *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 4 de xuño; *Gazette des hôpitaux*, 13 e 18 de xuño 1839.

que en 1839 o Sr. Longet observara condución da sensibilidade na raíz anterior e en 1841 non a observara. O espírito escéptico de Magendie non se alteraba con estas dificultades e aparentes contradicións; seguía a facer experimentos dicindo sempre o que observaba. O espírito do Sr. Longet, polo contrario, quería estar en posesión da verdade dunha maneira ou doutra, e por iso decidiuse polos experimentos de 1841, é dicir, polos que resultaron negativos. Velaquí o que di a este respecto: “ Se ben reclamei nesta época (1839) a autoría do descubrimento dun destes feitos (a sensibilidade recorrente) hoxe, despois de moitos e variados experimentos sobre este problema fisiolóxico, combato estes resultados por errados, tanto que se atribúan a Magendie como que se me atribúan a min. O culto á verdade esixe que nunca se tema recoñecer un erro. Só recordarei aquí a ausencia de función sensitiva nas raíces e nos fascículos anteriores, que tantas veces probei, para que se entenda a inutilidade destes resultados que, como tantos outros, non fan máis que sobrecarga-la ciencia e atranca-lo seu desenvolvemento⁶²”. Despois desta declaración non hai dúbida de que o Sr. Longet so desexa atopa-la verdade e demostrao cando di que non hai que rexeitar de recoñecer un erro. Comparto a feito a súa opinión e engadiría que sempre é instructivo recoñecer un erro. Este é un excelente precepto e calquera pode cumprilo porque todo o mundo corre perigo de equivocarse, agás os que non fan nada. Pero a primeira condición para recoñecer un erro é demostrar que hai tal erro. Non abonda con dicir: equivoqueime; é necesario explica-lo erro, e isto é precisamente o que importa. Agora ben, o Sr. Longet non explica nada; semella dicir pura e simplemente: en 1839 observei actividade sensitiva nas raíces anteriores e en 1841 observei ausencia da mesma en máis ocasións, polo tanto en 1839 estaba equivocado. Semellante razoamento non é admisible. En 1839 fixéranse, en

⁶² *Opus cit.* P. 21.

efecto, numerosos experimentos, para estudia-la función sensitiva das raíces anteriores, nos que se seccionaron sucesivamente as raíces raquídeas e se estimularon os diferentes cabos para determina-las súas propiedades. Magendie escribiu un opúsculo sobre este tema. Cando posteriormente, e en numerosas ocasións, non observa os mesmos resultados non se conforma, para interpreta-los feitos, con dicir que se equivocou a primeira vez e que ten razón na segunda ocasión. Pero, ¿por qué se equivocaría? ¿poderase dicir que a fidelidade dos seus sentidos era menor nunha época que noutra? Se así fose habería que renunciar á experimentación, porque a primeira condición dun experimentador é ter confianza nos seus sentidos e non dudar máis que das interpretacións. Se agora, malia tódolos esforzos e tódalas investigacións non se pode descubri-la causa material do erro, hai que apraza-la interpretación e manter provisoriamente os dous resultados, pero nunca crer que chega con negalos resultados positivos pola presenza de resultados negativos ou *vice versa*. Os resultados negativos, por numerosos que sexan non poden nega-la existencia dun só resultado positivo. Isto é así porque a negación pura e simple non obedece a ningún criterio e, na ciencia, este proceder debe ser rexeitado de maneira absoluta dado que a ciencia non se constrúe con negacións.

En resumo, é preciso estar convencido de que os feitos negativos responden a un determinismo igual que os feitos positivos. En principio establecemos que tódolos experimentos son correctos de acordo co determinismo das respectivas condicións, e precisamente na investigación de cada un destes determinismos está a fonte de información que nos permitirá establece-las leis do fenómeno, xa que deste xeito coñecerémoslas condicións da súa existencia e da súa non existencia. Seguindo este principio, despois de asistir ós experimentos de Magendie en 1839 e as discusións do Sr. Longet en 1841, quixen entender estes fenómenos e xulga-las diferencias por min mesmo. Repetín os experimentos e, ó igual que Magendie e

Longet, observei casos nos que se manifestaba a función sensitiva das raíces raquídeas anteriores e casos nos que non se manifestaba; pero convencido de seren estes resultados debidos a circunstancias experimentais diferentes, tratei de determinar tales circunstancias e, a forza de observación e perseveranza, rematei por atopar-las condicións⁶³ que deben darse para obter un ou outro resultado. Hoxe, coñecidas as condicións do fenómeno, ningún o discute. O mesmo Sr. Longet⁶⁴ e tódolos fisiólogos admiten o feito da sensibilidade recorrente nas condicións que eu din a coñecer.

Polo tanto, despois disto hai que establecer, como principio do criterio experimental, o determinismo necesario e absoluto dos fenómenos. Este principio, ben entendido, debe previrnos contra a tendencia natural á contradicción que todos temos. É certo que todo experimentador, particularmente se está no comezo desta actividade, sentirá un gozo íntimo cando atopa algo diferente do que outros observaron antes. A súa primeira intención será contradicir, sobre todo se ten a ocasión de contradicir a alguén que goza de gran consideración científica. É preciso evitar esta tendencia porque non é científica. A contradicción pura sería unha acusación de falsidade que é preciso evitar porque, afortunadamente, os falsarios científicos son raros. Por outra parte, sobre este último caso pouco relevante para a ciencia non vou a establecer precepto algún. Só quero subliñar que a crítica non consiste en demostrar que outros están equivocados e, mesmo cando se puidese demostrar que un científico eminente está nun erro, isto non sería un grande descubrimento que puidese ser considerado como traballo de proveito para a ciencia a non ser que se mostrasen as causas do erro. En efecto, con frecuencia os sabios nos instrúen tanto cos seus erros como cos seus acertos. Algunha vez oín dicir: indicar

⁶³ Claude Bernard, *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux*, p. 32.

⁶⁴ Ver: Longet, *Traité de physiologie*, 1860, t. II, p. 177.

un erro equivale a facer un descubrimento. Si, pero coa condición de esclarecer unha nova verdade demostrando a causa do erro, de xeito que entón xa non será necesario combaterlo erro porque caerá polo seu peso. Así é como a crítica equivale a un descubrimento: cando explica todo sen negar nada e atopa o determinismo exacto de feitos aparentemente contradictorios. Co determinismo redúcese todo e todo se volve luminoso, e entón, como di Leibnitz, a ciencia esténdese, ilumínase e simplifícase.

§ II.— O principio do determinismo rexeita a ciencia dos feitos indeterminados e irracionais

Dixemos noutro lugar (p. 119) que a nosa razón comprende cientificamente o determinado e o indeterminado, pero non admitiría o *indeterminable* porque isto non sería máis que admiti-lo marabilloso, o oculto ou o sobrenatural que deben ser absolutamente rexeitados pola ciencia experimental. Disto resulta que un feito observado só adquire valor científico cando se coñece o seu determinismo. Un feito non estudiado non é científico e un feito no que o determinismo non sexa racional tamén debe ser desterrado da ciencia. En efecto, se o experimentador debe somete-las súas ideas ó criterio dos feitos non admito que deba someter a eles a súa razón; porque deste xeito estendería a chama do seu criterio persoal, e caería necesariamente no dominio do indeterminable, é dicir do oculto e do marabilloso. Sen dúbida hai na ciencia moitos feitos en bruto aínda incomprendibles e non quero concluír que sexa preciso rexeitalos; só quero dicir que deben deixarse en reserva, agardando, como *feitos en bruto*, e sen introducilos no coñecemento científico, é dicir no razoamento experimental, antes de as súas condicións de existencia seren fixadas por un determinismo racional. Doutro xeito deteríase a cada pouco o razoamento experimental

ou camiñaríase cara ó absurdo. Os seguintes exemplos, que podería multiplicar, darán proba do que digo.

Primeiro exemplo.- Hai anos⁶⁵ fixen traballos experimentais sobre a influencia do éter nas secrecións intestinais. Así tiveron ocasión de observar que a inxección de éter no tubo intestinal dun can en xaxún, mesmo de varios días, facía xurdir magníficos quilíferos brancos exactamente igual que no animal en plena dixestión de alimentación mixta con contido de graxa. Este feito, repetido en numerosas ocasións, non tiña dúbida. Pero ¿qué significado tiña? ¿Qué razoamento se podía establecer sobre a súa causa? ¿Era preciso dicir: o éter estimula a produción de quilo, isto é un feito? Pero isto era absurdo xa que non había alimentos no intestino. Como pode verse, a razón rexeitaba este determinismo absurdo e irracional segundo o estado actual dos nosos coñecementos. Así, tratei de buscar ónde podía estar a razón deste feito incomprendible, e rematei por atopar unha causa de erro. Era que os quilíferos drenaban o aceite, disolvido polo éter, que lubricaba o émbolo da xiringa coa que se facía a inxección no estómago; de tal xeito que inxectando o éter cunha pipeta de vidro xa non se vían os quilíferos. Foi, polo tanto, a irracionalidade do feito o que me levou a concluír *a priori* que era falso e que non podía servir de base para un razoamento científico. Doutra maneira non tería atopado esta singular causa de erro introducido polo émbolo da xiringa. Pero recoñecida esta causa de erro, explicábase todo e o feito volveuse racional, no senso de que os quilíferos se manifestaban, como sempre aconteceu, coa absorción das graxas; o éter só poñía en marcha esta absorción facendo máis aparente o fenómeno.

Segundo exemplo.- Foi observado por investigadores hábiles e rigorosos que o veneno do sapo intoxicaba axiña ás ras e a outros animais sen mostrar efecto ningún no propio sapo. Velaquí o sinxelo experimento que semella probalo: se coa

⁶⁵ Claude Bernard, *Leçons sur les effets des substances toxiques et médicamenteuses*, p. 428.

punta dunha lanceta se colle veneno da parótide de sapo do país e se introduce debaixo da pel dunha ra ou dun paxaro, logo se ve morreren estes animais, mentres que cando se pon a mesma cantidade de veneno baixo a pel dun sapo, de máis ou menos o mesmo tamaño, non morre nin manifesta efecto ningún. Outra vez temos un feito en bruto que non se volverá científico máis que dándose a condición de saber como actúa este veneno na ra e por que non ten efecto no sapo. Con tal fin é preciso estudialo mecanismo da morte porque nel poderían recoñecerse as circunstancias particulares que poderían explica-la diferenza de resultados na ra e no sapo. Dáse o caso da especial disposición das fosas nasais e da epiglote que explica por que a sección bilateral dos nervios faciais é mortal no cabalo pero non noutros animais. Este feito excepcional segue a ser racional; confirma a regra, como adoita dicirse, e no fondo non cambia nada no mecanismo da parálise nerviosa que é idéntica en tódolos animais. No caso que nos ocupa non foi así; o estudio do mecanismo da morte por veneno de sapo levou á conclusión de que o veneno de sapo produce a morte na ra por parada cardíaca, mentres que non ten efecto no corazón do sapo. Agora ben, seguindo a lóxica, sería preciso admitir que as fibras musculares do corazón do sapo son de diferente natureza que as do corazón da ra, dado que un veneno que actúa sobre unhas non ten efecto sobre outras. Isto non é posible porque admitir que dous elementos orgánicos idénticos, tanto en estrutura como en propiedades fisiolóxicas, deixan de ser idénticos diante dunha acción tóxica idéntica, sería demostrar que non hai determinismo necesario nos fenómenos e, en consecuencia, a ciencia sería negada por este feito. En virtude destas ideas, rexeitei o feito mencionado por irracional e repetín os experimentos, aínda sen ter dúbidas sobre a súa exactitude como feito en bruto. Puiden observar entón⁶⁶ que o veneno do sapo produce moi doadamente a morte

⁶⁶ Claude Bernard, *Cours de pathologie expérimentale*, Medical Times, 1860.

na ra cunha dose que é absolutamente insuficiente para o sapo que, sen embargo, resulta intoxicado cando a dose se aumenta considerablemente. Deste xeito a diferenca redúcese a unha cuestión cuantitativa e non ten o significado contradictorio que se lle podería dar. Outra vez a irracionalidade do feito levou a darlle un significado diferente.

§ III.- O principio do determinismo esixe que os feitos sexan determinados comparativamente

Vimos de ver que a razón nos obriga a rexeitar feitos que semellan indeterminados e que nos leva a criticalos co fin de atopar un senso racional antes de introducirmolos no razoamento experimental. Pero como a crítica, tal como dixemos, repousa á súa vez na razón e na dúbida filosófica, resulta que non abonda con que un feito experimental se presente cunha aparencia simple e lóxica para admitilo. Debemos dudar e comprobar mediante unha contraexperiencia que esta aparencia racional non sexa enganosa. Este precepto debe ser seguido rigorosamente, sobre todo nas ciencias médicas que, en razón da súa complexidade, obrigan a rexeitar máis das causas de erro. Xa expliquei antes (p. 120) o carácter experimental da contraproba e non volverei sobre este asunto; só quero aquí subliñar que aínda que un feito semelle lóxico, é dicir racional, iso non abonda para nos dispensar de face-la contraproba ou a contraexperiencia, de xeito que atribuo a este precepto o valor dunha consigna que é preciso seguir cegamente mesmo nos casos que semellan máis claros e racionais. Citarei dous exemplos que mostrarán a necesidade de executar sempre e en calquera caso esta consigna do experimento comparativo.

Primeiro exemplo.- No que precede expliquei (p. 262) cómo cheguei en outra ocasión a estudar o papel do azucre na nutrición e a investigar o mecanismo da destrución no organismo deste principio alimentario. Para resolver a cuestión era preciso

busca-lo azucre no sangue e seguilo nos vasos intestinais que o absorberan ata poder constata-lo lugar onde desaparecía. Para face-lo meu experimento administrei-leite azucrado a un can; despois sacrifiquei o animal durante a dixestión, e observei que o sangue dos vasos suprahepáticos, que representa a totalidade do sangue dos órganos intestinais e do fígado, tiñan azucre. Era moi natural e, como adoita dicirse, lóxico, pensar que o azucre observado nas veas suprahepáticas era o que lle dera ó animal co leite. Mesmo teño a seguranza de que máis dun experimentador faría esta consideración e tería por superfluo, senón por ridículo, facer un experimento comparativo. Sen embargo eu fíxeno porque estaba convencido, por principio, da súa absoluta necesidade: o que quero dicir é que estou convencido de que en fisioloxía cómpre dubidar sempre, mesmo nos casos nos que a dúbida semella menos procedente. Sen embargo debo engadir que aquí o experimento comparativo tamén viña obrigado por outra variable que eu introducía para detecta-lo azucre: a redución de sales de cobre na potasa. Esta é unha propiedade do azucre que pode ser compartida por outras substancias da economía aínda descoñecidas. Pero, repito, mesmo en ausencia desta circunstancia era preciso face-lo experimento comparativo como unha consigna experimental, porque este caso demonstra tamén que nunca se sabe onde pode esta-lo importante.

Para comparar co can alimentado con leite azucrado collín, pois, outro can que alimentei con carne tendo coidado de non incluír ningunha materia azucrada ou con contido de amidón. Despois sacrifiqueino durante a dixestión e examinei o sangue das veas suprahepáticas. Foi grande o meu asombro cando comprobei que este sangue tamén contiña azucre.

