

O DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO CIENTÍFICO

2 aula

META

Mostrar o papel dos experimentos em ciência como teste final obrigatório para comprovar uma hipótese.

OBJETIVOS

Ao final da aula, o aluno deverá: definir a importância da decisão científica sobre os fatos cotidianos; descrever como se propõe hipóteses através da indução; reconhecer falhas no método indutivo; determinar a importância na variação e na quantidade dos experimentos para comprovar uma hipótese; e definir o método analítico cartesiano e suas limitações.

PRÉ-REQUISITOS

O aluno deverá escolher alguns textos que afirmem comprovar casos "paranormais" como a existência de milagres, a visão de espíritos, ou a visita de seres alienígenas à Terra. Ler atentamente e refletir sobre eles. Que argumentos e fatos foram utilizados nessas comprovações? Você concorda com as afirmações dos textos? Posteriormente, o aluno deverá fazer anotações sobre o que o levou a essas conclusões.



1 - Hermes Trimegisto. 2 e 3 - Representações de alquimistas. (Fontes: <http://www.cdcc.sc.usp.br/>; <http://www2.ucaes.grupinvest>).

Na aula passada, falamos sobre a grande importância da Física e da ciência, de um modo geral, na sociedade moderna. Mas o que diferencia um cientista do cidadão comum? Como deve pensar e proceder um cientista? Quais são seus métodos para desvendar a natureza?

INTRODUÇÃO

Isso é o que nós vamos começar a discutir hoje!



Isaac Newton (Fonte: <http://www.arikah.net>).

Se eu fizesse a afirmação acima, ou seja, que eu estava na minha sala sozinha e vi um fantasma, você diria que:

- a) acredita na minha palavra, afinal eu devo saber o que digo, pois sou o professor dessa disciplina e escrevi este texto;
- b) acredita; um amigo seu já viu um fantasma antes;
- c) não acredita; é muito absurdo para ser verdade;
- d) não acredita; não há nada na Bíblia sobre isso;

EU VI UM FANTASMA!

Bem, mais importante do que a sua resposta à pergunta é a questão que se origina dela:

Quais os critérios que você usa para decidir no que acredita ou não?

- 1.) Você sempre aceita a palavra das autoridades no assunto? (mesmo daqueles que se auto-intitularam autoridades?)
- 2.) Baseia suas crenças no "bom senso comum"? (Você acha que você tem "bom senso"?)
- 3.) Acredita no que a maioria das pessoas acredita? (Afinal, você crê que alguns milhões de pessoas não podem estar errados!)
- 4.) Confia suas crenças a respeito da natureza aos livros sagrados de alguma religião?
- 5.) Não acredita em nada, mas também não duvida totalmente, pois, como disse Shakespeare: "Há mais entre o Céu e a Terra do que sonha nossa vã filosofia"?

Há tantas possibilidades, não é mesmo? Mas agora você quer se tornar um cientista, sim ou não?

Se a resposta for positiva, então como é que a Ciência responderia aquela primeira questão sobre o fantasma?

Você pensa que simplesmente ela diria que é uma tremenda bobagem? Afinal fantasmas não existem!

Bem, vamos ver o que realmente se faz em ciência e como ela tenta responder a todas as questões possíveis da humanidade.

Mas antes de tudo, afinal o que é ciência?

A ciência é a esfera da atividade humana responsável por investigar o mundo ao nosso redor. Neste papel, assim como você, ela se depara o tempo todo com alegações sobre as quais deve decidir se "acredita" ou não.

"Ciência é muito mais uma maneira de pensar do que um corpo de conhecimentos".

Carl Sagan

A ciência tem uma responsabilidade muito grande, pois o conhecimento com ela obtido será usado para medicar pessoas, construir reatores nucleares

para produzir energia, projetar aviões que levarão pessoas em viagens, manipular geneticamente vegetais para maior e melhor produção de alimentos e muitas outras atividades que têm profundo impacto na raça humana.

Sendo assim, as respostas da ciência não podem se basear num "achismo" de qualquer pessoa, pois ela tem a tarefa de tentar descobrir a "verdade". Ela precisa ter critérios claros e métodos de investigação precisos que

"...ciência consiste em agrupar fatos para que leis gerais ou conclusões possam ser tiradas deles".

Charles Darwin

descartem as ilusões dos sentidos, os preconceitos, as crenças pessoais (religiosas ou não), as superstições de todo o tipo. A ciência precisa de um método científico!

