

# LEIS & TEORIAS: IDENTIFICANDO ASPECTOS SOBRE VISÕES DE NATUREZA DA CIÊNCIA EM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO NUM CURSO DE FÍSICA EXPERIMENTAL

## THEORIES & LAWS: IDENTIFYING NATURE OF SCIENCE PERSPECTIVES IN HIGH-SCHOOL EXPERIMENTAL PHYSICS CLASSES

### Resumo

A introdução de novos conteúdos relativos à Natureza da Ciência (NdC) tem estado no centro das discussões de determinados grupos que investigam o ensino de ciências. Um aluno quando entra no Ensino Médio já possui uma determinada visão de ciência, construída ao longo de sua vida por múltiplas interações, não só com a educação escolar, mas com diversas outras formas de aprendizagem, dentre elas os meios de comunicação. Pretende-se criar interferências nessa visão a partir de um curso de Física Experimental onde elementos de reflexão epistemológica serão introduzidos. O presente estudo é parte dessa investigação. Pretende-se investigar o entendimento prévio desses alunos sobre dos elementos epistemológicos: lei e teoria. Após a conclusão do curso, será realizada nova avaliação tentando perceber se alguma modificação foi produzida. Nessa primeira etapa foram utilizados dois questionários bastante conhecidos, VNOS e COCTS. O primeiro de cunho quantitativo e o segundo qualitativo.

**Palavras-chave:** Epistemologia, Natureza da Ciência, Física Experimental, Ensino Médio.

### Abstract

The new Nature of Science (NOS) introduction has been increasing in the core of science teaching group debate. A student starting junior high-school already possesses some science viewpoint built throughout his general life. By this mean, not only by one's academic background but also through a plethora of learning types such as some communication means. It is intended to create a positive environment within an Experimental Physics class where epistemological elements could be introduced. This present study has been shown as a part of this research. Thus, this work aims to investigate the previous students understanding over some epistemology concepts comprehension: law & theory. After concluding this course it will be applied another assessment intending to check any modification in the answers pattern collected previously. In this first stage it has been applied two already known questionnaires, VNOS and COCTS. The first, presenting a quantitative methodology and the latter, qualitative.

**Key-words:** Epistemology, Nature of Science, Experimental Physics, K-12 Teaching.

## Introdução

Este trabalho é um relato de uma pesquisa exploratória sobre as concepções de TEORIA e LEI de alunos de uma escola de Ensino Médio. Tal investigação insere-se no contexto dos estudos sobre a Natureza da Ciência (NdC) que vem sendo realizados nos últimos trinta anos (GIL-PÉREZ, 1994; MATTHEWS, 1998; ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000; BELL et al, 2001; MOSS, ABRAMS, 2001; GIL-PÉREZ et al, 2001; LEDERMAN et al., 2002, SWARTZ, LEDERMAN, CRAWFORD, 2004; TEIXEIRA, FREIRE JR., EL-HANI, 2009). A investigação ocorreu durante um curso de Física Experimental que, além de ensinar os conteúdos específicos desta disciplina, tinha como objetivo refletir sobre o papel da experimentação na construção do conhecimento científico.

Este objetivo de cunho epistemológico não procurou trabalhar a partir da idéia de substituição de uma concepção errônea ou ingênua por outra que fosse considerada correta ou adequada. O objetivo era o de fornecer mais recursos à visão dos alunos apresentando diferentes opiniões, próprias da reflexão epistemológica.

A inserção da prática reflexiva se constitui num grande avanço para a educação científica brasileira. O ensino de ciências sempre teve uma base dogmática, herdada de uma tradição positivista francesa, onde os alunos raramente perguntam e esperam do professor a apresentação de respostas corretas para serem memorizadas e reproduzidas nas avaliações. Este tipo de ensino induz a visão de um conhecimento descoberto ao invés de construído. Quem descobre, descortina uma “verdade” previamente existente. O conhecimento construído é fruto de diferentes interpretações dos dados experimentais, que se consolidam após controvérsias, aonde tensões e consensos vão delineando a hegemonia de um modelo teórico. Esse fato não anula os demais modelos perdedores, mas os coloca em uma situação de hibernação.