Pode verse aquí cómo o experimento comparativo me permitiu descubri-la presenza constante de azucre no sangue das veas suprahepáticas con independencia da alimentación do animal. Compréndese, xa que logo, que abandonase tódalas miñas hipóteses sobre a destrución do azucre para seguir este

feito novo e inesperado. Primeiro deixei fóra de toda dúbida a súa existencia repetindo os experimentos, podendo constatar que tamén nos animais en xaxún había azucre no sangue. Así foi o comezo das miñas investigación sobre a glicoxénese animal. Como pode verse tiveron orixe nun experimento comparativo feito nun caso no que se podería considerar innecesario. Pero se o experimento comparativo ten vantaxes, necesariamente ten inconvenientes o non facelo. Isto demóstrase no seguinte exemplo.

Segundo exemplo.- En certa época Magendie investigou sobre as funcións do líquido cefalorraquídeo chegando á conclusión de que a súa extracción xeraba nos animais a unha sorte de titubeo e unha alteración característica dos movementos. En efecto, se despois de expoñe-la membrana occipito-atloidea se perfora para facer saír líquido cefalorraquídeo pode observarse que o animal presenta alteracións motoras específicas. Nada parecía máis natural e simple que atribuír este efecto á extracción de líquido cefalorraquídeo; sen embargo sería un erro que outro investigador, tal e como me contou Magendie, descubriu por azar. Este investigador foi interrompido durante un experimento cando despois de separa-los músculos cervicais tiña exposta, pero non perforada, a membrana occipito-atloidea. Pois ben, cando volveu para continua-lo experimento observou que esta operación previa producira o mesmo efecto que se extraera líquido cefalorraquídeo. Atribuírase polo tanto á extracción de líquido cefalorraquídeo o que só era consecuencia da sección dos músculos da caluga. Evidentemente, o experimento comparativo tería resolto o problema. Houbera sido necesario, neste caso, poñer dous animais nas mesmas condicións *agás unha*, é dicir, expoñe-la membrana occipito-atloidea nos dous animais e punciona-la para facer saí-lo líquido só nun deles; entón poderíase avaliar por comparación e deste xeito precisa-la contribución exacta da extracción do líquido cefalorraquídeo nas alteracións da motilidade. Podería citar un

grande número de erros cometidos por experimentadores habelenciosos que descoidaron o precepto do experimento comparativo. Pero como adoita ser difícil, tal e como demostran os experimentos citados, saber de antemán se será ou non necesario o experimento comparativo, e repito que para evitar atrancos é preciso admiti-lo experimento comparativo como unha verdadeira consigna que debe ser executada, mesmo cando é inútil, para non a botar en falta cando é necesaria. O experimento comparativo deberase facer tanto en dous animais, como no caso precedente, como, para maior exactitude, en dous órganos similares do mesmo animal. Tanto é así que en certa ocasión, estudando o efecto de determinadas substancias sobre a produción de materia glicoxenética no fígado, non puiden atopar dous animais comparables a este respecto, mesmo someténdoo a condicións de alimentación idénticas, é dicir, a xaxún durante o mesmo número de días. Os animais, segundo a idade, sexo, peso, etc., soportan a abstinencia mellor ou peor e destrúen en maior ou menor medida a materia glicoxenética, de xeito que nunca tiña a seguranza de que as diferencias observadas fosen o resultado da diferenza de alimentación. Para evitar esta causa de erro vinme obrigado a face-lo experimento completo no mesmo animal extirpándolle previamente un fragmento de fígado e despois outro. Do mesmo xeito, cando se trata de estudar a influencia da contracción sobre a respiración muscular na ra, é preciso compara-los dous membros dun mesmo animal porque, neste caso, dúas ras non son sempre comparables entre si.

§ IV.— O criterio experimental debe referirse só ós feitos e non ás palabras

Ó comezo deste capítulo dixen que moitas veces nos deixamos seducir polo valor equívoco que atribuímos ás palabras. Quero explica-lo que penso a este respecto con dous exemplos:

Primeiro exemplo. – En 1845, presentei na Sociedade Filomática⁶⁷ unha comunicación na que discutía os experimentos de Brodie e Magendie sobre a ligadura do conducto colédoco e mostrei que os diferentes resultados obtidos por estes investigadores debíanse a que un, traballando con cans, ligara só o conducto colédoco, mentres que o outro, traballando con gatos, incluía, sen dúbida, na ligadura xunto co conducto colédoco o conducto pancreático. Deste xeito explicaba a razón da diferenza dos resultados obtidos e concluíu que en fisioloxía, como noutras ciencias, os experimentos deben ser rigorosos e proporcionar resultados idénticos sempre que se fagan en condición idénticas.

A este respecto, un membro da Sociedade, Gerdy, cirurxián da Charité, profesor da Facultade de Medicina e coñecido por diversas obras de cirurxía e fisioloxía, pediu a palabra para rebatelas miñas conclusións. “A explicación anatómica que da vostede, dixo, dos experimentos de Brodie e de Magendie é correcta, pero eu non admito a conclusión xeral que vostede tira. En efecto, vostede di que en fisioloxía os resultados dos experimentos son idénticos cando se realizan en condicións idénticas; eu nego que sexa así. Esta conclusión sería exacta na natureza inerte, pero non na natureza viva. Sempre que intervéñ a vida nos fenómenos, engadiu, aínda en condicións totalmente idénticas, os resultados poden ser diferentes”. Como proba da súa opinión, Gerdy citou casos de individuos afectados pola mesma enfermidade ós que administrara os mesmos medicamentos e nos que os resultados foran diferentes. Tamén recordou casos de operacións semellantes realizadas para as mesmas enfermidades, pero seguidas de curación nun caso e de morte noutro. Todas estas diferencias debíanse, segundo el, a que a vida mesma modifica os resultados aínda que as condicións do experimento sexan as mesmas; o que non pode acontecer,

⁶⁷ *Société philomathique*; adxectivo construído sobre o verbo grego φιλομαθεω; ter gusto pola ciencia (N. do T.).

pensaba, nos fenómenos dos corpos inertes, nos que a vida non intervén. Na Sociedade Filomática estas ideas despertaron de inmediato unha oposición xeral. Todo o mundo fixo observar a Gerdy que as súas opinións eran nada menos que a negación da ciencia biolóxica, e que estaba equivocado en canto á identidade das condicións dos casos de que falaba, no senso de que as enfermidades que consideraba comparables e idénticas non o eran de todo, e que atribuía á influencia da vida o que debía poñerse na conta da nosa ignorancia sobre fenómenos tan complexos como os da patoloxía. Gerdy persistiu en soste que a *vida* tiña a propiedade de modifica-los fenómenos de xeito que os facía diferentes nos distintos individuos, aínda sendo idénticas as condicións nas que se produciran. Gerdy cría que a vitalidade dun non era a *vitalidade* doutro e que, en consecuencia, entre os individuos debían existir diferencias imposibles de determinar. Non quixo abandona-la súa idea, escudouse na palabra vitalidade, e non se lle puido facer comprender que esta non era máis que unha palabra valeira de senso que non respondía a nada, e que dicir que unha cousa era debida á vitalidade era dicir que era descoñecida.

En efecto, é moi frecuente deixarse enganar polo espellismo das palabras *vida*, *morte*, *saúde*, *enfermidade*, *idiosincrasia*. Crese dar unha explicación cando se di que un fenómeno é debido á influencia vital, á influencia mórbida ou á idiosincrasia individual. Sen embargo cómpre ter moi en conta que, cando dicimos fenómeno vital, isto só quere dicir que se trata dun fenómeno propio dos seres vivos do que aínda ignorámo-la causa, porque penso que todo fenómeno hoxe chamado vital deberá tarde ou cedo ser reducido ás propiedades definidas da materia organizada ou orgánica. Sen dúbida pode usarse a expresión vitalidade, ó xeito que os químicos empregan a palabra afinidade, pero sabendo que no fondo non hai máis que fenómenos e condicións de fenómenos que cómpre coñecer; cando se coñeza a condición do fenómeno, desaparecerán as forzas vitais e minerais ocultas.

En relación con este punto, síntome feliz de estar en perfecta harmonía coas ideas do meu colega e amigo Sr. Henri Saint-Claire Deville. Así poderá verse nas seguintes palabras pronunciadas polo Sr. Saint-Claire Deville na exposición dos seus preciosos descubrimentos, sobre os efectos das altas temperaturas, ante a Sociedade Química de París⁶⁸.

“Non é necesario ocultar que o estudio das causas primeiras nos fenómenos que observamos e medimos presenta un serio perigo. Fuxindo de toda definición precisa e independente de feitos particulares, lévanos con máis frecuencia do que pensamos a incorrer en auténticas *peticións de principio* e a nos contentar con explicacións aparentes que non resisten unha crítica severa. Principalmente a afinidade, definida como a forza que preside as combinacións químicas, foi durante moito tempo e aínda é unha causa oculta, unha especie de artesa na que se meten tódolos feitos incomprendidos e que dende entón se consideran explicados, cando a miúdo non foron máis que clasificados e moitas veces mal clasificados: do mesmo xeito atribúense á forza catalítica⁶⁹ unha multitude de fenómenos moi escuros que, na miña opinión, aínda se escurecen máis cando os relacionamos en bloque cunha causa por completo descoñecida. Certamente crese ordenalos nunha mesma categoría cando se lles dá o mesmo nome. Pero a lexitimidade de tal clasificación non está demostrada. En efecto, non hai nada máis arbitrario que poñer xuntos fenómenos catalíticos que dependen da acción ou da *presencia* da esponxa de platino e do ácido sulfúrico concentrado, cando o platino ou o ácido non son, por así dicilo, parte interesada na operación. Estes fenómenos quizais serán explicados máis adiante dunha maneira esencialmente

⁶⁸ H. Sainte-Claire Deville, *Leçons sur la dissociation prononcées devant la Société chimique*. Paris, 1866. No prelo.

⁶⁹ Todo isto é aplicable a forzas descubertas recentemente: forzas de disolución, de difusión, forza cristaloixénica, a tódalas forzas particulares de atracción e repulsión que se fan intervir para explicar fenómenos de calefacción, de fusión, os fenómenos eléctricos, etc.

diferente, segundo estean producidos pola influencia dunha materia porosa como a esponxa de platino ou pola influencia dun axente químico moi enérxico como o ácido sulfúrico concentrado”.

“É preciso, polo tanto, deixar a un lado nos nosos estudos estas forzas descoñecidas ás que só se recorre por non térense medido os seus efectos. Polo contrario, toda a nosa atención debe dirixirse á observación e á determinación numérica destes efectos que é o que está ó noso alcance. Mediante este traballo establécense as súas diferencias e as súas analoxías e destas comparacións e medidas resulta unha nova luz”.

“A calor e a afinidade están sempre presentes nas nosas teorías químicas. A afinidade escápasenos completamente e sen embargo nós atribuímoslle a combinación que será o efecto desta causa descoñecida. Estudiemos simplemente as circunstancias *físicas* que acompañan a combinación e veremos cuántos fenómenos medibles e cuántas comparacións curiosas se nos ofrecen a cada instante. Dise que a calor destrúe a afinidade. Estudiemos teimosamente a descomposición dos corpos pola calor estimada en cantidade ou traballo, temperatura ou forza viva: de seguida veremos cómo este estudio dá froitos con independencia de toda hipótese, de toda forza descoñecida, descoñecida mesmo dende o punto de vista das unidades nas que hai que cuantifícala súa medida exacta ou aproximada. Sobre todo neste senso, a afinidade, considerada como forza, é unha causa oculta, a non ser que sexa simplemente a expresión dunha calidade da materia. Neste caso serviría só para designalo feito de que tales ou cales substancias poden, ou non, combinarse en tales ou cales circunstancias definidas”.

Cando un fenómeno que se produce fóra do corpo vivo non ten lugar no organismo, non é porque haxa unha entidade chamada *vida* que impida a realización do fenómeno, senón porque a condición do fenómeno non se dá no corpo como se dá fóra del. Tense podido dicir así que a vida impide que a fibrina se

coagule nos vasos dun animal vivo, mentres que fóra dos vasos a fibrina coagula porque a vida non ten influencia sobre ela. Non hai nada diso; son precisas certas condicións fisicoquímicas para a fibrina coagular que dificilmente se dan no ser vivo, pero sen embargo poden darse e cando se dan a fibrina coagula igual no organismo que fóra del. A vida que se invocaba non é máis que unha condición física que está presente ou non. Tiven ocasión de demostrar que o azucre prodúcese no fígado en maior cantidade despois da morte que durante a vida; hai fisiólogos que chegan á conclusión de que a vida ten influencia sobre a formación de azucre no fígado; din que a vida impide a súa formación e que a morte a favorece. Son opinións vitalistas que sorprende oír na actualidade e que asombra ver sostidas por homes que se gaban de aplica-la exactitude das ciencias físicas á fisioloxía e á medicina. Máis adiante demostrarei que non hai máis que condicións físicas presentes ou ausentes, e ningunha outra cousa real; porque aínda outra vez, no fondo de todas estas explicacións non hai máis que as condicións ou o determinismo dos fenómenos a atopar.

En resumo, é preciso ter en conta que as palabras que usamos para expresa-los fenómenos, cando ignorámo-las súas causas, non son nada en si mesmas e que, des que lle outorgamos un valor no criterio ou nas discusións, saímos da experiencia e caemos na escolástica. Nas discusións e nas explicacións dos fenómenos hai que coidarse muito de saír da observación e de substituír un feito por unha palabra. Con moita frecuencia podemos ser obxecto de crítica só por saír do feito usando na conclusión unha palabra que vai alén do observado. O exemplo seguinte demostrará isto claramente.

Segundo exemplo.- Cando fixen as miñas observacións sobre a secreción pancreática, constatei que este fluído contén unha materia especial, a *pancreatina*, que ten caracteres mixtos da albumina e da caseína. Esta materia parécese á albumina en que coagula coa calor pero diferénciase en que, como a caseína,

precipita con sulfato de magnesio. Antes ca min, Magendie fixo experimentos coa secreción pancreática e, despois dos seus estudos, afirmou que a secreción pancreática é un líquido que contén *albumina*, mentres que eu, despois das miñas pescudas, cheguei á conclusión de que a secreción pancreática non contén albumina senón pancreatina que é unha materia diferente da albumina. Mostrei os meus experimentos a Magendie facéndolle notar que non estabamos de acordo na conclusión pero si no feito de que a secreción pancreática coagula coa calor, se ben presentaba outras características novas que eu observara e que me impedían concluír que a albumina estaba presente. Magendie respondeume: “esta disidencia que temos vén de que eu levei á miña conclusión alén do observado; se eu só dixera: a secreción pancreática é un líquido que coagula coa calor ficaría no feito e non podería ser criticado”. Este exemplo que sempre recordo paréceme moi axeitado para mostrar cómo se lle pode outorgar valor ás palabras fóra dos feitos que elas representan. Así a palabra *albumina* non significa nada por si mesma; só nos recorda caracteres e fenómenos. Facendo extensivo este exemplo á medicina, poderemos ver que acontece o mesmo e que as palabras *febre*, *inflamación*, e os nomes das enfermidades en xeral, non teñen significación algunha por si mesmos.

