

2. A pedagogia da redescoberta: um equívoco epistemológico

A epistemologia pode ser definida como o estudo do conhecimento científico, de seus diferentes métodos, de suas teorias e práticas, de sua evolução na história e de seu papel no desenvolvimento das sociedades.

Assim, se do ponto de vista epistemológico as leis científicas **fossem – e continuassem a ser –** construídas por meio da observação de fenômenos naturais ou criados em laboratório, uma prática pedagógica que proponha a redescoberta das leis científicas por meio de determinadas atividades experimentais seria coerente, ao menos desse ponto de vista. (Se a aprendizagem se daria efetivamente desse modo é outra discussão, que será apresentada mais adiante.)

No entanto, não é assim que as coisas acontecem: a crença de que as leis científicas possam ser ou ter sido descobertas a partir da observação é falsa; constitui um equívoco epistemológico. Embora a justificativa dessa afirmação exija uma longa e fundamentada argumentação, é possível compreendê-la e convencer-se dela por meio de alguns exemplos históricos, antigos e recentes, e de algumas observações, explicações e descobertas científicas. Para tanto, discutimos a seguir dois exemplos históricos baseados em descobertas ou conclusões de Aristóteles e Galileu.

I - As três cores do arco-íris de Aristóteles

**Para Aristóteles o arco-íris tinha (ou tem...) apenas três cores!
É o que ele afirma em seu livro *Meteorológica*:**

Nunca aparecem mais de dois arco-íris ao mesmo tempo. Cada um deles tem três cores; as cores são as mesmas em ambos, mas no arco-íris exterior elas são mais fracas e em posição invertida. No arco interior, a primeira faixa, mais larga, é vermelha; no exterior, a faixa que está mais próxima a essa é a mais estreita e tem a mesma cor: as outras faixas seguem o mesmo princípio. Essas são praticamente as únicas cores que os pintores não conseguem fabricar, pois há cores que eles criam misturando diversas cores; mas nenhuma mistura vai dar vermelho, verde ou roxo. Estas são as cores do arco-íris, embora, entre o vermelho e o verde, a cor laranja é muitas vezes vista.

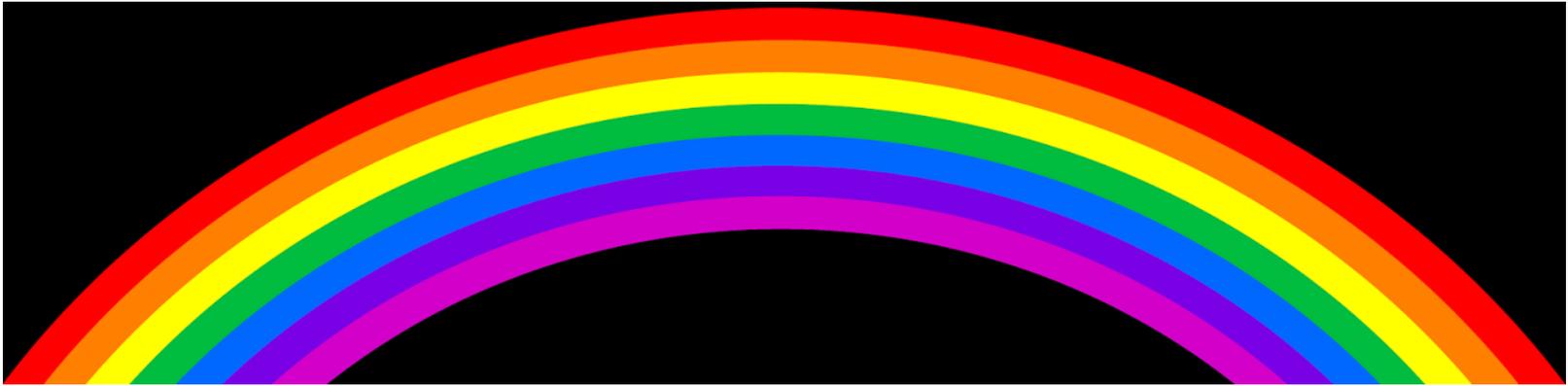
ARISTOTLE. *Meteorology*, Book III, part 2. Disponível em:
<http://classics.mit.edu/Aristotle/meteorology.3.iii.html>.

