Um Dia de Cientista

Realização:

GERDAU

CAPÍTULO 3

*Uma locomotiva de
jovens pesquisadores
investe em Ciência.*

CAPÍTULO
3

Vagão 3:

DOI: 10.17648/ufmg-monitoramento2019-3

*Uma locomotiva de
jovens pesquisadores
investe em Ciência*

Juliana Silva França, Rogério Parentoni Martins & Marcos Callisto

CONCEITOS-CHAVE

- 3.1 **Ciência:** conjunto de conhecimentos sobre a natureza obtidos por meio de pesquisas científicas.
- 3.2 **Cientista:** profissional que realiza pesquisas para obter conhecimentos sobre a natureza.
- 3.3 **Método Científico:** raciocínios lógicos de um cientista para avaliar se suas hipóteses são plausíveis.
- 3.4 **Hipótese:** afirmação sobre a possível causa da existência ou ocorrência de um fenômeno natural.
- 3.5 **Mapa mental:** diagrama utilizado para organizar ideias e conceitos necessários para executar um projeto de pesquisas científicas a partir de um conceito central.

E afinal, o que é Ciência?

Vamos começar este capítulo fazendo um exercício sobre nosso entendimento prévio do que é Ciência. Como podemos entender o que é Ciência? Vamos lá: Você conhece algumas características da Ciência divulgadas, principalmente, por meio de seus professores desde a Educação Infantil (3 a 6 anos). Ou, quem sabe, ainda mais novo, através de seus pais e dos programas de televisão que você assistia. É possível? Provavelmente sim e vamos tentar mostrar e dialogar sobre isso juntos, exemplificando por meio de nossas experiências mais comuns no dia a dia, em casa e na escola. Lembre-se das imagens de cientistas que você conheceu durante sua infância.

Iniciaremos mostrando alguns exemplos de cientistas que vêm sendo apresentados às crianças, por meio de programas de televisão, ao longo dos últimos 60 anos. Aliás, é melhor começar lembrando-se de histórias em quadrinhos. Na década de 50, apareceu pela primeira vez nas histórias de Walt Disney, o Professor Pardal, retratado como um importante inventor. Sim, esse é um dos cientistas das histórias em quadrinhos e, caso não tenha tido a oportunidade de ler sobre ele quando era criança, sugerimos que leia as revistas em quadrinhos de Walt Disney nas quais aparece esse personagem. Façamos deste momento um incentivo para que busque por revistas em quadrinhos (Walt Disney e Maurício de Souza, por exemplo), pois elas são um investimento positivo para que você possa desenvolver o hábito de leitura. Mas, continuando o nosso assunto sobre Ciência, além do Professor Pardal, Walt Disney também apresentou ao mundo, na década de 60, o Professor Ludovico, que foi outro exemplo de inventor ou de cientista.

E seguindo nesse caminho, de vários inventores-cientistas, daremos um salto até exemplos mais atuais, através de alguns cientistas apresentados em programas de televisão infantis (ou, se preferirem, de desenhos animados). A partir da década de 90, p. ex. fomos conhecendo por meio desses desenhos animados alguns jovens inventores-cientistas, como Dexter e Jimmy Neutron, você se lembra?! E os “mais atuais” Rick e Morty, protagonistas de uma ficção animada destinada a adultos e que também envolve um cientista, vovô Rick, cheio de problemas do cotidiano e ideias mirabolantes para resolvê-los. Bem, mesmo sabendo que talvez você tenha muitas outras ideias sobre cientistas passando por sua cabeça, todos esses exemplos servem para chamar a atenção de como foram nossas primeiras impressões sobre os cientistas. Normalmente, eles são caracterizados como gênios excêntricos, um pouco atrapalhados e, nem sempre, sabem exatamente o que estão querendo, não é verdade?! E a aparência? Geralmente, eles têm os cabelos despenteados, usam jaleco branco e, às vezes, têm bigodes, barba ou qualquer outra referência à imagem do físico Albert Einstein (como, p. ex. o sotaque alemão de Dexter).

E na sua escola? Seu professor é, para você, um cientista? Não apenas o professor de Ciências que te leva até um laboratório da escola para fazer experiências, mas todos seus professores (das disciplinas Português, Matemática, Geografia, Biologia, Filosofia), também seriam cientistas? Muitas vezes, não pensamos sobre esse assunto! Mas... sim! Todos seus professores em algum momento de suas carreiras passaram por atividades da Ciência, mesmo que não tenham seguido em frente no caminho de se tornar cientistas. Então, vamos lá: para você, o que seria Ciência e como definiria um cientista? Sua resposta para esta pergunta pode ser estabelecida a partir de sua avaliação crítica sobre várias definições (Box 3.1) e, nesse ponto, pretendemos elaborar o melhor significado possível para os termos “ciência” e “cientistas”.

Box 3.1 - Histórico de pesquisadores pioneiros e importantes publicações sobre a ciência Limnologia

Metodologia da Ciência

Alfonso Trujillo Ferrari - 1974

“**Ciência** é a sistematização de conhecimentos de um conjunto de teorias logicamente correlacionadas sobre o comportamento de certos fenômenos de interesse.”

Introducción a las técnicas de investigación social

Ezequiel Ander-Egg - 1978

“**Ciência** é um conjunto de conhecimentos racionais, certos ou prováveis, obtidos metodicamente, sistematizados e verificáveis, que fazem referência a objetos de uma mesma natureza.”