Cando se crea unha palabra para caracterizar un fenómeno, compréndese en xeral nese momento a idea que se lle quere facer expresar e o significado exacto que se lle dá, pero máis tarde, debido ó progreso da ciencia, o senso da palabra cambia para uns, mentres que para outros a palabra fica na linguaxe co significado primitivo. Orixínase entón unha discordancia que a cotío provoca que homes que empregan a mesma palabra expresen ideas moi diferentes. A nosa linguaxe non é máis que aproximativa, sendo tan pouco precisa, mesmo nas ciencias, que se perdemos os fenómenos de vista por aternos ás palabras axiña estaremos fóra da realidade. Polo tanto o único que se fai cando

se discute para conservar unha palabra, que non é máis que unha causa de erro, é prexudicar á ciencia, no senso de que non expresa a mesma idea para todos. Concluimos, polo tanto, que cómpre suxeitarse ós fenómenos e non ver na palabra máis que unha expresión valeira de senso de non existiren ou estaren ben determinados os fenómenos que debe representar.

O pensamento ten por natureza tendencias sistemáticas e, xa que logo, propensión a sintonizar máis coas palabras que coas cousas. Isto é un mal camiño no criterio experimental porque enreda os argumentos e produce discrepancias que, moi a miúdo, non existen máis que na interpretación dos fenómenos, no canto de orientar cara a existencia dos feitos e a súa importancia real. Como tódolos que tiveron a fortuna de introducir na ciencia feitos inesperados ou novas ideas fun, e aínda son, obxecto de moitas críticas. Ata agora non respondín porque, ocupado co meu traballo, faltáronme o tempo e a ocasión; pero na continuación desta obra presentarase naturalmente a oportunidade de face-las necesarias consideracións e, aplicando os principios da crítica experimental de que tratamos nos parágrafos precedentes, seranos doado xulgar todas estas críticas. Mentres tanto só diremos que na crítica experimental hai dúas cousas esenciais a distinguir: o *feito* obtido da experimentación e a súa *interpretación*. Ante todo a ciencia esixe recoñece-lo feito porque constitúe a base sobre a que se debe razoar. Polo que se refire ás interpretacións e ás ideas, poden variar e é bo que se discutan, porque tales discusións serven de estímulo para facer outras investigacións e emprender novos estudos experimentais. Tratarase, polo tanto, de non esquecer nunca en fisioloxía os principios do verdadeiro criterio científico e xamais mesturar con el a mínima subxectividade ou artificio ningún. Entre os artificios da crítica hai moitos dos que non nos ocuparemos porque son extracientíficos, pero hai un que cómpre sinalar. Consiste en non salientar dun traballo máis que o que hai de criticable e defectuoso esquecendo ou disimulando o que

é bo e importante. Este proceder é unha falsa crítica. En ciencia a palabra crítica non é sinónimo de denigración; criticar significa busca-la verdade separando o verdadeiro do falso, distinguindo o bo do malo. Esta crítica, ó mesmo tempo que é xusta para o sabio é a única de proveito para a ciencia. Seranos doado demostralo cos exemplos particulares que mencionaremos a seguir.

CAPÍTULO III

DA INVESTIGACIÓN E DO CRITERIO APLICADOS Á MEDICINA EXPERIMENTAL

Os procedementos de investigación e o criterio científico non deben ser diferentes dunha a outra ciencia, e aínda menos nas diversas partes dunha mesma ciencia. Polo tanto será doado mostrar que as regras expostas no capítulo precedente para as investigacións fisiolóxicas son absolutamente as mesmas que debemos seguir na patoloxía e na terapéutica. Isto quere dicir que os métodos de investigación dos fenómenos da vida deben se-los mesmos nos estados normais e patolóxicos. É este un principio que nos parece fundamental nas ciencias biolóxicas.

§ I.— Da investigación en patoloxía e en terapéutica

En patoloxía e en terapéutica, como en fisioloxía, a investigación científica ten como punto de partida tanto un feito fortuíto ou acontecido por azar como unha hipótese, é dicir unha idea.

Nalgunha ocasión oín a certos médicos emiti-la opinión de que a medicina non é unha ciencia, porque tódolos coñecementos que se posúen de medicina práctica son empíricos e nacidos do azar, mentres que os coñecementos científicos dedúcense con certeza dunha teoría ou dun principio. Hai aquí un erro que desexo subliñar.

Tódolos coñecementos humanos comezaron forzosamente por observacións fortuítas. O home só podía, en efecto, ter coñecemento das cousas despois de velas, e a primeira vez que as viu debeu ser necesariamente por azar. Só despois de adquirir

por observación un certo número de nocións, o home razoou sobre o que observara por azar, e despois comezou a configurar ideas sobre as cousas, a ter en conta feitos coñecidos e a deducir deles, por analoxía, outros novos; nunha palabra, foi conducido, despois da observación empírica, a atopar outros feitos, non por puro azar senón por inducción.

No fondo o empirismo, é dicir a observación ou experiencia fortuíta, foi, polo tanto, a orixe de tódalas ciencias, por forza o seu primeiro período. Pero o empirismo non é un estado permanente en ningunha ciencia. Nas ciencias complexas da humanidade, o empirismo necesariamente ha gobernalas a práctica durante moito máis tempo que nas ciencias máis simples. Hoxe a práctica médica é empírica na maior parte dos casos; pero isto non quere dicir que a medicina non sairá nunca do empirismo. Sairá con máis dificultade debido á complexidade dos fenómenos, pero isto é unha razón para redobrar esforzos e entrar na vía científica tan axiña como se poda. Nunha palabra, o empirismo non é a negación da ciencia experimental, como semellan crer certos médicos, non é máis que o seu primeiro estadio. Cómpre engadir que o empirismo xamais desaparecerá por completo de ningunha ciencia. As ciencias, en efecto, non se iluminan en tódalas súas partes a un tempo, desenvólvense progresivamente. En física e en química hai partes nas que aínda existe o empirismo, o que queda probado porque a diario se fan descubrimentos por azar, é dicir imprevistos polas teorías admitidas. Polo tanto concluiría que nas ciencias só se fan descubrimentos porque todas teñen aínda partes descoñecidas. Os descubrimentos por facer en medicina son máis numerosos porque o empirismo e a escuridade a dominan case por completo, o que demostra que esta ciencia, tan complexa, está máis atrasada que as outras.

As novas observacións médicas fanse xeralmente por azar; se un paciente afectado por unha enfermidade descoñecida vai a un hospital ou consulta cun médico, este médico vai atopala

enfermidade por azar. Exactamente do mesmo xeito que un botánico atopa no campo unha planta descoñecida, ou un astrónomo descubre no ceo igualmente por azar un planeta de ignorada existencia. Nestas circunstancias a iniciativa do médico consiste en ver e non deixar pasar inadvertido o feito que o azar lle ofrece, e o seu mérito redúcese a observar con exactitude. Aquí non podo entrar no exame dos caracteres que debe reunir unha boa observación médica. Sería igualmente prolixo relacionar exemplos de observacións médicas feitas por azar; as obras de medicina están cheas deles e todo o mundo os coñece. Limitareime a dicir, en termos xerais, que para facer unha boa observación médica, non é suficiente o espírito de observación; é preciso ademais ser fisiólogo. Interpretaranse mellor os diversos significados dun fenómeno mórbido, daráselle o seu valor real e non se caerá no inconveniente, que Sydenham reprochaba a certos médicos, de concede-la mesma consideración ós fenómenos importantes dunha enfermidade que ós insignificantes e accidentais, como era o caso do botánico que describía as mordeduras dos vermes como características dunha planta⁷⁰. Polo demais, na observación dun fenómeno patolóxico, é dicir dunha enfermidade, hai que reunir exactamente as mesmas condicións de pensamento e o mesmo rigor que na observación dun fenómeno fisiolóxico. Non hai que ir alén do feito senón ser en certa forma o fotógrafo da natureza.

Pero unha vez ben asentada a observación médica, convértese, como en fisioloxía, no punto de partida de ideas ou hipóteses que o médico experimentador debe verificar mediante novas observacións en pacientes ou mediante experimentación animal.

Xa dixemos que cando se fai unha investigación fisiolóxica a miúdo xorde un feito novo que non se buscaba, e o mesmo acontece en patoloxía. Para probalo será suficiente cita-lo recente

⁷⁰ Sydenham, *Médecine pratique*. Préface p. 12.

exemplo de Zenker que, investigando certas alteracións do sistema muscular na febre tifoide, atopou triquinas que non buscaba⁷¹. En patoloxía como en fisioloxía, o mérito do investigador consiste en intentar conseguilo que busca cos experimentos pero tamén en ver, ó mesmo tempo, o que non busca.

A investigación patolóxica tamén pode ter como punto de partida unha teoría, unha hipótese ou unha idea preconcebida. Sería doado poñer exemplos que demostrarían que en patoloxía como en fisioloxía, ideas absurdas poden levar, ás veces, a descubrimentos útiles, do mesmo xeito non sería difícil atopar argumentos para demostrar que as teorías, mesmo as millor acreditadas, non deben ser consideradas máis que como teorías provisorias e non como verdades absolutas ás que hai que somete-los feitos.

A investigación terapéutica segue as mesmas regras que a investigación fisiolóxica e patolóxica. Todo o mundo sabe que o azar foi o principal promotor da ciencia terapéutica, e que por azar se observaron os efectos da maior parte dos medicamentos. Tamén as ideas guiaron con frecuencia ó médico nas probas terapéuticas, e tamén compre dicir que frecuentemente eran teorías ou ideas ben estrañas ou absurdas. Será suficiente con que cite as teorías de Paracelso que deducían a acción dos medicamentos das influencias astrais ou que lembre as ideas de Porta que atribuíu ás plantas efectos medicamentosos deducidos da semellanza entre a propia planta e o órgano enfermo, deste xeito a cenoria curaba a ictericia, a pulmonaria a tise, etc⁷².

En resumo, non se pode establecer ningunha distinción fundada entre os métodos de investigación que se deben aplicar en fisioloxía, en patoloxía e en terapéutica. En tódolos casos é o mesmo método de observación e de experimentación inmutable

⁷¹ Ver. *Rapport des prix de médecine et de chirurgie pour 1864* (*Compt. rendus de l'Acad. des sciences*).

⁷² Ver Chevreul, *Considérations sur l'histoire de la partie de la médecine qui concerne la prescription des remèdes* (*Journal des savants*, 1865).

nos seus principios, presentando só algunhas particularidades na aplicación segundo a complexidade relativa dos fenómenos. En efecto, non se pode atopar ningunha diferenza radical entre a natureza dos fenómenos fisiolóxicos, patolóxicos e terapéuticos. Todos estes fenómenos responden a leis que, sendo propias da materia viva, son idénticas na súa esencia e non varían máis que coas diversas condicións nas que tales fenómenos se manifestan. Veremos máis adiante que as leis da fisioloxía se encontran tamén nos fenómenos patolóxicos, do que se deduce que a verdadeira base científica da terapéutica está no coñecemento dos mecanismos fisiolóxicos das causas de morbilidade, dos medicamentos ou dos velenos, que ven a ser exactamente o mesmo.

§ II.— Do criterio experimental en patoloxía e en terapéutica

O que concede ás ciencias o seu verdadeiro carácter é o criterio dos feitos. Todo criterio científico debe situar os feitos no racionalismo. Se, polo contrario, o criterio se establece segundo unha suposición persoal, a ciencia desaparece porque asenta nun criterio que non pode demostrarse nin transmitirse, como é obrigado no caso das verdades científicas. En moitas ocasións, cando se lles pregunta a razón do seu diagnóstico escoitase dicir a certos médicos: Non sei como me decato de tal caso, pero iso vese; ou cando se lles pregunta o porqué da administración de certos remedios responden que non saberían dicilo con exactitude, e que ademais non se senten obrigados a dar razón ningunha porque é o seu ollo clínico e a súa intuición o que os guía. É doado entender que os médicos que razoan deste xeito negan a ciencia. Nunca se combaterán con suficiente empeño semellantes ideas que son perniciosas non só porque afogan todo xermolo científico na mocidade senón sobre todo porque favorecen a preguiza, a ignorancia e a charlatanería. Comprendo perfectamente que un médico diga que non entende o que fai de xeito

racional e admito que conclúa que a ciencia médica aínda está mergullada nas tebras do empirismo, pero é completamente anticientífico situa-lo seu ollo clínico ou a súa intuición ó nivel dun criterio e pretender impoñelo sen ningunha proba.

O único criterio científico que existe en patoloxía e en terapéutica, así como en fisioloxía é o criterio experimental e este criterio, aplicable a un mesmo ou a traballos alleos, sempre debe estar fundado no determinismo absoluto dos feitos. O criterio experimental, tal como vimos, debe rexeita-la estatística como base das ciencias experimentais patolóxicas e terapéuticas. En patoloxía e en terapéutica será preciso rexeita-los feitos indeterminados, é dicir, as observacións mal realizadas ou ás veces mesmo imaxinadas que constantemente se presentan como obxeccións perpetuas. Como no caso da fisioloxía, son feitos en bruto que non poderán formar parte do razoamento científico máis que coa condición de seren determinados e exactamente definidos nas súas condicións de existencia.

Pero a característica do criterio en patoloxía e en terapéutica é ante todo a esixencia da observación ou a experimentación comparativa. En efecto, ¿como un médico poderá valora-la influencia dunha causa mórbida senón elimina mediante a experiencia comparativa tódalas circunstancias accesorias que poden ser causa de erro facéndolle tomar simples coincidencias por relacións causa-efecto? Sobre todo en terapéutica a necesidade da experimentación comparativa sempre foi sentida polos médicos dotados de espírito científico. Non se pode valora-la influencia dun remedio sobre o curso e o resultado final dunha enfermidade se previamente non se coñece o curso e o desenlace naturais desa enfermidade. Por iso Pinel dicía na súa clínica: Este ano observaremos-las enfermidades sen as tratar, e o ano que vén trataremolas. Dende un punto de vista científico débese adopta-la idea de Pinel pero sen admiti-lo experimento a longo prazo que propoñía. En efecto, as enfermidades poden variar na súa gravidade dun ano para outro; as observacións de

Sydenham sobre a influencia indeterminada ou descoñecida do que el chama predisposición⁷³ epidémica están aí para comprobalo. Polo tanto, o experimento comparativo para ser válido debe facerse de maneira simultánea e sobre enfermidades comparables na medida do posible. Aínda con estas condicións, a comparación está chea de enormes dificultades que a medicina debe tratar de diminuír, porque o experimento comparativo é a condición *sine qua non* da medicina experimental e científica; doutro xeito a medicina vai sen rumbo e convértese no xoguete de mil enganoso. Un médico que proba un tratamento e cura ós seus enfermos supón que a curación é debida ó seu tratamento. Moitas veces os médicos gábanse de ter curado ós seus pacientes cun remedio, pero o primeiro que habería que preguntarlle sería se probaron a non facer nada, é dicir non tratar outros doentes, porque, se non, ¿cómo saben se foi o remedio ou foi a natureza quen curou ó paciente? Gall escribiu un libro moi pouco coñecido⁷⁴ sobre o problema de determinar cal é a parte da natureza e a parte da medicina na curación das enfermidades e, naturalmente, conclúe que esta distinción é moi difícil de establecer. Un pode mante-las máis grandes ilusións sobre a validez dun tratamento se non recorre ó experimento comparativo. Recordarei só un exemplo recente relativo ó tratamento da pneumonía. O experimento comparativo demostrou, en efecto, que o tratamento da pneumonía mediante a sangría, que se tiña por moi eficaz, non era máis que unha ilusión terapéutica⁷⁵.