Apesar de contrariar flagrantemente a observação, essa ideia foi bem aceita até a Idade Média, talvez porque houvesse para ela justificativas filosóficas ou religiosas, como associar essas três cores à Santíssima Trindade. Vejam a imagem:



Detalhe da “janela de Noé”, localizada no interior da catedral de Chartres, na França, datada do século XIII. Ela é assim chamada porque nela se conta a história de Noé por meio de vitrais. Neste, apoiando-se em um arco-íris de três cores, vermelha, amarela e verde, Deus promete a Noé não inundar o mundo novamente.

Mas nem sempre são necessárias justificativas baseadas na fé religiosa ou ideológica para que a interpretação do que se vê contrarie o que de fato se vê. Às vezes, basta o hábito, ou uma simples tradição apoiada no senso comum, como se pode ver nos “ arco-íris teórico-didáticos” da maioria dos texto de ciências atuais:



Ligeiramente diferentes do dos “arco-íris da natureza”. Ou não?



II - Galileu e a descoberta dos satélites de Júpiter



A fotografia mostra Júpiter e seus quatro satélites principais: Calisto, Ganimedes, Io e Europa (da esquerda para a direita), tal como eles podem ser vistos por meio de uma luneta semelhante à que Galileu usou quando os descobriu (de início Galileu só observou três).

Mas como ele os descobriu e como essa descoberta foi recebida na época?

O relato dessa descoberta foi feito por Galileu praticamente “ao vivo”, em um pequeno livro escrito em latim com o título *Sidereus nuncius* (*O mensageiro das estrelas*) para documentar e divulgar as observações que fez no final de 1609, início de 1610. Vamos nos ater à terceira parte do livro, sobre Júpiter, em que é feito esse relato.

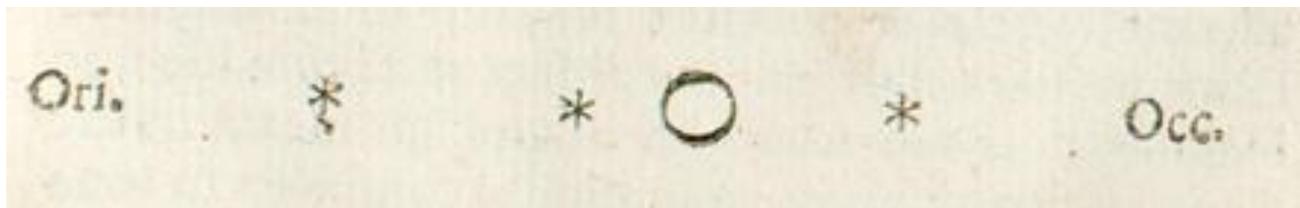


*Página de rosto da 1ª edição
(Veneza, 13/3/1610)*

Em seu relato, Galileu conta que na noite de 7 de janeiro de 1610, ao observar casualmente o planeta Júpiter, notou junto a ele três pequenas estrelas até então desconhecidas. De início, supôs que se tratava de novas estrelas fixas, fato que se tornara corriqueiro para ele desde que iniciara suas observações com a luneta. Entretanto, causou-lhe “certa admiração” a disposição delas,

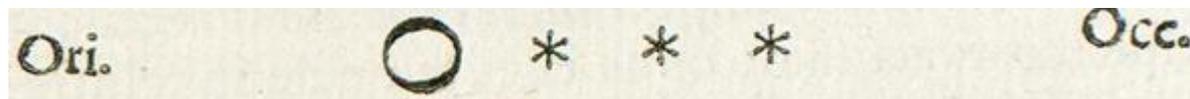
pois pareciam dispostas exatamente em linha reta paralela à eclíptica; também pareciam mais brilhantes que as outras de magnitude parecida.

Fez então a representação abaixo:

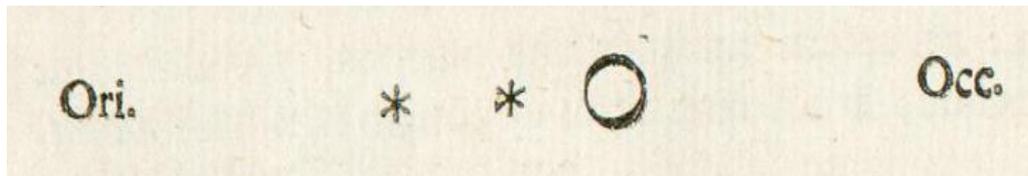


Ori., se refere a oriente; os asteriscos são as novas estrelas, O é Júpiter e Occ. é ocidente.