A História das Ciências está repleta de controvérsias onde um dos modelos construiu sua hegemonia, mas não necessariamente apagou seus opositores. Alguns deles acabam retornando posteriormente transformados a partir de releituras feitas por outras gerações.

Portanto, a investigação que será aqui apresentada é um ponto de partida. O curso de Física Experimental não visa determinar um ponto de chegada estático que possa substituir a visão errada ou ingênua dos alunos por outra considerada correta. O ponto de chegada obtido não será definido previamente. Não obstante, pretende-se investigar as possíveis modificações identificadas nas concepções dos alunos em relação à epistemologia da Física ao longo do curso e após a sua conclusão. Com isso, procura-se identificar o impacto do curso nessa transformação objetivando propor a inserção deste conteúdo no programa curricular através desta abordagem, sem, no entanto, sobrecarregar ou prejudicar o programa já vigente.

## **Conceitos de Teoria e Lei**

As discussões sobre a existência de leis na Natureza são bastante antigas. As visões metafísicas de diversos filósofos da ciência dos séculos XVI, XVII e XVIII indicavam a crença de que Deus havia construído o Universo a partir de leis claras e definidas. Cabia aos filósofos naturais, e mais tarde aos cientistas, descobrir estas leis. As teorias eram concebidas como uma ordenação dessas leis, num sistema maior que procurava interligá-las e dar uma coerência, propiciando o entendimento do conjunto. Assim foi com a Lei da queda dos corpos percebida por Galileu e a lei do movimento planetário em torno do Sol. Ambas eram bem conhecidas no século XVII, mas não estavam articuladas a uma teoria. Ao contrário, a teoria aristotélica da queda dos corpos em direção ao centro do universo estava em visível contradição com ambas. A Terra não era mais o centro do Universo e os corpos continuavam caindo em sua direção. A Teoria da Gravitação Universal de Newton veio organizar um conjunto de leis que estavam sendo “descobertas”.

A Filosofia da Ciência do século XVIII trouxe uma importante controvérsia em relação à construção de teorias e leis. A obra de David Hume apresentou uma visão cética radical que impossibilitava a crença em leis da natureza. A partir de um olhar empirista, Hume afirmou que não há qualquer garantia de veracidade para a conexão entre fatos observados. Essas ligações são criações mentais e, portanto, não podem ser garantidas apenas pelo fato de se repetirem ao longo do tempo. Portanto, as leis não seriam da natureza, mas sim ficções construídas pelo homem indutivamente.

Essa postura cética acordou Kant de seu “sonho dogmático”. Kant constrói um sistema tentando superar o empirismo radical de Hume e resolver a controvérsia milenar entre empirismo e racionalismo. Todo conhecimento nasce da experiência, mas nem todo conhecimento provém dela. Existe algo que a mente impõe à natureza. Essas relações entre fatos permitem a elaboração de leis. Tanto teorias como leis são construções. Entretanto, as leis estão num nível diferente das primeiras, por terem uma amplitude menor. Leis são produzidas por relações entre grandezas. Teorias articulam leis num sistema mais amplo. Apesar de ambas serem construções, as leis apresentam um caráter menor de mutabilidade. A lei que descreve a dilatação dos corpos, por exemplo, não mudou quando a teoria do calórico foi substituída pela do calor.

Portanto, o objetivo é apresentar aos alunos algumas dessas questões. Refletir sobre as diferenças e similitudes entre LEI e TEORIA além de produzir uma reflexão sobre uma temática específica de epistemologia, também produz uma reflexão sobre a própria natureza da ciência.

