

Investigação da Concepção de Graduandos de Ciências Biológicas Sobre Lei e Teoria Científicas

Research Conception of the Graduates of Biological Sciences About Law and Scientific Theory

João Paulo Di Monaco Durbano (joaodurbano@usp.br)

Mestrando, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo

Agência financiadora: CAPES

Maria Elice Brzezinski Prestes (eprestes@ib.usp.br)

Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo

Resumo

O presente trabalho analisou o modo pelo qual alunos de Ciências Biológicas compreendem os conceitos de “lei” e “teoria” científicas. Para isto foi utilizado o questionário VNOS-C, desenvolvido por Norman Lederman entre outros em 2002. A importância de se trabalhar estes conceitos no ensino de ciências reside em representarem as ferramentas e os produtos da própria ciência. A partir das respostas dadas no questionário VNOS-C observamos que a concepção dos alunos não está de acordo com o que é aceito atualmente na filosofia das ciências. Estes pensamentos equivocados dos alunos que podem prejudicar seu aprendizado. Nossa preocupação de investigar as concepções dos alunos para a elaboração de estratégias de ensino que seja capaz de promover um ensino mais completo *sobre* ciência.

Palavras-chave: Natureza da Ciência, Concepção, Lei Científica, Teoria Científica

Abstract

This study examined the way in which students of the biological sciences understand concepts the "law" and "theory" scientific. For this we used the VNOS-C questionnaire, developed by Norman Lederman and others in 2002. The importance of these concepts in science education is to represent the tools and the products of science itself. From the questionnaire responses VNOS-C noted that the conception of the students do not agree with what is currently accepted in the philosophy of science. These mistaken thoughts of students that can harm learning. Our concern to investigate students' conceptions for the development of teaching strategies to be able to promote a more complete teaching about science.

Keywords: Nature of Science, Conception, Scientific Law, Scientific Theory

Introdução

O presente trabalho que pertence à área de história, filosofia e sociologia da ciência no ensino de ciências, analisou o modo pelo qual alunos de Ciências Biológicas do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo compreendem os conceitos de “lei” e “teoria” científicas. Para obter a concepção dos alunos ingressantes de 2010 sobre estes componentes da ciência, foi utilizado o questionário VNOS-C (do inglês, *Views of the Nature of Science, Form C*; Visões da Natureza da Ciência – Modelo C), desenvolvido por Norman Lederman, Fouad Abd-El-Khalick, Randy Bell e René S. Schwartz, em 2002.

Ao longo do século XX, alguns filósofos alimentaram discussões sobre qual a natureza e as características da ciência. Nomes como Karl Popper, Thomas Kuhn, Imre Lakatos, Paul Feyerabend chamaram mais atenção. Porém, para o ensino de ciências, estas particularidades filosóficas possuem menor relevância. Nessa perspectiva, Lederman parece ter razão ao afirmar que “há mais consenso do que desentendimentos” sobre aspectos da Natureza da Ciência (NdC) que devem ser explorados no ensino de ciências (Lederman, 2007, p. 832).

Trabalhar a NdC no ensino de ciências é fundamental para a tomada de decisões conscientes pela sociedade. Outros argumentos são citados na literatura sobre a pertinência desse tema para o ensino, como: apreciar o valor da ciência como parte da cultura contemporânea; desenvolver uma compreensão das normas da comunidade científica que incorporam os compromissos morais que são de interesse geral e valor para a sociedade; para qualificar os cientistas a fim de manterem e desenvolverem o processo industrial, entre outros (Driver, Leach, Millar e Scott, 1996, p. 23).

Sabendo da importância de discussões meta-científicas explícitas no ensino, um dos temas mais interessantes e produtivas da área tem-se centrado na definição de quais aspectos da NdC são considerados adequados para incorporação ao currículo das ciências naturais no ensino (Paraskevopoulou e Koliopoulos, 2010). A fim de referenciar quais seriam os aspectos mais importantes a serem trabalhados no ensino, Norman Lederman relacionou sete destes componentes da NdC, a saber: que os alunos compreendam a diferença entre observação e inferência; a distinção entre leis e teorias; compreendam a participação da imaginação e criatividade na ciência; entendam o papel da subjetividade do conhecimento científico; que a ciência sofre influência sócio-cultural; que a ciência nunca é absoluta; e a distinção entre NdC e investigação científica (Lederman, 2007).

Leis e teorias no ensino de Biologia

Dentre os aspectos da NdC relacionados por Lederman, a serem trabalhado no ensino, estão os conceitos de “lei” e “teoria”. Sua importância reside em representarem as ferramentas e os produtos da própria ciência (McComas, 2003).