A Ciência por dentro

Newton Freire-Maia - 1998

“**Ciência** é um conjunto de descrições, interpretações, teorias, leis, modelos, visando ao conhecimento de uma parcela da realidade, através da metodologia científica.”

**Biologia
Ciência Única**

Ernst Mayr - 2004

“**Ciência** é o esforço humano para alcançar um entendimento melhor do mundo por observação, comparação, experimentação, análise, síntese e conceitualização.”

A etimologia da palavra CIÊNCIA (do latim *scientia* = conhecimento), assim como do verbo scire = saber, indica a origem mental do conhecimento, ou seja, poderíamos dizer que Ciência é uma atividade que se origina por meio de nossos pensamentos e concepções sobre os fenômenos que observamos. No Dicionário Houaiss você verá que a Ciência pode ser definida de diferentes maneiras, das quais selecionamos “processo racional usado pelo homem para se relacionar com a natureza e, assim obter resultados que lhe sejam úteis.” Da mesma forma, das várias definições apresentadas no Dicionário Aurélio selecionamos: “reunião de saberes organizados, obtidos por observação, pesquisa ou pela demonstração de certos acontecimentos, fatos, fenômenos, sendo sistematizados por métodos ou de maneira racional: as normas da Ciência”. Tente, p. ex. buscar o significado de Ciência em um dicionário online (www.dicio.com.br) e veja que, dificilmente, você terá acesso a apenas uma definição. Como podemos observar a definição conceitual de ‘Ciência’ não é simples e, muito menos, única.

A Ciência pode ser considerada um tipo de cultura que, semelhante a outros aspectos culturais (religiosos, artísticos, esportivos e filosóficos), visa o entendimento do mundo. A Filosofia poderia, ainda, ser considerada a “mãe da Ciência”, por ser mais antiga e por fornecer os princípios básicos do pensamento científico. A diferença é que, enquanto o filósofo procura entender o mundo através da observação, raciocínio e contemplação, o cientista procura entender o mundo por meio de observações e experiências sobre as causas dos fenômenos naturais. Mas, a Filosofia e a Ciência podem ser consideradas também como irmãs siamesas, onde se entende que, apesar de terem funções diferentes, elas, de alguma forma, se complementam. Aliás, para os filósofos gregos antigos, como p. ex. Aristóteles, Filosofia e Ciência eram tão complementares que eram chamadas de Filosofia Natural. Mas, quando dizemos serem complementares, significa que cabe à Filosofia discutir criticamente sobre os “princípios e ideias fundamentais” e que cabe à Ciência a “observação e a experiência”. Com tantos significados e teorias sobre o que é Ciência, seguiremos em nossa busca de um entendimento sobre onde se iniciou a Ciência e por que ela está associada à Filosofia, examinando um pouco de seu desenvolvimento em diferentes períodos históricos (Figura 3.1).

Figura 3.1 – Linha do tempo histórica (esquemática e simplificada) do desenvolvimento da Filosofia para a Ciência Moderna.

A Ciência no mundo ocidental atual, ou “Ciência Moderna”, embora seja bastante recente, tem sua linha histórica iniciada em tempos antigos (século VII a.C.), através de reflexões elaboradas por filósofos gregos. Na verdade, é muito difícil determinar o momento exato em que a espécie humana passou a acumular conhecimento, o que deve ter ocorrido gradualmente. Estas reflexões provavelmente ocorreram desde os primeiros contatos que membros de nossa espécie tiveram com animais e plantas e a partir da origem das Filosofias Naturais orientais e ocidentais. Mas, devemos destacar que a Ciência ocidental como hoje a conhecemos requer o emprego de raciocínio lógico que só conseguimos evidenciar através do surgimento da filosofia grega, como a Matemática desenvolvida por Pitágoras (cerca de 570 – 495 a.C.). Neste período, poderíamos mencionar outros importantes filósofos daquela época, mas vamos enfatizar apenas alguns que proporcionaram as principais mudanças ocorridas no desenvolvimento filosófico.

Começaremos por Platão (cerca de 428-327 a.C.) cuja filosofia enfatizava o conhecimento da essência das coisas e dos objetos. No mesmo período, Aristóteles (384-322 a.C.), que começou sua carreira como um discípulo de Platão, criou sua própria linha de pensamentos e passou a dar maior importância ao conhecimento obtido a partir da observação. De um modo geral, para Platão a essência está por trás da ideia (razão) de como devem ser os objetos, desconsiderando o papel de nossos sentidos por meio dos quais entramos em contato com a realidade. Para Aristóteles, a essência seria menos importante que nossas capacidades sensoriais pelas quais adquirimos informações diretas sobre as coisas e objetos do mundo. Aristóteles considerava que essas informações precisavam ser organizadas e catalogadas para auxiliar a compreensão sobre os objetos do universo. Com o fim do Império Romano, uma nova era filosófica liderada por Tomás de Aquino e Aurelius Agustinus (Agostinho de Hipona ou Santo Agostinho) fundiu as principais ideias filosóficas da época (principalmente as aristotélicas) com a Filosofia Cristã.