De todo o que antecede conclúo, polo tanto, que a observación e a experimentación comparativas son a única base sólida da medicina experimental, e que a fisioloxía, a patoloxía e a terapéutica deben ser sometidas ás leis deste criterio común.

⁷³ No orixinal, *génie epidémique*. (N.doT.).

⁷⁴ Gall, *Philosophische medicinische Untersuchungen über Kunst und Natur in gesunden und kraken Zustand der Menschen*. Laipzig, 1800.

⁷⁵ Béclard, *Rapport général sur les prix décernés en 1862 (Mémoires de l'Académie de médecine)*. Paris, Tomo XXVI, pàx. XIII.

CAPÍTULO IV

DOS OBSTÁCULOS FILOSÓFICOS COS QUE SE ENFRONTA A MEDICINA EXPERIMENTAL

Conforme ó dito nesta introducción, os principais atrancos cos que se enfronta a medicina experimental están na enorme complexidade dos fenómenos que estudia. Non volverei sobre este punto que xa foi desenvolvido suficientemente. Pero, ademais destas dificultades materiais e en certa maneira obxectivas, a medicina experimental atopa obstáculos que veñen determinados por vicios metodolóxicos, hábitos perniciosos do pensamento ou certas ideas falsas. A isto dedicaremos unhas palabras.

§ I.— Da falsa aplicación da fisioloxía á medicina

Certamente non teño a pretensión de se-lo primeiro en propoñe-la aplicación da fisioloxía á medicina. Hai moito tempo que isto foi recomendado e nesta vía fixéronse innumerables intentos. Nos meus traballos e na miña docencia no Colexio de Francia non fago, polo tanto, máis que teimar nunha idea que xa está a dar froitos nas aplicacións que se fan á medicina. Hoxe, máis que nunca, os novos médicos van por este camiño que con xustiza é considerado como o camiño do progreso. Sen embargo en moitas ocasións puiden ver cómo esta aplicación da fisioloxía á medicina é mal comprendida, de maneira que non só non dá os bos resultados que se podían esperar senón que se volve nociva, fornecendo de argumentos ós detractores da medicina experimental. É moi importante explicar este punto porque se trata dunha cuestión fundamental de método e será unha

ocasión máis para fixar de maneira precisa o verdadeiro punto de vista do que entendemos por *medicina experimental*.

A medicina experimental diferenciase no seu obxectivo da *medicina de observación* do mesmo xeito que as ciencias de observación, en xeral, se diferencian das ciencias experimentais. O obxectivo dunha ciencia de observación é descubri-las leis dos fenómenos naturais co fin de prevelos, pero non pretende modificalos nin controlalos á vontade. A astronomía é unha ciencia desta clase; podemos preve-los fenómenos astronómicos pero non podemos modificalos en absoluto. O obxectivo dunha ciencia experimental é descubri-las leis dos fenómenos naturais, non só para prevelos, senón tamén para regulalos á vontade e dominalos; tal é o caso da física e da química.

Agora ben, entre os médicos hai quen cre que a medicina deberá permanecer como ciencia de observación, é dicir unha medicina capaz de preve-lo curso e o resultado das enfermidades pero sen ter que actuar directamente sobre as mesmas. Hai outros, e cóntome entre eles, que pensaron que a medicina podía ser unha ciencia experimental, é dicir unha medicina que fose quen de ir ó interior do organismo e de atopa-lo medio de modificar e de regular ata un certo punto os mecanismos ocultos da máquina vivente. Os médicos partidarios da observación consideran o organismo vivo como un pequeno mundo contido noutro máis grande, a xeito de planeta vivente e efémero no que os movementos estarían rexidos por leis que a simple observación podería permitírnos descubrir de sorte que se puidese preve-lo decorrer e a evolución dos fenómenos vitais no estado de saúde ou de enfermidade pero sen ter que modificar en absoluto o seu curso natural. Esta doutrina atópase en Hipócrates en toda a súa pureza. A medicina de observación simple, como pode comprenderse, exclúe toda intervención médica activa e por iso tamén é coñecida como *medicina expectante*, é dicir medicina que observa e prevé o curso das enfermidades pero sen ter como fin actuar directamente sobre o seu

desenvolvemento⁷⁶. Dende este punto de vista, é difícil atopar un médico puramente hipocrático, e sería doado comprobar que moitos médicos que preconizan con énfase o hipocratismo, non observan con fidelidade os seus preceptos cando se entregan ós extravíos das medicacións empíricas máis activas e desordenadas. Non é que eu condene estes ensaios terapéuticos que son as máis das veces experimentos de *proba*, so digo que non é medicina hipocrática senón empirismo. A medicina empírica, que actúa máis ou menos a cegas, en definitiva experimenta sobre os fenómenos vitais, é dicir sitúase no período empírico da medicina experimental.

A medicina experimental é, polo tanto, a medicina que pretende coñecer-las leis do organismo san e enfermo non só para preve-los fenómenos senón tamén para poder controlalos e modificalos dentro de certos límites. Do que dixemos máis arriba, enténdese doadamente que a medicina tende fatalmente a volverse experimental e que todo médico que administra medicamentos activos ós seus pacientes coopera na edificación da medicina experimental. Pero para que esta acción do médico experimentador saia do empirismo e mereza o nome de ciencia é preciso que estea fundada no coñecemento das leis que rexen as actividades vitais no medio interno do organismo, tanto no estado de saúde como no estado patolóxico. A base científica da medicina experimental é a fisioloxía; témolo repetido moitas veces, e hai que o dicir ben alto, porque fóra dela non hai ciencia médica posible. As enfermidades no fondo non son máis que fenómenos fisiolóxicos en condicións novas que hai que determinar; as accións tóxicas e medicamentosas redúcense, como veremos, a simples modificacións fisiolóxicas nas propiedades dos elementos histolóxicos dos nosos tecidos. Nunha palabra, a fisioloxía debe aplicarse constantemente á medicina para entender e explica-lo mecanismo das enfermidades e a acción

⁷⁶ Leçon d'ouverture du cours de médecine au Collège de France. *Revue des cours scientifiques*, 31 decembro 1864.

dos axentes medicamentosos e tóxicos. Agora ben, esta aplicación da fisioloxía é, precisamente, o que se trata de definir aquí con claridade.

Máis arriba vimos en qué se diferencia a medicina experimental da medicina hipocrática e do empirismo, pero non dixemos que a medicina experimental deba renegar da medicina de observación e do uso empírico dos medicamentos; lonxe disto, a medicina experimental sèrvese da observación médica o do empirismo como puntos de apoio necesarios. En efecto, a medicina experimental nunca rexeita por sistema ningún feito nin ningunha observación popular porque debe examinar todo experimentalmente e busca-la explicación científica dos feitos que a medicina de observación e o empirismo constataron previamente. Polo tanto, a medicina experimental é o que eu chamaría o segundo período da medicina científica, sendo a medicina de observación o primeiro. É moi natural, entón, que o segundo período sexa continuación do primeiro e tome apoio nel. Polo tanto, a primeira condición para facer medicina experimental é ser primeiro médico observador; é comezar coa observación pura e simple do paciente tan completa como sexa posible; a seguir vén a ciencia experimental para analizar cada un dos síntomas tratando de reducilos a explicacións e a leis vitais que relacionarán o estado patolóxico co normal ou fisiolóxico.

Pero no estado actual da ciencia biolóxica ningún pode ter a pretensión de explicar completamente a patoloxía mediante a fisioloxía; cómpre intentalo porque é a vía científica, pero hai que evitar ilusionarse con que o problema está resolto. En consecuencia, o que se pode facer razoable e prudentemente polo de agora é explicar, nunha enfermidade, todo canto se poda mediante a fisioloxía, deixando o que aínda é inexplicable para ulteriores progresos das ciencias biolóxicas. Esta maneira de análise sucesiva que só avanza na aplicación ós fenómenos patolóxicos na medida en que o permite o progreso da ciencia

fisiolóxica, illa pouco a pouco, e por eliminación, o elemento esencial da enfermidade, comprendendo máis exactamente as súas características, e permite dirixi-los esforzos da terapéutica con máis tino. Por outra banda, con este desenvolvemento analítico progresivo, consérvase o carácter e a fisionomía propios da enfermidade. Pero se en troques se aproveitan posibles aproximacións entre a patoloxía e a fisioloxía por querer explicar de contado o conxunto da enfermidade, pérdese visión, desfigúrase a enfermidade e, como consecuencia dunha aplicación falsa da fisioloxía, atrásase a medicina experimental no canto de facela progresar.

Desgraciadamente deberei facer este reproche de falsa aplicación da fisioloxía á patoloxía non só a fisiólogos puros senón tamén a patólogos ou a médicos clínicos. En diversas publicacións médicas recentes, de tendencias fisiolóxicas que, por certo, aprobo e celebro, vin, por exemplo, que se comeza por facer, antes da exposición das observacións médicas, un resume de todo o que a fisioloxía experimental ten incorporado sobre os fenómenos relacionados coa enfermidade en cuestión. De seguida expóñense observacións en pacientes ás veces sen obxectivo científico e ás veces precisamente axeitadas para mostra-la concordancia entre a fisioloxía e a patoloxía. Pero, ademais de que non sempre é doado establece-la concordancia porque a fisioloxía experimental ten aínda moitos puntos por estudar, estimo funesta para a ciencia médica semellante maneira de proceder na medida en que subordina a patoloxía, ciencia máis complexa, á fisioloxía, ciencia máis simple. En efecto, é ó revés do que máis arriba se dixo que cómpre facer; é preciso formular primeiro o problema médico, tal como se presenta por observación da enfermidade, despois analizar experimentalmente os fenómenos patolóxicos intentando darlle explicación fisiolóxica. Pero nesta análise a observación médica non debe desaparecer nin perderse de vista, manténdose como a base permanente ou o terreo común de tódolos estudos e de tódalas explicacións.

Na miña obra non podería presenta-las cousas co esquema que veño de expoñer porque tiven que me limitar a presenta-los resultados da miña experiencia na ciencia fisiolóxica que estudiei con prioridade. Penso que podo ser útil á medicina científica publicando este simple ensaio sobre os principios da medicina experimental. En efecto, a medicina é tan vasta, que non se pode esperar atopar un home que poda cultivar con éxito tódalas partes á vez. É preciso tan só que cada médico, na parte que cultiva, comprenda ben a interrelación científica de tódalas ciencias médicas co obxecto de dar ás súas investigacións unha dirección útil para o conxunto evitando deste xeito a anarquía científica. Se non trato aquí sobre medicina clínica debo, sen embargo, sobreentendela e asignarlle o primeiro posto na medicina experimental. Polo tanto, se preparase un tratado de medicina experimental, procedería facendo da observación das enfermidades a base invariable de tódalas análises experimentais. Procedería síntoma por síntoma nas miñas explicacións ata o esgotamento das luces que hoxe se poden obter da fisioloxía experimental, de todo o cal resultaría unha explicación médica reducida e simplificada.

Cando dixen máis arriba que nas enfermidades non hai que explicar mediante a fisioloxía máis que o que se pode explicar, non quixera que se me entendese mal e que se crea que sosteño que nas enfermidades hai cousas que xamais se poderán explicar fisioloxicamente. Penso exactamente o contrario porque creo que se explicará todo en patoloxía se ben pouco a pouco, na medida en que se desenvolva a fisioloxía experimental. Sen dúbida hoxe hai enfermidades, como por exemplo as enfermidades eruptivas, sobre as que non podemos dar ningunha explicación porque os fenómenos fisiolóxicos relacionados son descoñecidos. A obxección que certos médicos tiran disto, en contra da utilidade da fisioloxía en medicina non pode ser tomada en consideración. É unha maneira de argumentar propia da escolástica e que proba que aqueles que a empregan non

teñen unha idea exacta do desenvolvemento dunha ciencia como pode se-la medicina experimental.

En resumo, sendo a fisioloxía experimental a base natural da medicina experimental, non pode suprimi-la observación da enfermidade nin infravalora-la súa importancia. Ademais, os coñecementos fisiolóxicos son indispensables non só para explica-la enfermidade senón tamén para facer unha boa observación clínica. Teño visto, por exemplo, observadores describi-
ren como accidentais ou mostraren asombro ante fenómenos caloríficos que ás veces resultan da lesión de nervios; se foran fisiólogos saberían o valor que hai que darlle a estes fenómenos mórbidos que en realidade non son máis que fenómenos fisiolóxicos.

§ II.— A ignorancia científica e certas ilusións do pensamento médico son un atranco para o desenvolvemento da medicina experimental

Deixamos dito que os coñecementos de fisioloxía son as bases científicas indispensables para o médico; en consecuencia é preciso cultivar e difundir-las ciencias fisiolóxicas para favorece-lo desenvolvemento da medicina experimental. Isto é absolutamente necesario porque é o único medio de asenta-la medicina científica. Desafortunadamente aínda estamos lonxe do tempo no que o pensamento científico rexerá de maneira xeral a actuación dos médicos. Así pois, esta carencia de hábito científico do pensamento é un atranco considerable porque permite crer nas forzas ocultas na medicina, rexeita o determinismo nos fenómenos da vida e admite doadamente que os fenómenos dos seres vivos están controlados por forzas vitais misteriosas que se invocan en todo momento. Cando en medicina se presenta un fenómeno escuro ou inexplicable, no canto de dicir: *Non sei*, como debe face-lo sabio, os médicos teñen o costume de dicir: *É a vida*; sen pararse a pensar que isto é

explica-lo escuro co que aínda é máis escuro. Polo tanto é preciso afacerse a comprender que a ciencia non é máis que o determinismo das condicións dos fenómenos, e tratar en todo momento de suprimir totalmente a vida na explicación de todo fenómeno fisiolóxico; *a vida* só é unha palabra que quere dicir ignorancia, e cualificar un fenómeno de *vital*, equivale a dicir que é un fenómeno do que ignorámo-la causa próxima ou as condicións que o determinan. A ciencia debe explicar sempre o máis escuro e o máis complexo co máis simple e o máis claro. Agora ben, a vida, que é o máis escuro que hai, non pode servir de explicación para nada. Insisto neste punto porque ás veces teño visto químicos invocaren a vida para explicar fenómenos fisicoquímicos propios dos seres vivos. Así, o fermento da cervexa é unha materia viva organizada que ten a propiedade de desdobra-lo azucre en alcol e ácido carbónico e algúns outros productos. Algunha vez oín dicir que esta propiedade de desdobra-lo azucre era debida á vida propia do glóbulo de fermento. É unha explicación vital que non quere dicir nada e que non explica en absoluto a facultade desdobladora do fermento da cervexa. Ignorámo-la natureza desta propiedade desdobladora, pero necesariamente debe pertencer á orde fisicoquímica e ser tan netamente determinada como, por exemplo, a propiedade da esponxa de platino que provoca desdobramentos máis ou menos análogos que non se atribúen a ningunha forza vital. Nunha palabra, tódalas propiedades da materia viva son, no fondo, ou propiedades coñecidas e determinadas e entón chamámoslle propiedades fisicoquímicas, ou propiedades descoñecidas ou indeterminadas e entón denominámolas propiedades vitais. Nos seres vivos hai sen dúbida unha forza especial que non se atopa fóra deles, e que preside a súa organización, pero a existencia desta forza non modifica en nada as nocións que expoñemos sobre as propiedades da materia organizada, materia que, unha vez creada, fica dotada de propiedades fisicoquímicas fixas e determinadas. A forza vital é, polo tanto unha

forza organizadora e nutricia, pero non determina de ningunha maneira as manifestacións das propiedades da materia viva. Nunha palabra, o fisiólogo e o médico deben tratar de reducir as propiedades vitais a propiedades fisicoquímicas e non as propiedades fisicoquímicas a propiedades vitais.

