1. **O QUE É CIÊNCIA:**

**O CONHECIMENTO E SUAS CARACTERÍSTICAS**

A credulidade é a fraqueza do homem, mas a força da criança

Charles Lamb

Essays of Elia (1823)

O conhecimento humano pode ser definido de várias maneiras. Na prática, como o processo pelo qual se determina a relação entre o sujeito e o objeto. Esta definição deixa entrever que pode haver vários tipos de conhecimento: o conhecimento popular, o conhecimento religioso, o conhecimento científico, etc.

O conhecimento popular é aquele baseado na experiência cotidiana da espécie, transmitido de geração para geração e na maioria das vezes relacionado às práticas que possibiliam ou facilitam sua sobrevivência. Em filosofia este conhecimento poderia ser definido, em um sentido amplo, como o atributo geral que tem os seres vivos de reagir ativamente ao mundo circundante, na medida de sua organização biológica e no sentido de sua sobrevivência.

Outro tipo de conhecimento baseia-se na necessidade humana de tentar compreender e ou explicar que lhe parece incompreensível. A religião, que traduz esse tipo de conhecimento pode ser definida como a crença na existência de uma força ou forças naturais, no geral consideradas criadoras do Universo e que como tal devem ser adoradas ou obedecidas. No entanto, qualquer filiação a um sistema específico de pensamento ou crença que envolve uma posição filosófica, ética ou metafísica, faz também parte desse tipo de conhecimento. É, portanto, um tipo de conhecimento não passível de avaliação real, de comprovação ou de desmentido.

Por outro lado, o conhecimento que consiste na apropriação do objeto pelo pensamento, por metodologia apropriada, a obtenção de uma percepção clara, de representação completa, de definição e análise dos fenômenos naturais é o que filosoficamente se define como conhecimento científico.

Todo pensamento se baseia em uma representação. É assim que a nossa percepção traduz o mundo, e a memória que temos dele resulta dos sinais que se fixam no intelecto.

O homem tem uma profusão de representações da realidade que podem ser mágicas, poéticas, ideológicas, científicas ou outras e podem se consubstanciar em umsistema filosófico, uma religião, uma cultura ou, às vezes, simplesmente em uma atitude de espírito.

A Ciência pode, portanto, ser definida como uma representação da realidade, um quadro abstrato, codificado, mas fiel da realidade, porque obtido dentro de regras estritas. Pode também, de maneira prática, ser definida como a soma dos conhecimentos humanos resultantes da observação e experimentação. Esta Ciência pode ser subdividida em ciências diversas, cada qual abrangendo um campo circunscrito dentro da Ciência, concernente a uma determinada parte ou aspecto da natureza das atividades humanas. Por exemplo: Biologia, Química, Matemática.

**Natureza da Ciência**

Todas as questões levantadas pelos filósofos, de todas as épocas, que pensaram a Ciência (Pitágoras, Platão, Aristóteles, Locke, Hume, Leibniz, Bérgson) e cientistas filósofos (Descartes, Poincaré, March, Einstein, Plank, Bohr, Schrödinger, Heinsenberg) e ainda os biólogos (Claude Bernard, Pasteur, Darwin) foram as de saber se a criação científica é totalmente objetiva ou se o intelecto humano contribui de alguma maneira para ordenar ou representar num “esquema mental” os resultados da experiência.

Para Platão (Idéias) e Kant (dogmatismo) o espaço e o tempo são “julgamentos sintéticos a priori”, isto é, estruturas mentais que tornam possível a ordenação dos processos observados. Hoje, é patente que existe um “espaço real”como receptáculo para os fenômenos naturais e um “tempo real” indissoluvelmente ligado a esse espaço, formando um conjunto quadri-dimensional.

O mundo real, em que vivemos, contribui com algo local e específico para a representação que fazemos do espaço e do tempo, ou para usar a linguagem de Kant: espaço e tempo são “julgamentos sintéticos a posteriori”.

A Ciência difere das outras representações por ser a única que apresenta duas qualidades inseparáveis: baseia-se em conceitos próprios, inspirados na experiência consciente e utiliza o rigor do raciocínio e da lógica (a teologia escolástica partilha com a ciência o uso do raciocínio e da lógica).