Na noite seguinte, quando observou essas “estrelas” novamente, surpreendeu-se ao perceber que a posição delas em relação a Júpiter havia mudado:



De início, Galileu teve receio de que esse deslocamento se devesse ao movimento progressivo de Júpiter, o que estaria em desacordo com os cálculos astronômicos, segundo os quais esse movimento, naquele período do ano, deveria ser retrógrado, incoerência difícil de ser justificada. No entanto, para sua admiração, no dia 10 (no dia 9 o céu estava encoberto) apareceram apenas duas estrelas à esquerda de Júpiter, configuração que, além de fácil de entender e de explicar, tinha consequências extraordinárias para a ciência da época:



Galileu, que certamente passara dois dias refletindo sobre o que havia observado, concluiu de imediato que o deslocamento daquelas estrelinhas não era devido ao movimento de Júpiter, mas ao movimento delas próprias; quanto à terceira estrela, não vista, Galileu tranquilamente afirmou que ela “se ocultava atrás de Júpiter”. Essas conclusões foram confirmadas pelas observações realizadas no dia seguinte: as duas estrelas da esquerda se afastaram um pouco mais de Júpiter, enquanto a terceira ainda permanecia atrás dele:



Assim a partir dessas conclusões, diz Galileu,

pus fora de toda dúvida que no céu havia três estrelas errantes em torno de Júpiter, à maneira de Vênus e Mercúrio em torno do Sol,

Nota-se que, desde esse dia, os desenhos que fez para registrar suas observações passam a ser elaborados com mais exatidão e rigor: são assinalados o tamanho e o brilho aparentes dos satélites, a posição deles em relação a Júpiter, a distância entre eles, medidas em distâncias angulares com precisão de minutos e segundos de grau. Além disso, Galileu anota também

a hora das observações, em especial quando havia muitas na mesma noite, pois tão rápidas são as revoluções desses planetas que, inclusive, se podem determinar, com facilidade, as diferenças horárias.

Para muitos, as descrições e respectivos registros gráficos desse trabalho de Galileu evidenciam ou exemplificam a ocorrência de uma descoberta científica originária basicamente da observação dos eventos e, portanto, de acordo com o método científico, que na sua forma tradicional consiste em cinco procedimentos básicos:

- I - observação;
- II - formulação do problema;
- III - elaboração de hipóteses;
- IV - realização de experiências para testar essas hipóteses;
- V - conclusão.

Se é assim que se faz ciência, também é assim que se deve aprendê-la – essa foi, em síntese, a lógica da concepção pedagógica dos cientistas que elaboraram os projetos de ensino de Física anteriormente descritos, principalmente o PSSC, o CBA, o CHEM e o PEF.

Mas a realidade não parece ser bem assim, nem na construção da ciência nem no modo de aprendê-la.

O DUVIDOSO PAPEL DA OBSERVAÇÃO

O primeiro exemplo, em relação às três cores atribuídas por Aristóteles ao arco-íris, mostra que nem mesmo a observação do que há de mais evidente em um fenômeno é isenta de preconceções. Em outras palavras, o que nós observamos ou percebemos depende do que conhecemos, de nossas crenças, de nossos valores e até de nossos interesses; se as crenças de quem observa são diferentes das nossas, suas observações também serão diferentes.

Em relação ao segundo exemplo vale a pena conhecer o relato de uma visita de Galileu à Roma, quando começou a divulgar suas descobertas, acreditando que para isso bastaria que outras pessoas vissem o que ele via com sua luneta:

*Ele [Galileu] observa o movimento das estrelas com o occiali que inventou ou, melhor, aperfeiçoou. Contra a opinião de todos os filósofos antigos, declara ele que há outros quatro planetas ou estrelas, que são satélites de Júpiter a que ele denomina corpos dos Médici, bem como dois acompanhantes de Saturno. Aqui, discutiu essa opinião com o padre Clavius, o jesuíta. Na quinta-feira à noite, na propriedade de Monsignor Malavasia, para além do portão de São Pancrácio, lugar amplo e aberto, foi-lhe oferecido um banquete por Frederico Cesi, Marquês de Monticelli e sobrinho do Cardeal Cesi, que se fazia acompanhar de seu parente, Paulo Monaldesco. Na reunião, estiveram: Galileu; um flamengo chamado Terrentius; Pérsio, da comitiva do Cardeal Cesi; [La] Galla, professor de nossa Universidade; o grego, que é o matemático do Cardeal Gonzaga; Piffari, professor em Siena; e outras oito pessoas. **Alguns saíram especialmente para fazer a observação, mas embora houvessem permanecido fora até uma hora da manhã, não chegaram a concordar quanto ao que viram.***

FEYERABEND, Paul. *Contra o método*. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves, 1977. p. 166-7

