

PERGUNTA, HIPÓTESE E OBJETIVO: BASES DA PESQUISA CIENTÍFICA

Rogério Faria Vieira¹

¹Pesquisador da Embrapa à disposição da Epamig Sudeste.

Resumo: A ciência trouxe grandes transformações no mundo nos seus poucos séculos de vida. Neste capítulo, tentamos mostrar para o leitor como funciona a ciência, enfatizando a importância dos passos iniciais do estudo científico. Para tal, começamos por abordar a essência empírica da ciência e o papel das teorias nesse afã do ser humano em conhecer a natureza. Em seguida, mostramos que o método científico não é uma sequência rígida de procedimentos. Esperamos que esse preâmbulo ilumine especialmente a importância dos passos iniciais do método científico: fazer a pergunta, formular a hipótese e declarar o objetivo. O capítulo termina com um glossário em ordem alfabética para facilitar o entendimento de algumas palavras e termos.

Abstract: Science has brought about major transformations in the world in its few centuries of existence. In this chapter, we attempt to show how science functions, emphasizing the initial steps of scientific research. Accordingly, we began by explaining the essence of empirical science and the role of theory in the human quest to know nature. Next, we show that the scientific method is not a rigid sequence of procedures. We hope this preamble will especially illuminate the importance of initially asking questions, stating hypotheses, and declaring objectives. The chapter closes with an alphabetized glossary to facilitate understanding of some words and terms.

Palavras-chave: ciência, empírico, método científico, teoria, variável

Introdução

Textos sobre ciência são muitas vezes obscuros. Uma das dificuldades que temos para entendê-los é nossa ignorância em relação ao vocabulário específico usado nesses textos. Ademais, não damos a devida atenção a certas palavras ou frases cujos significados são relevantes para a apreensão da ideia. Por isso, para facilitar o entendimento deste capítulo por parte do leitor usamos duas estratégias para minimizar esses embaraços. Na primeira, palavras ou termos que possam estorvar nosso entendimento são esclarecidos entre parênteses ou sublinhados assim que forem usados pela primeira vez no texto. O significado da palavra ou termo sublinhado é fornecido no glossário no final deste capítulo. Na segunda, palavras ou trechos do texto que exigem atenção especial do leitor são destacados (em **negrito** ou LETRAS MAIÚSCULAS).

Base empírica da ciência

A ciência proporcionou grandes transformações no mundo nos seus poucos séculos de vida. Basta imaginar como era a vida durante o século XVII em relação a como ela é hoje. A ciência também criou problemas, mas é com essa ferramenta poderosa, a ciência, que lutamos para reverter ou minimizar seus efeitos colaterais indesejáveis.

Ciência deriva da palavra latina *scientia*, que significa conhecimento baseado em dados demonstráveis e reproduzíveis, sua base empírica. A palavra **empírico** (derivado de experimento ou de observação da realidade) é a cara da ciência, porque mostra uma maneira de olhar o mundo e as pessoas de modo diferente da tradicional, que procura explicações apelando para a autoridade, para o senso comum ou para a razão. Por ter base empírica, não significa, necessariamente, que a informação gerada pela pesquisa científica seja verdadeira, mas essa informação certamente é mais verdadeira que a

informação originada da autoridade, do senso comum ou da razão. As **evidências** (informações que suportam ideia, opinião ou hipótese) empíricas são o centro do processo científico, que visa confrontar ideias com informações originadas de pesquisas. Sem o peso das evidências, as conclusões geralmente não têm valor científico.

A ciência é método objetivo, lógico e sistemático de análise de **fenômenos** (fato de interesse científico). O principal objetivo da ciência é conhecer a natureza; o da pesquisa científica é aumentar esse conhecimento. Na lógica científica, como no nosso dia a dia, procuramos conhecer a realidade para decidir se “**o modo como imaginamos o mundo**” coincide com “**o modo como o mundo é**”. Ou seja, a atividade central do método científico moderno é confrontar **observações** (obtidas de experimento) e **predições** (baseadas em teoria) com a realidade.

Em ciência, informações sobre a natureza originam-se de observações de situações incontroladas (por exemplo, quando e onde o Sol nasce) ou controladas (efeitos de espaçamentos entre fileiras de determinada espécie de planta na produtividade). Neste último caso, o ser humano controla a situação (determina os espaçamentos entre fileiras de plantas a serem testados), mas os resultados obtidos dependem da natureza. O controle humano da situação também pode ser parcial. Observações obtidas por meio desses diferentes níveis de controle podem ser logicamente comparadas com predições com o objetivo de checar a realidade.

Observamos usando os **sentidos** (visão, audição, paladar, cheiro, tato) associados a **instrumentos** (relógio, régua, balança, termômetro, microscópio, telescópio, espectômetro) que nos ajudam a medir com precisão e a observar com amplitude e detalhamento. Em seguida, traduzimos os dados brutos (obtidos pelo sentido ou com o auxílio de instrumentos) em observações que registramos verbalmente (por palavras), visualmente (por fotos ou desenhos) e matematicamente (por números).

Quando muitas evidências são acumuladas numa área do conhecimento, o entendimento sobre o fenômeno passa a ser uma teoria científica. Portanto, a teoria é uma tentativa humana de descrever e/ou explicar nossas observações do que acontece ou já aconteceu. **O propósito da ciência é a teoria**, e ela persiste até que evidências adicionais provoquem sua **revisão**.