Com o poder político crescente da Igreja Católica, estas filosofias ‘eclesiásticas’ passam a ser consideradas verdades absolutas e inquestionáveis (dogmas). A partir das imposições dos dogmas, principalmente pelo poder dominante da Igreja sobre o conhecimento, o mundo ocidental mergulha rapidamente no que se denominou “Idade das Trevas” (Idade Média – Medieval, entre os séculos V e XV). Neste período, a Igreja considerava indagações sobre fenômenos naturais, que não fossem explicadas pelos dogmas, como frutos de bruxarias e poderes ocultos, o que inibia as iniciativas de explicações científicas. Durante este período, em que a humanidade sofreu uma verdadeira doutrinação, a Ciência conseguiu manter-se através dos árabes, que traduziram muito da Filosofia Grega para suas bibliotecas. Passados alguns séculos, Copérnico (1473-1543), com sua teoria de que a Terra movia-se em torno do Sol, trouxe uma transição abrupta no conhecimento e nas filosofias, o que não foi aceito de imediato. Algumas décadas mais tarde, no começo do Iluminismo ou do Renascimento (1571-1630), Johannes Kepler contribuiu para a fusão das ideias aristotélicas com as platônicas. Neste período, podemos também destacar Galileu Galilei (1564-1642), que foi como um marco da revolução científica que estava ocorrendo naquela época. Galileu rejeitou os dogmas impostos pela Igreja Católica e propôs o método de experimentação como

meio de adquirir conhecimento científico. Essa importante revolução científica tem seu auge em Isaac Newton (1643–1727), que propôs leis físicas que explicariam o funcionamento do universo. As leis de Newton acabaram por se tornar os fundamentos do conhecimento da Física Clássica.

Neste salto histórico, é importante sintetizarmos as descobertas e teorias de alguns dos principais cientistas de diferentes áreas e suas propostas, enfatizando a Ciência moderna como hoje a entendemos, conforme o conteúdo da Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Desenvolvimento científico da Grécia Antiga à Ciência Moderna, com destaque para 21 dos principais cientistas e suas teorias, descobertas e/ou crenças.

	Séculos	Nacionalidade	Formação	Teoria (s) / Crença (s)
Tales de Mileto	VII – VI a.C.	Grécia Antiga	Filósofo	Água: origem de tudo
Heráclito de Éfeso	VI-V a.C.	Grécia Antiga	Filósofo	Evolução: tudo muda
Platão	V - IV a.C.	Grécia Antiga	Filósofo	Razão: teoria das ideias
Aristóteles	IV a.C.	Grécia Antiga	Filósofo	Lógica: Método dedutivo
Ptolomeu	I – II	Egito	Filósofo	Geocentrismo: cosmos harmônico
Aurelius Augustinus (Santo Agostinho)	IV – V	Numídia – atual Argélia	Filósofo Teólogo	Cristianismo: verdades de fé
Nicolau Maquiavel	XV – XVI	Itália	Filósofo Historiador	Humanismo: homem como centro
Nicolau Copérnico	XV – XVI	Polônia	Filósofo Matemático	Heliocentrismo: sol no centro do Universo
Francis Bacon	XVI – XVII	Inglaterra	Filósofo Político	Raciocínio: método indutivo puro
Johannes Kepler	XVI – XVII	Alemanha	Astrônomo Astrólogo Matemático	Leis de Kepler: mecânica celeste

	Séculos	Nacionalidade	Formação	Teoria (s) / Crença (s)
René Descartes	XVI – XVII	França	Filósofo Físico Matemático	Cartesianismo: razão dubitativa, científica e subjetiva
Galileu Galilei	XV – XVI	Itália	Filósofo Astrônomo Físico Matemático	Heliocentrismo: sol no centro do Universo Criação do Telescópio Teoria da Cinemática: movimento não depende de massas ou forças
Carolus Linnaeus	XVII	Suécia	Botânico Zólogo Médico	Nomenclatura binomial Classificação científica
Isaac Newton	XVI – XVII	Inglaterra	Físico Astrônomo Alquimista Teólogo	Teoria da Gravitação Universal Dispersão da Luz Lei de Ação e Reação
Charles Robert Darwin	XIX	Inglaterra	Naturalista	Teoria da Evolução Seleção natural Seleção sexual
Ada Lovelace	XIX	Inglaterra	Matemática	Algoritmo a ser processado por máquina (futuro computador)
Marie Curie	XIX – XX	Polônia	Física	Radioatividade
Albert Einstein	XIX – XX	Alemanha	Físico	Teoria da Relatividade
Rachel Carson	XX	Estados Unidos	Bióloga	Consciência ambiental moderna
Stephen Hawking	XX – XXI	Inglaterra	Físico	Cosmologia teórica Gravidade quântica
Edward Osborne Wilson	XX-XXI	Estados Unidos	Biólogo Entomólogo	Popularização do termo Biodiversidade

