

A NATUREZA DAS TEORIAS CIENTÍFICAS: INTERPRETAÇÕES DE ESTUDANTES SOBRE A REVOLUÇÃO COPERNICANA

NATURE OF SCIENTIFIC THEORIES: INTERPRETATIONS OF STUDENTS ABOUT THE COPERNICAN REVOLUTION

Ana Carolina Staub¹
Fábio Peres Gonçalves², Renata Hernandez Lindemann³

¹ UFSC/Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, anacarolina2512@yahoo.com.br

² UFSC/Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, fabiopgon@hotmail.com

³ UFSC/Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, relindemann@yahoo.com.br

Resumo

O artigo explora resultados de uma pesquisa junto a estudantes de segunda fase da Educação Profissional Técnica de Nível Médio, de uma instituição pública federal, com o objetivo de caracterizar suas concepções sobre a natureza das teorias científicas. O instrumento de pesquisa apresenta cinco textos com distintas interpretações epistemológicas da 'Revolução Copernicana'. Em cada texto os alunos atribuíram um grau de concordância justificando seus posicionamentos. Com base na análise dos dados pode-se afirmar que parte significativa dos estudantes apresenta uma posição crítica em relação à natureza das teorias científicas. Por fim, discute-se as possíveis contribuições de um entendimento crítico da natureza das teorias científicas no estudo da 'Revolução Copernicana'.

Palavras-chave: Natureza da Ciência; Teorias Científicas; Ensino de Física.

Abstract

The article explores the data of a research with students of second phase of the Professional Education Technique of High-School, of a Brazilian public institution, with the objective to characterize its conceptions about the nature of the scientific theories. The research instrument presents five texts with distinct epistemological interpretations of 'Copernican Revolution'. In each text the pupils had attributed to an agreement degree justifying its positionings. Data analysis pointed out, example, many students presents a critical position in relation to the nature of the scientific theories. Finally, one argues the possible contributions of a critical agreement of the nature of the scientific theories in the study of the 'Copernican Revolution'.

Keywords: Nature of Science, Scientific Theories, Physics Teaching.

INTRODUÇÃO

Com base em diversas pesquisas (GUERRA *et al.*, 2004; KOSMINSKY; GIORDAN, 2002; HARRES, 1999), constata-se que a história e a filosofia da ciência podem contribuir para reverter interpretações equivocadas do trabalho científico presentes no ensino de ciências, no caminho de uma visão crítica e dinâmica da ciência.

Köhnelein (2003), por exemplo, ao analisar as histórias de estudantes da 3ª série do ensino médio sobre a atividade do cientista, identificou as seguintes características nas produções

textuais: o trabalho isolado do cientista, baseado em observações e experimentações neutras que seguem rigorosamente o método científico; a caricatura do cientista com cabelos desgrenhados, esquecido de si mesmo, um homem diferente do comum que é social e histórico. A autora, ao propor uma estratégia para o ensino da Relatividade, à luz da história e filosofia da ciência, obteve resultados positivos na visão de ciência dos alunos.

Guerra *et al.* (2004) ao desenvolver uma estratégia de ensino para o eletromagnetismo em nível médio priorizou uma abordagem histórico-filosófica como um modo de possibilitar que os alunos percebam a ciência como:

[...] algo construído por homens inseridos em um espaço e tempo histórico específico, [...] como parte da cultura que como tal precisa ser por eles conhecida e discutida. Esse olhar crítico à ciência não promove, em momento algum, descrença no conhecimento científico. Uma abordagem histórico-filosófica consistente faz com que entendam a ciência como um conhecimento objetivo e promissor, que permite ao homem, com limites, conhecer a natureza (GUERRA *et al.*, 2004, p. 244-245).

Diante do explicitado a formação inicial e continuada de professores precisa promover discussões dessa natureza, uma vez que a compreensão de ciência do educador pode repercutir significativamente no pensamento dos alunos (STAUB, 2005; EL-HANI; TAVARES; ROCHA, 2004; LÔBO; MORADILLO, 2003; ZIMERMANN; BERTRANI, 2003).