Aliás, preocupado com esses relatos, Johannes Kepler (1571-1630), que, mesmo sem ter feito nenhuma observação com a luneta, não só acreditava nas observações de Galileu como apoiava entusiasticamente as suas conclusões, escreveu-lhe:

Não desejo esconder-lhe que vários italianos enviaram cartas a Praga, afirmando que não chegaram a ver aquelas estrelas em seu telescópio. Pergunto-me como pode ocorrer que tantos neguem o fenômeno, inclusive aqueles que usam um telescópio. Ora, levando em conta o que por vezes acontece comigo, não considero impossível que uma pessoa possa ver o que milhares são incapazes de ver... Não obstante, lamento que tarde tanto a confirmação por parte de outros... Rogo-lhe, portanto, Galileu, que me envie testemunhos tão cedo quanto possível...

Na resposta a Kepler, Galileu dá como testemunho ele próprio, o Duque da Toscana, Giuliano de Médici

[...] e muitos outros em Pisa, Florença, Bolonha, Veneza e Pádua, que, não obstante, guardam silêncio e hesitam. A maior parte deles é inteiramente incapaz de identificar Júpiter ou Marte ou mesmo a Lua como um planeta.

FEYERABEND, Paul. Op. cit., p. 193.

Em síntese, não há dúvida de que a observação é essencial para a construção da ciência, mas, como diz Kepler, não é “impossível que uma pessoa possa ver o que milhares são incapazes de ver”. Só quem tem uma base conceitual mínima em relação a determinado conhecimento científico é capaz de observar um fenômeno a ele relacionado. Mesmo assim, não basta a capacidade de observar para que alguém seja capaz de entender ou de explicar o que observa; ou seja, nem mesmo a observação garante a explicação.

A respeito da insuficiência da observação como condição para a ocorrência de uma descoberta científica, podem ser citados inúmeros exemplos ocorridos na história da ciência, sobretudo no advento da Física moderna. Vamos destacar a seguir dois casos relatados no livro *Dos raios-X aos quarks*, de autoria do físico italiano Emilio Segrè (1905–1989), Prêmio Nobel de Física de 1959 pela descoberta do antipróton.

O primeiro deles se refere ao modelo atômico proposto pelo físico neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937). No início do século XX, Rutherford dedicou-se ao estudo das partículas alfa, o que lhe valeu o Prêmio Nobel de Química de 1908. Ao pesquisar os efeitos resultantes da travessia dessas partículas pela matéria (em geral, finíssimas lâminas de ouro), ele verificou que algumas delas sofriam deflexões exageradamente grandes, muito maiores do que ele podia esperar tendo em vista as suas expectativas teóricas:

Quando Marsden [aluno de Rutherford] descreveu essa observação a Rutherford, o professor fez com que ele repetisse a experiência. Os grandes desvios surpreenderam Rutherford. Mais tarde ele declarou que foi como se alguém lhe tivesse dito que, ao atirar em uma folha de papel, a bala tivesse ricochetado!

[...]

Passaram-se várias semanas. Certo dia, em 1911, Rutherford anunciou que agora sabia por que as partículas de Marsden tinham-se desviado em ângulos largos. E, além disso, sabia qual era a estrutura do átomo.

SEGRÈ, E. Dos raios-X aos quarks. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1980. p. 108.

Rutherford havia chegado à conclusão de que aqueles desvios só seriam possíveis se toda a massa dos átomos estivesse praticamente concentrada em uma região extremamente pequena, o *núcleo do átomo*. Essa foi a chave para a sua hipótese a respeito da estrutura do átomo, que ficou conhecida como modelo atômico de Rutherford. Note que não foi ele quem, efetivamente, fez a experiência e a primeira observação dos desvios das partículas alfa. Mas foi ele quem percebeu que aquele desvio exagerado ainda não podia ser explicado pela Física da época e poderia ser uma pista para a descoberta da estrutura elementar da matéria.

Segundo Segrè, Rutherford pediu a Marsden que repetisse a experiência, a fim de comprovar a veracidade de suas observações – ou seja, ele nem se preocupou em fazê-las pessoalmente, pois sabia que não seria isso que o levaria a explicar o que observava. Foi depois de várias semanas de reflexão sobre o que havia visto, certamente longe do laboratório, que chegou à sua extraordinária descoberta. Se bastasse a observação, essa descoberta teria sido do primeiro pesquisador que a fez, Marsden, e não de Rutherford.