Leis e teorias são elaboradas para interpretar e descrever os fenômenos da natureza. Assim como os conceitos, os significados de lei e teoria estão sujeitos a modificações

históricas, variando tanto entre os cientistas quanto no âmbito teórico das diferentes disciplinas científicas, o que provoca muita confusão em relação ao seu uso adequado (McComas, 2003).

Diversos pesquisadores buscam a definição desses conceitos. Quanto às leis, Norman Lederman, diz que são afirmações ou descrições das relações entre fenômenos observados (Lederman, 2007). Já Rudolph Carnap diz que as leis são desenvolvidas para explicarem fatos e preverem ocorrências ainda não observadas (Carnap, 1966).

Sobre as teorias científicas Gerald Holton e Stephen Brush afirmam serem um esquema conceitual para explicar um fenômeno (Holton e Brush, 2001). Para Lederman teorias são explicações inferidas para fenômenos observáveis. (Lederman, 2007). A proliferação de teorias é benéfica para a ciência, ao passo que a uniformidade lhe debilita o poder crítico. A uniformidade, além disso, ameaça o livre desenvolvimento do indivíduo (Feyerabend, 1977). Feyerabend (1977) ainda complementa:

...as teorias só se tornam claras e — ‘razoáveis’ depois de terem sido usadas, por longo tempo, várias partes incoerentes que as compõem. Essa operação desarrazoada, insensata, sem método é, assim, condição inevitável de clareza e de êxito empírico.

Para além das definições, que são objeto de complexas discussões filosóficas, há uma questão de interesse imediato ao ensino: de que modo esses conceitos se aplicam às Ciências Biológicas? Essa deve ser uma preocupação para o ensino de Biologia?

Como exemplo, podemos pegar o caso particular das leis científicas na biologia. William McComas diz: “Ao contrário das ciências físicas, onde é possível considerar muitas generalizações como leis gerais, em biologia quase sempre há exceções à regra” (McComas, 2003). Há poucas regularidades observadas nos sistemas complexos, se alguma, que satisfaçam a rigorosa definição de lei adotada por físicos e filósofos (Mayr, 2008). Já Robert Brandon (1997), argumenta que os biólogos estão interessados em regularidades, mas não vê como objetivo principal da biologia a busca de leis fundamentais (Brandon, 1997).

Embora as leis também sejam encontradas na biologia, particularmente em processos fisiológicos e de desenvolvimento, a maioria das regularidades encontradas no mundo vivo não possuem a universalidade das leis da física. Consequentemente, os biólogos hoje em dia fazem uso da palavra lei apenas raramente (Mayr, 1988). Ernst Mayr trás uma questão que merece atenção: “as teorias nas ciências físicas são geralmente baseadas em leis, e na biologia, em conceitos [...] assim os conceitos na biologia possuem um papel muito maior que o das leis na formação de teorias” (Mayr, 2008).

As ciências biológicas possuem peculiaridades que não encontramos na física e química. Logo, o ensino das ciências física e química algumas vezes possui características que podem não se aplicar ao interesse do ensino de ciências biológicas. Segundo McComas, esse cenário decorre do fato da biologia como disciplina científica ter sido historicamente negligenciada a partir de uma perspectiva da NdC, quando comparado com a matemática, a física e da química (McComas, 2003).

Ernst Mayr observa que a maior parte dos alunos de biologia pesquisados, exemplificaram, com teorias da física e possuem dificuldade de diferenciar entre lei e teoria (Mayr, 2008).

McComas ainda coloca que muitos ainda acreditam erroneamente que as teorias se transformam em leis como se fosse um processo de maturação. Este tipo de pensamento pode levar ao equívoco de que as leis são mais importantes do que as teorias. A falta de atenção

para a distinção entre termos compromete a aprendizagem do aluno sobre o modo como o conhecimento científico é construído (McComas, 2003).

A fim de ampliar os trabalhos que se dedicam especificamente ao ensino da biologia, para que possam fornecer subsídios para a adoção de estratégias mais eficientes em sala de aula, nosso trabalho buscou investigar concepções de alunos de ciências biológicas sobre o que eles pensam sobre a relação entre leis e teorias científicas. Para investigar a concepção sobre leis e teorias, de alunos de ciências biológicas, procuramos investigar quais as respostas que os alunos deram, ao responderem a questão de número 6 extraída do questionário VNOS-C, elaborado por Norman Lederman em 2002.

Pesquisa empírica

Para investigarmos a concepção que fornecida pelos alunos sobre a existência de diferença entre leis e teorias, foi aplicado o questionário VNOS-C para alunos voluntários do 1º semestre letivo do Curso de Ciências Biológicas do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, no ano de 2010, nos períodos noturno e integral. Os alunos responderam o questionário em duas etapas, no início e no final do semestre letivo. Consideramos apenas os questionários dos alunos que responderam às duas etapas de aplicação. Assim, o número de questionários investigados foi: trinta e quatro questionários VNOS-C (de dezessete alunos).