Esta tendencia ás explicacións vitais dá lugar á credulidade e favorece a introducción na ciencia de feitos erróneos ou absurdos. Recentemente fun consultado por un médico, por outra parte moi honorable e considerado, que pedía a miña opinión sobre un caso asombroso do que estaba moi seguro, segundo dicía, porque tomara tódalas precaucións necesarias para observalo axeitadamente. Tratábase dunha muller que vivía con boa saúde, fora algúns trastornos nerviosos, que durante anos non comera nin bebera nada. É evidente que este médico, persuadido de que a forza vital é capaz de calquera cousa, non buscaba outra explicación e cría que o seu caso era verdadeiro. Sen embargo, a mínima idea científica e as nocións máis simples de fisioloxía poderían desenganalo mostrándolle que o que supoñía equivalía pouco máis ou menos a dicir que unha vela pode estar acesa e alumar durante varios anos sen se consumir.

A crenza de que os fenómenos dos seres vivos están dominados por unha forza vital indeterminada dá moitas veces unha base falsa á experimentación e substitúe unha análise precisa por unha palabra de significado vago. Moitas veces vin médicos sometendo a investigación experimental certas cuestións nas que se tomaba como punto de partida a vitalidade de certos órganos, a idiosincrasia de certos individuos ou o antagonismo de certos medicamentos. Pero, vitalidade, idiosincrasia e antagonismo non son máis que palabras vagas que primeiro habería que caracterizar e reducir a un significado definido. No método experimental hai un principio absoluto que consiste en tomar sempre como punto de partida dun experimento ou dun razoamento un feito preciso ou unha observación correcta e non unha

palabra vaga. Por non seguir este precepto analítico, as discusións de médicos e naturalistas as máis das veces non teñen fin. Nunha palabra, na experimentación tanto nos seres vivos como nos corpos inertes é obrigado te-la seguranza, antes de comezala análise experimental dun fenómeno, de que tal fenómeno existe e non deixarse ilusionar nunca por palabras que nos fan perder de vista a realidade dos feitos.

Tal como discutimos noutra parte, a dúbida é a base da experimentación; sen embargo cómpre non confundi-la dúbida filosófica coa negación sistemática que pon en dúbida mesmo os principios da ciencia. Non é necesario dubidar máis que das teorías, e aínda máis, non hai que dubidar delas máis que ata o determinismo experimental. Hai médicos que cren que o pensamento científico non impón límite á dúbida. Xunto destes médicos que negan a ciencia médica admitindo que non se pode saber nada positivo hai outros que a negan por un procedemento contrario, admitindo que a medicina apréndese sen saber cómo e que se chega a dominala por unha sorte de ciencia infusa que eles chaman *ollo clínico*. Non discuto que, sen dúbida, poda existir en medicina como noutras ciencias prácticas o que se chama *tacto* ou *golpe de vista*. En efecto, todo o mundo sabe que o hábito pode proporcionar unha forma de coñecemento empírico das cousas suficiente para guiar ó facultativo práctico, aínda que non sempre se dea conta a primeira vista. Pero o que eu censuro é permanecer voluntariamente neste estado de empirismo sen intentar saír del. Mediante a observación atenta e o estudio sempre pode un chegar a decatarse do que se fai e en consecuencia chegar a transmitir a outros o que sabe. Por outra parte non nego que a práctica médica non teña grandes esixencias; pero aquí falo de ciencia pura e combato o *ollo clínico* como un don anticientífico que, polos seus excesos, prexudica á ciencia considerablemente.

Outra opinión falsa bastante acreditada e mesmo profesada por grandes clínicos prácticos consiste en dicir que a medicina

non está destinada a ser unha ciencia, senón só unha arte e que en consecuencia o médico non debe ser un sabio senón un artista. Atopo esta idea errada e, aínda máis, esencialmente prexudicial para o desenvolvemento da medicina experimental. Para comezar, ¿qué é un artista? É un home que transmite nunha obra de arte unha idea ou un sentimento persoal. Polo tanto hai dúas cousas: o artista e a obra; a obra necesariamente cualifica ó artista. Pero, ¿que será o médico artista? Se é un médico que trata unha enfermidade segundo unha idea ou unha intuición persoal, ¿onde estará a obra de arte que cualificará a este artista médico? ¿Será a curación da enfermidade? Ademais sería esta unha obra de arte singular, que sempre lle sería disputada pola natureza. Cando un grande pintor ou un grande escultor fan un fermoso cadro ou unha magnífica estatua, ninguén imaxina que a estatua puido xurdir da terra ou que o cadro puido facerse só, mentres que se pode soste perfectamente que a enfermidade curou soa e demostrar, en moitas ocasións, que houbese curado mellor sen a intervención do artista. ¡En que ficará entón o criterio ou a obra de arte médico! O criterio evidentemente desaparecerá, porque non se poderá xulga-lo mérito dun médico polo número de enfermidades que di que curou; primeiro de todo deberá demostrar cientificamente que foi el quen as curou e non a natureza. Non insistirei máis sobre esta pretensión artística dos médicos que non é sostible. O médico non pode ser máis que un sabio ou, no entretanto, un empírico. O empirismo que no fondo quere dicir experiencia (*ἐμπειρία*, experiencia) non é máis que a experiencia inconsciente e non razoada, adquirida pola observación diaria dos feitos de onde nace o método experimental (ver p. 66). Pero, como aínda veremos no parágrafo seguinte, o empirismo no seu verdadeiro senso non é máis que o primeiro paso da medicina experimental. O médico empírico debe dirixirse cara á ciencia porque, se na práctica actúa en moitas ocasións segundo a intuición que dá a experiencia inconsciente, debe sempre polo menos, guiarse por

unha inducción fundada nunha instrucción médica tan sólida como sexa posible. Nunha palabra, non hai artista médico porque non pode haber obra de arte médica; os que así se cualifican prexudican o avance da ciencia médica porque magnifican a personalidade do médico diminuindo a importancia da ciencia e impedindo deste xeito que se busque no estudio experimental dos fenómenos un criterio que cren posuír en si mesmos como resultado dunha inspiración ou dunha simple intuición. Pero tal como digo, esta pretendida inspiración terapéutica do médico as máis das veces non ten outras probas que un feito azaroso que pode favorecer ó ignorante e ó falabarato o mesmo que ó home instruído. Isto non ten nada que ver coa inspiración do artista que finalmente debe manifestarse nunha obra que cada quen pode valorar e que sempre esixe para a súa execución estudos profundos e precisos acompañados dun traballo feito con tenacidade. Polo tanto considero que a inspiración dos médicos que non se apoian na ciencia experimental non é máis que fantasía, que no nome da ciencia e da humanidade cómpre censurar e proscribir.

En resumo, a medicina experimental, que é sinónimo de medicina científica, só poderá constituírse introducindo pouco a pouco o pensamento científico entre os médicos. O único que se pode facer para conseguir este obxectivo é, na miña opinión, proporcionar á mocidade unha instrucción sólida en fisioloxía experimental. Non é que queira dicir que a fisioloxía constitúa toda a medicina, punto xa explicado noutro lugar, pero quero dicir que a fisioloxía experimental é a parte máis científica da medicina, e que mediante o seu estudio os médicos novos adquirirán hábitos científicos que os levarán axiña á investigación patolóxica e terapéutica. O desexo que expreso aquí responde pouco máis ou menos ó pensamento de Laplace, a quen se preguntou por que propuxera admitirlos médicos na Academia de ciencias se a medicina non era unha ciencia: “É, respondeu, para que se reúnan con sabios”.

§ III.— A medicina empírica e a medicina experimental non son incompatibles; polo contrario deben ser inseparables unha doutra

Hai moito tempo que se di e se repite que os médicos fisiólogos máis sabios son os peores médicos e que son os que se mostran máis confusos cando hai que actuar no leito do doente. Isto quere dicir que a ciencia fisiolóxica prexudica á práctica médica, e en tal caso, estarei situado nun punto de vista completamente errado. Polo tanto é importante examinar coidadosamente esta opinión que é o tema favorito de moitos médicos prácticos e que na miña opinión é completamente errónea e, por ser reiterada de continuo, eminentemente prexudicial para o desenvolvemento da medicina experimental.

Primeiro debemos considerar que a práctica médica é algo extremadamente complexo xa que nela interveñen unha chea de cuestións extracientíficas e de orde social. Na mesma medicina práctica veterinaria, acontece moitas veces que a terapéutica está dominada por cuestións agrícolas ou de interese. Lémbro ter feito parte dunha comisión para a prevención dos estragos de certas epizootias de cornúpetas. Cada quen entregábase a consideracións fisiolóxicas e patolóxicas co obxecto de establecer un tratamento conveniente para conseguila curación dos animais enfermos, cando un veterinario práctico tomou a palabra para dicir que a cuestión no era esa, e demostrou claramente que un tratamento curativo sería a ruína do agricultor e que o mellor que se podía facer era sacrificalos animais enfermos tirando deles o mellor partido posible. Na medicina humana non hai consideracións deste xénero porque a conservación da vida humana debe se-lo único fin da medicina. Pero sen embargo a medicina vese obrigada en moitas ocasións, a ter en conta no tratamento, o que se chama a influencia da moral sobre a psique, e en consecuencia unha chea de consideracións familiares ou de posición social que non teñen nada que ver coa ciencia. Isto obriga a que un médico práctico cabal deba ser

non só un home moi instruído na súa ciencia senón tamén honrado, dotado de moita agudeza, de tacto e de bo senso. A influencia do médico práctico exerceuse en tódolos rangos da sociedade. O médico é en moitos casos depositario de intereses do Estado nas grandes operacións da administración pública, sendo ó mesmo tempo confidente de familias e tendo moitas veces nas súas mans a súa honra e os seus intereses máis queridos. Os prácticos habelenciosos poden, polo tanto, adquirir un grande e lexítimo poder entre os homes, porque, fóra da ciencia, teñen unha influencia moral na sociedade. Así, seguindo o exemplo de Hipócrates, todos cantos tiveron interese pola dignidade da medicina insistiron moito sobre as calidades morais do médico.

Non teño intención de tratar aquí a influencia social e moral dos médicos nin de penetrar no que se poderían chama-los misterios da medicina práctica, trato só o aspecto científico para mellor xulga-la súa influencia. É ben certo que non quero determinar aquí se un médico instruído tratará mellor ou peor ó seu paciente que un médico ignorante. Sería absurdo presentar así a cuestión; supoño como é natural ós dous médicos igualmente instruídos nos medios de tratamento usados en terapéutica, e só vou a examinar se, como se di, o médico *sabio*, é dicir, o que está dotado de pensamento experimental, tratará peor ó seu doente que o médico *empírico* que estará satisfeito coa constatación dos feitos, fundándose unicamente na tradición médica, ou que o médico *sistemático*, que actuará segundo os principios dunha doutrina calquera.

En medicina sempre hai dúas tendencias diferentes que resultan da natureza mesma das cousas. A primeira tendencia da medicina, que deriva dos bos sentimentos do home, é a de acudir ó semellante que sofre, e alivialo con remedios ou mediante axuda moral ou relixiosa. Polo tanto a medicina debeu mesturarse coa relixión dende a súa orixe ó mesmo tempo que dispoñía dunha chea de axentes máis ou menos enérxicos,

remedios atopados por azar ou por necesidade, que se transmitiron por tradición ou coas prácticas relixiosas. Pero despois deste primeiro paso da medicina que, por así dicilo, procedía da compaixón debeu vi-la reflexión, e observando enfermidades que curaban soas, sen medicamentos, xurdiu a pregunta de se serían inútiles ou mesmo prexudiciais os remedios que se administraban. Esta primeira reflexión ou este primeiro razoamento médico, resultado do estudio das enfermidades, fixo recoñecer no organismo vivo unha forza medicadora espontánea que era preciso respectar e intentar só dirixila e axudala nas súas tendencias favorables. Esta dúbida sobre a acción curativa dos medios empíricos e esta confianza na capacidade das leis do organismo vivo para curalas enfermidades foron o primeiro paso da medicina científica dado por Hipócrates. Pero esta medicina fundamentada na observación, como ciencia, e na expectación, como tratamento, aínda deixaba abertas outras dúbidas. Recoñecendo que perturbar coas medicacións empíricas as tendencias da natureza cando son favorables podería ser funesto para o doente, había que preguntarse se, por outra parte, non sería posible e útil para o doente perturbalas e modificalas cando eran desfavorables. Non se trataba entón de actuar simplemente como un médico que dirixe e axuda á natureza nas súas tendencias favorables: *Quo vergit natura, eo ducendum*, senón de ser tamén un médico que combate e domina a natureza nas súas tendencias desfavorables, *medicus naturæ superator*. Os *remedios heroicos*, as *panaceas universais*, os *específicos* de Paracelso e outros medios semellantes non son máis que a expresión empírica desta reacción contra a medicina hipocrática, é dicir contra a expectación.