O conhecimento científico progrediu muito mais desde o período renascentista do que durante todos os milênios precedentes, desde o início da história escrita. Sem dúvida, a revolução industrial, devido ao desenvolvimento do motor a vapor, necessário para melhorar as técnicas de construção e realizar medidas mais precisas, foi fundamental para esse progresso. Porém, mesmo antes da revolução industrial, o ritmo das descobertas foi muito maior após o Renascimento. Por que isso aconteceu?

A ciência é um ciclo de teoria e experimento

A resposta é simples: Esse progresso ocorreu principalmente por causa da introdução do moderno método científico.

Bem, acredito que já temos argumentos suficientes para saber quão importante é esse tal Método Científico! Então, vamos ver como ele funciona?

Vamos lá!

APRENDENDO AS REGRAS DO JOGO

Imagine que você esteja assistindo na TV uma partida de algum esporte “maluco”, mas não tem um narrador para explicá-la. Você está interessado em conhecer as regras do jogo. O esporte é disputado numa quadra que parece com a de vôlei, mas sem a rede. Cada extremidade da quadra contém um gol parecido com o de fute-

bol, porém mais baixo que uma pessoa adulta. Cada equipe possui três jogadores titulares. Os jogadores parecem ser ao mesmo tempo arremessadores e defensores, ficando perfilados em frente ao gol.



(Fonte: weno.com.br/blog).

O jogo começa, e então fica parecido com o que as crianças chamam de “queimada” - aquele jogo em que se tenta lançar a bola sobre o adversário para eliminá-lo. A seguir, você percebe que algumas pessoas correm atrás da bola, a qual apresenta um som que parece um guizo. Mas eles nunca atravessam a linha do meio, cada time fica sempre em sua metade da quadra. Certamente no início da partida você fica bastante confuso, vendo todos aqueles movimentos que parecem ser caóticos, sem saber qual seu objetivo. Mas ao longo da

partida, percebendo que alguns lances se repetem e têm sempre o mesmo desfecho, provavelmente você formula algumas hipóteses:

“Será que o objetivo é acertar o adversário?”

“Ou talvez o objetivo seja acertar a bola no gol, como no handebol”.

“Será que a bola tem um som para que os jogadores a encontrem mais facilmente?”

É quase certo que após algum tempo observando a partida, e depois de vários palpites errados, você começa a compreender a maior parte das regras do jogo.

Pois bem, a natureza é como esse jogo, e nós estamos imersos nele tentando entender suas “regras”:

Será que tudo o que sobe desce?

Por que as coisas têm cor?

Será que a posição que os corpos celestes ocupavam no instante de nosso nascimento pode afetar nossa personalidade?

Em outras palavras, ou melhor, nas palavras do físico Richard Feynman, “*Entender a natureza é como aprender a jogar xadrez somente assistindo a partida*”.

Voltando à partida que você estava assistindo na TV, o esporte é chamado de *goalball*. Esse jogo foi desenvolvido exclusivamente para atletas com deficiência visual. O esporte envolve um pouco do handball, do futebol e até mesmo do basquete, pelo tamanho e cor da bola que possui um guizo em seu interior. O som é fundamental para que os jogadores possam saber a direção da bola. Para evitar o gol adversário, os jogadores, que não podem ultrapassar o meio da quadra, se atiram no chão para defender os arremessos. Na hora de atacar, eles se guiam por marcações em alto relevo aplicadas no chão.

Agora que você já sabe tudo desse esporte, ficou fácil de entendê-lo, não é mesmo? Antes seria muito difícil decifrá-lo!

No caso da partida de *goalball*, diferentemente da natureza, você assiste passivamente ao desenrolar dos lances e propõe hipóteses, que somente tem como verificar esperando que se repitam. Por outro lado, na natureza não somos meros expectadores, mas participa-

mos dela; podemos interagir com ela realizando experimentos para verificar nossas hipóteses.

HIPÓTESE, TEORIAS E LEIS

Mas, o que é uma hipótese?

Hipótese nada mais é do que uma crença que se desconfia que seja verdadeira. Uma teoria provável, ainda não demonstrada.

As palavras “teoria” e “lei” têm significados muito diferentes no cotidiano. As pessoas leigas tendem a pensar que as teorias são menos formais ou menos válidas do que as leis. Vejamos realmente o que significa cada uma delas:

Teoria é um conjunto de hipóteses coerentemente interligadas, tendo por finalidade explicar, elucidar, interpretar ou unificar um dado domínio do conhecimento. Quando uma hipótese reúne um número considerável de evidências obtidas por um grande número de pesquisadores independentes ela é promovida à teoria.