No questionário o tema diferença entre leis e teorias científicas é questionado, de forma direta, na questão de número 6, que pergunta: “Você acha que há diferença entre uma teoria científica e uma lei científica?”. Essa questão busca se o aluno acha que há diferença entre uma teoria científica e uma lei científica. A questão ainda pede para justificar a resposta e para dar um exemplo para que o aluno defenda sua posição.

Para os nossos objetivos, não esperávamos que os alunos pesquisados fossem capazes de apresentar uma visão detalhada sobre pormenores dos debates filosóficos a respeito de leis. Consideramos importante que os alunos percebessem que leis e teorias são formas de conhecimentos diferentes (Lederman, 2007), que não há uma hierarquia entre estas formas de conhecimento, um não se transforma no outro devido ao acúmulo de evidências (Horner e Rubba 1979). Buscamos também se os alunos perceberam que leis científicas não são verdades absolutas (McComas, 1998).

Resultados e Discussão

A análise qualitativa das respostas dadas à questão 6 do VNOS-C sobre a diferença entre leis e teorias científicas seguiu procedimento proposto por Laurence Bardin (2000), buscando definir dimensões e categorias de análise de conteúdo, conforme apresentado a seguir. As duas dimensões e oito categorias foram elaboradas *a posteriori* e estão apresentadas na tabela 1, que é referente à primeira e à segunda etapa da pesquisa, ocorridas no início e final do semestre letivo. A tabela foi construída a partir de uma dimensão e duas categorias *a priori*, derivadas diretamente da questão 6, que questiona se os alunos acham que há diferença entre uma teoria científica e uma lei científica. Nesta dimensão, que denominamos “leis e teorias são” as respostas dos alunos foram colocadas nas categorias “diferentes” ou “iguais”. Já uma segunda dimensão criada, obtida *a posteriori*, denominada “argumentaram que”, gerou seis categorias onde foi analisado o argumento que os alunos utilizaram para defender sua opinião. Segue abaixo a tabela 1 produzida:

	1º ETAPA		2º ETAPA	
	Diferentes	Iguais	Diferentes	Iguais
leis e teorias são Argumentaram que				
1- As leis são comprovadas e também mais confiáveis e/ou aceitas que as teorias	1*, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16		1, 3, 4, 6, 9, 11, 12, 16	
2- As teorias se transformam em leis após vários estudos e experiências	15		15	
3- Teorias são mais universais e as leis mais específicas			2, 7, 13	
4- As leis se aplicam a um número maior de eventos			14, 17	
5- As leis possibilitam a criação de teorias	5		8	
6- As leis e teorias podem ser refutadas		17	5, 10	

Tabela 1: Dimensões e categorias obtidas a partir das respostas à pergunta número 6 do VNOS-C nas duas etapas de aplicação do questionário.

* numeração referente ao número atribuído ao aluno.

Apenas um aluno (o de número 17) respondeu que leis e teorias são formas de pensamento iguais. Já na segunda etapa, o mesmo aluno, considerou as leis e teorias como formas de pensamento diferentes.

As categorias criadas a partir das respostas dos alunos, para a dimensão “argumentaram que”, referentes às duas etapas de aplicação dos questionários, nos permite observar que grande parte dos alunos adotou uma posição que se encaixa na categoria “As leis são comprovadas e também mais confiáveis e/ou aceitas que as teorias”. Já na segunda etapa menos alunos se encaixaram nesta categoria. As respostas que se encaixam nesta categoria não estão de acordo com os nossos referenciais teóricos, já que consideram as leis como uma forma de pensamento comprovada. Como exemplo de resposta desta categoria temos a resposta do aluno 2, na primeira etapa, que diz: “a teoria não foi totalmente comprovada, enquanto a lei científica foi”.

Apenas o aluno 15, nas duas etapas de aplicação do questionário, declarou que as teorias se transformam em leis após vários estudos e experiências. Na primeira etapa este aluno disse: “lei científica é uma teoria que conseguiu ser comprovada através de experimentos”. Esta forma de pensar também não está de acordo com o pensamento epistêmico atual.