A medicina experimental, pola súa mesma natureza de ciencia experimental, non é un sistema e non se limita ó feito do tratamento e curación das enfermidades; cre e admite todo aquilo que estea fundamentado na observación e probado pola experiencia. É importante recordar aquí, anque xa o repetimos

moitas veces, que o que chamamos medicina experimental non é unha teoría médica nova. É a medicina de todo o mundo e de tódolos tempos no que ten de solidamente adquirida e ben observada. A medicina científica experimental vai tan lonxe como é posible no estudio dos fenómenos da vida; non se pode limitar á observación das enfermidades, nin conformarse coa expectación, nin ficar na administración empírica dos remedios; debe, ademais, estudar experimentalmente o mecanismo das enfermidades e a acción dos remedios para manifestarse cientificamente. Sobre todo é preciso introducir na medicina o pensamento analítico do método experimental das ciencias modernas, o que non impide que o médico sexa ante todo un bo observador, deba estar profundamente instruído na clínica, coñecer exactamente as enfermidades en tódalas súas formas normais, anormais ou insidiosas, ter coñecemento de tódolos medios de investigación patolóxica e ter, como se adoita dicir, un diagnóstico seguro e un prognóstico acertado. Ademais deberá se-lo que se chama un terapeuta consumado e saber todo o que ensinaron as probas empíricas ou sistemáticas sobre a acción dos remedios nas diversas enfermidades. Nunha palabra, o médico experimentador posuirá tódolos coñecementos que vimos de enumerar como debe ter todo médico instruído, pero diferenciarase do médico sistemático en que non se guiará por ningún sistema; distinguirse dos médicos hipocráticos e dos médicos empíricos en que, no canto de ter como obxectivo a *observación* das enfermidades e a constatación da acción dos remedios, quere ir máis lonxe e penetrar, coa axuda da *experimentación*, na explicación dos mecanismos vitais. En efecto, o médico hipocrático séntese satisfeito cando, mediante unha observación exacta chega a caracterizar unha enfermidade na súa evolución, a coñecer e a prever mediante signos precisos as diversas evolucións favorables ou funestas, de xeito que poda intervir, se é preciso, para axudar á natureza, para dirixila cara a un resultado favorable. O médico hipocrático crerá que este é

o obxectivo que se debe propoñe-la ciencia médica. Un médico empírico está satisfeito cando, coa axuda do empirismo, chega a saber que un remedio determinado curou unha determinada enfermidade, a coñecer exactamente as doses que hai que administrar e os casos nos que hai que usalo; con isto poderá crer ter acadado os límites da ciencia médica. Pero o médico experimentador, sendo o primeiro en admitir e comprende-la importancia científica e práctica dos coñecementos precedentes sen os que a medicina non existiría, non crerá que a medicina, como ciencia, deba ficar na observación e no coñecemento empírico dos fenómenos nin se sentirá satisfeito con sistemas máis ou menos vagos. Deste xeito o médico hipocrático, o empírico e o médico experimentador non se distinguirán de ningunha maneira pola natureza dos seus coñecementos; distinguiránse só polo punto de vista do seu pensamento que os levará a situar máis ou menos lonxe o problema médico. O poder médico da natureza invocado polo hipocrático e a forza terapéutica ou calquera outra imaxinada polo empírico semellarán simples hipóteses ós ollos do médico experimentador. Para este é preciso penetrar coa axuda da experimentación nos fenómenos íntimos da máquina vivente e determina-lo seu mecanismo no estado normal e no estado patolóxico. Cómpre busca-las causas próximas dos fenómenos mórbidos así como as causas próximas dos fenómenos normais que deberán estar nunhas condicións orgánicas determinadas e en relación coas propiedades dos líquidos e dos tecidos. Non abondará con coñecer empiricamente os fenómenos da natureza mineral e os seus efectos, se o físico e o químico queren acada-las condicións de existencia, é dicir ás súas causas próximas, co fin de poderen regula-las súas manifestacións. Do mesmo xeito non lle abonda ó fisiólogo coñecer empiricamente os fenómenos normais e anormais da natureza viva porque quere, como o físico e o químico, chegar ás causas próximas destes fenómenos, é dicir ás súas condicións de existencia. Nunha palabra, ó medico

experimentador non lle abondará como ó médico empírico, saber que a quina cura a febre porque o que lle importa sobre todo é saber qué é a febre e entende-lo mecanismo polo que a quina a cura. Isto impórtalle ó médico experimentador porque des que o saiba, a curación da febre mediante a quina deixará de ser un feito empírico illado para ser un feito científico. Este feito estará entón en condicións de relacionarse con outros fenómenos que nos levarán ó coñecemento das leis do organismo e a posibilidade de regula-las súas manifestacións. O que preocupa, sobre todo, ó médico experimentador é tratar de constituír unha ciencia médica cos mesmos principios que tódalas demais ciencias experimentais. Imos ver cómo un home dotado deste espírito científico deberá comportarse ante o leito do doente.

O hipocrático, que cre na natureza medicadora e teme a acción curativa dos remedios, segue tranquilamente o curso da enfermidade; fica pouco máis ou menos á expectativa limitándose a favorecer mediante medicacións simples as tendencias favorables da natureza. O empírico, que ten fe na acción dos remedios como instrumentos que cambian a evolución das enfermidades e as curan, confórmase con constatar empiricamente as accións medicamentosas sen tratar de comprender científicamente o seu mecanismo. Nunca se atopa confuso; cando un remedio fracasa, proba con outro; sempre ten receitas ou fórmulas ó seu servicio para tódolos casos, porque, como se adoita dicir, bebe do arsenal terapéutico que é inmenso. A medicina empírica é de certo a máis popular de todas. A xente pensa que, como consecuencia dunha especie de compensación, a natureza puxo o remedio onda o mal e que a medicina consiste nun conxunto de receitas para tódolos males que nos foron transmitidas de época en época dende a orixe da arte de curar. O médico experimentador é á vez hipocrático e empírico porque cre no poder da natureza e na acción dos remedios, pero quere comprende-lo que fai; non lle abonda con observar ou

actuar empiricamente, quere experimentar cientificamente e comprende-lo mecanismo fisiolóxico de produción da enfermidade e o mecanismo da acción curativa do medicamento. É certo que con esta maneira de pensar, se fose excluínte, o médico experimentador atoparíase tan confuso como seguro se atopa o médico empírico. En efecto, no estado actual da ciencia, enténdese tan pouco sobre a acción dos medicamentos que, seguindo a lóxica, o médico experimentador veríase reducido a non facer nada e a ficar, as máis das veces, á expectativa obrigado polas súas dúbidas e incertezas. Neste senso pódese dicir que o médico sabio sempre é o máis confundido ante o leito do doente. Isto é certo, está realmente confuso, porque, por unha banda, está convencido de que pode actuar coa axuda de medios medicamentosos poderosos, pero, por outra, a súa ignorancia do mecanismo das accións inhíbeo, porque o pensamento científico experimental refuga producir efectos e estudar fenómenos sen tratar de comprendelos.

Evidentemente, estas dúas disposicións radicais de espírito no empírico e no experimentador son extremas; na práctica debe haber fusión destes dous puntos de vista de xeito que desapareza a súa aparente contradicción. Isto que digo aquí non é unha forma de trato ou de acomodo para facilita-la práctica médica. Sostengo unha opinión puramente científica porque será doado demostrar que a unión racional do empirismo e a experimentación constitúe o verdadeiro método experimental. En efecto, vimos que antes de preve-los feitos segundo as leis que os rexen, é preciso telos observado empiricamente ou por azar, do mesmo xeito que antes de facer experimentación en virtude dunha teoría científica cómpre experimentar empiricamente, é dicir facer experimentos *de proba*. Agora ben, o empirismo, dende este punto de vista, non é máis que o primeiro grao do método experimental, porque, tal como dixemos, o empirismo non pode ser un estado definitivo; a experiencia vaga e inconsciente que del resulta e que se pode chamar ollo clínico logo se transforma

en noción científica mediante o método experimental que é consciente e racional. Polo tanto, o médico experimentador será primeiro empírico, pero no canto de ficar como tal, tratará de traspasa-lo empirismo para saír del e chegar ó segundo grao do método experimental, é dicir á experiencia precisa e consciente que proporciona o coñecemento experimental da lei dos fenómenos. Nunha palabra, compre experimenta-lo empirismo, pero querer facer del un sistema é unha tendencia anticientífica. Polo que se refire ós médicos sistemáticos ou doutrinarios, son empíricos que, no canto de recorrer á experimentación, empantan hipóteses ou ben feitos que aprenderon do empirismo coa axuda dun sistema ideal do que a seguir deducen a súa liña de conducta médica.

En consecuencia, penso que un médico experimentador que, ante o leito do doente, só quixera emprega-los medicamentos cando coñece a súa acción fisiolóxica, caería nunha esaxeración que lle faría falsea-lo verdadeiro senso do método experimental. Antes de comprende-los feitos o experimentador debe constatalos e depuralos de tódalas causas de erro de que puideran estar contaminados. O pensamento do investigador, polo tanto, debe primeiro aplicarse en recolle-las observacións médicas ou terapéuticas feitas empiricamente. Pero aínda fará algo máis, non se limitará a someter ó criterio experimental tódolos feitos empíricos que lle ofrezca a medicina; irá máis adiante. No canto de esperar que o azar ou as causas accidentais lle mostren a acción dos medicamentos, experimentará empiricamente en animais, coa finalidade de obter indicacións que o guíen nas probas que despois fará no home.

Despois do que precede, considero que o verdadeiro médico experimentador non debe estar ante o leito do doente máis confuso que un médico empírico. Fará uso de tódolos medios terapéuticos que aconsella o empirismo; só que, no canto de usalos segundo unha autoridade calquera e cunha confianza supersticiosa, administraraos coa dúbida filosófica propia do verdadeiro

experimentador; controlará os seus efectos mediante experimentos en animais e observacións comparativas no home, para determinar rigorosamente a parte de influencia da natureza e a do medicamento na curación da enfermidade. Caso de que o experimentador comprobe que o remedio non cura, e con máis razón se demostra que é prexudicial, deberá absterse e ficar, como o hipocrático á expectativa. Hai médicos prácticos que, convencidos deica o fanatismo da excelencia das súas medicacións, non comprenderán o criterio experimental terapéutico do que falo. Din que non se lle poden dar ós pacientes máis que os medicamentos nos que se ten fe, e pensan que administrar a un semellante un remedio do que se dubida é faltar á moral médica. Non admito este razoamento porque levaría ó intento de equivocarse un mesmo co fin de enganar a outros sen escrúpulos. Polo que a min se refire, penso que vale máis tratar de aclararse para non enganar a ninguén.

E consecuencia, o médico experimentador non deberá ser, como moitas persoas semellan crer, un simple fisiólogo que espera cos brazos caídos a que a medicina experimental se constituía cientificamente antes de actuar nos seus doentes. Lonxe disto, debe usar tódolos remedios coñecidos empiricamente, non só igual que o empírico, senón mesmo indo alén del, e proba-lo maior número posible de novos medicamentos seguindo as regras que indicamos máis arriba. O médico experimentador será quen, como o empírico, de axudar ós pacientes con tódolos medios que posúe a medicina práctica, e ademais coa axuda do pensamento científico que o dirixe contribuirá a funda-la medicina experimental, que debe se-lo máis ardente desexo de tódolos médicos que, pola dignidade da medicina, desexarían vela saír do estado no que se atopa. Como dixemos, cómpre sufri-lo empirismo como un estado transitorio e imperfecto da medicina pero non erguelo como sistema. Non será preciso, polo tanto, limitarse, como se podería dicir, a facer de *curadores* empíricos nas facultades de medicina; isto sería

degrada-la medicina e rebaixala ó nivel dunha industria. Cómpre antes que nada inspirar na mocidade o espírito científico e iniciala nas nocións e nas tendencias das ciencias modernas. Ademais, facer outra cousa estaría en desacordo co grande número de coñecementos que se esixen a un doutor, só para que poda cultiva-las ciencias médicas, porque se esixen moitos menos coñecementos a un oficial de saúde que simplemente debe ocuparse da práctica empírica.

Pero, podería obxectarse que a medicina experimental da que tanto falo, é unha concepción teórica da realidade práctica en absoluto xustificada polo de agora porque ningún feito demostra que se pode chegar en medicina á precisión científica das ciencias experimentais. Quixera non deixar no espírito do lector dúbida nin ambigüidade ningunha acerca do no meu pensamento e por iso volverei brevemente sobre este tema mostrando que a medicina experimental non é mais que o desenvolvemento natural da investigación médica *práctica* dirixida por un espírito científico.

Dixen máis arriba que a conmiseración e o empirismo cego foron os primeiros motores da medicina; despois chegou a reflexión traendo a dúbida e despois a comprobación científica. Esta evolución da medicina aínda se pode verificar a diario no noso medio, porque cada home se instrúe cos coñecementos que adquire, como a humanidade no seu conxunto.

A expectativa por moita axuda que poida prestar ás tendencias da natureza non pode constituir máis que un método incompleto de tratamento. Moitas veces é tamén preciso actuar en contra das tendencias da natureza. Se, por exemplo, se abre unha arteria, está claro que non será necesario favorece-la natureza que fai saí-lo sangue con perigo de morte; será preciso actuar en sentido contrario, detendo a hemorraxia e salvando a vida. Do mesmo xeito, cando un paciente ten un acceso de febre perniciosa, cómpre actuar en contra da natureza e dete-la febre para cura-lo doente. O empírico pode salvar un enfermo que a

actitude expectante tería deixado morrer, do mesmo xeito que a actitude expectante pode permiti-la curación dun paciente a quen o empírico houberse producido a morte. O empirismo tamén é, así pois, un método de tratamento insuficiente na medida en que é incerto e moitas das veces perigoso. Agora ben, a medicina experimental non é máis que a unión da actitude expectante e o empirismo, iluminados polo razoamento e a experimentación. Con todo a medicina experimental só pode realizarse despois destas outras e será entón cando a medicina se volva científica. Imos ver como, en efecto, tódolos coñecementos médicos se complementan e están necesariamente subordinados uns ós outros ó longo da súa evolución.

Cando un médico é requirido para ver un paciente, debe facer sucesivamente o *diagnóstico*, o *prognóstico* e o *tratamento* da enfermidade. O diagnóstico só pode establecerse por observación; o médico que reconece unha enfermidade non fai máis que relacionala cunha das formas de enfermidade xa observadas, coñecidas e descritas. O curso e o prognóstico da enfermidade son, do mesmo xeito, establecidos por observación; o médico debe coñecer-la evolución da enfermidade, a súa duración e gravidade para predici-lo seu decorrer e o resultado final. Aquí intervéñ a estatística en axuda do médico, porque indica a proporción de casos mortais e, se ademais a observación indica que os casos favorables e os desfavorables son recoñecibles pola presenza de certos signos, o prognóstico faise con maior seguranza. Finalmente hai que establece-lo tratamento; se o médico é hipocrático, limitarase a manter unha actitude expectante e se é empírico, administrará remedios tendo en conta que, segundo o que teña aprendido por medio da observación, de experimentos ou doutra maneira, tal remedio foi eficaz un certo número de veces nesta enfermidade. Se o médico é sistemático poderá acompañalo seu tratamento con explicacións vitalistas ou doutra clase, cousa que non cambiará nada o

resultado. Unicamente a estatística será invocada aquí para para establece-lo valor do tratamento.

Tal é, en efecto, o estado da medicina empírica que é unha medicina *conxectural*, porque está fundamentada na estatística que xunta e compara casos análogos ou máis ou menos semelhantes nos seus caracteres externos, pero indeterminados nas súas causas próximas.

Esta medicina *conxectural* necesariamente debe preceder á medicina *de certeza*, que eu chamo medicina experimental porque asenta no *determinismo* experimental da causa da enfermidade. Polo momento hai que se resignar a facer medicina conxectural ou empírica, pero volvo a repetir, anque xa o dixen moitas veces, que a medicina non debe ficar así e que está destinada a ser experimental e científica. Sen dúbida estamos lonxe da época na que o conxunto da medicina será científica, pero isto non impide concibirmos esa posibilidade e facer tódolos esforzos posibles para chegar a ela tratando dende agora de introducir na medicina o método que nos leve a tal fin.