Teoria descritiva e explicativa

A teoria descritiva se esforça em descrever o fenômeno, enquanto a teoria explicativa, além de descrevê-lo, também se esforça em explicar a causa do fenômeno.

Na teoria descritiva, as predições são feitas por generalização, em que se assume que “**o que ocorreu antes, em situações similares** (mas geralmente não idênticas), **ocorrerá novamente**”. Essa predição tem a lógica **dedutiva** (do geral para o específico) em que usa o “SE... ENTÃO”: “SE esta situação é similar a uma situação prévia (como previsto na teoria), ENTÃO podemos esperar um resultado similar”. Nesse caso, a lógica é dita dedutiva porque a predição parte do geral (teoria) para o específico (resultado ou observação). Por exemplo: com base em observações anteriores, que permitiram formular uma teoria, podemos prever quando e onde o Sol nascerá em determinado dia (observação específica).

A teoria explicativa esforça-se em explicar como e porque as coisas estão acontecendo em um sistema experimental pela descrição verbal, visual ou matemática da **composição** (o que ele é) e **operação** (o que ele faz) do sistema. Podemos usar esse modelo para fazer predições ao responder a esta pergunta: “**nesta situação, SE a composição-operação do modelo é verdadeira** (como previsto na teoria), **ENTÃO o que ocorrerá e o que será observado?**” Em ambos os tipos de teoria, descritiva ou explicativa, a **inferência** (apresentação da conclusão depois de conhecidas as premissas)

SE... ENTÃO é similar. Podemos conduzir um experimento mental pela reflexão: “**nesta situação, SE o sistema funcionar como esperado** (de acordo com a teoria) **ENTÃO observaremos X**”. O que escrevemos no lugar do X é a nossa previsão baseada na teoria. Quando os cientistas fazem uma inferência SE... ENTÃO, eles podem se deslocar do SE para o ENTÃO de diferentes maneiras. Os cientistas usam, no futuro, informações obtidas no passado ao estimar como similaridades e diferenças nas situações passadas traduzirão similaridades e diferenças nas observações. Ou, se a teoria inclui equação ou modelo, os cientistas podem substituir números na equação e calcular, ou “testar o modelo” mentalmente ou por simulação física ou computacional.

A inferência baseada na teoria sobre “o que ocorrerá e será observado” pode ser feita antes ou depois de as observações serem conhecidas. Quando a inferência é feita depois que as observações são conhecidas, a preocupação com vieses inconscientes ou tendenciosidades conscientes é maior, pois lógica inválida poderia ser usada na tentativa de harmonizar a inferência com as observações. Entretanto, inferências, independentemente de terem sido feitas antes ou depois de as observações serem conhecidas, são equivalentes, se cada uma delas for feita com lógica válida. Na ciência, ambas as inferências são denominadas previsão.

Teorias concorrentes

O alicerce do método científico é a observação da realidade. Pela observação e pelo uso da lógica, os cientistas podem decidir se a teoria sobre “**a ideia do modo como a realidade é**” corresponde “**ao modo que a realidade realmente é**”. Experimentos físicos nos permitem observar a natureza, enquanto **experimentos mentais** (estratégias imaginativas usadas por cientistas para investigar a natureza das coisas) nos permitem fazer previsões sobre o que ocorrerá na natureza.

Na checagem da realidade, os cientistas comparam observações com previsões baseadas em teorias. Se previsões e observações não coincidem, o cientista poderia rejeitar a teoria. Contudo, os cientistas devem ter cautela na rejeição da teoria, pois há a possibilidade de a informação obtida no estudo ser imprecisa. Previsão correta não prova que a teoria é verdadeira, porque outras teorias (concorrentes ou futuras) também podem fazer as mesmas previsões. Para diferenciar duas teorias, devemos observar o que ocorre em experimentos em que se impõem situações para as quais as teorias fazem previsões distintas.

Quando uma teoria faz previsões corretas em áreas amplas do conhecimento e teorias alternativas fazem previsões incorretas, a teoria correta, que deve ser repetidamente confirmada, é a “verdadeira”. Geralmente, fatores empíricos (baseados na checagem da realidade) são os que têm maior peso na avaliação da teoria. Entretanto, os cientistas também consideram nessa avaliação as características lógicas da teoria (consistência interna e estrutura simplificada) e conexões com outras teorias aceitas. Os cientistas também são influenciados por fatores culturais e pessoais (desejos, pressão de grupos, considerações práticas, visão filosófica e religiosa), mas a qualidade da ciência diminui quando esses fatores influenciam os resultados. Muitos estudiosos da ciência acreditam que não podemos, logicamente, provar que uma teoria é falsa ou verdadeira, mas podemos classificá-las de acordo com seu status. O status da teoria indica o nível de confiança que temos nela, e ele varia de muito baixa a muito alta.

Origem das teorias

Como surge uma teoria? Geralmente, cientistas trabalham com as teorias existentes, mas no início da história da ciência as teorias tiveram que ser geradas. O

processo de geração da teoria descritiva difere do processo da geração da teoria explicativa.