O segundo caso foi a descoberta do *nêutron*, também relacionada ao estudo do núcleo do átomo. O nêutron, de certa forma, era uma partícula elementar que já existia na mente de Rutherford – ele “precisava” dela para que o núcleo do seu modelo atômico fosse teoricamente viável; por isso, alguns jovens cientistas que com ele trabalhavam procuravam meios para encontrá-lo, o que significava encontrar algum indício seguro de sua existência, pois todos estavam convencidos de que seria impossível detectá-lo diretamente, por ser uma partícula sem carga elétrica.

No início do ano de 1932, dois cientistas franceses, Irene Curie (1897-1956), filha de Marie Curie, e seu marido, Frédéric Joliot (1900-1958), alheios ao grupo de Rutherford, publicaram um artigo divulgando uma observação experimental surpreendente: a radiação gama emitida por uma amostra de polônio, ao incidir em uma placa de parafina, fazia com que essa placa emitisse prótons. A surpresa era causada pela inesperada e incompreensível emissão de prótons por meio da parafina observada nesse processo.

A divulgação dessa descoberta teve grande repercussão e chamou a atenção do físico inglês James Chadwick (1891-1974), um dos jovens cientistas que trabalhavam com Rutherford e estavam envolvidos na busca do nêutron. Chadwick consultou seu professor sobre o artigo e, principalmente, sobre a explicação dada pelos seus autores para justificar o que observaram.

Ao que se conta, Rutherford teria rejeitado veementemente essa explicação; para ele, aquela emissão seria a pista que há tempos ele e seus pesquisadores buscavam para a descoberta do nêutron. Consciente da extraordinária importância do resultado daquela experiência, Chadwick tratou de refazê-la imediatamente e, depois de um mês de trabalho contínuo e exaustivo, publicou um artigo anunciando a descoberta do nêutron, que lhe valeu o Prêmio Nobel de Física de 1935. Como afirma Emílio Segrè,

[uma] das razões da pressa e do sucesso de Chadwick foi o fato de ele estar mentalmente preparado para aceitar o conceito de nêutron. [...] quando finalmente ele veio a aparecer, ele o percebeu de forma imediata, nítida e convincente.

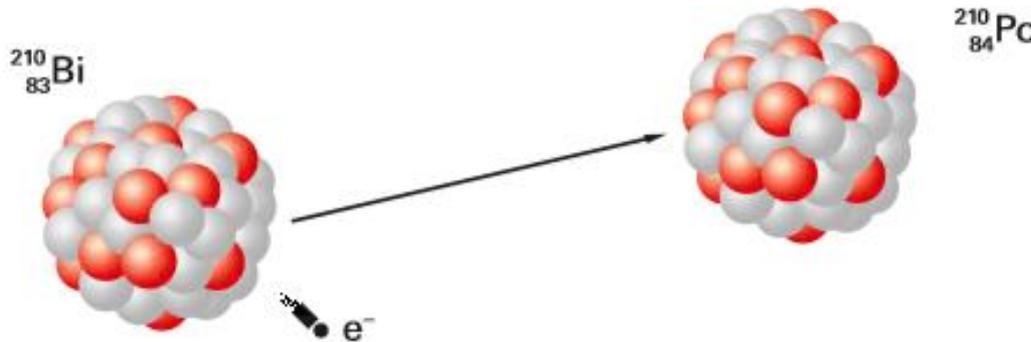
SEGRÈ, Emilio. Op. cit., p. 188.

Em outras palavras, Rutherford e Chadwick “viram” o nêutron na experiência de Irene e Joliot porque tinham a convicção teórica de que ele existia, já haviam feito varias experiências tentando encontrá-lo; Irene e Joliot não tinham essa convicção, não “sabiam” que o nêutron existia; por isso, mesmo “vendo-o”, não compreenderam o que viram.

A precedência da descoberta teórica sobre a descoberta experimental ou observacional se tornou explícita e indiscutível com o advento da Física moderna – as descobertas teóricas têm sido quase sempre realizadas muito antes de sua observação experimental, ou melhor, de suas confirmações experimentais, pois são feitas seguindo as orientações dessas descobertas ou previsões teóricas. Vamos descrever em seguida duas dessas descobertas, pois são particularmente importantes e esclarecedoras. A primeira delas é a do *neutrino*, partícula cuja existência foi postulada teoricamente para “salvar” o princípio da conservação da energia.