A medicina será necesariamente experimental, primeiro nas enfermidades máis accesibles á experimentación. De entre estas escollerei un exemplo que servirá para explicar cómo creo eu que a medicina empírica pode volverse científica. A sarna ou raña é unha enfermidade na que o determinismo está hoxe máis ou menos científicamente establecido, pero non sempre foi así. En tempos non se coñecía a sarna e o seu tratamento máis que dunha maneira empírica. Podíanse facer entón suposicións sobre as bochas e bostelas de remisión da raña e facer estatísticas sobre a eficacia de tal ou cal pomada para cura-la enfermidade. Agora, cando a causa da sarna é coñecida e determinada experimentalmente estamos no terreo da ciencia e desapareceu o empirismo. Coñécese o ácaro e explícase o contaxio da raña, as alteracións da pel e a curación, que non é máis que a morte do ácaro producida por axentes tóxicos convenientemente aplicados. Hoxe non hai hipóteses que facer sobre as metástases da

sarna nin estatísticas que establecer sobre o seu tratamento. Cúrase sempre sen excepción cando se dan as condicións experimentais coñecidas para chegar a ese fin⁷⁷.

Velaí unha enfermidade que está no período experimental e o médico é dono dela do mesmo xeito que un físico ou un químico son donos dun fenómeno da natureza mineral. O médico experimentador exercerá sucesivamente a súa influencia sobre as enfermidades des que coñeza experimentalmente o seu *determinismo* exacto, é dicir a causa próxima. O médico empírico, mesmo o máis instruído, nunca ten a seguranza do experimentador. Un dos casos máis claros da medicación empírica é a curación da febre mediante a quina. Sen embargo esta curación está lonxe de te-la certeza que ten a curación da sarna. As enfermidades que afectan ó medio orgánico externo como as epifíticas e as epizoarias serán máis doadas de estudar e analizar experimentalmente; chegarán máis axiña a ser enfermidades con determinismo coñecido e con tratamento científico. Pero, con posterioridade, na medida en que a fisioloxía progrese, será posible penetrar no medio interno, é dicir no sangue, e descubri-las alteracións parasitarias ou doutra clase que son causa de enfermidade e determina-las accións medicamentosas, fisico-químicas ou específicas con capacidade de actuar neste medio interno e modifica-los mecanismos patolóxicos que alí asentados repercuten no resto do organismo.

No que precede resúmese a maneira en que concibo a medicina experimental. Como xa repetín en moitas ocasións non é máis que o resultado da evolución natural da medicina científica. Nisto a medicina non se diferencia doutras ciencias que tamén pasaron polo empirismo antes de chegaren ó seu período experimental definitivo. Na química e na física coñeceuse empiricamente a extracción dos metais, a fabricación das lentes de aumento, etc., antes de emitírense ó respecto teorías científicas.

⁷⁷ Hardy, *Bulletin de l'Académie de médecine*. París, 1863-64, t. XXIX, p. 546.

O empirismo serviu, polo tanto de guía a estas ciencias durante os seus tempos escuros pero, só despois da aparición das teorías experimentais, as ciencias físicas e químicas emprenderon o seu brillante voo como ciencias aplicadas, porque hai que ter coidado de confundir empirismo con ciencia aplicada. A ciencia aplicada supón sempre a ciencia pura como punto de apoio. Sen dúbida a medicina sairá do empirismo moito máis lentamente e con moita máis dificultade que as ciencias fisicoquímicas, porque os fenómenos orgánicos dos que se ocupa son moito máis complexos, pero tamén porque as esixencias da práctica médica, que non vou examinar aquí, contribúen a rete-la medicina no dominio de sistemas persoais que se opoñen ó progreso da medicina experimental. Non hei voltar aquí a un asunto que desenvolvín amplamente noutro sitio, a saber, que a espontaneidade dos seres vivos non se opón á aplicación do método experimental, e que o coñecemento do determinismo simple ou complexo dos fenómenos vitais á a única base da medicina científica.

O obxectivo dun médico investigador é descubrir e controlalo determinismo inicial dunha serie de fenómenos mórbidos escuros e complexos; deste xeito dominará tódolos fenómenos secundarios. Así vimos cómo dominando o ácaro que produce a sarna, controla naturalmente tódolos fenómenos que derivan del. Coñecendo o determinismo inicial do envelenamento por curare, explica perfectamente tódolos determinismos secundarios deste envelenamento e, para curar, sempre haberá que ir ó determinismo inicial dos fenómenos.

A medicina está, pois, destinada a saír pouco a pouco do empirismo e, do mesmo xeito que as outras ciencias, o fará mediante o método experimental. Esta convicción profunda mantén e dirixe a miña vida científica. Son xordo para os médicos que me piden que lle explique experimentalmente o sarampelo e a escarlata e que cren tirar deso un argumento contra o emprego do método experimental en medicina. Estas

obxeccións desalentadoras e negativas derivan polo xeral de actitudes sistemáticas ou preguiceiras que prefiren apoiarse nos seus sistemas ou adormecer na escuridade no canto de traballar e de se esforzar por saíren dela. As ciencias fisicoquímicas non se dilucidan máis que sucesivamente nas súas diferentes ramas mediante o método experimental, e aínda hoxe teñen partes escuras que se estudian coa axuda do mesmo método. Malia tódolos atrancos que atope, a medicina seguirá o mesmo camiño; ha seguílo fatalmente. Preconizando a introducción do método experimental na medicina, non fago outra cousa que intentar dirixi-lo pensamento cara a un fin que a ciencia persegue instintivamente sen sabelo, pero que conseguirá máis cedo e con máis seguridade se é quen de se dar conta. O tempo fará o que falta. Sen dúbida non veremos nos nosos días o desenvolvemento completo da medicina científica, pero aí está a fortuna da humanidade; os que sementan e cultivan con penalidades o eido da ciencia non son os que han recolle-la anada.

En resumo, a medicina experimental, tal como a concibimos, comprende o problema médico no seu conxunto e inclúe a medicina teórica e a medicina práctica. Pero cando digo que cada un debe ser médico experimentador, non quero dicir que cada médico deba cultivar toda a extensión da medicina experimental. Necesariamente sempre haberá médicos que se consagren máis especialmente ás experiencias fisiolóxicas, outros ás investigacións anatómicas normais ou patolóxicas, outros á práctica cirúrxica ou médica, etc. Este fraccionamento non é prexudicial para o avance da ciencia senón o contrario. As especialidades prácticas son excelentes para a ciencia propiamente dita, pero baixo a condición de que aqueles que se dediquen á investigación dunha parte especial da medicina sexan instruídos no coñecemento da medicina experimental no seu conxunto e saiban o lugar que neste conxunto debe ocupa-la ciencia especial que cultivan. Desta maneira, aínda especializándose, dirixirán os seus estudos de xeito que contribúan ó

progreso da medicina científica ou experimental. Os estudos prácticos e os estudos teóricos concorrerán así ó mesmo fin; é todo o que se pode pedir dunha ciencia que, como a medicina, vese na necesidade de actuar antes de estar desenvolvida cientificamente.

A medicina experimental ou medicina científica constitúese en tódalas súas partes tomando como base a fisioloxía. Proba evidente disto é a orientación dos traballos que cada ano se publican tanto en Francia como no estranxeiro. Por esta razón desenvolvo nos meus traballos e na miña docencia no Colexio de Francia tódalas ideas que poidan axudar ou favorecer esta tendencia médica. Considero que é o meu deber tanto na miña condición de investigador como na de profesor de medicina no Colexio de Francia. En efecto, o Colexio de Francia non é unha facultade de medicina na que se deban tratar clásica e sucesivamente tódalas partes desta ciencia. O Colexio de Francia, pola natureza da súa institución, debe estar sempre na vangarda das ciencias e representa-lo seu movemento e tendencias. En consecuencia o curso de medicina que teño ó meu cargo debe representa-la parte das ciencias médicas que actualmente presenta un maior desenvolvemento e arrastra ás outras na súa evolución. Xa expliquei hai moito tempo o carácter que debe ter o curso de medicina no Colexio de Francia e non volverei sobre este punto⁷⁸. Só direi que, admitindo que esta vía experimental pola que vai a medicina será asumida con lentitude debido ás dificultades inherentes á complexidade da medicina, cómpre recoñecer que esta vía é hoxe definitiva. En efecto, non se trata da influencia efémera dun sistema persoal calquera; é o resultado da mesma evolución científica da medicina. Son as miñas conviccións a este respecto e trato de introducilas no pensamento dos médicos novos que seguen os meus cursos no Colexio de

⁷⁸ Claude Bernard, *Leçons de physiologie expérimentale appliquée à la médecine, faites au Collège de France*. Première leçon, Paris, 1857.- *Cours de médecine du Collège de France*. Première leçon, Paris, 1855.

Francia. Procuro mostrarlles que están chamados a colaborar ó crecemento e ó desenvolvemento da medicina científica ou experimental. En consecuencia convídoos a se familiarizaren cos procedementos modernos de investigación que se utilizan nas ciencias anatómicas, fisiolóxicas, patolóxicas e terapéuticas, porque estas diferentes pólas da medicina deben manterse indisolublemente unidas, na teoría e na práctica. Ós que irán pola vía da teoría ou da ciencia pura dígolles que nunca perdan de vista o problema da medicina, que é conserva-la saúde e cura-las enfermidades. Ós que polo contrario dirixirán a súa carreira cara á práctica dígolles que non esquezan nunca que se a teoría está destinada a ilumina-la práctica, a práctica, á súa vez, debe volveirse en proveito da ciencia. O médico que acepte estas ideas nunca deixará de se interesar polo progreso da ciencia, ó mesmo tempo que cumprirá cos seus deberes de práctico. Darase conta con exactitude e discernimento dos casos interesantes que se lle presentarán comprendendo todo o proveito que a ciencia pode obter deles. A medicina científica experimental será deste xeito obra de todos, e cada quen, mesmo un simple médico rural, aportaralle o seu útil concurso.

Agora, para volver ó título deste longo parágrafo, concluirei que a medicina empírica e a medicina experimental, lonxe de seren incompatibles, deben, polo contrario, estar intimamente unidas, porque as dúas son indispensables para edifica-la medicina experimental. Penso que esta conclusión foi ben establecida por todo o que precede.

§ IV.— A medicina experimental non responde a ningunha doutrina médica nin a ningún sistema filosófico

Dixemos⁷⁹ que a medicina experimental non é un sistema novo de medicina, senón, polo contrario, a negación de tódolos

⁷⁹ *Revue des cours scientifiques*, 31 de decembro 1864.

sistemas. En efecto, a aparición da medicina experimental dará como resultado a desaparición da ciencia de tódalas visións individuais para substituílas polas teorías impersoais e xerais que non serán, como nas outras ciencias, máis que unha coordinación regular e razoada de feitos fornecidos pola experiencia.

Hoxe aínda non está constituída a medicina científica; pero gracias ó método experimental, cada vez máis introducido, tende a volverse unha ciencia precisa. A medicina está nun período de transición; o tempo das doutrinas e dos sistemas persoais pasou e pouco a pouco serán substituídos por teorías que representan o estado actual da ciencia e que mostrarán os resultados do esforzo de todos. Sen embargo, isto non significa que as teorías sexan verdades absolutas; sempre serán perfectibles e polo tanto modificables. Por isto teño bo tino de dicir que non se poden confundir, como se fai tantas veces, as teorías progresivas e perfectibles cos métodos ou cos principios da ciencia que son fixos e incommovibles. Agora ben, cómpre recordalo, o principio científico inmutable, tanto en medicina como nas demais ciencias experimentais, é o determinismo absoluto dos fenómenos. Démo-lo nome de *determinismo á causa próxima ou determinante* dos fenómenos. Xamais actuaremos sobre a esencia dos fenómenos da natureza senón só sobre o seu determinismo e, polo feito de podermos actuar sobre el, o determinismo diferénciase do fatalismo sobre o que non se pode influír. O fatalismo supón a manifestación necesaria dun fenómeno con independencia das condicións, mentres que o determinismo é a condición necesaria dun fenómeno do que a manifestación non é forzosa. Unha vez admitida a investigación do determinismo dos fenómenos como principio fundamental do método experimental, xa non hai máis materialismo, nin espiritualismo, nin materia inerte, nin materia viva; non hai máis que fenómenos dos que hai que determina-las condicións, é dicir, as circunstancias que actúan como a causa próxima destes fenómenos.

Fóra disto non hai nada determinado cientificamente; non hai máis que palabras, que sen dúbida son necesarias, pero que poden ser ilusorias e trabucarnos se non prestamos atención permanente ás andrómenas que o noso pensamento argalla contra si mesmo.

A medicina experimental, como as demais ciencias experimentais, ó non ir alén dos fenómenos, non ten necesidade de incorporar ningunha denominación sistemática; non será vitalista, nin animista, nin organicista, nin solidista, nin humoral, será simplemente a ciencia que trata de chegar ás causas próximas dos fenómenos da vida no estado de saúde e no estado mórbido. Non se lle perde nada, en efecto, enredándose con sistemas que en ningún caso poderán expresa-la verdade.

A este respecto non estará demais recordar en poucas palabras os caracteres do método experimental e mostrar cómo a idea á que obedece se distingue das ideas sistemáticas e doutrinarias. No método experimental só se fan experimentos de *proba* ou de *comprobación*, é dicir para *revisar e verificar*. O método experimental, en tanto que método científico, asenta por completo na *comprobación experimental dunha hipótese científica*. Esta comprobación pode obterse tanto coa axuda dunha nova observación (ciencia de observación) como coa axuda dun experimento (ciencia experimental). No método experimental, a *hipótese* é unha idea científica que hai que someter á experimentación. A invención científica consiste na creación dunha hipótese feliz e fecunda, producida pola sensibilidade ou o xenio do sabio que a crea.

Cando a hipótese se somete ó método experimental convertese nunha teoría; mentres que cando só se somete á lóxica convertese nun sistema. O *sistema* é, polo tanto, unha hipótese construída con razoamento lóxico sobre os feitos, pero sen unha comprobación crítica experimental. A teoría é a *hipótese* comprobada despois de sometela ó razoamento e ó criterio experimental. A mellor teoría é a que foi verificada polo maior

número de feitos. Pero unha teoría, para ser boa, debe modificarse co progreso da ciencia e ficar permanentemente sometida á comprobación e á crítica dos novos feitos que aparezan. Se unha teoría se considerase perfecta e se deixase de comprobar coa experiencia científica cotiá, volveríase unha doutrina. Unha *doutrina* é, polo tanto, unha teoría considerada inmutable e que se toma como punto de partida para deducións posteriores que se cren dispensadas de sometérense no sucesivo á comprobación experimental.