Depois de exaustivamente testada e verificada experimentalmente uma teoria pode finalmente ser promovida à lei, o último posto da hierarquia científica. A tabela 1 resume o significado desses termos.

Tabela 1 – Significado de alguns termos usados em ciência.

Hipótese	Semelhante à especulação
Achado	Resultados constatados
Modelo	Estrutura lógica, confiabilidade pode ser testada
Teoria	Previsões acerca do fenômeno, controle
Lei	Mais robustas, confiáveis.

Cuidado: Os defensores do *criacionismo* (movimento que defende que a Terra foi criada por Deus em 6 dias) dizem que a Teoria da Evolução é “*apenas uma teoria*” e como tal não poderia ser ensinada nas escolas. Preste atenção: Uma teoria é tão consistente quanto uma lei. O que muda é só o escopo e abrangência de cada uma, não sua validade!

Ok! Agora já sabemos o que é uma hipótese, uma teoria e uma lei. Mas antes de formular hipóteses, prová-las e criar teorias e leis, é preciso acreditar que *há regras* para serem compreendidas. Será que no jogo as regras não mudam do primeiro para o segundo tempo? Será que há regras na natureza? Nós não podemos ter certeza de que a natureza possua uma ordem e que esta ordem seja imutável. Temos apenas *fortes evidências* disto.

Toda vez que encostamos algo quente em algo frio, o frio esquenta e o quente esfria, e tem sido assim desde que o homem é capaz de se lembrar, e tem sido assim em todos os lugares do universo aonde o homem já foi capaz de estender sua visão. Mas nada garante à ciência que vá continuar sendo assim amanhã ou que seja assim em algum confim desconhecido do universo.

Dessa forma, para existir, o método científico parte do princípio da imutabilidade dos processos da natureza ou “*o princípio da uniformidade da natureza*”. Admitindo a existência de uma ordem universal e imutável, torna-se possível prever o comportamento da natureza, e este é o mais importante passo do método científico no que concerne à experiência Física.

O PERU INDUTIVISTA

Veja a história do “Peru Indutivista” de Bertrand Russel:

Um peru recebe sua ração todos os dias do ano, exatamente às 9 horas da manhã. No início o peru é cauteloso, mas depois de perceber que esta experiência se repete por um considerável período de

tempo, todos os dias da semana inclusive sábados domingos e feriados, faça chuva ou faça sol, este peru finalmente conclui por indução a regra geral: “sou sempre alimentado às 9 horas da manhã!”. Infelizmente, para o peru indutivista, no dia de Natal a regra não se revela verdadeira.

A dedução é a forma de raciocínio que extrai uma verdade particular de uma verdade geral.

Ao assistir a partida *Goalball*, você concluiu, por indução, algumas das regras do jogo, tal como o pobre peru estabeleceu uma regra com suas observações diárias: “às 9 horas eu recebo comida”. Esta forma de raciocínio lógico que extrai uma verdade geral a partir da observação de um grupo particular é chamada de *indução*. O fundador do Método Indutivo foi **Francis Bacon** (1561 -1626).



Francis Bacon (Fonte: <http://www.wwu.edu>).

Veja que a partir da regra geral, ou da *lei natural*, estabelecida pela observação do mesmo resultado repetida várias vezes, o peru pôde então deduzir que se já são 9 horas, então já era hora da sua refeição. Pois é, mas como ele estava errado no dia de Natal, nós também podemos estar errados sobre outras deduções a respeito de fenômenos naturais usando o método indutivo, ou seja, o método apresenta uma limitação. Conclusões indutivas são perigosas, pois generalizações de premissas verdadeiras podem levar a uma falsa conclusão!

Se estabelecermos uma regra geral a partir de um determinado número de observações, podem surgir perguntas, tais como:

- Quantas observações são suficientes para justificar uma regra?
Cem, mil, milhões?
- Como saberemos se temos um número suficiente de observações e - muito importante - em condições suficientemente variadas para alegar que aquela regra é realmente universal?

Assim, a hipótese deve ser testada exaustivamente por meio de algum experimento real e, enquanto não for provada sua falsidade, ela segue válida.