Uma **teoria descritiva** é gerada quando os cientistas reconhecem que um resultado particular ocorre regularmente em determinadas situações. Os cientistas descrevem a regularidade observada ao afirmar que “**nesta situação (quando __), __ocorrerá**”. Por exemplo: “**quando** um objeto é solto, ele caíra no chão”. Contudo, como há exceções (pássaros, balões não caem no chão quando soltos), temos que revisar a teoria geral: “em muitas situações, o objeto solto caíra no solo” e buscamos teorias (explicativas) que expliquem a razão pela qual alguns objetos caem e outros não.

Uma **teoria explicativa** geralmente é gerada por um processo de pensamento crítico no qual a imaginação é guiada pela lógica da realidade. Na predição, fazemos perguntas de causa-e-efeito: “**nesta situação, se estas CAUSAS estão operando, quais serão os EFEITOS observados**”? Esse questionamento invertido inspira um tipo de pesquisa no qual conduzimos experimentos mentais repetidos e, em cada experimento, avaliamos diferentes teorias na tentativa de produzir predições que coincidam com as observações. O objetivo é encontrar a teoria que, se “verdadeira”, explique o que tem sido observado. Há situações em que a distinção entre teoria descritiva e teoria explicativa não é clara; são as teorias semiexplicativas.

No dia a dia, os **cientistas raramente criam megateorias**, como a teoria da gravidade ou a teoria da evolução. O que os cientistas geralmente fazem é usar nos seus estudos teorias gerais aceitas, de modo a gerar subteorias em pequena escala. Ou, mais comumente, os cientistas aceitam as megateorias e subteorias desenvolvidas por outros cientistas para fazer observações e aprender mais sobre a natureza nos experimentos que planejam e executam.

Método científico

Existe um método científico? Se a palavra “método”, no singular, implica questionar se existe um único método usado do mesmo modo por todos os cientistas, a resposta é NÃO. Detalhes do método científico mudam com o tempo e a cultura, e variam de um ramo da ciência para outro. Logo, **não há nada que possa ser chamado de “o método científico”**, visto que flexibilidade criativa é essencial no pensamento científico. Entretanto, há passos inerentes ao método científico que são comumente usados por cientistas. Por estarem ligados a certas “leis da razão”, os passos empreendidos ajudam a minimizar influências de tendências pessoais, sociais e religiosas sobre os resultados. Por vezes, alguns dos passos são invertidos ou dados simultaneamente, ou são repetidos à medida que os experimentos são aprimorados. O método científico é forma crítica de pensar sujeita a **revisão e duplicação por outros cientistas independentes** para reduzir o grau de incerteza da informação. Logo, não há um método simples que todo cientista possa usar, mas cada método usado deve, no final, levar a uma conclusão testável que possa ser submetida ao falseamento; caso contrário não é ciência.

Os métodos usados por cientistas são planejados para serem funcionais, para atingir um objetivo. Esse objetivo é conhecer a verdade. Os cientistas querem construir teorias que correspondam à realidade, ou seja, que descrevam o que ocorre na natureza. Na caça por teorias “verdadeiras”, os cientistas usam observações, imaginação e lógica para gerar e avaliar teorias. Além de gerar e avaliar teorias, os cientistas planejam e executam experimentos, participam de congressos, trocam ideias com outros cientistas, escrevem projetos, leem artigos científicos e livros, etc. Todas essas atividades ajudam-nos a alcançar seus objetivos.

Como mencionado, o método científico (no singular, mas abrangendo todas as ferramentas disponíveis) não é uma sequência de procedimentos que deve ser seguida rigidamente, embora alguns desses procedimentos estejam presentes em muitas pesquisas. Independentemente do número de passos e do conteúdo de cada passo, o método científico é utilizado na maioria das ciências experimentais. Geralmente, o método científico inclui estes passos: observação, problema e definição da pergunta, formulação do objetivo e da hipótese, experimentação (teste da hipótese), avaliação e análise dos dados coletados para responder à pergunta ou testar a hipótese e, finalmente, publicação.

Dos passos supracitados, a proposta deste capítulo é abordar os primeiros passos do método científico, que, no nosso entendimento, são as fundações que suportam a construção dos muitos andares do conhecimento: a pergunta da pesquisa, a formulação da hipótese e a definição do objetivo da pesquisa.

Problema e pergunta

O início da pesquisa ocorre com a **formulação de uma pergunta de âmbito geral** ligada a um problema dentro de determinada área de pesquisa. Essa pergunta é seguida, se necessário, pela definição dos termos que a compõe. A definição exata de alguns termos clareia a pergunta, que, geralmente, começa com “como, o que, qual, quando, quem, onde, por que”. A formulação de pergunta associada a problema original, significativo e que fique dentro do orçamento disponível é atividade essencial na ciência. Esse primeiro passo do método científico assegura que os revisores do projeto conseguirão acompanhar o raciocínio embutido na proposta de pesquisa.