I – A descoberta do neutrino e a salvação do princípio da conservação da energia

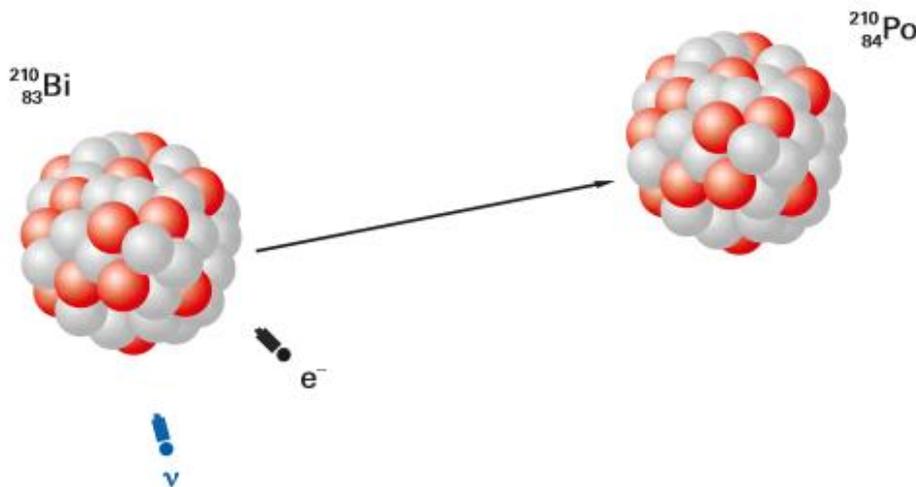
No final da década de 1920, em algumas experiências nas quais ocorre a emissão de elétrons do núcleo de alguns átomos (decaimento beta), obtinha-se um resultado preocupante: a energia total calculada depois da emissão dessas partículas era menor do que a energia total calculada antes da emissão, o que colocava em xeque o princípio da conservação da energia, um dos pilares da Física. Abaixo representação de uma dessas experiências:



O que se sabia, todos “viam” e ninguém entendia

Em 1930, buscando a solução para esse inesperado e incômodo resultado e com o objetivo de preservar a validade desse princípio, o físico austríaco Wolfgang Pauli (1900-1958) sugeriu que o cálculo da energia total depois da emissão de elétrons estaria errado, porque nela deveria surgir uma nova partícula, que não estava sendo levada em conta pela simples razão de ainda não ser conhecida...

Seguindo essa linha de raciocínio, em 1933, o físico italiano Enrico Fermi (1901-1954) publicou um artigo em que postulava teoricamente a existência dessa partícula e dava a ela o nome de neutrino, pois seria como um pequeno nêutron: originário do núcleo atômico e sem carga elétrica. Seus argumentos e cálculos foram tão convincentes, precisos e rigorosos que os físicos passaram a dar como certa a existência dessa partícula, apesar de ela só ter sido detectada experimentalmente, pela primeira vez, em 1956, vinte e três anos depois de sua descoberta teórica!



O que não se sabia e só Pauli e Fermi “viram” e entenderam

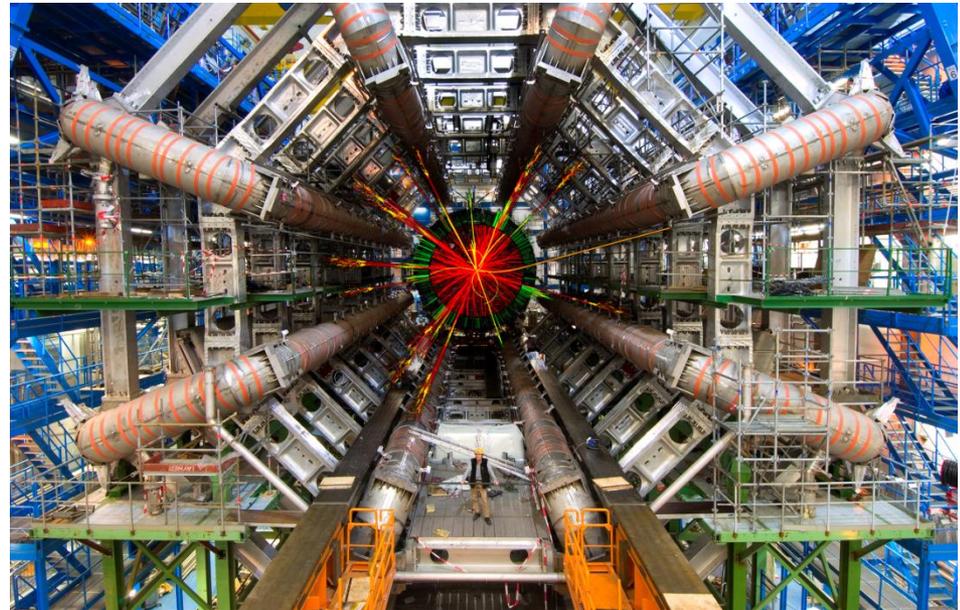
II – A descoberta do bóson de Higgs

Essa descoberta teórica, realizada em 1964, é ainda mais significativa, pois pudemos “assistir” a sua comprovação experimental recentemente ao vivo e a cores.