O desenvolvimento científico que consideramos como Ciência Moderna foi gradual e baseado em fundamentações teóricas muitas vezes motivadas a partir do conhecimento empírico. O marco para o surgimento da Ciência Moderna é traçado até a Idade Moderna durante o que é conhecido como Revolução Científica, ocorrida na Europa entre os séculos XVI e XVII. Na Ciência Moderna, a observação e experimentação, como etapas do método científico, são consideradas como fundamentais para a compreensão do significado das teorias sobre a natureza. As etapas que se sucedem, com o objetivo de obter respostas motivadas pelas curiosidades e dúvidas dos cientistas, tendem a ser comprovadas, ou não, por meio de formulação de afirmações sobre a natureza dos fenômenos naturais (hipóteses). Este período em que a humanidade sai da época Medieval e entra na Modernidade, que durou pouco mais de um século (século XIV a meados do século XV), é conhecido como Renascimento, Renascença ou Renascentismo. A partir desse período, o conhecimento empírico leigo (obtido pela experiência dos artesãos) passa a se associar ao conhecimento científico, que se beneficia do uso de instrumentos e tecnologias, o que legitima a superioridade explicativa fornecida pela Ciência. Essa superioridade opunha-se à especulação e aos dogmas por meio da formalização e justificativa metodológicas. O Renascentismo foi uma espécie de transição para o Iluminismo (séculos XVII e XVIII), período em que ocorreu a radicalização das ideias desenvolvidas durante o Renascimento. É a partir desta Ciência, que conhecemos e que funciona nos tempos modernos, que iremos construir a nossa concepção sobre sua importância para a humanidade.

O papel da Ciência para o progresso da humanidade

O desenvolvimento da Ciência proporciona importantes descobertas e sua influência na vida cotidiana é destacada em várias áreas do conhecimento. A influência das descobertas científicas para o progresso humano tornou-se de tal forma indispensável, que fica difícil imaginarmos como seria o mundo atual sem as contribuições do conhecimento científico. A Ciência é responsável por descobertas que influenciaram o desenvolvimento de todas as tecnologias de que dispomos em nosso cotidiano (p. ex. a geladeira para conservação de alimentos) de tal modo que é quase inimaginável viver sem elas.

As descobertas realizadas por Galileu Galilei, só para citar um fato, apoiaram estudos sobre diversos fenômenos cujos entendimentos favorecem o êxito de viagens espaciais. Você imaginaria, p. ex. que as descobertas de Isaac Newton são responsáveis pela fabricação de aviões, carros, cinto de segurança e foguetes espaciais, tecnologias que hoje são, praticamente, corriqueiras? Por fim, a Teoria da Relatividade de Einstein, mesmo que não tenha sido totalmente aceita na época em que foi proposta pelo cientista, é, hoje, muito importante para o estudo sobre o tempo e sobre a luz, necessário para sabermos, entre outras coisas, lançar um satélite que orbite em torno da Terra. Estes são alguns dos muitos exemplos de como as teorias científicas deram impulso à criação e ao aperfeiçoamento das tecnologias que melhoram nossa qualidade de vida atual.

No Box 3.2, podemos observar algumas das principais descobertas de pesquisadores das “Ciências Biológicas”, indispensáveis para a melhoria da nossa qualidade de vida.

Box 3.2 - Exemplos de descobertas que foram responsáveis por avanços do conhecimento das Ciências Biológicas e para melhorar a qualidade de vida da humanidade.

<p>Microscópio Composto Crédito: Robert Hooke Avanço: Biologia Evoluiu para: descoberta das células, animais unicelulares, protozoários, bactérias, espermatozoides.</p>	<p>Vacina Crédito: Edward Jenner Avanço: Saúde Evoluiu para: erradicação da varíola no mundo; erradicação e controle de diversas doenças.</p>
<p>Moléstias Tropicais Crédito: Oswaldo Cruz Avanço: Saúde Evoluiu para: prevenção e controle de doenças tropicais, como a febre amarela.</p>	<p>Penicilina Crédito: Alexander Flemming Avanço: Saúde Evoluiu para: criação de novos antibióticos contra organismos mais resistentes.</p>
<p>A dupla espiral do DNA Crédito: Francis Crick e James Watson Avanço: Engenharia Genética Evoluiu para: decifrar o código genético após serem caracterizados os seus padrões universais e, que este código é basicamente o mesmo para todos os organismos vivos, salvo raras exceções.</p>	<p>Contagem de neurônios Crédito: Suzana Herculano-Houzel Avanço: Neurociência Evoluiu para: determinar uma forma de comparar o número de neurônios em cérebros de diferentes animais e, quantidade precisa de neurônios do cérebro humano: 86 bilhões.</p>

Descobertas e avanços científicos proporcionados pela diversidade atual de áreas de pesquisas científicas (o que provavelmente não são novidades para você) são tantos que seria praticamente impossível enumerá-los em apenas um único tópico deste capítulo ou mesmo em um único livro. Mas, é importante que tenhamos pelo menos uma visão abrangente destas áreas, para desconstruirmos aquelas imagens de cientistas descritas em revistas de quadrinhos e dos desenhos animados: cientistas despenteados, vestidos de jalecos brancos em um laboratório e executando misturas de coisas sem saber direito no que irão resultar. O CIENTISTA atual, que a partir da leitura desse capítulo devemos conseguir descrever, é aquele que usa a razão (raciocínio, aprendizado, compreensão, ponderação, julgamento) e a lógica (p. ex. formulação de hipóteses e outras operações intelectuais que visam determinar o que é ou não verdadeiro). Este tipo de cientista é o que pesquisa nas diversas áreas do conhecimento: Ciências Biológicas; Ciências da Saúde; Ciências Agrárias; Ciências Exatas; Engenharias e Computação; Ciências Humanas; Ciências Sociais Aplicadas; Linguagens e Artes, por exemplo.

