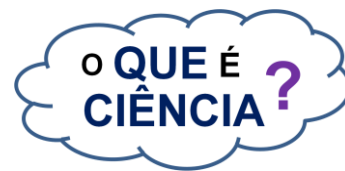


ATIVIDADE 03 Texto de Apoio I

Crítica à crença na comprovação científica

A ingenuidade do senso comum

Em geral, os cursos de ciência ensinam mais a *fazer* ciência que a *refletir* sobre sua natureza. Mas qual estudante de Física nunca se perguntou o que é ciência, afinal? É possível dizer que, para o senso comum, a ciência é estritamente objetiva, não havendo nela espaço para especulações e opiniões pessoais; as teorias científicas são baseadas exclusivamente em observações experimentais rigorosas; o conhecimento científico é sempre comprovado por meio de experimentos (daí a expressão “comprovação científica” tão cara aos comerciais de xampu e pasta de dente). Mas será que o senso comum está correto a respeito da ciência?



Neste texto de apoio, questionamos a existência da **comprovação científica**, ou seja, colocamos em dúvida se há fundamento em dizer que o conhecimento científico pode ser *comprovado* por meio de experimentos. Como será possível perceber, embora os questionamentos apresentados neste texto sejam de natureza filosófica, eles têm profundas implicações práticas para o trabalho nos laboratórios didáticos.

Do senso comum à sala de aula

Não é difícil reconhecer que as visões de ciência de senso comum estão presentes nos laboratórios didáticos de Física. Veja, por exemplo, essa conclusão tipicamente redigida por um estudante com respeito a um experimento tradicional no curso de mecânica (as informações entre colchetes geralmente não estão presentes, mas podem ser subentendidas do contexto):

“A partir desse experimento [realizado com um carrinho específico], comprovamos a segunda lei de Newton, ou seja, que a força resultante produz [em qualquer corpo] uma aceleração inversamente proporcional à sua massa ($\vec{F}_R = m\vec{a}$)”.

Como é possível perceber, essa conclusão está totalmente apoiada sobre o discurso da comprovação científica, ou seja, na crença de que as leis científicas são comprovadas com base em experimentos. Conclusões semelhantes são escritas todos os dias por praticamente todos os estudantes e são encorajadas pela maioria dos professores, mas onde está o equívoco?

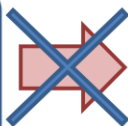
Um motivo para abandonar a crença na “comprovação científica”

Se formos rigorosos – como qualquer cientista deve ser – perceberemos que a afirmação feita pelo estudante no exemplo anterior é uma generalização apressada e **sem fundamento lógico**. Vamos deixar isso bem claro: as leis de Newton são afirmações universais (ou seja, elas não dependem de um contexto específico, mas são sustentadas com respeito a quaisquer corpos de massa m sobre os quais se aplica uma força resultante \vec{F}_R); o experimento realizado, por sua vez, é específico (foi utilizado um carrinho particular). Com efeito, mesmo se, no caso específico, a força resultante se mostrar proporcional à aceleração, não podemos garantir a validade desse enunciado para outros corpos, em outras regiões do espaço e do tempo. Por isso, comprovar a lei universal a partir de um experimento particular não tem fundamento lógico.

Comprovar uma lei universal a partir de um experimento particular não tem fundamento lógico!

Generalização sem Fundamento

O que o experimento permite concluir:
A força resultante aplicada sobre um carrinho específico de massa m produz aceleração aproximadamente proporcional à força aplicada e a constante de proporcionalidade é a massa do carrinho.



2ª Lei de Newton:
TODOS os corpos aos quais é aplicada uma força resultante experimentam uma aceleração proporcional à força aplicada e a constante de proporcionalidade é a massa do corpo.

Para ilustrar a falta de fundamento desse tipo de generalização (que tenta comprovar uma lei ou afirmação geral a partir de um experimento particular), considere a situação em que queremos saber a cor do cabelo de todos os estudantes de uma turma de 20 alunos. Nesse caso, quantos estudantes dessa turma seria preciso observar para comprovar rigorosamente a afirmação geral de que "Todos os alunos são morenos"? Considere que tenham sido sorteados 5 alunos dessa turma e esses cinco alunos têm cabelo escuro. É possível generalizar, afirmando que todos os alunos da turma têm a mesma cor de cabelo? Seguramente não, pois você não tem nenhuma garantia de que os outros alunos serão morenos também.