## **Pesquisa**

Com o objetivo de melhor compreender o pensamento dos estudantes sobre a relação entre teoria e lei, foi realizada uma investigação através de duas ferramentas já utilizadas por outros

pesquisadores: COCTS (VÁZQUEZ et al., 2006; ACEVEDO et al., 2007; VÁZQUEZ, MANASSERO, TALAVERA, 2010) e VNOS (LEDERMAN et al., 2002; TEIXEIRA, FREIRE JR., EL-HANI, 2009).

Optou-se pela aplicação inicial do questionário COCTS, como estudo quantitativo, oferecendo assim uma amostra significativa de respondentes e estabelecendo contornos mais amplos do campo de estudo. Numa segunda etapa, foi utilizado o questionário VNOS-C, de base qualitativa, para observar as respostas com mais profundidade sobre a questão-chave analisada.

A pesquisa desenvolvida no curso de Física experimental do 2º ano do Ensino Médio de uma escola técnica localizada no município do Rio de Janeiro. Consideramos relevante esta informação, pois para que os alunos possam ingressar nesta instituição são submetidos a um processo seletivo que é amplamente concorrido anualmente por estudantes oriundos de escolas públicas e particulares de todo o estado. O objetivo desta pesquisa foi identificar padrões sobre visões epistemológicas que os alunos adquiriram antes de ingressar no curso, seja por influências acadêmicas anteriores, familiares ou pessoais. Realizado no primeiro trimestre de 2011, a pesquisa foi dividida em três etapas:

- 1- Aplicação do questionário COCTS a 165 alunos das cinco turmas participantes;
- 2- Aplicação do questionário VNOS-C aos alunos das cinco turmas participantes, desta vez divididos em 44 grupos que deveriam discutir suas respostas entre os componentes e respondê-las somente após consenso;
- 3- Tabulação dos dados apurados e análise dos resultados obtidos, comparando-os com os resultados apresentados em pesquisas realizados por outros pesquisadores.

## Resultados

Os resultados serão apresentados em separado para posteriormente analisarmos os seus conteúdos em conjunto. O COCTS foi o primeiro questionário aplicado, apresentando uma proposição e padrões de resposta com o qual os alunos deveria concordar, manter-se neutros ou discordar:

### **Questionário COCTS**

**90511-As idéias científicas se desenvolvem desde as hipóteses até as teorias, e finalmente, se são suficientemente boas, até se constituírem em leis. As hipóteses podem conduzir a teorias que podem levar às leis...**

- a) Porque uma hipótese se comprova com experimentos. Acaso se prove que é correta torna-se uma teoria. Depois que uma teoria é provada como verdadeira varias vezes por diferentes pessoas e é utilizada durante muito tempo, então se converte em lei.
- b) Porque uma hipótese se comprova com experimentos. Se existem provas que a sustentam, é uma teoria. Depois que uma teoria é comprovada muitas vezes e parece ser essencialmente correta, é suficiente para que chegue a ser una lei.
- c) Porque é uma maneira lógica de desenvolver as ideias científicas.
- d) As teorias não podem converter-se em leis porque ambas são ideias de distinta classe. As teorias se baseiam em ideias científicas que não são 100% certas, e por isso não se pode provar que as teorias sejam verdadeiras. Por sua vez, as leis baseiam-se somente em fatos e são 100% seguras.

- e) As teorias não podem converter-se em leis porque ambas são ideias de distinta classe. As leis descrevem fenômenos naturais. As teorias explicam fenômenos naturais. Portanto as teorias não podem converter-se em leis. Por sua vez, com provas que as apoiam, as hipóteses podem converter-se em teorias (explicações) ou leis (descrições).

Fig.1 – Representação da questão 90511 apresentada aos estudantes na pesquisa COCTS

O percentual obtido nas cinco turmas é apresentado na figura 2, considerando-se que, para simplificar a visualização, neste trabalho foi utilizada uma escala adaptada e resumida dos percentuais com apenas três faixas de concordância: Grau 1 a 3, para discordância; Grau 4 a 6, para neutralidade; Grau 7 a 9, para concordância.