Foi Karl Popper (1902 – 1994), filósofo da ciência, que estabeleceu que a ciência só poderia estudar temas em que o conhecimento adquirido pudesse ser negado de alguma forma. Se alguma coisa não pode ser negada, ela não pode ser posta em dúvida e, portanto, não podemos testar sua validade. Somente são científicas hipóteses que possam ser testadas.

O que não é passível de ser testado, de ser experimentado não é ciência!

Hipóteses como: “O tempo passa mais rapidamente nos lugares altos” e “O futuro pode ser previsto pela posição dos astros nos céu” são passíveis de testes e, portanto, estão dentro do escopo da ciência. Mas a hipótese “Deus existe” não é uma hipótese que possa ser julgada pela ciência, pois não existe nenhuma experiência imaginável que possa provar se “Deus existe ou não”.

Qual a vantagem disto?

Isto leva a uma mudança de atitude. Em vez da ciência se basear nas observações que reforçam uma teoria, ela passa a buscar observações que a falsifiquem. Quanto mais uma teoria sobrevive a esta busca, maior a nossa confiança em sua veracidade.

Não existem teorias comprovadas, apenas teorias que ainda não foram derrubadas. E quando é provado que uma determinada teoria está errada, isto é a melhor coisa que pode acontecer, porque são nessas situações que a ciência progride.

Um cientista que tenha realizado cinquenta mil experiências comprovando as teorias de Newton não é tão importante quanto alguém que tenha provado que Newton estava errado. Você já ouviu falar de Einstein, não?



ATIVIDADES

Um pesquisador procura testar a eficiência de determinado medicamento na cura de certa doença. Ele pode realizar seus testes de duas formas:

No primeiro método ele ministra comprimidos contendo a substância ativa a um grupo grande de portadores daquela doença. Durante algum tempo ele observa esses pacientes e, a partir dos resultados obtidos, ele atesta ou não a eficácia da substância pesquisada. No segundo método dois grupos de doentes portadores daquela doença são testados. Para um dos grupos ele ministra comprimidos contendo a substância ativa (grupo de teste). Aos pacientes do outro grupo (grupo de controle), são dados comprimidos que não possuem a substância ativa, embora sejam idênticos no aspecto, tamanho e cor. Nenhum doente saberá em qual grupo encontra-se, ou seja, não tem ciência se recebe ou não a substância ativa pesquisada. Ao final, os resultados de ambos os grupos são comparados, atestando-se ou não a eficácia da substância pesquisada.

Indique algumas conclusões erradas no primeiro método que poderiam ser eliminadas apenas utilizando o segundo método de pesquisa. Comente também, sobre a necessidade de variação e quantidade de pessoas para que esse teste seja comprovado. Finalmente, fale da importância da decisão científica sobre o resultado do teste de eficiência do medicamento.

COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

O cientista, na sua hipótese, tem dois objetivos: explicar um *fato* e prever outros acontecimentos dele decorrentes (deduzir as conseqüências). Nesse caso, o pesquisador queria saber se a substância resolveria mesmo no caso daquela doença. Se ele aplicasse a substância somente em um grupo não poderia saber se os efeitos que fossem observados eram realmente devidos a ela ou, por exemplo, a fatores psicológicos. No segundo tipo de experiência é utilizado o método chamado Duplo-cego, que consiste em dois grupos, um que será efetivamente testado, e outro de controle, que não é testado, e serve apenas para comprovar que o teste foi válido. Com isso elimina-se o fator psicológico, além de ter um patamar mínimo de observação das alterações nos pacientes que não é proveniente da substância administrada.

Outros fatores como clima, alimentação, interação com outros medicamentos, etc., poderiam interferir na pesquisa. Mas para eliminá-los não basta aplicar o método Duplo-cego. Nesse caso, deve-se tentar coletar o maior número de dados possíveis, ou seja, uma grande quantidade de pessoas, de ambos os sexos, de todas as idades, de locais diferentes..., que façam parte da pesquisa. Porém, mesmo que o número de pessoas testadas seja grande, jamais o uso desse medicamento terá garantia total de sucesso em todos os casos. Sempre poderá haver uma pessoa com algum fator que não tenha sido testado, que sob ação da substância produza um efeito maléfico ou mesmo impeça qualquer efeito.

A decisão científica sobre o resultado do teste de eficiência do medicamento poderá definir se a substância é capaz de ajudar na melhora da qualidade de vida, como paliativo dos problemas causados por ela, até mesmo na cura dessa doença, ou poderá dizer se há efeitos colaterais, o que diferencia até mesmo entre vida e morte de muitas pessoas. É fundamental uma decisão correta!

O DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO CIENTÍFICO

O filósofo Parmênides (510 a.C.) é um exemplo de como os gregos estavam dispostos a levar a lógica e a razão até as últimas conseqüências: ao negar a existência do tempo e do vazio e, portanto, do movimento, Parmênides concluiu que se tínhamos a impressão de que as coisas se moviam e o tempo passava, era somente porque vivíamos num mundo ilusório (como no filme *Matrix*).

Quando uma luz não se acende, você vai verificar se ela não está queimada ou se há energia elétrica em outras partes da casa. Você está testando algumas hipóteses através da experimentação. Então, por que seria diferente com a ciência? Mas nem sempre foi assim.

Aristóteles afirmara, em seu livro sobre Física, que coisas com pesos diferentes caem com velocidades proporcionais a seu peso.

Até muito recentemente na história, pouco progresso havia sido feito para responder questões sobre a natureza. Pior que isso, algumas respostas incorretas escritas por grandes pensadores como o filósofo grego Aristóteles foram aceitas, sem perguntas, por milhares de anos.

Por incrível que pareça, a idéia de realizar um experimento para testar uma hipótese é bastante nova. Os filósofos gregos, que há mais de 2500 anos foram os primeiros a investigar o mundo de maneira racional e sistemática, achavam que a natureza só poderia ser compreendida pelo uso da razão e do intelecto e por isso desprezavam os experimentos.

Considera-se que o método científico baseado na *experimentação* começou com Abu Ali al-Hasan Ibn al-Haytham (965-1039), que nasceu em Basra na Pérsia, atual Iraque. Alhazen, como ficou conhecido no ocidente, não era inicialmente um cientista, mas um ministro para Basra. Porém com o passar dos anos, infeliz e insatisfeito com seus estudos de religião, ele to-

mou a decisão de dedicar-se inteiramente à ciência. De seus trabalhos escritos, 55 chegaram até nós.

Seu primeiro trabalho sobre Óptica inclui uma teoria sobre a luz e uma sobre a visão. Fala de Astronomia e Matemática, Geometria e Teoria de Números. Este livro foi traduzido para o latim em 1270 com o nome de *Opticae Thesaurus Alhazeni*, e nele Alhazen deixa claro que sua investigação da luz está baseada em experimentos e não em teoria abstrata. Num famoso experimento descrito no livro, ele convidou pessoas para olhar fixamente para o Sol, de forma a provar que quando se olha dessa maneira para o Sol, o mesmo queima o olho, causando cegueira. Claro que hoje em dia seu experimento seria proibido por comitês de ética!

Porém, considera-se que o pai do método científico em “estado puro” é Galileu Galilei (1564 – 1642). Ele sustentava que a pesquisa científica deveria ter dois momentos: um analítico - que consiste na observação do fenômeno e com a proposição das hipóteses; e outro sintético – que consiste na experimentação, em que se a hipótese for confirmada, será transformada em lei.

Lembre-se que *peso* de um corpo é a resultante da atração da gravidade sobre esse corpo (força), enquanto sua *massa* é a quantidade de matéria desse corpo. Independentemente do lugar em que a massa de um corpo estiver ela não se altera, mas o seu peso sim.

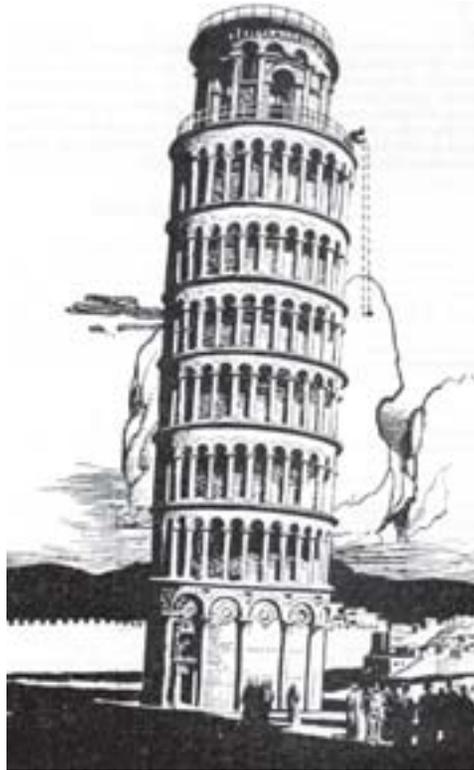
Veja esse exemplo: A observação diária nos diz que uma pluma flutua no ar e uma pedra se precipita velozmente para o chão. O que leva o senso comum a acreditar que objetos de pesos diferentes caem com velocidades diferentes. Se perguntarmos à maioria das pessoas o que cai mais depressa, um saco de 1 kg de açúcar ou outro de 5 kg, quase todos apontarão o de 5 kg. Apesar de essa resposta estar baseada no senso comum (“as coisas mais pesadas caem mais depressa”), ela é completamente falsa, pois coisas com pesos diferentes caem com igual aceleração (gravitacional), como foi demonstrado por Galileu.