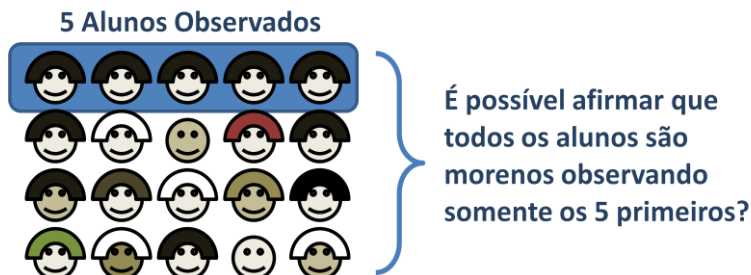


Figura 1. Representação da turma de estudantes. Como é possível perceber, os cinco alunos observados são morenos, mas o resto da turma não é.

Seguindo esse mesmo raciocínio, quantos objetos é preciso lançar em queda livre para comprovar rigorosamente que, desprezada a resistência do ar, **TODOS** os corpos caem na superfície da Terra com a mesma aceleração? Vamos supor que você tenha observado a queda de 12 corpos distintos e que todas as quedas ocorreram com a mesma aceleração. É possível considerar confirmada experimentalmente a afirmação de que **TODOS** os corpos caem com a mesma aceleração na superfície da Terra? Rigorosamente, não. Afinal, é possível que, em um lançamento seguinte, um 13º corpo não respeite essa lei.

Enfim, acreditamos ter deixado claro neste argumento que a comprovação científica (ou seja, a comprovação experimental de afirmações gerais), é mais um mito popular que não sobrevive a uma análise lógica rigorosa. Sua única vantagem sobre o papai Noel e o coelho da Páscoa é que, cedo na nossa infância, nós nos damos conta que essas coisas não existem. A crença na comprovação científica, entretanto, tende a subsistir um pouco mais.

Da comprovação à refutação

Feita a crítica acima, resta a seguinte questão: Se não existe comprovação científica, qual é a relação entre teoria e experimento na ciência? Ou ainda, dito de uma maneira mais operacional, "se eu não posso afirmar que esse experimento comprova a lei X, o que eu escrevo na conclusão no meu relatório experimental?!"

Essa questão da relação entre teoria e experimento tem diversas respostas e todas elas têm suas limitações. Para compreender uma das respostas possíveis, retomemos o exemplo da turma de alunos morenos.

Considere que seguimos observando a cor do cabelo dos alunos e que encontramos um aluno loiro! Quando isso acontece, constatamos que a afirmação geral de que todos os alunos são morenos é definitivamente **FALSA!** Em tese, o mesmo aconteceria se, com um experimento rigoroso, encontrássemos um corpo em queda livre que caía com aceleração diferente de g . Tendo encontrado esse corpo especial, não poderíamos mais afirmar que **TODOS** os corpos próximos à superfície da Terra caem com a mesma aceleração (igual a g).

Em ciência é possível dizer "sua afirmação é FALSA!" com base em observação experimental.

Assim, embora não exista **comprovação** científica (procedimento experimental para provar que afirmações científicas são **VERDADEIRAS**), existe **refutação** científica. Em ciência, é possível dizer "isto é definitivamente **FALSO**" com base em observação experimental!



As afirmações científicas são comprovadas por experimentos.



Afirmações científicas podem ser **testadas** experimentalmente.

Seguindo esse raciocínio, reconhecemos ser incorreto dizer que o conhecimento científico é confiável porque suas afirmações são comprovadas experimentalmente. Contudo, as explicações científicas são submetidas a testes experimentais rigorosos em que podem ser refutadas. Dessa maneira, as afirmações que sobrevivem aos testes experimentais não são necessariamente verdadeiras, mas aceitas temporariamente como proposições cientificamente válidas. Enfim, a aceitação de uma afirmação científica é potencialmente temporária, mas sua refutação pode ser considerada definitiva.

Como não existe comprovação científica, é incorreto dizer que o conhecimento científico é confiável porque é cientificamente provado!

Refutação: ingenuidade ou sofisticação?

Até aqui deve estar claro que a refutação não tem as mesmas deficiências lógicas da crença na comprovação científica. Entretanto, é preciso reconhecer algumas limitações das visões de ciência baseadas exclusivamente na refutação. Considere, por exemplo, a seguinte conclusão redigida por um estudante após realizar um experimento tradicional no laboratório de mecânica:

"A partir do presente experimento [realizado com um carrinho específico], a segunda lei de Newton foi testada rigorosamente, tendo sobrevivido ao teste".

Do ponto de vista lógico, não há nada de errado com essa conclusão. Porém, observando-a com cuidado, é possível perguntar "o que aconteceria se, nesse experimento didático, a força resultante não se mostrasse proporcional à aceleração? Estaria conclusivamente refutada a 2ª lei de Newton com esse experimento? A comunidade científica seria obrigada a descartar essa lei imediatamente?". É certo que não.