Nos seus primórdios, quando a Ciência era completamente empírica e colecionadora de fatos, não utilizava a lógica. A lógica veio com a sua maturidade, à medida que os fatos colecionados isoladamente se aproximaram e interpenetraram, permitindo generalizações que deveriam ter lógica intrínseca. A Ciência está disposta a sacrificar tudo pela coerência, sem deixar, no entanto, de questiona-la. Os pesquisadores envidam incessantes esforços para detectar eventuais contradições e põem constantemente à prova os limites de seus conhecimentos. A Ciência aceita a sua vulnerabilidade (diferente da religião) e faz dela um fator de crescimento. As incoerências quando detectadas servem para fazê-la avançar.

É uma condição essencial da natureza científica de um conhecimento o que Karl Popper chamou de critério da refutabilidade: “Um enunciado, enquanto enunciado científico, deve poder ser refutado pela experiência”.

A obtenção desse conhecimento, ou a definição do que seja a Ciência ou o conhecimento científico, está, portanto, encerrada em uma estreita malha de regras que se configuram como regras empíricas, princípios e leis científicas.

As regras vêm da percepção das coisas cotidianas, da observação direta, com explicação dos eventos.

Os princípios devem ser universais. Por exemplo, a evolução é um grande princípio da biologia, e a sua universabilidade estende-se tanto ao conhecido como ao desconhecido. As leis são conseqüências dedutíveis dos princípios, aplicáveis a categorias definidas ou fixas de fenômenos, como por exemplo, a lei da gravitação universal.

A função do intelecto humano é sempre escolher o que lhe parece verdadeiro entre a multiplicabilidade de aspectos com que apresentam os fenômenos naturais. No conhecimento científico essa escolha não é arbitrária porque deve ser sempre submetida à contra-prova da observação do próprio fenômeno. A verificação experimental, ou seja, a contra-prova pode sugerir modificações substanciais no modelo teórico. Esse mecanismo de obter o conhecimento: teoria – contra-prova – revisão da teoria é a própria essência do método científico ou da metodologia científica, que não pode ser ignorado por nenhum cientista que pretende fazer avançar a ciência.

O problema do aprendizado da ciência ou da criação científica gira, portanto, em torno de saber se há alguma coisa de místico no pensamento científico ou alguma coisa de científico no pensamento místico.

Os filósofos da ciência procuram respostas para questões do seguinte teor:

1) Que características distinguem a indagação científica dos outros tipos de indagação (religiosa, por exemplo)?

2) Que procedimentos devem ser seguidos pelos cientistas na investigação da natureza?

3) Que condições devem ser satisfeitas para que uma explicação seja científica e correta?

4) Qual é o “status” cognitivo dos princípios e leis científicas?

Contudo, é preciso distinguir entre o fazer ciência e o pensar a Ciência. Geralmente os cientistas não se preocupam com pensar a ciência, apenas em como fazer Ciência. A metodologia científica é, portanto, uma disciplina de 2a.ordem, cujo assunto predominante são a estrutura e os procedimentos das diversas ciências.

**Classificação das Ciências**

A Ciência é primariamente dividida em Ciência formal e Empírica.

A denominação de Ciência formal é geralmente reservada à matemática, significando independência da observação dos fenômenos naturais e por conseguinte a possibilidade de ser desenvolvida apenas pela força do pensamento. Contudo, essa interpretação não é completamente correta porque a matemática é também uma ciência de natureza e como tal não deixa de ter objetos verdadeiros como material de estudo.

O conhecimento científico que depende da observação e experiência tida com os objetos e fenômenos do mundo real constitui as ciências da empírica. O conhecimento científico que depende da experiência consiste em construir esquemas ou modelos abstratos a partir dessa experiência; em explorar por meio da lógica, as relações entre os elementos abstratos com a finalidade de daí deduzir propriedades que correspondam com precisão suficiente às propriedades empíricas diretamente observadas. Os objetos das ciências empíricas são, portanto, abstrações mas, abstrações susceptíveis de serem vinculadas, segundo procedimentos regulados por constatações dos nossos sentidos, à realidade. As ciências empíricas são, então, formadas por observação da natureza e por teorias e hipóteses que podem ser com ela confrontadas.

As ciências empíricas, num primeiro momento detêm-se em uma descrição e análise das relações entre a experiência mais imediata e as suas abstrações. Num segundo momento examinam a organização dessas abstrações construindo teorias. Por fim realizam pesquisa para detectar o alcance dos procedimentos na validação dos conhecimentos adquiridos.