As respostas da segunda etapa ainda proporcionaram a criação de duas categorias. Numa delas as respostas de dois alunos foram categorizadas como: “leis se aplicam a um número maior de eventos”. Já na categoria “teorias são mais universais e as leis mais específicas”, as respostas de três alunos se encaixaram nesta categoria. Como exemplo de resposta que se encaixou nesta categoria, temos a declaração do aluno número 2, na segunda etapa: “enquanto uma lei descreve um padrão considerado pontual [...] uma teoria descreve alguns padrões que são considerados universais”. Com base nas respostas desses alunos, que se encaixaram nessas duas categorias, observamos que eles consideram existir certa hierarquia quanto a amplitude da casos em que são utilizadas as leis ou as teorias. Por tomarmos por base referências teóricas que não admitem existir hierarquia entre as leis e teorias, estas respostas não foram consideradas estando em desacordo com a posição epistêmica atual.

A partir das respostas do aluno 5, na primeira etapa e do aluno 8, na segunda etapa foi possível criar a categoria “as leis possibilitam a criação de teorias”. O aluno 5, na primeira etapa, declarou: “as leis científicas regem o funcionamento de uma ciência, possibilitando a criação de teorias científicas”.

O aluno 17 na primeira etapa e os alunos 5 e 10 ainda declararam que as leis e teorias podem ser refutadas. Com relação às leis, as respostas destes alunos se encaixam no que afirmou McComas (1998): as leis científicas não são verdades absolutas.

Quando comparadas as duas etapas observamos que na segunda etapa muitos alunos mudaram suas respostas, assumindo posições diferentes. Quase todos os alunos declararam que leis e teorias são formas de conhecimento diferentes. Mesmo assim, na segunda etapa, muitos alunos ainda declararam que as leis possuem mais credibilidade do que as teorias.

Conclusão

A maioria das respostas dadas pelos alunos, no momento da pesquisa, não estão de acordo com o que é aceito atualmente na filosofia das ciências. A partir das respostas é possível observar, por exemplo que grande parte dos alunos acreditam que leis são formas de conhecimentos comprovadas e mais aceitáveis que as teorias.

É importante que professores de ciências tenham cuidado em fornecerem definições precisas e completas sobre os conceitos de lei e teoria, para que possibilitem aos estudantes um aprendizado mais completo *sobre* a ciência. No caso específico de professores de biologia há ainda a preocupação de que os alunos percebam as peculiaridades encontradas para estes conceitos nas ciências biológicas.

A preocupação de aplicar questionários, como o VNOS-C, para a realização de sondagens de concepções prévias, pode auxiliar o professor a adotar estratégias de ensino mais efetivas e contextualizadas. Aplicados ao final de uma intervenção didática, podem fornecer dados de modo a balizar trabalhos futuros.

Queremos ressaltar que estes pensamentos equivocados podem prejudicar o aprendizado dos alunos. Nossa preocupação de investigar as concepções dos alunos para a elaboração de estratégias de ensino que seja capaz de promover um ensino mais completo

sobre ciência e que o ensino de biologia possui peculiaridades que precisam ser tratadas e investigadas de forma diferenciada do ensino de outras ciências.

Referências

BRANDON, Robert N. Does Biology Have Laws? The Experimental Evidence. *Philosophy of Science*, The University of Chicago Press, v.64, p.444-445, 1997.

CARNAP, Rudolf. *Philosophical foundations of physics*. New York: Basic Books, 1966.

DRIVER, Rosalind; LEACH, John; MILLAR, Robin; SCOTT, Philip. *Young peoples's images of science*. Lancaster: Open University Press, 1996.

FEYERABEND, Paul. *Contra o Método*. Livraria Franscisco Alves Editora, 1977.

HOLTON, G. e BRUSH, S. F. *Physics, the human adventure*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press, 2001.

HORNER, Jack K. & RUBBA, Peter A. The laws are mature theories fable. *The Science Teacher*, v. 46, n. 2, p. 31, 1979.

LEDERMAN, Norman G. Nature of Science: Past, Present, and Future. Pp. 831-880, in: ABELL, Sandra K.; LEDERMAN, Norman G. (eds.). *Handbook of research on science education*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2007.

LEDERMAN, Norman G.; ABD-EL-KHALICK, Fouad; BELL, Randy SCHWARTZ, René S. Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002.

MAYR, Ernst. *Toward a new philosophy of biology*. Cambridge, MA: The Belknap Press, 1988.

Mayr, Ernst. *Isto é Biologia: A ciência do Mundo Vivo*. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

MCCOMAS, William F. A Textbook Case of The Nature of Science: Laws and Theories in The Science of Biology. *International Journal of Science and Mathematics Education*, v. 1 n. 2, p. 141-155, 2003.

PARASKEVOPOULOU, Eleni; KOLIOPOULOS, Dimitris; Teaching the Nature of Science Through the Millikan-Ehrenhaft Dispute. *Science & Education*, versão online, p. 1-18, 2010.