Nunha palabra, en medicina os sistemas e as doutrinas son ideas hipotéticas ou teorías transformadas en principios inmutables. Esta maneira de proceder pertence esencialmente á escolástica e diferénciase radicalmente do método experimental. En efecto, hai contradicción entre estes dous procedementos do pensamento. O sistema e a doutrina proceden por afirmación e por dedución puramente lóxica; o método experimental procede sempre mediante a dúbida e a comprobación experimental. Os sistemas e as doutrinas son individuais; pretenden ser inmutables e conserva-la súa personalidade. Polo contrario, o método experimental é impersoal; destrúe a individualidade na medida en que sacrifica as ideas particulares e vólveas en proveito da verdade xeral establecida coa axuda do criterio experimental. Leva unha andaina lenta e laboriosa e, dende este punto de vista, sempre compracerá menos ó pensamento. Os sistemas, polo contrario, seducen porque proporcionan a ciencia absoluta rexida só pola lóxica, o que non obriga a estudar e fai máis doada a medicina. A *medicina experimental* é por natureza unha medicina antisistemática e antidoctrinaria, ou mellor dito é esencialmente libre e independente e non quere vencellarse a ningunha especie de sistema médico.

O que veño de dicir en relación cos sistemas médicos, podo aplicalo ós sistemas filosóficos. A medicina experimental (como por outra parte tódalas ciencias experimentais) non precisa afiliarse a ningún sistema filosófico. O papel do fisiólogo como o

de todo sabio é a pescuda da verdade por si propia, sen pretender facela servir de verificación de tal ou cal sistema filosófico. Cando un sabio emprende a súa investigación científica asentándoa nun sistema filosófico calquera, pérdese en rexións que están moi lonxe da realidade ou ben o sistema fornece o seu pensamento cunha enganosa seguranza e unha inflexibilidade oposta á liberdade e á flexibilidade que sempre debe observalo experimentador nas súas investigacións. Cómpre evitar con coidado todo tipo de sistema, e digo isto porque na natureza non hai sistemas senón só no pensamento dos homes. O positivismo, que en nome da ciencia rexeita tódolos sistemas filosóficos, ten como eles o defecto de ser un sistema. Agora ben, para atopala verdade, abonda con que o sabio se enfrente coa natureza e a interroque seguindo o método experimental e coa axuda de medios de investigación cada vez máis perfectos. Penso que, neste caso, o mellor sistema filosófico consiste en non ter ningún.

Como experimentador, evito os sistema filosóficos, pero non por iso rexeito ese *espírito filosófico* que, sen estar en ningures, está en tódolos sitios e que, sen pertencer a ningún sistema, debe rexer non só tódalas ciencias senón tódolos coñecementos humanos. Isto é a causa de que, refugando os sistemas filosóficos, aprecie moito ós filósofos e me agrade infinitamente o seu trato. En efecto, dende o punto de vista científico, a filosofía representa a aspiración eterna da razón humana de coñece-lo descoñecido. En consecuencia, os filósofos atópanse sempre nas cuestións controvertidas e nas rexións elevadas, nos límites superiores das ciencias. Deste xeito comunican ó pensamento científico un movemento que lle dá vida e o ennobrece; fortifican o espírito desenvolvéndoo mediante unha ximnasia intelectual xeral ó mesmo tempo que o dirixen permanentemente cara ó infatigable intento de solucionarlos grandes problemas; manteñen deste xeito unha sorte de sede do descoñecido e o lume sagrado da pescuda que xamais debe apagarse nun sabio.

En efecto, o ardente desexo do coñecemento é o único móbil que atrae e sostén o investigador nos seus esforzos; precisamente ese coñecemento que alcanza pero que sen embargo sempre foxe diante del e que se volve o seu único tormento e a súa única felicidade. Quen non coñeza os tormentos do descoñecido debe ignora-los gozos do descubrimento que certamente son os máis vivos que pode experimenta-lo espírito humano. Pero por un capricho da nosa natureza esta ledicia do descubrimento tan buscada e tan esperada esvaece cando se consegue. Non é máis que un lóstrego que coa súa luz nos descobre outros horizontes cara ós que a nosa curiosidade insatisfeita se dirixe aínda con máis paixón. Isto fai que na ciencia o coñecido perda o seu atractivo, mentres que o descoñecido está sempre cheo de atractivos. É a razón pola que os espíritos que se elevan e se volven verdadeiramente grandes son os que nunca están satisfeitos de si mesmos nas obras rematadas, e que sempre tratan de mellorar nas que comezan. O sentimento de que estou a falar é ben coñecido polos sabios e os filósofos. É o que lle fixo dicir a Priestley⁸⁰ que un descubrimento que facemos móstranos outros moitos por facer; é o sentimento que expresa Pascal⁸¹, quizais dunha maneira paradoxal cando di: “Nunca buscámo-las cousas senón a busca das cousas”. Polo tanto é a mesma verdade a que nos interesa e se a buscamos permanentemente é porque non estamos satisfeitos co que atopamos ata o presente. Sen este interese fariamos das nosas investigacións o traballo inútil e sen fin que nos refire o mito de Sísifo que roula sen descanso a pedra que volve rodando ó punto de partida. Esta comparación non é cientificamente exacta; o sabio sempre avanza na pescuda da verdade e se xamais a atopa completa descobre, sen embargo, fragmentos moi importantes que son precisamente os que constitúen a ciencia.

⁸⁰ Priestley, *Recherches sur les différentes espèces d'airs*. Introduction, p. 15.

⁸¹ Pascal, *Pensées morales détachées*, art. IX-XXXIV.

Así pois, o sabio non busca polo pracer de buscar, busca para posuí-la verdade e xa a posúe dentro dos límites que expresan as mesmas ciencias no seu estado actual. Pero o sabio non debe deterse no camiño; sempre debe aspirar a máis e procura-la perfección; sempre debe buscar, na medida en que o desexa, o que está por atopar. Sen este estímulo constante producido pola aguillada do descoñecido, sen esta sede científica que renace sen pausa habería o perigo de que o sabio fixese un sistema co xa adquirido ou xa coñecido. Entón a ciencia deixaría de progresar e deteríase por indiferencia intelectual, como cando os minerais saturados caen en indiferencia química e cristalizan. Polo tanto cómpre impedir que o pensamento, demasiado absorbido polo coñecido dunha ciencia especial, tenda ó descanso e fique no chan, esquecéndose das cuestións que lle quedan por resolver. A filosofía, batendo sen descanso a masa inesgotable de cuestións non resoltas, estimula e mantén nas ciencias este saudable movemento. Pero no senso restrinxido no que estou a considera-la filosofía, só lle pertence o indeterminado, ficando o determinado no dominio científico. Non admito, xa que logo, que a filosofía lle queira poñer lindeiros á ciencia nin que a ciencia pretenda nega-las verdades filosóficas que actualmente están fóra do dominio que lle é propio. A verdadeira ciencia non despreza ren senón que sempre busca e enfronta sen conturbación ó que aínda non comprende. Nega-las cousas non as suprime; sería como pecha-los ollos e crer que non existe a luz. Sería a ilusión do avestruz que cre conxura-lo perigo agachando a cabeza na area. Na miña opinión o verdadeiro pensamento filosófico é aquel no que as aspiracións elevadas fecundan as ciencias manténdooas na pescuda de verdades que aínda non acadaron, pero que non deben ser negadas polo feito de que se afasten e se eleven cada vez máis na medida en que son encetadas polos máis poderosos e delicados pensamentos filosóficos. Pero, esta aspiración do espírito humano ¿terá un final, atopará un límite? Non podería dicilo; pero

mentres, como dixeran máis arriba, o sabio non pode facer nada mellor que camiñar sen descanso porque avanzará sempre.

Un dos máis grandes atrancos que se atopan nesta marcha xeral e libre dos coñecementos humanos é, xa que logo, a tendencia que leva ós diversos coñecementos a se individualizaren en sistemas. Isto non é unha consecuencia propia das cousas porque na natureza está todo e nada se pode ver illada e sistematicamente, pero é un resultado da tendencia do noso pensamento, ó mesmo tempo feble e dominador, que nos leva a situalos outros coñecementos nunha sistematización persoal. Unha ciencia que ficase nun sistema volveríase estacionaria e illada, porque a sistematización é un verdadeiro enquistamento científico, e toda parte enquistada nun organismo deixa de participar na vida xeral do mesmo. Os sistemas tenden, xa que logo, a escraviza-lo pensamento humano e a única utilidade que, na miña opinión, se lle pode atopar é a de suscitar combates que os destrúan, axitando e estimulando a vitalidade da ciencia. Hai, en efecto, que procurar desfacerlos atrancos de sistemas filosóficos e científicos do mesmo xeito que se quebrarían as cadeas dunha escravitude intelectual. A verdade, podéndose atopala, é de tódolos sistemas e, para descubri-la o experimentador precisa moverse con liberdade en tódalas direccións sen se sentir freado polas barreiras dun sistema calquera. A filosofía e a ciencia non deben, xa que logo, ser sistemáticas; deben estar unidas sen querer dominar unha á outra. Estaren separadas sería só prexudicial para o progreso dos coñecementos humanos. A filosofía, tendendo sempre a elevarse, fai avanza-la ciencia cara á causa ou a fonte das cousas. Recórdalle que fóra dela hai cuestións que atormentan á humanidade e que aínda non están resoltas. Esta unión sólida da ciencia e da filosofía é útil para ámbalas dúas porque eleva a unha e contén a outra. Pero, se quebra o liame que une á filosofía coa ciencia, a filosofía, privada do apoio ou do contrapeso da ciencia, perdese de vista e extraviase nas nubes, mentres que a ciencia ficando sen

guía e sen aspiracións elevadas, cae, detense ou vaga sen rumbo.

Pero se, no canto de se contentar con esta unión fraternal, a filosofía quere facerse co goberno da ciencia e rexela dogmaticamente na súa presentación e formas de manifestación, entón o acordo non é posible. Isto sería a ilusión de pretender absorbe-los descubrimentos particulares dunha ciencia en proveito dun sistema filosófico calquera. Para facer observacións, experimentos ou descubrimentos científicos, os métodos e procedementos *filosóficos* son completamente vagos e fican impotentes; para estes fins non hai máis que métodos e procedementos *científicos*, con frecuencia moi especiais e que só coñecen os experimentadores, os sabios ou os filósofos que practican unha ciencia determinada. Os coñecementos humanos están de tal xeito enleados e unidos entre si na súa evolución, que é imposible crer que unha influencia individual poida abondar para facelos avanzar cando os elementos do progreso non están no mesmo chan científico. Por isto, recoñecendo a superioridade dos grandes homes, penso, sen embargo, que na influencia particular ou xeral que exerceron nas ciencias foron sempre e necesariamente *función do seu tempo*. O mesmo acontece cos filósofos: non poden facer máis que segui-la marcha do pensamento humano e non contribúen ó seu avance máis que abrindo amplamente para todos o camiño do progreso do que quizais moitos non se decatarán. Pero nisto son a expresión do seu tempo. Só faltaría, xa que logo, que un filósofo, no momento en que as ciencias percorren un camiño fecundo, quixera facer un sistema en harmonía con este desenvolvemento da ciencia e de seguido anunciar que tódolos progresos científicos da época son debidos á influencia do seu sistema. Nunha palabra, se os sabios son útiles ós filósofos e os filósofos ós sabios, o sabio non é por iso menos libre e dono de si mesmo, e, polo que a min atinxe, penso que os sabios fan os seus descubrimentos, as súas teorías e a súa ciencia sen os filósofos. Se hai escépticos a este

respecto, quizais sería doado demostrarlles, como di J. de Maistre, que os que fan máis descubrimentos científicos son os que leron menos a Bacon⁸², mentres que os que o leron e meditaron, ó igual que o mesmo Bacon, a penas o conseguiron. Isto é porque, de feito, os procedementos e os métodos científicos non se aprenden máis que nos laboratorios, cando o experimentador enfronta os problemas da natureza; aí é onde hai que dirixir primeiro á mocidade. A erudición e a crítica científica son cousas de xente madura, e os mozos non poden obter froitos máis que de comezaren a iniciarse na ciencia no seu verdadeiro santuario, é dicir no laboratorio. Para o experimentar os procedementos do razoamento deben ser infinitamente variables segundo as diferentes ciencias e os casos máis ou menos difíciles e máis ou menos complexos ós que os aplica. Os sabios, e mesmo os sabios especializados en cada ciencia, só poden intervir en cuestións semellantes, porque o pensamento do naturalista é diferente ó do fisiólogo e o pensamento do químico diferente ó do físico. Cando filósofos como Bacon e outros máis modernos quixeron entrar nunha sistematización xeral dos preceptos para a investigación científica, puideron parecer seductores ás persoas que só ven a ciencia dende lonxe; pero semellantes obras non teñen utilidade ningunha para os sabios xa feitos porque, cunha falsa simplicidade, extravían ós que queren dedicarse ó cultivo das ciencias; ademais moléstaos cargándolle-lo pensamento con preceptos vagos ou inaplicables que é preciso esquecer axiña cando se quere entrar na ciencia e chegar a ser un verdadeiro investigador.

Veño de dicir que a educación do sabio non se pode facer máis que no laboratorio especializado na ciencia que quere cultivar, e que só son útiles os preceptos que resultan dos pormenores dunha práctica experimental nunha ciencia determinada. Nesta introducción quixen dar unha idea o máis precisa posible

⁸² J. de Maistre, examen de la philosophie de Bacon, t. I, p. 81.

da ciencia fisiolóxica e da medicina experimental. Sen embargo estou lonxe de te-la pretensión de crer ter proporcionado regras e preceptos para seguir de xeito rigoroso e absoluto por un experimentador. Só quixen examina-la natureza dos problemas que hai que resolver na ciencia experimental dos seres vivos, para poderéanse comprende-las cuestións científicas que son do dominio da bioloxía e coñece-los medios que hoxe posúe a ciencia para enfrontalos. Citei exemplos de investigación gardándome moito de dar explicacións superfluas ou de trazar unha regra única e absoluta, porque penso que o papel dun mestre debe limitarse a mostrar claramente ó discípulo o obxectivo que se propón a ciencia e indicarlle tódolos medios de que pode dispoñer para alcanzalo. Pero despois o mestre debe deixar ó discípulo liberdade para se mover ó seu xeito, e segundo a súa natureza, para chegar ó fin que se lle mostrou, acudindo na súa axuda só cando se extravía. Nunha palabra, creo que o verdadeiro método é aquel que non afoga o pensamento deixándoo no posible fronte a si mesmo; que o dirixe respectando a súa orixinalidade creadora e a súa espontaneidade científica, que son as calidades máis preciosas. As ciencias non avanzan máis que polas novas ideas e polo poder creador e a orixinalidade do pensamento. É preciso, xa que logo, ter coidado con que, na educación, os coñecementos que deben arma-la a intelixencia non a abafen co seu peso e que as regras destinadas a soste-las partes febles do espírito non atrofién nin afoguen as partes poderosas e fecundas. Non entrarei aquí noutros desenvolvementos; houben de limitarme a previr ás ciencias biolóxicas e á medicina experimental contra as esaxeracións da erudición e contra a invasión e a dominación dos sistemas, porque as ciencias, de sometérense a eles, verían desaparecer-la súa fecundidade e perderían a independencia e a liberdade de pensamento que sempre serán as condicións esenciais de tódolos progresos da humanidade.

FIN

ta operati
cia.  De
inuitaa inf

A marca tipográfica desta colección procede da viñeta utilizada por Gonzalo Rodríguez de la Pasería no deseño do *Missale Auriense*, un dos primeiros libros impresos en Galicia, realizado en Monterrei en 1493.