Os enunciados das ciências empíricas são propostos como verdades bem definidas, no contexto do referencial da teoria, mas parciais e provisórias, relativamente à experiência que se realizará a seguir e à renovação possível e provável melhora dos métodos de observação e medida. Mesmo precários esses enunciados exigem validação, a qual, conforme já comentado é essencial para se considerar um conhecimento como científico. Um dos critérios de validação é a qualidade do conhecimento científico de ser “falseado”ou “refutado”pela experiência.

Embora a possibilidade de refutar ou falsear um resultado seja decisivo para considera-lo científico trata-se apenas de “conceber situações empíricas de refutação”e não necessariamente de sua concretização. Enquanto não for demonstrada a falsidade do conhecimento este continua a ser considerado válido. Trata-se, portanto, de formular experimentos que testem a validade do conhecimento.

Além do critério da refutabilidade há também critérios positivos de validação. Superpondo à teoria do fato a verificar (o esperado no experimental) uma teoria do procedimento de verificação (o observado) obtêm-se, entre outras informações indicações sobre os limites de aproximação da realidade e sobre os intervalos em que se pode confiar nos resultados. Este critério refere-se à validação de enunciados probabilísticos. O que o critério vai mostrar é a probabilidade de se encontrar tal ou qual resultado num dado intervalo. Este critério é importante porque um grande número de resultados empíricos deduzidos das teorias das ciências da natureza se apresentam sob a forma de probabilidades.

A Ciência propõe-nos enunciados verificáveis, mas não imutáveis. Por isso existe uma história da Ciência, ao longo da qual parte dos enunciados se modificou ou foi substituída.

As ciências formais são geralmente ditas exatas ou “hard”. Incluem-se nessa categoria a matemática, a física e a química, embora estas últimas, como ciências da natureza devessem ser consideradas ciências empíricas. A sua inclusão entre as ciências exatas, deve-se ao alto grau de matematização dos métodos que utilizam na investigação.

As ciências empíricas são ditas não exatas, naturais, ou “soft”. Entre estas está a biologia apesar de hoje em dia o tratamento dado aos resultados de vários tipos de experimentos, desde os utilizados na sistemática, na ecologia e até na biologia molecular serem altamente matematizados.

Outra classificação utilizada para as ciências separa Ciência básica, de Ciência Aplicada e de Tecnologia.

Um dos grandes problemas de quem estuda, formula, ou põe em prática políticas científicas e tecnológicas, é distinguir a pesquisa das atividades a ela relacionadas. A dificuldade não está em fazer a demarcação, mas em faze-la corretamente. Geralmente confunde-se a ciência com os artefatos resultantes de sua aplicação como quando se afirma que o rádio, o computador, ou a bomba atômica são resultados da ciência, simplesmente por se basearem em conhecimentos científicos. Na realidade são tecnologias que aplicam conhecimentos científicos.

O problema da demarcação entre Ciência e Tecnologia aparece sempre que se discutem políticas de desenvolvimento, em particular quando se discute a distribuição dos recursos, a serem aplicados no desenvolvimento.

Deixando de lado a problemática política, a Ciência pode ser classificada conforme seu objetivo final.

Ciência Básica é a que trata dos aspectos gerais ou fundamentais da realidade, produzida sem preocupação com suas aplicações a curto prazo. A designação de Ciência Pura é muitas vezes utilizada como seu sinônimo, no sentido de que é a investigação feita sem qualquer preocupação com a aplicação. Alguns autores e cientistas não apreciam essas designações por entenderem que a aplicação dos conhecimentos gerados pode ser apenas uma questão de tempo ou de oportunidade, como demonstrado à exaustão pela história da Ciência. Estas pessoas preferem chamá-la Ciência Fundamental, no sentido de que se dedica à procura dos fundamentos ou causas dos fenômenos observados.

Ciência Aplicada é a produzida com a intenção de aplicar seus resultados à objetivos práticos, ou seja, na técnica.

A Tecnologia, por outro lado, não é ciência. Para a tecnologia a ciência, no sentido de obtenção de conhecimento, não é um fim e sim um meio. A tecnologia não enriquece um dado conhecimento, ela aperfeiçoa um procedimento para aplicá-lo.

A esse trinômio, ciência básica, ciência aplicada e tecnologia poder-se-ia acrescentar ainda o fator econômico.