Esperamos que até aqui você já tenha conseguido desconstruir um pouco a imagem do “Pequeno Einstein atrapalhado” dos desenhos animados e tenha consciência da diversidade de campos em que um cientista pode atuar. Nos preocupamos com isso porque, por algum período a partir deste momento, gostaríamos de lhe propor que inicie seu possível caminho como “Jovem Cientista”. Que tal começarmos a perceber e discutir as etapas que nos levarão a entender que podemos ser, ou que estamos sendo neste momento escolar, cientistas por um período? Vamos começar a compreender o que, na verdade, poderia nos tornar cientistas.

Seja nosso convidado especial a passar pela “Construção de uma experiência científica!” por meio de etapas que serão discutidas e trabalhadas de forma que, ao final deste capítulo, você possa tirar suas próprias conclusões sobre o que é Ciência e o que é um cientista. E, a partir de então, deixaremos como sua primeira missão, até o fim de sua leitura, responder:

Afinal, você gostaria de ser um cientista?

Para dar início à proposta de que você seria capaz de “se entender como cientista”, a partir deste momento começaremos a detalhar a nossa principal caracterização anterior da construção do processo de “ser um cientista”, a abordagem da Ciência Moderna por meio do entendimento sobre Método Científico.

O MÉTODO CIENTÍFICO é um conjunto de normas que serão empregadas para identificar os procedimentos que deverão ser utilizados para a realização de uma pesquisa científica. De modo geral, a proposta do método científico é termos um conjunto de regras básicas que serão utilizadas a fim de produzir novos conceitos, responder às nossas perguntas ou, talvez, corrigir ou ampliar conhecimentos já existentes.

O emprego do método científico se inicia com a observação atenta pela qual poderemos detectar algo que nos interessa conhecer (fenômenos físicos, químicos, biológicos, sociais, etc.). Em seguida, começamos a investigar quais poderiam ser as possíveis causas da manifestação do fenômeno, p. ex. físico, químico ou biológico que estamos interessados em conhecer. Aliás, os dois ingredientes básicos do processo de construção do conhecimento são a dúvida e a curiosidade (Figura 3.2). A dúvida seria como a maçaneta que permitiria abrimos a porta para o conhecimento e a curiosidade nos atira em direção ao conhecer. A partir desses dois ingredientes básicos, conseguiremos formular uma hipótese com o objetivo de compreender o fenômeno. Essa hipótese deve estar embasada teoricamente (arcabouço teórico). Se sua hipótese for amplamente comprovada, ela talvez possa até ser transformada em lei, como ocorreu com as “leis de Newton”. Ao contrário, se ela não for comprovada, ela poderá ser revista ou você poderá descartá-la e elaborar uma segunda hipótese, diferente daquela inicial. De modo geral, é importante ter em mente que, na Ciência, nada é “para sempre”, as causas dos fenômenos como hoje as conhecemos, com os refinamentos dos estudos e das tecnologias de investigação, amanhã poderão ser outras. Afinal, como Einstein demonstrou que Newton não estava totalmente correto, outro cientista poderá, no futuro, provar que Einstein também não estaria totalmente correto. Mas, para entender melhor como o método científico funciona, iremos demonstrar passo-a-passo o que você deverá fazer para desenvolver sua pesquisa científica.

Foto: Carlos Bernardo Mascarenhas Alves

Figura 3.2 – Ao observar a complexidade de um ecossistema aquático (p. ex. uma lagoa), nossos ingredientes básicos no processo de construção do conhecimento serão a dúvida e a curiosidade (problema a resolver) sobre quem são e como interagem os organismos que vivem nessa lagoa.

A abordagem científica atual é centrada em dúvidas inerentes ao ser humano, na busca de conhecimentos e respostas para suas diversas indagações. Afinal, por que a Terra é redonda e gira em torno de seu eixo e em torno do sol? Por que a água do mar é salgada? Por que alguns bichos têm rabo? Como é a qualidade das águas desta lagoa (Figura 3.2)? Essas são perguntas que, sob o ponto de vista da Ciência Moderna, podem ser respondidas com base na utilização do método científico.

Para propor, desenvolver ou, simplesmente, utilizar um método científico, você deverá conhecer a teoria que, até aquele momento, serve como orientação para que você possa tentar resolver sua dúvida. E esta teoria é constituída de um conjunto de conceitos cujas definições se referem ao fenômeno sobre o qual sua dúvida existe. É este conjunto de conceitos ou esta base conceitual da teoria (também chamado arcabouço da teoria) que você utilizará para embasar as hipóteses que responderão às perguntas sobre as causas do fenômeno observado. Para isso, precisaremos discutir o que a teoria significa para um cientista.

Teoria, no linguajar científico, tem um significado diferente de teoria na linguagem popular. Popularmente, entendemos que teoria refere-se a qualquer proposta para verificar algo sobre o qual não temos evidências concretas. Em outras palavras, trata-se de uma especulação. No caso do linguajar científico, a teoria tem mais relação com o nosso conceito de hipótese, sobre o qual trataremos a seguir. Para compreender o conceito popular de teoria, pense a seguinte situação: João chegou atrasado à aula. Qual seria a sua “teoria popular” para explicar a causa desse acontecimento ou fenômeno? Suponhamos que seja: João se esqueceu de colocar o despertador. Esta sua “teoria”, nesse acaso uma afirmação, no conceito popular é apenas uma especulação sobre a causa do atraso de João. É o que “você acha” (o que seria especulação). Essa afirmação poderia também ser sua hipótese para entender sobre a causa do atraso de João. Entretanto, hipótese e teoria tem uma conotação mais ampla no âmbito científico, como veremos a seguir:

E, vamos começar pela “*importância do nosso arcabouço teórico*”. Lembra-se o que significa arcabouço teórico?