Com efeito, seríamos muito ingênuos se acreditássemos que todo o conhecimento científico está igualmente sujeito a crítica e que todos os pesquisadores estão sempre abertos a abandonar as crenças (leis, teoremas, teorias) consideradas fundamentais pela comunidade científica. Na prática, existem **convenções** que costumam ser respeitadas em ciência: regras (geralmente não escritas) dizendo quais são as afirmações centrais nas teorias (e que devem ser mantidas) e quais são auxiliares (que podem ser testadas e modificadas). Por exemplo, no contexto dos experimentos didáticos de mecânica, as leis de Newton são irrefutáveis *por convenção*. Ou seja, nenhum cientista do século XXI pode ser levado a sério ao considerar refutadas as leis de Newton a partir de um experimento didático de mecânica mesmo se o resultado desse experimento sugerir a refutação.

Seríamos muito ingênuos se acreditássemos que todo o conhecimento científico está igualmente sujeito a crítica.

No fundo, as razões que levam os cientistas a preservar o núcleo das teorias alterando somente as afirmações periféricas são mais históricas que lógicas. Afinal, se as leis da mecânica de Newton têm sido bem sucedidas por tantos séculos, por que acreditar que um estudante qualquer, realizando um experimento elementar, poderia refutar essas leis tão bem corroboradas? Assim, a atitude mais racional que se pode ter diante de um resultado que esteja ameaçando uma lei geral é transmitir a refutação para alguma hipótese auxiliar. Ou seja, se os resultados obtidos no seu experimento estão em desacordo com o que prevê a teoria (por exemplo, se a força resultante parece não ser proporcional à aceleração), corrija seu procedimento, suas hipóteses auxiliares, suas idealizações, mas não mexa nas leis de Newton!

Retornemos agora à conclusão redigida pelo estudante após realizar um experimento didático sobre as leis de Newton. Segundo esse estudante, as leis de Newton foram "rigorosamente testadas", porém, rigorosamente falando, elas são aceitas como verdadeiras por convenção. Logo, não são testáveis nem refutáveis por convenção, por decisão da comunidade científica (independente do resultado que possa ocorrer no experimento).

Enfim, a ingenuidade que estamos discutindo agora está em acreditar que tudo o que se afirma em ciência é igualmente refutável por meio de experimentos, que todas as afirmações científicas são experimentalmente testáveis e que, individualmente, um pesquisador treinado ou um estudante iniciante pode por abaixo a construção teórica de toda uma comunidade em uma só tacada! A rigor, a refutação é praticada geralmente dentro dos limites de certas convenções estabelecidas (explícita ou tacitamente) pela comunidade científica.



Todas as crenças científicas são igualmente testáveis e refutáveis



A refutação é praticada dentro dos limites de certas **convenções**

Considerações finais

Neste texto, exploramos da maneira mais didática possível alguns aspectos do debate filosófico em torno da relação entre teoria e experimento em ciência. Como é possível perceber, essa discussão não é muito elementar, mas insistimos nela por possuir fortes implicações sobre o trabalho no laboratório didático. Afinal, o que podemos concluir de um experimento didático? É verdade que experimentos são comprovações das teorias?

Tradicionalmente, os experimentos didáticos são preparados como se fosse possível e necessário comprovar as teorias experimentalmente. Como se o papel do laboratório didático fosse comprovar o que se diz na aula teórica. Como é possível perceber, a crença na comprovação experimental sequer tem fundamento lógico e precisa ser abandonada se quisermos ser rigorosos.

Como alternativa à visão de ciência baseada na comprovação científica, apresentamos um ponto de vista baseado em **refutação e convenção**. O papel em sala de aula desses dois conceitos será explorado em outro texto de apoio. Por agora, esperamos ter deixado claro neste texto a importância de abandonar definitivamente o discurso da comprovação científica.

Referências

- CHALMERS, A.F. **O que é ciência afinal?** 1 ed. São Paulo: Brasiliense, 1993. 210 p.
- LAKATOS, I. **Metodologia de los programas de investigación científica**. 1 ed. Madrid: Alianza Editorial, 1993. 320 p.
- SILVEIRA, F.L. A filosofia da ciência de Karl Popper: O racionalismo crítico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 197-218. 1996.
- SILVEIRA, F.L. A metodologia dos programas de pesquisa: A epistemologia de Imre Lakatos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 219-230. 1996.
- SILVEIRA, F.L.; OSTERMANN, F. A insustentabilidade da proposta indutivista de “descobrir a lei a partir de resultados experimentais”. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 19, n. Especial, p. 7-27. 2002.

Como citar este texto de apoio

LIMA JUNIOR, P.; SILVA, M.T.X.; SILVEIRA, F.L. Crítica à crença na comprovação científica. In: _____. **Mecânica experimental: Subsídios para o laboratório didático**. Porto Alegre: IF-UFRGS, 2011. p. 48-51. No prelo. Disponível em <www.if.ufrgs.br/fis1258>. Acesso em 15 mar. 2011.