A pergunta surge da ânsia do pesquisador para explicar uma observação, como: “por que apenas o cultivar x não apresentou sintoma da doença”? O passo seguinte à formulação da pergunta é a procura, por parte do cientista, por informações sobre o assunto na literatura. Durante o **estudo da literatura**, um megaproblema é afunilado a um problema (pergunta mais específica) e, daí, a um subproblema e ação específica. Quanto mais **específica a pergunta**, mais fácil determinar os objetivos, as hipóteses e as previsões do projeto. Por exemplo, com base em reclamações de pescadores que atuam no Atlântico Norte, uma pergunta ampla como “o estoque de peixes do Atlântico Norte está declinando ou não?” poderia ser feita. Uma visão geral sobre esse tema pode ser obtida pela revisão da literatura, que pode indicar uma forma específica e fácil (como estudar apenas uma espécie de peixe) de responder a essa pergunta. Ou seja, a revisão de literatura aumenta nosso conhecimento sobre o problema e nos permite refiná-lo. A revisão de literatura também tem como objetivos evitar a repetição do estudo, aumentar o poder de argumentação sobre a necessidade da pesquisa e ampliar nosso conhecimento em relação às diferentes formas de conduzir a pesquisa.

Se, por intermédio da revisão de literatura, verificamos que a resposta à pergunta é conhecida, há a possibilidade de a pergunta inicial ser modificada (especificando condição/situação em que não há informação) para se colher, após a condução do estudo, resposta que possa somar informações à teoria. Quando se usa o método científico, formular boa pergunta pode ser difícil, mas, deve-se ter em mente que a qualidade da pergunta influenciará os resultados da investigação. É importante que a pergunta (específica) envolva algo que possa ser medido, o que significa dizer que ela deve ser respondível, ou seja, que as variáveis que compõem a pergunta possam ser medidas diretamente ou operacionalizadas (veja “conceito” no glossário). Exemplo de pergunta bem formulada: “como os corredores ecológicos influenciam o tamanho da população das espécies x e y que vivem em determinado *habitat* fragmentado Z”? Nessa

pergunta, “corredores ecológicos” é uma variável (a causa) e “tamanho da população das espécies x e y” outra variável (o efeito).

Como formular boas perguntas? Essa é uma pergunta difícil de responder, mas lembre-se de que **é sua missão ler e entender a literatura** de modo que o próximo passo (fazer a pergunta específica certa) seja óbvio. Logicamente esse processo é demorado, e criatividade e imaginação contam muito. Ter profundo conhecimento sobre sua área de atuação (como tendências atuais), estar atualizado com avanços tecnológicos, ter experiência prática, saber o limite entre o que se conhece e o que se desconhece, ou seja, saber identificar lacunas no conhecimento, são fatores essenciais para se formular uma boa pergunta. Com uma base forte de conhecimento, as perguntas surgem com mais facilidade em situações como: na leitura de artigo ou livro, em atividade prática, em conversa com outro pesquisador, etc. As teorias podem sugerir perguntas interessantes e orientar o estudo, mas as teorias não devem coibi-lo de explorar explicações alternativas. Você pode estar pensando que não está testando uma teoria. No entanto, se você tem uma expectativa de como sua pergunta de pesquisa será respondida (hipótese), então **você tem uma teoria em mente**.

Boa fonte de perguntas são as **áreas polêmicas do conhecimento**. Se, dentro de um assunto específico, as conclusões dos artigos não coincidem ou são antagônicas, examine os artigos com mais atenção para detectar falhas em um ou mais artigos. Como todo estudo tem falhas, o segredo é identificar falhas que possam influenciar os resultados, pois essas falhas podem ser a razão dos resultados distintos. Todo estudo exige certas pressuposições. É possível que as falhas de alguns artigos estejam nas pressuposições. Se for esse o caso, procure determinar quais pressuposições são questionáveis. O fruto desse raciocínio crítico pode gerar boa pergunta de pesquisa.

Se não há polêmica nos resultados sobre determinado assunto, procure por artigos em que os resultados foram **inesperados** ou não foram **bem entendidos**. Leia os resultados com cuidado à procura dos motivos que os expliquem. Se nada óbvio vier à tona, atente no delineamento experimental do estudo, que pode revelar as razões dos resultados. Desse tipo de leitura crítica da literatura também costumam surgir boas perguntas.

Deve-se ter em mente que a formulação de muitas perguntas aumenta a complexidade do delineamento experimental e da análise estatística do estudo, e pode comprometer as conclusões, pois os resultados podem não dar suporte ao cientista para responder adequadamente múltiplas perguntas. Ademais, a menos que o time de cientistas seja grande e a verba para pesquisa ilimitada, é impossível conduzir pesquisas de âmbito geral. Quando surgem várias perguntas, uma boa forma de iniciar o processo é escrever essas perguntas. Em seguida, escolha uma ou duas perguntas com base em relevância (permita mais avanços no conhecimento).

Na verdade, a estratégia mais eficaz é formular uma única pergunta primária, clara e precisa, em torno da qual o estudo será planejado. Uma boa pergunta deve especificar a população-alvo (“que vivem no *habitat* fragmentado Z” é a população-alvo da pergunta supracitada) e seguir certos critérios para aumentar a chance de a pesquisa ser conduzida com sucesso. Entre esses critérios estão **viabilidade** (corpo técnico, estrutura física, tempo, verba e foco são adequados?), **atratividade** (responderá a uma pergunta intrigante?), **novidade** (pretende confirmar, refutar ou estender resultados anteriores?), **relevância** (o estudo gerará novas informações?) e **ética** (o estudo obedece ao padrão ético da comunidade científica?). Uma pergunta de pesquisa que não tenha sido adequadamente analisada quanto à viabilidade, à relevância e ao interesse que pode provocar na comunidade científica, compromete a qualidade do estudo e a chance de o manuscrito (texto enviado para a revista) ser aceito para publicação.