No contexto da formação docente, defende-se neste artigo que o conhecimento dos alunos pode ser um dos objetos de investigação do professor. Nesse sentido, a pesquisa do professor tem sido apontada como um modo de favorecer a construção autônoma do conhecimento profissional docente e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade do ensino (GALIAZZI, 2003; MALDANER, 2000). Entende-se que o movimento em favor do professor pesquisador o valoriza como produtor de conhecimentos e não mero executor de propostas alheias, como acredita o modelo da racionalidade técnica.

Portanto, apoiando-se na crença de que o conhecimento sobre a natureza da ciência influencia a aprendizagem em ciência, bem como na idéia de professor pesquisador, desenvolveu-se uma investigação com o objetivo de caracterizar as concepções de estudantes de ensino médio acerca da natureza das teorias científicas.

CONTEXTO DA PESQUISA

Esta pesquisa foi desenvolvida com 14 alunos da segunda fase¹ da Educação Profissional Técnica de Nível Médio² de uma instituição pública federal. Utilizou-se um instrumento de pesquisa (ANEXO) contendo cinco textos com distintas interpretações epistemológicas da ‘Revolução Copernicana’, conteúdo estudado anteriormente. Em cada texto os alunos atribuíram um grau de concordância (0 para desacordo, 1 para concordância parcial e 2 concordância total) justificando seus posicionamentos. O procedimento analítico adotado é semelhante ao de outras pesquisas (ZYLBERSZTAJN, 2003; BORGES, 1991). Durante a análise são apresentados fragmentos com as justificativas dos estudantes que tiveram seus nomes substituídos por uma letra.

A escolha da ‘Revolução Copernicana’ como tema deve-se, em certo sentido, ao livro didático adotado (MÁXIMO; ALVARENGA, 2005) que apresenta brevemente esse contexto histórico para então inserir o estudo da Gravitação Universal, priorizando uma visão

¹ Essa fase corresponde ao segundo semestre letivo da 1ª série.

² Essa modalidade de ensino, segundo a LDB, deve ser desenvolvida de forma articulada ao Ensino Médio que, segundo o decreto 5154/04, dar-se-á de forma integrada, oferecida a quem já tenha concluído o Ensino Fundamental; concomitante, oferecida a quem esteja cursando o Ensino Médio e; subseqüente, oferecida a quem já tenha concluído o Ensino Médio.

cronológica/factual (ZANETIC, 1989) desse episódio histórico. As datas e biografias mencionadas na introdução do Capítulo referente à 'Gravitação Universal' obedecem a seguinte seqüência: modelo planetário dos gregos, sistema de Ptolomeu e o sistema de Copérnico. A ênfase à 'história dos vencedores' (ZANETIC, 1989; BASSO; PEDUZZI, 2003) pode ser evidenciada pelo espaço destinado, em um boxe, à biografia de Nicolau Copérnico. Em seguida, as Leis de Kepler, com uma breve menção a Ticho Brahe, articulam-se à teoria da gravitação universal e suas aplicações.

Ao mesmo tempo, o Fantástico, programa televisivo da Rede Globo, veiculava semanalmente um quadro, apresentado pelo físico brasileiro Marcelo Gleiser, que abordava episódios científicos, como a controvérsia dos modelos heliocêntrico e geocêntrico, o trabalho de Galileu sobre queda livre, entre outros. Nesse sentido, os textos foram elaborados considerando também os episódios retratados nesse programa e as diferentes concepções acerca das teorias científicas.

Uma vez explicitado o objetivo da pesquisa, isto é, caracterizar as compreensões dos estudantes acerca da natureza das teorias científicas, talvez seja pertinente esclarecer o que não se pretende analisar. O trabalho não tem o propósito investigar a evolução das concepções dos alunos sobre a natureza das teorias científicas.

ANÁLISE DOS DADOS

Apresenta-se a seguir, um quadro-síntese (Tabela 1) do grau de concordância atribuído aos textos e a análise das justificativas dos estudantes para cada texto.