Galileu estava envolvido numa disputa sobre a velocidade da queda dos corpos com seus colegas professores. Como

até a Renascença, Aristóteles era uma autoridade indiscutível, e como ele afirmara em seu livro sobre Física que coisas diferentes caem com velocidades proporcionais a seu peso, todos acreditavam que assim seria.

Mas Galileu não se conformava apenas com afirmações sem provas. Para ele essa teoria só seria válida se fosse provada através de um experimento; e ele já havia feito testes antes que não comprovassem a idéia de Aristóteles. Mas seus colegas teimavam em discordar.

Sendo assim, Galileu teria subido na torre de Pisa e de lá teria jogado bolas de diferentes pesos exatamente no mesmo momento, e de modo que todos na praça pudessem testemunhar seus resultados. Claro, como hoje já sabemos, todas chegaram ao solo juntas, pois a velocidade que elas adquirem ao cair é independente de sua massa! Com o resultado final, alguns o aplaudiram, enquanto outros tornaram-se seus inimigos, pois acreditavam que se tratava de um truque, uma trapaça qualquer.



Experimento de Galileu na Torre de Pisa (Fonte: <http://www4.prossiga.br>).

É comum considerar alguns dos mais importantes avanços na ciência, tais como as descobertas da radioatividade (em 1895) por Henri Becquerel (1852 -1908) ou da penicilina (em 1928) por Alexander Fleming (1881 -1955), como tendo ocorrido por acidente. No entanto, eles teriam sido somente *parcialmente* acidentais, visto que as pessoas envolvidas haviam aprendido a “pensar cientificamente”, estando, portanto, conscientes de que observaram algo novo e interessante.

A fé que Galileu tinha na ciência separou-o do mundo universitário do seu tempo e terminou por trancafiá-lo num cárcere da Inquisição.

O desenvolvimento do método científico prosseguiu com o filósofo, físico e matemático francês, René Descartes (1596 -1650). Descartes estava insatisfeito com a orientação tradicional de sua época, com um ensino de filosofia que era ministrado tendo por modelo o ensino teológico medieval. Ele buscava um método que o guiasse na “*busca da verdade*”. Em 1637, Descartes escreveu seu “Discurso do Método”, que é considerado um ponto crítico no desenvolvimento do método científico. Em sua concepção, influenciada pelos avanços na técnica da relojoaria holandesa, Descartes pensava que o universo nada mais era que uma máquina. A natureza funcionava mecanicamente de acordo com leis “matematizáveis”. Mesmo plantas e animais nada mais eram que simples máquinas. Utilizando-se do pensamento racionalista ele baseava-se em 4 regras:

Regra da *evidência*: “Não acolher jamais como verdadeira uma coisa que não se reconheça evidentemente como tal, isto é, evitar a precipitação e o preconceito”.

Regra da *análise*: “Dividir cada uma das dificuldades em tantas partes, quantas forem necessárias para melhor resolvê-las”.

Regra da *síntese*: “Por ordem aos pensamentos, começando pelas coisas mais simples e mais fáceis para, aos poucos, ascender, como que por meio de degraus, aos mais complexos”.

Regra da *enumeração*: “Realizar sempre enumerações cuidadosas e revisões gerais para que se possa ter certeza de nada haver omitido”.

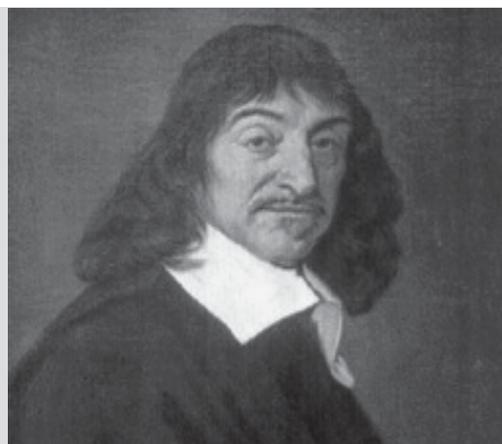
A visão de Descartes despertou nele a crença na certeza do conhecimento científico por meio da Matemática. Ele acreditava, partindo de Galileu, que a chave para a compreensão do Universo era a sua estrutura matemática. Seu método consistia em subdividir qualquer problema a seus níveis mínimos, separar “as peças que constituem o relógio”, reduzindo tudo até seus componentes fundamentais para, a partir desse nível, perceber suas relações.