Para melhor entender os objetivos de cada um destes campos da atividade humana, pode-se exemplificar as etapas pelas quais passa a investigação.

A Ciência básica, seja teórica ou experimental propõe unicamente enriquecer o conhecimento humano, por exemplo através do estudo da biologia e distribuição de uma dada espécie vegetal.

A Ciência aplicada, teórica ou experimental, dedica-se ao estudo das eventuais propriedades dessa planta, seja para efeito do seu cultivo, utilização na alimentação, ou outras finalidades. Para fazer isso, a ciência aplicada utiliza os conhecimentos gerados pela ciência básica, tais como onde, quando e como obter a planta e a partir daí buscar novos conhecimentos, porém, não mais gerais sobre a biologia da planta, mas específicos, tais como tipo de solo para plantio, tipo de adubação, composição química de folhas ou frutos.

Estas etapas passam-se em laboratórios científicos. Daí caso haja interesse o material passa para os laboratórios industriais, onde os conhecimentos gerados pelas ciências básicas e aplicadas vão ser transformados em técnicas de produção, por exemplo, técnicas de extração, purificação e até de síntese de alguns dos componentes. Se deste laboratório passar-se à fábrica que produz em escala comercial as substâncias encontradas e purificadas, por exemplo aos laboratórios farmacêuticos, estar-se-á no campo da economia.

As três primeiras etapas são, na linguagem das políticas científicas, denominadas: Pesquisa e Desenvolvimento (P & D). Em geral, as duas primeiras são realizadas pelos cientistas, a terceira pelos técnicos. A quarta é em geral campo de engenheiros, embora nem sempre as coisas se passem exatamente assim.

Portanto, produtos industriais ou serviços resultantes da Ciência, não são exatamente produtos científicos ou Ciência. Aquilo que começa como pesquisa desinteressada pode terminar como mercadoria.

**Compromissos da Ciência**

Atualmente, como em nenhuma outra época há um grande fluxo da ciência básica para a aplicada, desta para a tecnologia e da tecnologia para econômica. Embora os quatro setores de produção sejam distintos e não devam ser confundidos, como um necessita do outro, pode ser difícil separá-los, ainda mais porque, atualmente, com relativa freqüência o seu desenvolvimento ocorre no mesmo espaço físico. Há empresas, principalmente no primeiro mundo, onde todas as etapas são desenvolvidas. No entanto, entre nós o reduto da pesquisa básica e mesmo da aplicada é a Universidade. O papel da Universidade torna-se, portanto, essencial para a hegemonia da nação. Costumava-se dizer que a Universidade e a loteria são as únicas catapultas sociais acessíveis ao povo do terceiro mundo. No que diz respeito à Universidade, isso está deixado de ser verdade.

O fato da produção do conhecimento científico estar de certa forma encadeado com a tecnologia e a economia, faz com que seja também inseparável da filosofia da Ciência e da Ideologia. Portanto, mesmo a Ciência básica não é inteiramente livre e descompromissada.

Apesar da classificação da Ciência em Básica e Aplicada, levar em conta os objetivos finais visados, os quais são bastante diferentes, costuma-se dizer que não há uma ciência aplicada, mas aplicações da Ciência básica. De fato não há diferença entre os enunciados de ambas. As pessoas que estudam a flora do País fazem Botânica, as que pesquisam os recursos vegetais fazem Botânica Aplicada, mas não há diferenças básicas nas metodologias aplicadas. Por outro lado, nenhum destes pesquisadores trata do processo de transformação dos vegetais em alimentos, drogas ou materiais de construção – esse é um assunto da tecnologia ou da engenharia e não científico.

Em resumo tanto o pesquisador que faz ciência básica, como o que faz ciência aplicada, utilizam o método científico para obter novos conhecimentos, porém, enquanto o pesquisador da ciência básica trabalha com problemas que lhe interessam por motivo de curiosidade a respeito da natureza, o pesquisador que faz ciência aplicada estuda somente problemas de possível interesse social. A diferença entre a Ciência (básica ou aplicada) e a tecnologia resume-se no fato de que enquanto a primeira propõe descobrir leis que possam explicar a realidade em sua totalidade a segunda propõe controlar determinados setores da realidade com a ajuda de todos os tipos de conhecimento, inclusive do científico.