O *arcabouço teórico* de um projeto científico seria o conjunto de ideias e conceitos que constituem a base ou o alicerce que fundamenta nossa pesquisa (Ciência). Pense da seguinte forma: você está disposto a executar uma pesquisa sobre a lagoa da Figura 3.2, mas ela é poluída já que, ao caminhar à sua volta, nota-se um cheiro desagradável. Se você quer executar esta pesquisa de forma coerente com os fundamentos da Ciência Moderna, você deverá, antes de qualquer coisa, justificar a importância e a consistência de seus pensamentos sobre esse fenômeno (o cheiro desagradável de uma lagoa que se situa na região em que moro). Afinal, não se faz pesquisa simplesmente por fazer, como talvez tenhamos entendido nos desenhos animados. Uma pesquisa científica deve ser baseada em um arcabouço teórico, que vai sendo, aos poucos, confrontado com a realidade. Neste sentido, é importante você desmembrar seu problema específico, a fim de buscar possíveis soluções, preferencialmente a partir de mais de

uma perspectiva. Portanto, para criar um arcabouço teórico forte para entender o seu problema, você deve procurar textos que tratem sobre seu tema de interesse, baseando-se em diferentes leituras e em diferentes opiniões (Figura 3.3).

Foto: Carlos Bernardo Mascarenhas Alves

Figura 3.3 – Diferentes questões que podem ser avaliadas para montagem de um arcabouço teórico robusto sobre os fenômenos que estariam relacionados ao cheiro desagradável que vem dessa lagoa.

Antes de propor o método que será utilizado para investigar o que está provocando aquele odor desagradável, você deve entender o porquê disto pode estar acontecendo, ou seja, esse odor já foi observado por alguém? É comum ocorrer este tipo de odor em outras lagoas? Esse tipo de odor poderia também ocorrer em outras lagoas nesta época do ano ou ocorre apenas na lagoa que estou observando? Qual seria a lacuna de conhecimentos que teríamos sobre este tema? Você conseguirá perceber que, com o conhecimento pré-existente, você poderá concluir que sua pesquisa não tem fundamento (ou não trará nada de novo). Ao contrário, você poderá seguir sua linha de raciocínios para tentar suprir a falta de conhecimento sobre o fenômeno em questão, ou seja, afinal, por que, até o momento, ninguém avaliou o que de fato está acontecendo

na região de entorno da lagoa? Penso que, ao invés de pesquisar a qualidade da água (em nosso exemplo sabemos pelo conhecimento da literatura científica que outros pesquisadores já o fizeram), devo olhar se está sendo despejado algum esgoto na lagoa. Note que esse é um exemplo muito simplificado, e não pense que as pesquisas não serão necessárias porque todo mundo já sabe sobre tudo. Muito pelo contrário, não faltarão lacunas sobre conhecimento, teorias e leis a serem confrontadas. Nossa curiosidade e sede por conhecimentos não será resolvida por apenas um pesquisador, ou por apenas um método. Queremos saber, queremos acreditar, queremos comprovar, estas são características humanas típicas e que nós já nascemos com elas. O que importa nessa história é, principalmente, que, trabalhando dentro do contexto de teoria, é possível entender a causa dos fenômenos que observamos na natureza. A formação de um conjunto de evidências empíricas (baseado na experiência e na observação) pode ser usada para examinar o grau de veracidade das teorias (lembre-se do que foi mencionado anteriormente sobre Newton e Einstein). Porém, elas são importantes como um primeiro passo de um processo de construção do conhecimento. A partir do conhecimento prévio, obtido por outros cientistas, nosso arcabouço teórico deve seguir na linha das bases teóricas científicas, que serão um conjunto de conhecimentos relacionados a um determinado problema de seu interesse, seja ele conceitual ou prático. A estrutura de uma teoria é formada pelos seguintes elementos principais: evidências, perguntas, hipóteses e previsões. Vamos, a partir daqui, tentar entender seus significados.

Evidências são nossas observações concretas sobre a natureza e que também podem ser chamadas dados ou fatos. P. ex. podemos observar que algumas folhas de uma planta estão picotadas mas as de outra planta próxima não estão. Isto nos leva a tentar descobrir porque esse fenômeno está acontecendo apenas em uma das plantas.

A observação destas diferenças entre plantas que estão próximas poderá levantar alguma curiosidade: por que apenas uma das plantas perdeu pedaços de suas folhas? E esta curiosidade gerou, portanto, uma pergunta sobre o nosso tema de interesse, induzida em consequência de nossa observação.

Como resultado de nossa curiosidade e observação, podemos construir a hipótese que a planta com as folhas que perderam pedaços deve ser mais susceptível ao ataque por herbívoros (lagartas, formigas, entre outros) e, portanto, ela está sofrendo herbivoria por algum destes organismos. Esta ideia seria a nossa *hipótese* para investigar a razão pela qual apenas uma das plantas estaria sendo comida por herbívoros. A HIPÓTESE é, portanto, uma afirmação sobre uma possível resposta para nossa pergunta.