Esta ênfase no método analítico tornou-se uma característica essencial do moderno pensamento científico. Foi ele que possibilitou grandes progressos, mas sua excessiva dominância nos meios científicos também levou à fragmentação características das *especializações* dos nossos meios acadêmicos e no nosso pensamento em geral. Por exemplo, algumas das conseqüências adversas do método cartesiano são casos na medicina, em que alguns médicos, por adesão rígida a este modelo, são impedidos de compreender como muitas das mais terríveis enfermidades da atualidade possuem um forte vínculo psicossomático e sócio-ambiental.

Cartesiano = de Descartes

Esse quadro tornou-se o paradigma dominante nas ciências até nossos dias. Ela passou a orientar a observação e produção científica até que a Física, do século XX, passou a questionar seus pressupostos mecanicistas básicos.

Mesmo que a sua *visão de mundo* apresente hoje sérias limitações, o método ge-

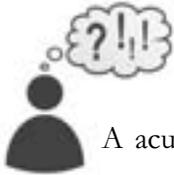


René Descartes. (Fonte: <http://www.philosophy.umd.edu>).

“A crença na certeza do conhecimento científico está na própria base da filosofia cartesiana e na visão de mundo dela derivada, e foi aí, nessa premissa fundamental, que Descartes errou. A Física do século XX mostra-nos convincentemente que não existe verdade absoluta em ciência, que todos os conceitos e teorias são limitados. A crença cartesiana na verdade infalível da ciência ainda é, hoje, muito difundida e reflete-se no cientificismo que se tornou típico de nossa cultura ocidental. O método de pensamento analítico de Descartes e sua concepção mecanicista da natureza influenciaram todos os ramos da ciência moderna e podem ainda hoje ser muito úteis. Mas só serão verdadeiramente úteis se suas limitações forem reconhecidas (...).”

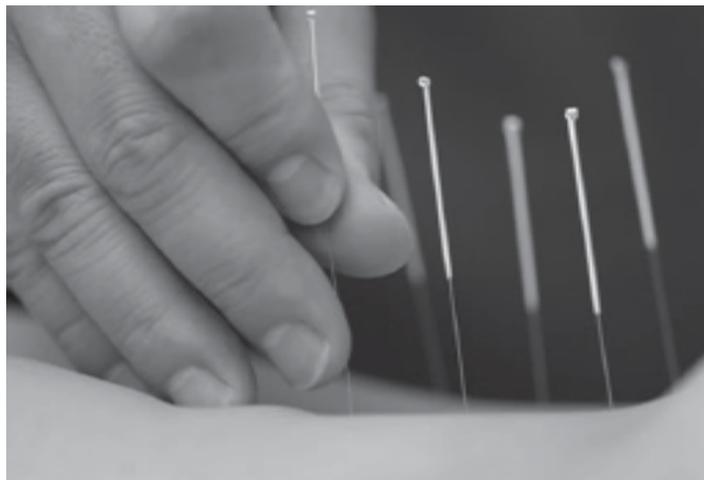
Frijot Capra

ral que Descartes nos deu ainda é muito útil na abordagem de problemas intelectuais. Ele possibilita, ainda, uma notável clareza de pensamento, o qual nos possibilita, inclusive, questionar nossa própria origem e visão de mundo.



ATIVIDADES

A acupuntura é uma técnica médica tradicional de origem asiática em que pequenas agulhas são introduzidas no corpo do paciente para aliviar a dor. Muitos médicos ocidentais consideram a acupuntura inválida de estudos experimentais porque seus efeitos terapêuticos não podem ser explicados por suas teorias sobre o sistema nervoso. Comente esse tratamento em relação ao pensamento científico cartesiano.



Aplicação de acupuntura (Fonte: <http://www.calgaryacupuncture.ca>).

COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

Acupuntura é um método de tratamento complementar de acordo com Organização Mundial da Saúde. Dizem os chineses que a ação da agulha pode interferir na energia dos meridianos corporais. Para a visão geral ocidental, é um método de estimulação neurológica, com efeitos sobre neurotransmissores, neuromoduladores e reação do sistema imunitário (pró e anti-inflamatória) e seus mecanismos ainda não estão satisfatoriamente explicados. Muitos médicos se recusam a aceitar a acupuntura como um método científico de cura de seus pacientes, mas lembre-se que não existe verdade absoluta em ciência. Talvez a ciência consiga logo descobrir qual seu funcionamento.

Entretanto, não é possível ignorar que a acupuntura já comprovou sua eficácia em vários experimentos efetuados, como uma cirurgia realizada sob a anestesia produzida pela simples punção de agulhas. A acupuntura hoje em dia é bastante usada até por médicos ocidentais devido a seus efeitos terapêuticos no domínio da dor. O estudo de sua história revela a incorporação do conhecimento empírico proveniente de cuidadosas observações. Apesar de não ter seu funcionamento comprovado plenamente pela ciência, como gostaria um médico com pensamento cartesiano tradicional, você aceitaria um tratamento de acupuntura para aliviar seu sofrimento ou de algum familiar?

A Ciência tem uma enorme responsabilidade na sociedade, pois o conhecimento com ela obtido será usado em atividades que têm profundo impacto para a humanidade. Sendo assim, um pesquisador imbuído de um espírito científico buscará soluções

CONCLUSÃO

sérias, com métodos adequados, para o problema que enfrenta. O essencial para o cientista é aprender como trabalhar para solucionar os problemas que se apresentem, ou seja, “enxergar” os problemas e equacioná-los. Um cientista tentará não se deixar induzir a falsas conclusões devido à repetição de fatos, mas buscará incessantemente contrariar teorias e leis em vigor testando a natureza com novos experimentos.

Enfim, podemos concluir que o espírito científico se traduz por uma mente crítica, objetiva e racional, e é isso que queremos que você tenha conquistado ao final do seu curso de Física.



Miguel Nicolelis, eminente neurobiologista brasileiro
(Fonte: www.dukemagazine.duke.edu).

RESUMO



Na aula de hoje, vimos que a Ciência tem uma enorme responsabilidade com a humanidade. O conhecimento gerado pela Ciência será usado em atividades que têm profundo impacto na raça humana, e por isso, os cientistas tiveram que desenvolver um método científico, que nada mais é do que um conjunto de regras para comprovar ou não uma hipótese proposta.

Verificamos que a observação do mesmo resultado repetidas várias vezes faz com que sejamos induzidos a algumas hipóteses, mas não podemos ter certeza de quantas repetições são necessárias para tirarmos uma conclusão realmente “verdadeira”. Ao interagimos com a natureza realizando experimentos, admitimos, sem termos certeza, a existência de uma ordem universal e imutável, o que torna possível prever seu comportamento.

Vimos também nessa aula, que provar que uma teoria é falsa é muito mais importante do que ficar provando por muitos experimentos que ela é verdadeira. Alhazen e Galileu mostraram que só o experimento pode comprovar uma teoria. Foi assim que o método científico surgiu, com grandes pesquisadores, mostrando que outros grandes intelectuais estavam errados em algumas de suas conclusões.

Já o objetivo da “ciência” de Descartes era a de usar seu método analítico para formar uma descrição racional completa de todos os fenômenos naturais num único sistema preciso de princípios mecânicos regidos por relações matemáticas. Mas a Física do século XX mostrou que não existe verdade absoluta em ciência, que todos os conceitos e teorias são limitados. Mesmo que a seu conhecimento tenha atualmente sérias limitações, o método geral Cartesiano ainda é muito útil na abordagem de problemas intelectuais.

PRÓXIMA AULA



Na próxima aula, continuaremos a estudar como trabalha um cientista moderno e quais são os métodos utilizados atualmente na pesquisa científica. Até mais!

REFERÊNCIAS

ALONSO, M. S.; FINN, E. J. **Física**. São Paulo: Edgard Blücher Editora, 1999.

FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. **The Feynman lectures on Physics**. v. 1. 2 ed. Oxnard: Addison Wesley, 1964.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica - Mecânica**. v. 1. São Paulo: Edgard Blücher Editora, 1981.

SEARS, F. W.; ZEMANSKY, M. W. **Física I - Mecânica**. 10 ed. São Paulo: Addison Wesley, 2003.

http://www.projetoockham.org/ferramentas_metodo_1.html.