A definição da população-alvo na pergunta facilita a interpretação e generalização dos resultados. Um estudo com população-alvo restrita reduz vieses e pode aumentar a validade interna, mas limita a validade externa do estudo, ou seja, restringe a generalização das conclusões. No entanto, estudo com população-alvo extensa permite generalização ampla (maior validade externa), mas pode aumentar vieses e reduzir a validade interna.

Hipótese

Antes de abordarmos a formulação da hipótese dentro do método científico, vamos primeiro entender o seu papel num contexto mais geral da ciência. Havíamos afirmado que o propósito da ciência é a teoria. Logo, é essencial entendermos a conexão entre teoria e hipótese.

A **teoria sumariza uma hipótese ou um grupo de hipóteses que tem tido suporte de resultados de vários estudos**. Basicamente, se são acumuladas evidências que suportam a hipótese, então a hipótese torna-se aceita como boa explicação do fenômeno e é denominada teoria. Para uma hipótese tornar-se uma teoria, testes rigorosos devem ser conduzidos em múltiplas disciplinas e por grupos distintos de cientistas. O termo “teoria geral” é usado para teorias amplas (teoria da evolução, por exemplo), mas toda teoria é definida, em diferentes extensões, como geral. Logo, cientistas não criam teorias, mas podem formular hipóteses, as quais podem dar origem a teorias.

A teoria é composta por leis. Estas, juntas, explicam um conceito amplo (teoria). Por exemplo: “a toda ação há sempre uma reação oposta e de igual intensidade” é uma das leis de Newton. Essa lei é uma das que fazem parte da teoria geral da gravitação universal. A teoria pode ser usada para interpretar, criticar e unificar leis estabelecidas, para modificar leis e adequá-las a dados não previstos quando de sua formulação e para orientar a tarefa de descobrir generalizações novas e mais amplas.

Formulada a pergunta, o próximo passo é reduzi-la a uma ou mais hipóteses testáveis que se baseiam em teorias (no que se conhece atualmente), ou seja, a hipótese deve estar fundamentada, até certo ponto, no conhecimento atual. Algumas perguntas podem ser respondidas com uma simples hipótese, embora experimentos complicados possam ser necessários para testá-la. Outras perguntas podem ser mais bem respondidas se desmembradas em múltiplas hipóteses, que podem ser testadas individualmente, em paralelo ou em série. **A formulação da hipótese é tão importante como a formulação da pergunta**. Se você não for capaz de formular hipótese testável, você ainda não entendeu a pergunta que quer responder.

Hipótese é uma tentativa de explicar nossa observação da realidade com base no conhecimento obtido durante a formulação da pergunta. A hipótese é formulada antes do início do estudo na forma de sentença afirmativa, que é posteriormente colocada a prova nos experimentos para determinar sua validade. Logo, hipótese é a resposta provisória a uma pergunta que, uma vez respondida, acrescentará informação à teoria atual sobre o assunto. Hipótese é ferramenta poderosa para o avanço do conhecimento porque, embora formulada pelo homem, ela pode ser testada (correta ou incorreta) à parte dos valores e crenças do homem. Qualquer teoria, se realmente for uma teoria, terá muitas implicações para serem testadas. Logo, ela gerará (com nossa ajuda, naturalmente) muitas hipóteses testáveis. A hipótese pode ser aceita ou rejeitada depois de investigada. Por isso, ela deve ser expressa com variáveis passíveis de serem submetidas a testes empíricos.

A hipótese deve levar a uma **predição**, que se origina do conhecimento atual (teoria). A predição é o que esperamos que aconteça caso a hipótese seja verdadeira. A

predição ajuda o pesquisador a determinar as variáveis a serem medidas ao permitir entrever os resultados que serão obtidos.

Exemplo:

- a) **Hipótese:** Conectividade entre fragmentos de mata aumenta o tamanho da população das espécies x e y.
- b) **Predição:** Se a conectividade entre fragmentos de mata influenciar o tamanho da população das espécies x e y, então o número de indivíduos será menor em áreas fragmentadas que em áreas com os fragmentos conectados por corredores ecológicos.

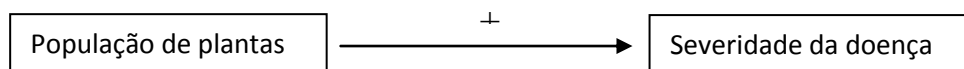
Geralmente a hipótese tem a forma “x causa y”, ou seja, a variável x é a **causa** da variação da variável y, o **efeito**.

X (causa) \longrightarrow y (efeito)

ou “x está relacionado com y” (x e y são **variáveis correlacionadas**, ou seja, nenhuma delas é a causa da outra).

x \longleftrightarrow y

Com base nesses dois casos, podemos afirmar que a hipótese faz uma afirmação (a ser testada) da **relação entre variáveis**. Além de indicar a relação entre as variáveis, a hipótese também especifica **de que forma as variáveis estão relacionadas**.