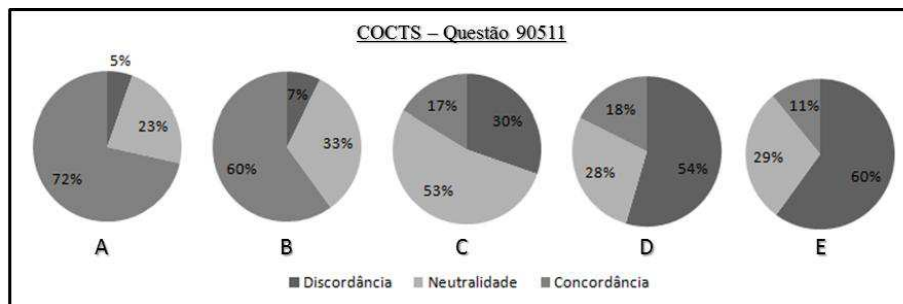


Fig. 2 – Representação gráfica do grau de concordancia discente acerca da questão 90511

Percebe-se que existe um grande grau de concordância com o item A, diminuindo gradativamente nos itens seguintes. Ao contrário, ocorre uma baixa concordância no primeiro ítem, aumentando nos seguintes. Este fato poderia nos levar a acreditar na existência de uma coerência das respostas. Os alunos acreditariam que existe uma escala hierárquica em termos crescente de grau de confirmação, iniciando pelas hipóteses, ainda sem confirmação, passando pela teoria e chegando até lei, que seria uma assertiva totalmente confirmada.

Entretanto, ao analisar a questão no contexto da cultura da escola brasileira, começou-se a levantar alguns questionamentos sobre o resultado obtido. Esta análise pode ter sido contaminada pelo fato da afirmação-base. Os alunos sempre esperam dos professores afirmações corretas. Esperam também uma avaliação onde existem respostas “certas” e “erradas”. Logo, a afirmação-base pode ter sido considerada por eles como correta, já que foi uma proposição do questionário (professor). Os itens A, B e C são justificativas do “porquê” da afirmação-base. Já os itens D e E não se constituem como causalidades da afirmação, mas como contradições em relação à afirmação-base. Nesse sentido, eles não se sentiriam livres para discordar da afirmação-base, como o encontrado nas respostas D e E, pois estariam discordando de uma afirmação do professor.

Para verificar se realmente houve contaminação, procurou-se utilizar o questionário VNOS (LEDERMAN et al.,2002), que apresenta um pergunta similar e que poderia ser utilizada nesse processo de validação. Para simplificar e facilitar a análise, foi considerada a mesma classificação por categoria como utilizada por Teixeira, Freire. El-Hani (2009), onde era acrescida a letra G para respostas não respondidas ou não compreendidas:

### **Questionário VNOS-C Classificação por Categorias**

*Você acha que há diferença entre uma teoria científica e uma lei científica?*

*Explique com exemplos*

- a) Teorias não têm comprovação, leis são comprovadas experimentalmente.
- b) Teorias evoluem tornando-se leis quando há mais evidências e comprovação experimental.
- c) Teorias sofrem mudanças e leis são imutáveis.
- d) Não há diferença, têm o mesmo significado.
- e) Leis são comprovadas facilmente, teorias também são comprovadas, mas não tão facilmente.
- f) Teorias são explicações de fenômenos e leis expressam relações entre os fenômenos.
- g) Não respondida ou não compreendida.

Fig. 3 – Questionário VNOS-C pergunta em profundidade realizada com os alunos.