Naquele ano, de forma independente e quase simultânea, os físicos belgas Robert Brout e François Englert e o físico inglês Peter Higgs anunciaram a descoberta teórica de uma espécie de mecanismo pelo qual as partículas elementares adquirem massa. Higgs sugeriu ainda a existência de uma partícula, desde então conhecida como *bóson de Higgs*, que tornaria esse processo possível. Como as partículas elementares são os componentes básicos de toda a matéria do Universo, a existência do bóson de Higgs seria uma necessidade lógica essencial para explicar a própria existência da matéria; por essa razão, muitos a chamaram “partícula de Deus”.

Até o ano de 2008, no entanto, era impossível detectar essa partícula, pois não existia a fonte com a energia necessária, prevista teoricamente, para provocar o seu aparecimento. Foi por essa razão que se construiu o LHC, sigla de Large Hadron Collider, em inglês, que pode ser traduzido por Grande “Colisor” de Hádrons. Na época de sua inauguração, calculou-se que essa máquina fantástica custou cerca de quatro bilhões de euros.

É claro que ninguém faria um investimento desse porte se não soubesse o que pretendia com ele – seria impensável construí-lo apenas para observar colisões, formular problemas sobre elas, levantar hipóteses e realizar experiências para chegar a alguma conclusão ainda desconhecida, como propõe o método científico na sua versão tradicional.



"Buraco Negro" evento superposto à imagem do detector ATLAS detector.

Felizmente isso não ocorreu – a existência do bóson de Higgs foi anunciada em 4 de julho de 2012 (**48 anos depois de sua descoberta teórica!**); em 8 outubro de 2013 foi concedido o Prêmio Nobel de Física a François Englert e Peter Higgs (Robert Brout faleceu em 2011). Vale a pena conhecer a justificativa da Fundação Nobel para essa premiação:

*pela **descoberta teórica** do mecanismo que contribui para o nosso entendimento da origem da massa das partículas subatômicas, e que recentemente foi confirmada por meio da descoberta da partícula fundamental prevista, nas experiências ATLAS e CMS do CERN no Large Hadron Collider.”(grifo nosso)*

O empenho e o investimento na construção de um instrumento científico dependem da importância do que se quer ou se espera encontrar com ele – guardadas as devidas proporções, foi o que fez Galileu ao construir e aperfeiçoar a luneta com a qual iria descobrir os satélites de Júpiter. É o que ele mesmo diz em *O mensageiro das estrelas*:

[...] Por fim, não medindo nem gastos nem fadiga, consegui fabricar um instrumento tão excelente que as coisas com ele pareciam quase mil vezes maiores e mais de 30 vezes mais próximos que quando observados com a faculdade natural.