O sinal + indica que o **aumento** da população de plantas (variável independente ou causa) causará **aumento** da severidade da doença (variável dependente ou efeito), mas essa relação entre variáveis também pode ser indicada por sinal negativo (-), ou seja, enquanto uma variável **umenta** a outra **diminui**. A descrição clara da hipótese é desejável.

Pergunta e hipótese são semelhantes. Uma diferença entre elas é que a hipótese geralmente é mais específica que a pergunta e está mais intimamente relacionada com as operações de pesquisa. Ambas enunciam relações entre variáveis, mas enquanto o problema é uma sentença interrogativa, a hipótese é uma sentença afirmativa. A hipótese não é apenas um enunciado repetitivo da formulação do problema, mas sim uma afirmação que se faz para solucioná-lo; é uma solução provisória proposta como sugestão no processo de investigação do problema.

São características desejáveis da hipótese:

- 1) Ser clara, específica e indicar uma relação entre variáveis,
- 2) Ser sugerida e verificada pelos fatos,
- 3) Não contradizer a “verdade” (ou teoria) aceita,
- 4) Fornecer explicações provisórias verificáveis,
- 5) Servir de foco para a condução da pesquisa.

Qual a diferença entre **hipótese de pesquisa** e **hipótese estatística**? A hipótese de pesquisa é formulada acerca do comportamento da população e é enunciada depois da formulação do problema na *Introdução* do projeto ou do artigo científico. A hipótese estatística é baseada no teste de hipóteses, o qual permite decidir pela aceitação ou rejeição da hipótese de pesquisa com base na informação obtida na amostra. Logo, uma

decisão sobre a hipótese estatística (da amostra) permite uma decisão sobre a hipótese de pesquisa (da população).

A hipótese nula (H0) nega a hipótese de pesquisa. É H0 que tentamos falsear com as informações obtidas nos experimentos. Geralmente, o objetivo do cientista é rejeitar H0. Se rejeitarmos (ou falsearmos) H0, geralmente com o auxílio da estatística, a alternativa é aceitar a hipótese alternativa (H1). Esta, sim, é que sustenta a hipótese de pesquisa. Entretanto, geralmente o seu estudo tem valor, independentemente de as hipóteses estatísticas serem aceitas ou não, pois os resultados publicados serão úteis para outros cientistas darem um passo adiante rumo ao desconhecido.

Objetivo

Depois de decidir o que estudar e saber a razão pela qual o estudo é necessário é o momento de redigir os objetivos do estudo. Por exemplo, se o problema geral identificado é “baixo uso de fossas sépticas na área rural”, o objetivo geral do estudo poderia ser “identificar as razões do baixo uso de fossa séptica na área rural”. Nos artigos científicos, os objetivos do estudo geralmente são explicitados, o que nem sempre ocorre com as hipóteses.

Os **objetivos descrevem o que se pretende alcançar com o estudo**, se a hipótese for verdadeira. Portanto, os objetivos, algumas vezes separados por objetivo geral e objetivos específicos, indicam o que se espera aprender ou onde se pretende chegar com a pesquisa. Os objetivos refletem as variáveis identificadas no problema e, portanto, permitem que se vislumbrem a hipótese e a pergunta. Os objetivos também servem de foco para o cientista e permitem a organização do estudo em partes bem definidas. Ademais, objetivos bem definidos ajudam o cientista a evitar a coleta de dados desnecessários para resolver o problema identificado.

É importante, durante a redação de tese ou artigo científico, que o **objetivo do estudo tenha harmonia com a conclusão**. A falta de harmonia entre objetivo e conclusão é erro comum, especialmente em teses.

Objetivos bem feitos têm estas características:

- 1) são consequências lógicas da revisão de literatura e do problema apontado;
- 2) são alcançáveis com os dados coletados nos experimentos;
- 3) são formulados com **verbos no infinitivo** como determinar, comparar, desenvolver, identificar, avaliar, etc. (deve-se evitar verbos de significado muito geral ou vago, como entender, estudar);
- 4) indicam as variáveis a serem investigadas;
- 5) fazem sentido para o leitor pouco informado.

Exemplos de objetivos:

- a) Avaliar os efeitos de corredores ecológicos no tamanho da população das espécies x e y.
- b) Nosso objetivo foi testar a hipótese de que raízes contribuem mais para o C do solo que igual quantidade de resíduos da parte aérea (*Agriculture Ecosystems and Environment* 141:184, 2011).
- c) O objetivo do presente estudo foi determinar o mecanismo inicial de resposta do azevém perene ao fósforo (*Annals of Botany* 107:243, 2011).
- d) Os objetivos deste estudo foram (i) desenvolver... (ii) comparar...(*Crop Science* 54:1, 2014).
- e) O objetivo deste estudo é comparar o balanço interno de nutrientes e a taxa de reciclagem de nutrientes em nove sistemas agroflorestais de cacau... Nossa hipótese é que o sistema cacau-floresta, conduzido em solo de alta

fertilidade, causará maior acúmulo de resíduos vegetais sobre o solo. (*Plant Soil* 383:313, 2014)

Literatura consultada

BALDUCCI, I. **Bioestatística e metodologia científica.** s/d. In: [Http://www.Ebah.com.br/content/ABAAAAPxkAA/bioestatística-texto-metodologia-cientifica](http://www.Ebah.com.br/content/ABAAAAPxkAA/bioestatística-texto-metodologia-cientifica) (acessado em 18 de julho de 2016).