Tabela 1: Grau de concordância dos estudantes investigados

Texto	Grau de concordância (%)		
	0	1	2
1	28,6	64,3	7,1
2	14,3	50	35,7
3*	15,4	69,2	15,4
4	-	14,3	85,7
5	64,3	28,6	7,1

*Dos 14 alunos investigados 1 não se posicionou quantitativamente quanto à sua concordância com esse texto. Portanto, os valores percentuais foram obtidos tomando como base em 13 alunos.

TEXTO 1

O texto 1 apresenta uma análise da 'Revolução Copernicana' sustentada por uma visão empirista-indutivista da ciência. Concordaram parcialmente com essa concepção epistemológica 64,3% dos alunos, 7,1% concordaram plenamente e 28,6% discordaram. De modo geral, os estudantes justificaram a concordância parcial e a discordância com argumentos semelhantes, enfatizando a natureza provisória das teorias científicas e a sua gênese não neutra, como ilustram os fragmentos a seguir:

[...] as teorias científicas não são absolutamente verdadeiras, se a teoria ptolomaica estava errada, várias outras podem estar erradas, porém as teorias científicas ajudam e muito as observações de vários aspectos como a gravitação universal [M].

[...] uma teoria não reflete a verdade, tanto que muitas teorias foram se aperfeiçoando ou até mesmo foram totalmente extintas e trocadas por outra para

cada vez mais chegar “perto” da verdade. Também, as teorias são desenvolvidas a partir de observações da realidade para tentar explicar conceitos prévios, ou seja, sofrem total influência deles [G].

O entendimento das teorias científicas como mutáveis contraria a tese empírico-indutivista. Para essa perspectiva epistemológica as teorias científicas seriam verdades absolutas originadas pela aplicação do método experimental: observação desprovida de preconceitos, formulação de hipóteses, experimentação e conclusões indiscutíveis (CHALMERS, 2000). Outra característica da filosofia empírico-indutivista que parece ser contestada, especialmente pelo aluno G, é a neutralidade da gênese das teorias científicas. A epistemologia contemporânea opõe-se à neutralidade na produção das teorias científicas, sinalizando que essa produção é permeada por interações não-neutras entre o sujeito e o objeto do conhecimento. Ou seja, a idéia empirista de que a origem do conhecimento estaria puramente no objeto é criticada.

Foi pouco expressiva a concordância total com o texto, correspondendo apenas a 7,1% dos alunos, com inconsistência na justificativa. Apesar da maioria dos alunos ainda concordar parcial ou totalmente com a visão empírico-indutivista as justificativas explicitadas revelam uma visão mais crítica da natureza das teorias científicas. Isso pode ser um reflexo da abordagem da professora sobre a ‘Revolução Copernicana’, pois a apropriação de tal visão era um dos objetivos da docente. De outra parte, sabe-se que os livros didáticos, materiais de divulgação científica, filmes etc, podem contribuir para a permanência e o reforço de um entendimento empirista-indutivista acerca da natureza das teorias científicas entre os alunos.

TEXTO 2

Nesse texto a teoria de Ptolomeu e a de Copérnico são caracterizadas de acordo com uma visão popperiana da ciência (POPPER, 1982). Evidenciou-se que 50% dos estudantes concordaram parcialmente, 35,7% concordaram plenamente e 14,3% discordaram. As justificativas para a concordância parcial e a discordância estão associadas, em parte, à idéia de verdade provisória que também apareceu na discussão do texto 1. Para os alunos tanto as teorias científicas como aquelas não-científicas podem ser criticadas e provisórias:

Todas as teorias, sejam científicas ou não, estão sujeitas a críticas e mudanças. Portanto, não concordo com o seguinte trecho: “... as teorias não-científicas se caracterizam indiscutíveis, estão protegidas e, nesse sentido, nunca podem ser abandonadas”. Se a teoria de Ptolomeu era não-científica, e as teorias não-científicas nunca pudessem ser abandonadas, se fossem indiscutíveis, então por que ela foi “substituída” pela de Copérnico? Por outro lado, concordo que, como qualquer teoria, as teorias científicas se revelam falíveis e imperfeitas [J].

Toda teoria foi feita para esclarecer dúvidas, portanto todas foram feitas para serem colocadas à prova, por isso todas são falíveis, pois com novas teorias a cada instante revelando maior conhecimento sobre as outras pode-se ter uma base [...] mas não a realidade [E].