Para verificar se nossa hipótese, proposta a partir de uma observação concreta, correspondente à realidade, normalmente fazemos previsões que podem ser testadas empiricamente e, assim, seguimos em busca de outras evidências. A *previsão* é o que esperamos observar, caso a hipótese em questão seja adequada para responder nossa pergunta. Nesse caso, podemos prever que talvez as folhas da planta atacada, por serem mais finas, seriam mais fáceis

de serem picotadas pelos herbívoros. Poderíamos, p. ex. examinar folhas de cada uma das plantas, com o propósito de observar se a que não está sendo atacada seria um pouco mais grossa que a outra e que, por isso, ofereceria maior resistência a ser cortada. Em seguida, podemos tentar rasgar a folha que supostamente seria mais resistente, verificando se teríamos mais dificuldades em despedaçá-la em comparação à resistência da folha mais fina (Figura 3.4).

Figura 3.4 – Exemplo de evidência, pergunta, hipótese e previsão para verificar uma observação sobre a razão de algumas folhas de plantas em mesmas condições ambientais sofrem herbivoria (p. ex. cortadas por lagartas ou formigas).

Ter evidências, perguntas, hipóteses e previsões bem determinadas, embasadas por um arcabouço teórico, é um passo muito importante de aplicação do método científico. Com essa teoria bem determinada, você terá o que chamamos de um bom arcabouço, tanto metodológico quanto científico, ou seja, bem simplificada, você saberá exatamente o que está procurando e, portanto, terá maior chance de obter respostas concretas. Porém, para o desenvolvimento de um projeto científico, você precisará de outras importantes etapas: para que sua interpretação dos resultados da pesquisa seja bem aceita pela comunidade científica, ela deve ter um arcabouço teórico forte. Um arcabouço teórico forte é delimitado no tempo e no espaço, definido com clareza e situado em seu momento histórico e cultural. Além disso, esse deve ser atrativo de modo que provoque em outras pessoas motivação e curiosidade para avaliar criticamente e aceitar sua teoria.

Se você já tem uma boa teoria, estará mais apto a definir o seu projeto científico mas, mesmo assim, sabemos que não é tão fácil. Se você quer começar de forma sistemática, poderá fazê-lo utilizando um mapa mental. O MAPA MENTAL seria um tipo de diagrama que pode auxiliá-lo como importante ferramenta para o seu brainstorm, ou seja, a “tempestade de ideias sobre causas de fenômenos”. E o que seria mesmo essa tempestade de ideias? A teoria fervilhando em sua cabeça... evidências... perguntas... hipóteses... previsões... tenho tantas coisas na cabeça que acho que vou me embaralhar na hora de explicar... Vamos colocar isso no papel, de forma sistemática, utilizando a técnica de construção de um mapa mental (Figura 3.5).

O mapa mental mostrará a relação entre os elementos de seu projeto (observação de evidências, pergunta de trabalho, hipóteses (uma ou mais), previsão (s)) que te apoie na confirmação, ou não, de que sua hipótese é adequada para explicar a causa do fenômeno em estudo. A ideia do mapa mental pode te parecer, à primeira vista, simplista demais, mas a sua utilização é uma ferramenta muito importante na proposição de um projeto, ajudando-o a organizar suas ideias. Você deve entender o uso do mapa mental como a descrição de como funciona seu raciocínio. Embora seu cérebro faça coisas extremamente complexas, ele trabalha a partir de princípios bastante simples. Dessa forma, mapas mentais são ferramentas divertidas e que facilitarão o desenvolvimento de sua carreira científica, por trabalharem a favor de seu cérebro e não contra ele.

Com base nos conhecimentos adquiridos ao longo deste Capítulo 3, você pode se orientar sobre aspectos a serem incluídos em um projeto de pesquisas e sua estrutura através do Box 3.3.

Figura 3.5 – Exemplo esquemático dos elementos de um mapa mental sobre um projeto científico.

Box 3.3 – Estruturação de um projeto de pesquisa com base nos aspectos a serem abordados em cada etapa.

Introdução Determinação do seu referencial teórico: por que pesquisar?	<ul style="list-style-type: none">• Problema a ser investigado,• Justificativa para essa investigação,• Hipótese (s) e previsão (s)• Objetivo para desenvolver esta pesquisa?
Metodologia Procedimentos que você utilizará nesta investigação: pesquisa experimental, teórica, empírica?	<ul style="list-style-type: none">• Onde será realizado?• Como será realizado?
Cronograma Programação de etapas para realizar a pesquisa: qual o período necessário para planejar, executar e elaborar?	<ul style="list-style-type: none">• Quando realizarei• Quando terei resultados
Resultados Esperados Expectativas em relação ao projeto em um sentido amplo: você aposta em sua hipótese? Por quê?	<ul style="list-style-type: none">• Quais novidades os resultados trarão para ampliar o conhecimento sobre o tema?• Como os resultados poderão tornar melhor a vida das pessoas?• Que implicações maiores o seu projeto terá, seja para o avanço da ciência ou para a resolução de problemas práticos da sociedade?
Referencial Bibliográfico Base do meu arcabouço teórico	<ul style="list-style-type: none">• Quais as leituras apoiaram na proposta deste projeto?

E, para finalizar o nosso capítulo com uma ideia do que está sendo a nossa proposta de sua “Experiência Científica”, deixaremos para você um diagrama apresentando as etapas do método científico abordadas neste Capítulo 3 (Figura 3.6). Continue exercitando seu cérebro conosco para que possamos propor que você seja também um “Jovem Ecólogo” e mais ainda, um “Jovem Ecólogo Aquático”.