CALDWELL, R.; LINDBERB, D.; SCOTCHMOOR, J. et al. **How science works.** 2012. In: [Http://undsci.berkeley.edu/lessons/pdfs/how_science_works.pdf](http://undsci.berkeley.edu/lessons/pdfs/how_science_works.pdf) (acessado em 20 de julho de 2016).

CLOUGH, M.P.; KUUSE, J.W. **Characteristics of science: understanding scientists and their work.** In: [Http://storybehindthescience.org](http://storybehindthescience.org) (acessado em 10 de julho de 2016).

FARRUGIA, P.; PETRISOR, B.A.; FARROKHYAR, F.; BHANDARI, M. Research questions, hypotheses and objectives. **Canadian Journal of Surgery**, v.53, n.4, p.278-281, 2010.

GOODSTEIN, D. **How science works.** 2000. In: [Http://www.its.caltech.edu/~dg/HowScien.pdf](http://www.its.caltech.edu/~dg/HowScien.pdf) (acessado em 10 de julho de 2016).

McLELLAND, C.V. **The nature of science and the scientific method.** 2006. In: [Http://www.geosociety.org/educate/NatureOfScience.htm](http://www.geosociety.org/educate/NatureOfScience.htm) (acessado em 25 de julho de 2016).

RAY, W.J. **Methods toward a science of behaviour and experience.** Belmont, USA: Wadsworth CENGAGE Learning, 2012. 450p.

RUSBULT, C. **Integrated scientific method.** 1997. In: [Http://www.asa3.org/ASA/education/think/science.htm](http://www.asa3.org/ASA/education/think/science.htm) (acessado em 15 de julho de 2016).

SILVA, J.G.C. da. **Estatística experimental: planejamento de experimentos.** Pelotas: Brasil: Univ. Federal de Pelotas. 2007. 511p.

UNIT ONE: INTRODUCTION TO RESEARCH. s/d. In: [Http://www.soas.ac.uk/cedep-demos/000_P506_RM_3736-Demo/module/pdfs/p506_unit_01.pdf](http://www.soas.ac.uk/cedep-demos/000_P506_RM_3736-Demo/module/pdfs/p506_unit_01.pdf) (acessado em 20 de julho de 2016).

Glossário

Amostra – porção da população selecionada para o estudo. Numa pesquisa, geralmente usamos amostra para representar a população. Após a análise dos dados, podemos fazer uma inferência para a população com base nos resultados obtidos com a amostra. O ideal é que a amostra seja retirada ao acaso da população.

Autoridade – é o indivíduo que serve como fonte de conhecimento em razão de sua posição social ou política. Esses indivíduos podem ser religiosos, líderes políticos ou respeitados cientistas. Embora a opinião de uma autoridade tenha certa consistência, essa opinião pode não ser a verdade, ou seja, a autoridade pode estar equivocada.

Conceito (ou variável teórica) – imagem mental que unifica um conjunto de ideias. O conceito é um rótulo abstrato que representa um aspecto da realidade. Cada disciplina tem seus próprios conceitos. Estes têm significado amplo e são o ponto de partida para se empreender uma pesquisa. Conceitos são as bases das teorias e servem como meio de comunicar, introduzir, classificar e construir pensamentos e ideias. Por exemplo, “vigor da semente” é um conceito que abrange ideias ligadas à “força” da semente em gerar planta vigorosa. É impossível avaliar diretamente o conceito “vigor da semente”. Antes de começar uma pesquisa o conceito deve passar da forma teórica para a forma operacional, ou melhor, da forma abstrata para a forma concreta. Dessa forma, passamos a dispor de uma variável observável e medível. O processo de transformação da variável teórica em variável operacional é denominado operacionalização. O “vigor da semente” (variável teórica) é operacionalizado quando avaliamos as sementes pelos seguintes testes: frio, envelhecimento acelerado, comprimento de plântula, velocidade de emergência, condutividade elétrica, tetrazólio, etc. Como base nos resultados dos testes (geralmente mais de um) podemos, por fim, inferir sobre o vigor da semente. As variáveis operacionais constam do *Material e Métodos* e *Resultados* dos artigos científicos, enquanto as variáveis teóricas (ou conceitos) são comuns nas demais seções do artigo.

Conhecimento - são informações absorvidas, assimiladas e entendidas. Logo, o conhecimento vai além da informação, pois, além de ter um significado, ele tem uma aplicação. O conhecimento produz ideias e experiências que as informações por si só não são capazes de gerar. Se consideramos a informação como dados trabalhados, então conhecimento são informações trabalhadas.

Dados – são medidas ou observações tomadas de variáveis. Os dados não transmitem mensagem ou representam conhecimento (veja informação).