É verdade que as teorias científicas podem ser testadas e criticadas, porém as não-científicas também. Vai dos valores e verdades pessoais para a crença não-científica. Já a científica é mais bem aceita hoje, pelo fato de poder ser demonstrada e provada por “A+B”. E é mantida como verdade até uma melhor idéia exposta. Pelo que entendo de Teoria Científica, ela não é uma simples idéia, e são aceitas por serem aparentemente infalíveis. Podem ser provisórias. A imagem

da realidade vai muito além de uma Teoria ou uma lei. E Ptolomeu tinha um embasamento científico em sua teoria, podendo sim ser contestada [C].

Além das justificativas apontarem as teorias científicas e não-científicas como mutáveis os estudantes destacam outras características. Por exemplo, aparece implicitamente no texto do aluno E o papel do problema na gênese das teorias. Tal visão está em sintonia com a epistemologia bachelardiana para a qual todo conhecimento é resposta a uma pergunta (BACHELARD, 1999).

Por outro lado o aluno C parece desconsiderar a dimensão subjetiva ao enfatizar fortemente a demonstração e a prova na natureza das teorias científicas. Segundo uma visão lakatosiana, uma teoria não pode ser conclusivamente comprovada ou refutada (LAKATOS, 1998). Logo, essa posição contradiz as idéias empírico-indutivistas que defendem a comprovação definitiva de um conhecimento como modo de justificar suas verdades.

Assinalou-se também que as teorias independentemente de serem científicas ou não são invenções:

Inicialmente todas as teorias, sejam as teorias científicas ou não-científicas, são invenções. Toda e qualquer teoria pode ser dita como errada, ‘basta’ provar [B].

A justificativa do estudante explicita um entendimento de teoria como produção humana e não como algo a ser “descoberto” a partir das observações em grande número e repetíveis, como prevê a visão baconiana da ciência.

Resumidamente, pode-se afirmar que a maioria das discordâncias dos alunos está vinculada à caracterização das teorias não-científicas como indiscutíveis, não contrariando o caráter mutável das teorias científicas. Já as justificativas dos alunos que concordaram totalmente (35,7%) reforçam aspectos já mencionados anteriormente, como o papel da crítica (testes) nas teorias científicas, e remetem a outros como a relação entre leis e teorias:

Para uma teoria ser científica, tem que ser submetida a testes. Uma teoria que tem uma proteção, deixa de ser teoria e passa a ser lei [L].

O estudante L além de se mostrar em sintonia com a visão popperiana atribui características distintas às leis e teorias embora não as explicita. Leal (2001, p.9) apresenta uma discussão sobre a definição e a articulação entre leis e teorias:

São nas teorias que estão as explicações. As *teorias* são conjecturas racionais, elaboradas para descrever e explicar, no caso da química, a estrutura e o comportamento das substâncias e dos materiais. As leis e as teorias guardam uma relação muito importante. As teorias devem ser capazes de explicar o que as leis afirmam. Dito de outro modo, as teorias têm que estar de acordo com as evidências experimentais disponíveis (que são os temas organizados na forma de leis).

As Leis de Kepler, por exemplo, configuram-se descrições dos movimentos planetários sem se preocupar com suas causas, constituindo a Cinemática do movimento planetário. Em contrapartida, a Teoria da Gravitação Universal abrange as Leis de Kepler, a própria Lei da Gravitação Universal ($F = m.a$), explicando interações entre massas de qualquer natureza.

Dagher *et al* (2005) ressalta a necessidade de problematizar explicitamente no ensino de Ciências termos como “teoria” e “lei”, visto que os alunos vêm para a sala de aula com concepções prévias sobre esses termos.

Enfim, parte dos alunos afirma que a provisoriabilidade não pode ser um critério para distinguir as teorias científicas das não-científicas, o que pode ser interpretado como uma discordância da epistemologia popperiana. Os estudantes também explicitaram compreensões em

sintonia com a epistemologia contemporânea, entre as quais se pode destacar a idéia de que o questionamento possui um papel essencial na gênese do conhecimento científico.