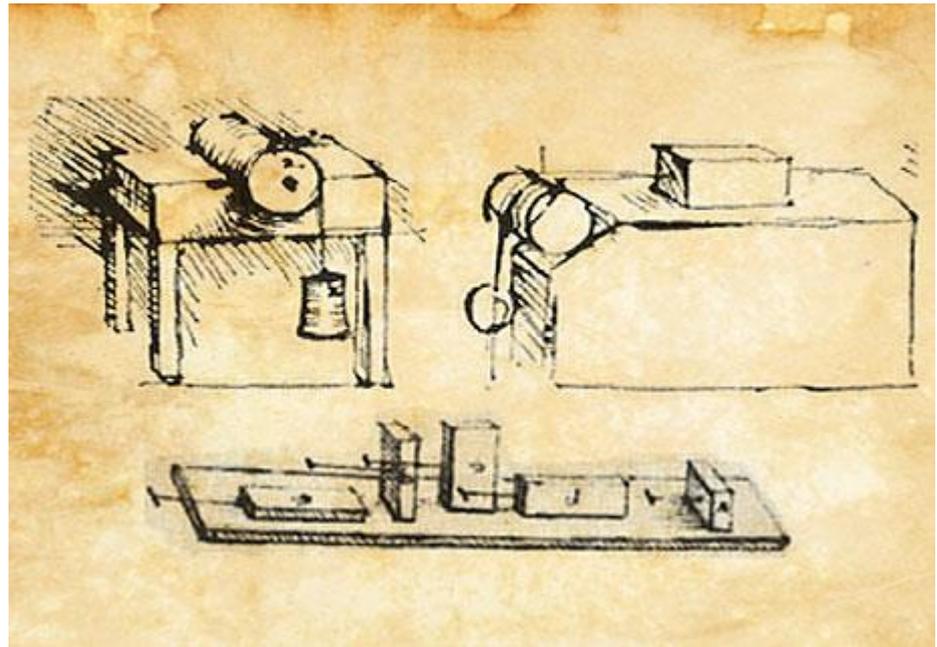


**Réplica do telescópio
de Galileu**

Todo esse esforço se justificou porque Galileu tinha a convicção de que poderia encontrar com esse instrumento na observação das estrelas. Por isso, como ele diz no mesmo livro, embora tivesse consciência do extraordinário valor do telescópio “**nos assuntos terrestres ou marítimos**”, preferiu deixar as coisas terrenas e se dedicar “**às celestes**”. Do mesmo modo, os físicos sabiam por que investiram tanto no LHC.

Nada do que foi dito até aqui, no entanto, implica que a ciência não tem método ou que a observação e a experimentação não são importantes. Certamente há método por trás das observações, da realização de medições, da obtenção e análise de dados, das verificações e da elaboração de conclusões, entre outros procedimentos relacionados à atividade científica. O que estamos procurando é resgatar e destacar o papel essencial da hipótese teórica em todos esses procedimentos: ela é sua orientadora.

Muitas leis científicas são empíricas, isto é, obtidas exclusivamente por meio da observação e da experimentação – é o caso das leis do atrito, fenômeno estudado há pelo menos cinco séculos e até hoje à espera de um equacionamento teórico –, o que não significa que essas observações e experimentações tenham sido feitas sem critério, sem alguma hipótese teórica que as orientasse.



Esboços de experimentos de Leonardo da Vinci que datam de 1506-8 destinados a analisar o atrito em um cilindro suportado em um meio-rolamento. (Codex Atlanticus folio 261r, Biblioteca Ambrosiana, Milão)

Vale a pena conhecer a crítica feita por Einstein a Heisenberg em 1926 , depois de uma conferência de Heisenberg sobre mecânica quântica. Segundo relato Heisenberg, Einstein criticou o seu procedimento, dizendo que ele ainda estava preso às antigas concepções do método científico. Para Einstein, Heisenberg estava fazendo o contrário do que devia fazer:

Conseguir observar uma coisa ou não depende da teoria que se usa. É a teoria que decide o que pode ser observado. [...] observar significa que construímos alguma conexão entre um fenômeno e nossa concepção do fenômeno. [...] Se mudamos a teoria relativa a essa sequência de acontecimentos [refere-se a um exemplo experimental dado anteriormente por Einstein], é óbvio que a observação será alterada.” (grifo nosso).

SALAM, A.; DIRAC, P.; HEISENBERG, Werner. *Em busca da unificação*. Lisboa: Editora Gradiva, 1991. p. 88

A nosso ver, todos os projetos de ensino de Física que apresentamos e pretenderam a reformulação desse processo cometeram o mesmo erro que Einstein atribuiu a Heisenberg – essa foi a causa principal do seu insucesso: se “é a teoria que decide o que pode ser observado”, é impossível que alguém “descubra” uma lei científica que não conhece por meio da simples observação, pois se ele ainda não a conhece não saberá sequer o que deve observar.

Pode-se argumentar que, adequadamente orientados e supervisionados por um professor, os alunos poderiam redescobrir essas leis. Afinal, tanto aqueles que elaboraram o material dos experimentos como o professor que o apresenta aos alunos conhecem as leis a serem descobertas e, assim, estariam aptos a orientar a observação dos alunos. Essa ideia chegou a ser proposta por uma metodologia chamada de **redescoberta orientada**.

Nesse caso, porém, a viabilidade desse procedimento deixa de ser de natureza epistemológica e passa a ser pedagógica ou psicológica. Para saber se é possível que o aluno “redescubra” a ciência por meio de material instrucional com apoio do professor, é preciso saber como a aprendizagem se processa em nosso cérebro e se nossas estruturas mentais possibilitam ou não essa redescoberta. Por isso, vamos apresentar a seguir uma síntese da teoria de Jean Piaget, um dos poucos pedagogos que se preocupou em entender o funcionamento do cérebro humano.

esse é o assunto da nossa próxima aula....