Falseamento – Falseabilidade é o nome dado por Karl Popper para descrever como a ciência deve ser exercida. A falseabilidade sugere que a ciência deve se preocupar em desaprovar ou falsear teorias por intermédio da lógica baseada em observações. Como isso é feito? Primeiro, desenvolve-se uma hipótese passível de falsificação. Por exemplo, a hipótese “os gansos são brancos” é falseada se ganso preto for encontrado durante a pesquisa. No entanto, a hipótese “Deus existe” não é passível de falsificação, ou seja, a hipótese não é testável. Segundo, após a formulação de hipótese testável, desenvolve-se o teste de hipótese. Terceiro, testa-se a hipótese em experimentos. Quarto, se a hipótese é falsa, o cientista desenvolve nova hipótese. Ao usar esse modelo, Popper enfatiza a ciência como um processo para eliminar teorias falsas.

Hipótese nula (H0) – nela, se afirma que não há diferença entre grupos de médias ou não há associação entre variáveis. Após a análise dos resultados, H0 é aceita (geralmente quando $P \geq 0,05$) ou rejeitada (quando $P \leq 0,05$). Se H0 for rejeitada, a hipótese alternativa (H1), que representa a hipótese de pesquisa, é aceita.

Informação – são dados analisados, ou seja, são dados dotados de relevância e propósito (veja conhecimento).

Lei – A diferença mais marcante entre lei e teoria é que a teoria é mais complexa e dinâmica que a lei. A lei governa uma única ação ou situação enquanto a teoria explica um grupo inteiro de fenômenos relacionados (atente para a Lei de Mendel em relação à Teoria da Evolução). A partir de certo estágio no desenvolvimento de certas áreas da ciência, as leis passam a fazer parte de teorias, que permitem estruturar as uniformidades explicadas pelas leis.

Modelo - hipóteses complexas sobre interações meteorológicas ou reações nucleares são melhores descritas na forma de um programa de computador ou equação matemática. Nesse caso, a hipótese ou teoria é denominada modelo. Os modelos têm sido importantes na ciência e continuam a ser usados para testar hipóteses e prever informações. Geralmente eles não são precisos, porque os cientistas podem não ter todos os dados. Logo, os modelos podem ser melhorados assim que novos dados são gerados.

População - grupo completo do qual a informação será colhida (veja amostra).

Pressuposição – Os estudos científicos envolvem pressuposições. Imagine que queremos testar uma substância A para controlar o crescimento de determinada bactéria. Para conduzir esse estudo, metade das placas de Petri é ocupada por mistura da substância A com meio de cultura para o crescimento da bactéria e metade por substância inerte B misturada com o mesmo meio de cultura. Em seguida, a bactéria é espalhada sobre o meio de cultura. Um dia depois as placas são examinadas para verificar se houve inibição do crescimento da colônia de bactéria com o uso da substância A. Nesse teste, fazemos estas pressuposições: a bactéria cresce no meio de cultura usado, a substância B não influencia o crescimento da bactéria, um dia é suficiente para a bactéria crescer. Essas pressuposições, se não forem justificadas por testes efetuados por outros cientistas, devem ser testadas em experimentos paralelos.

Razão – Razão e lógica são métodos básicos da filosofia. Usamos essa ferramenta todos os dias na tentativa de resolver problemas ou entender associações. No entanto, a razão sozinha nem sempre conduz a resposta verdadeira.

Senso comum – representa a experiência própria do ser humano que é acumulada ao longo do tempo. No entanto, nossas experiências e percepções do mundo podem ser bastante limitadas. Apesar de o senso comum nos ajudar a lidar com aspectos rotineiros, ele pode ser uma barreira na aquisição de conhecimento. A sugestão de Albert Einstein de que o tempo é relativo (parte da Teoria da Relatividade) é contrária ao senso comum.

Sistema – conjunto de elementos inter-relacionados e interdependentes que formam um todo.

Validade externa – em experimentos de causa-e-efeito, manipulamos a variável independente (x) e observamos efeitos na variável dependente (y). Se há evidências de que x causa y, deve haver garantia de que isso foi devido à intervenção do pesquisador, ou seja, devido à causa (x), e não a essa intervenção (x) associada a erros sistemáticos ou vieses. A validade interna responde à pergunta: há outra razão que explique os resultados?

Validade interna – Na pesquisa, procuramos relações causais que sejam verdadeiras não apenas para a amostra, mas também para a população-alvo. A pesquisa tem validade externa quando ela permite generalizar a conclusão do estudo para a população-alvo.

Variável – característica de um objeto ou indivíduo. Essa característica deve ter dois ou mais valores que possam ser medidos, contados ou observados. A maioria das pesquisas estuda relação entre variáveis. Na física, massa, peso, velocidade, energia, força, impulso, atrito são variáveis. Na agricultura, altura de planta, severidade de determinada doença, produtividade, massa de 100 grãos são variáveis.

Variável dependente – variável que pode variar (efeito) devido à manipulação da variável independente; são os resultados obtidos nos experimentos. É também chamada de variável resposta. Em gráficos, a variável dependente ocupa o eixo y. Exemplo: teor de boro na planta.

Variável independente – variável manipulada (causa) pelo pesquisador; são os tratamentos. Em gráficos, a variável independente ocupa o eixo x. Exemplo: doses de boro.

Vieses – fatores fora do controle do cientista que interferem nos resultados da pesquisa. São decorrentes da inadequação da especificação do problema, do delineamento experimental, da amostragem, da coleta e análise dos dados, da interpretação e da apresentação dos resultados. Logo, originam-se em qualquer estágio do processo de pesquisa.