Ao consolidar as respostas dos alunos em padrões de respostas, foram observados os seguintes percentuais sobre a estratificação das respostas:

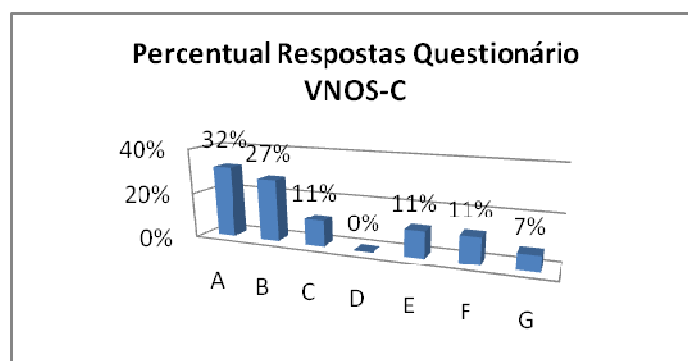


Fig. 4 – Gráfico consolidado das respostas padronizadas obtidas VNOS-C

A primeira constatação é que os alunos percebem que existe diferença entre os dois vocábulos (0%). Entretanto, para eles a diferença está numa hierarquização entre teoria e lei para os alunos baseada em algum tipo de comprovação. A experimentação seria o grande tribunal dessa diferenciação. No ítem A essa diferença é decisiva, já que eles afirmam são totalmente diferentes e que esta diferença é determinada pela comprovação experimental. No ítem B existe a possibilidade de transformação de uma na outra através da obtenção de maiores comprovações experimentais. Somente 11% dos alunos (resposta F) percebem um diferencial entre ambas sem que este seja ligado à comprovação. Logo, a questão da comprovação esteve presente em 59% dos discursos (percentuais dos itens A + B).

## **Conclusão**

Este trabalho apresentou uma forma de identificar as concepções dos alunos a respeito da natureza da ciência, buscando maior acurácia e nitidez nos padrões de resposta. A identificação antecipada das visões deformadas da ciência (GIL-PÉREZ et al., 2001) podem gerar uma estimativa futura das dificuldades de apreensão do conteúdo NdC que os alunos possam

apresentar fornecendo ao docente subsídios para a criação de um cenário propício à melhoria do ambiente de ensino.

Através da utilização de dois questionários amplamente conhecidos nesta pesquisa (COCTS e VNOS-C), pôde-se verificar que ambos corroboraram e obtiveram aceitabilidade nesta proposta. É sugerido, portanto, que o curso de Física experimental mantenha como foco a questão do papel da experimentação (PRAIA, CACHAPUZ, GIL-PÉREZ, 2002) no entendimento das diferenças entre lei e teoria.

## **Referencias Bibliográficas**

ACEVEDO, J. et al. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. **Revista Eureka Enseña Divulgación Científica**, v.4, n.1, p. 42-66, 2007.

BELL, R. et al. The nature of science and science education: a bibliography. **Science & Education**, v.10, p.187-204, 2001.

GIL-PÉREZ, D. Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. **Enseñanza de las ciencias**, v.12, n.), p. 154-164, 1994.

GIL-PÉREZ, A. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v.2, n.7, p.125-153, 2001.

LEDERMAN, N. et al. 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.6, n.39, p. 497-521, 2002.

MATTHEWS, M. In defense of modest goals when teaching about the nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v.2, n.35, p. 161-174, 1998.

MOSS, D.; ABRAMS, E. Examining student conceptions of the nature of science. **International Journal of Science Education**, v.8, n.23, p.771-790, 2001.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. **Ciência & Educação**, v. 8, n.2, p.253-262, 2002.

TEIXEIRA, E.; FREIRE JR., O.; EL-HANI, C. A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física. **Ciência & Educação**, v. 3, n.15, p.529-556, 2009.

VÁZQUEZ, A. et al. Actitudes del alumnado sobre ciencia tecnología y sociedad, evaluadas con un modelo de respuesta múltiple. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**, v.8, n.2, 2006. <http://redie.uabc.mx/vol8no2/contenido-vazquez2.html>. [Consultado em 30/05/2011].

VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M; TALAVERA, M. Actitudes y creencias sobre naturaleza de la ciencia y la tecnología en una muestra representativa de jóvenes estudiantes. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 9, n.2, p. 333-352, 2010.