Figura 3.6 – Diagrama simplificado com a abordagem do método científico.

Vamos exercitar nossos conhecimentos?

Você pode montar “mapas mentais” em www.lucidchart.com e trabalhar suas ideias com foco em um método científico. Esta proposta pode ser elaborada com base nas diferentes disciplinas que você está estudando e sobre a principal curiosidade que cada uma delas lhe despertou. A partir daí, que tal discutir com sua turma e professores quais são as principais dúvidas e soluções propostas para o enriquecimento de seus conhecimentos adquiridos em sala de aula?

Você sabia que...

No Brasil, as principais Agências de Fomento em Pesquisa são CNPq e CAPES.

O CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) foi criado em 1951 como Conselho Nacional de Pesquisas (até 1974) e vem atuando como uma das instituições mais sólidas na área de investigação científica e tecnológica entre os países em desenvolvimento. Este é um órgão ligado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) para incentivo à pesquisa no Brasil.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) também foi criada em 1951 e é uma fundação vinculada ao Ministério da Educação (MEC) do Brasil que atua na expansão e consolidação da pós-graduação “stricto sensu” (mestrado e doutorado) em centros de pesquisa e universidades de todo o país.

Por causa de uma grave crise econômica que vem se desenvolvendo desde 2010, os investimentos em Ciência e Tecnologia já são 54% menores em 2018. No atual cenário de crise econômica, há uma perspectiva negativa sobre o que pode acontecer com a Ciência no Brasil. Os cortes no orçamento já afetam pesquisa e desenvolvimento e ameaçam provocar um verdadeiro apagão científico no país.

Este exemplo, extremo, nos chama a atenção para importância dos conhecimentos adquiridos neste Capítulo 3. A partir de agora, você já tem muito mais conhecimento da importância da Ciência para entender, discutir e propor ações que apoiem o bom funcionamento da pesquisa no país e que resultem em novas tecnologias e informações importantes para aperfeiçoar o bem estar da população.

Conceitos Importantes em Ciência - Capítulo 3

Aristotélico: que segue a teoria do filósofo grego Aristóteles.

Doutrinação: ato ou resultado de instruir de acordo com uma determinada crença como a única opção.

Eclesiástica: que se refere ou pertence ao âmbito da igreja ou de seus sacerdotes.

Empírico: é um fato que se apoia somente em experiências vividas, na observação de coisas.

Experiência: para a Filosofia, qualquer conhecimento obtido por meio dos sentidos; para o método científico, experimentação, prática de testar.

Fatos: acontecimentos cuja realidade possa ser comprovada; verdade.

Fenômenos: acontecimento observável, particularmente algo especial (literalmente “algo que pode ser visto”, derivado da palavra grega phainomenon = “observável”).

Filosofia: no período platônico, investigação da dimensão essencial do mundo real, ultrapassando a opinião espontânea do senso comum.

Inventor: aquele que, por sua engenhosidade, estudo, inventividade, cria ou criou algo novo, original.

Lacuna de conhecimentos: espaço ainda não desvendado de possíveis conhecimentos empíricos.

Linha do tempo: maneira de visualizar uma lista de eventos em ordem cronológica.

Lógica: maneira específica de raciocinar de forma coerente.

Observação: ação de considerar com atenção as coisas, os seres, os eventos.

Platônico: que segue a teoria do filósofo grego Platão.

Pesquisa: ato de investigar, averiguar, explorar, descobrir um fato ou fenômeno.

Poder sensorial: poder de sentir; relativo às sensações.

Raciocínio lógico: processo de estruturação do pensamento de acordo com as normas da lógica que permite chegar a uma determinada conclusão ou resolver um problema.

Realidade: qualidade do que existe de fato.

Para acrescentar seus conhecimentos em Ciência e Método Científico...

Referências Bibliográficas - Sugestões de leitura:

- Ander-Egg, E. 1977. Introducción a las técnicas de investigación social: para trabajadores sociales. 1ª edição. Buenos Aires: Editoria Humanitas.
- Freire-Maia, N. 1998. A Ciência por dentro. 5ª edição. Petrópolis: Editora Vozes.
- Mapas Mentais. www.lucidchart.com - acesso em 20 fev. 2019.
- Mayr, E. 2004. Biologia, Ciência única. 1ª edição. São Paulo: Editora Companhia das Letras.
- Mello, M. Sobrevivendo na Ciência. www.marcomello.wordpress.com – acesso em 20 fev. 2019.
- Rangel, T. Estatística para Pesquisa Científica. www.rangel.eco.br – acesso em 20 fev. 2019.
- Russel, B. 1935. A Filosofia entre a Religião e a Ciência. 1ª edição. Londres: e-book.
- Serra, J. 2008. Filosofia e Ciência. 1ª edição. Covilhã: Editora Lusosofia Press.
- Trujillo, A. 1974. Metodologia da Ciência. 2ª edição. Rio de Janeiro: Editora Kennedy.
- Volpato, G. 2007. Bases teóricas para redação científica. 1ª edição. São Paulo: Editora UNESP.
- Wilson, E. 2013. Cartas a um jovem cientista. 1ª edição. São Paulo: Editora Companhia das Letras.