TEXTO 3

Esse texto apresenta uma visão da natureza das teorias científicas sustentada na epistemologia lakatosiana (LAKATOS, 1998). Entre os estudantes 69,2 % concordaram parcialmente, 15,4% discordaram³ e 15,4% concordaram totalmente⁴. As justificativas dos alunos quanto à concordância parcial, enfatizaram, principalmente, o caráter social das teorias científicas:

Uma teoria só deve ser levada em conta se mais especialistas concordarem com ela [B].

[...] uma teoria formulada por vários cientistas tende a ser mais concreta do que uma formulada por apenas um cientista [J].

Uma idéia [...] deve ser discutida e analisada por outros pontos de vista, até mesmo para que estes façam questionamentos que talvez o criador [...] não tivesse parado para pensar [O].

Nos fragmentos acima aparece a idéia de que o coletivo científico é fundamental para o desenvolvimento de uma teoria. Essa compreensão encontra-se em sintonia com a epistemologia fleckiana para a qual a circulação de conhecimentos teóricos e práticos é uma das características da construção do conhecimento científico⁵ (FLECK, 1986).

Por outro lado, uma das justificativas utilizadas nega o caráter coletivo como relevante para a construção das teorias, como pode ser percebido no relato a seguir:

[...] no caso de Gregor Mendel, pai da genética. Formou sua teoria apenas com seu conhecimento sem auxílio de ninguém. [N]

A idéia de cientista solitário pode ser caracterizada como um mito bastante combatido pela moderna filosofia da ciência. A descrição do aluno contraria a própria vida de Mendel, uma vez que esse participou de distintos “coletivos de pensamento” como o de: religiosos, agricultores, hibridadores, cientistas, entre tantos outros (LEITE *et al*, 2001). Portanto, dizer que ele “[...] *formou sua teoria apenas com seu conhecimento sem auxílio de ninguém*” [N] é equivocado embora muito presente na visão que os livros didáticos perpetuam (DELIZOICOV, 2002; DELIZOICOV; ERN, 2003).

Portanto, a dimensão social das teorias científicas é reconhecida por parte dos investigados, embora a análise dos dados também mostre a necessidade de problematizar a idéia de que as teorias científicas são construídas isoladamente por gênios.

³ Dos estudantes que discordaram um deles apresentou justificativa que não foi possível categorizá-la e o outro utilizou argumentos como verdade provisória, visão crítica da verdade, aspectos estes já discutidos anteriormente.

⁴ Dos alunos que concordam totalmente um não apresentou justificativa e outro argumentou que a validação das teorias se dá por critérios socialmente estabelecidos.

⁵ Fleck em sua obra *La Génesis y el Desarrollo de un Hecho Científico* (1986) analisa, entre outros aspectos, como ocorre a introdução de um cientista numa nova forma de pensar, também descrito como um novo estilo de pensamento. .

TEXTO 4

O texto 4 se caracteriza por uma visão crítica da natureza e construção das teorias científicas. Concordaram totalmente com esta perspectiva 85,7% dos alunos e 14,3% concordam parcialmente. Evidenciou-se que, em geral, os estudantes se identificaram com a abordagem histórica desse texto em virtude da ênfase dada à ciência como uma forma de pensamento fundamental à sociedade. Nesse sentido, destacam que é possível observar no episódio histórico da ‘Revolução Copernicana’ o confronto entre a ciência e a religião, entre a ciência e o senso comum; explicitando que o pensamento científico propicia uma visão crítica do mundo que muitas vezes rompe com tabus religiosos e culturais, dinamizando o conhecimento. Os alunos enfatizam também a natureza descontínua da ciência e assim a dimensão provisória das verdades científicas, exemplificando com a teoria geocêntrica, que se mostrou falível. Contudo, priorizam em seus argumentos principalmente a descontinuidade entre o pensar científico e outras formas de pensamento, como já citadas, a religião e o senso comum. Os fragmentos a seguir explicitam esse posicionamento:

[...] mesmo que uma teoria vá contra o pensamento de muitas religiões, ela é capaz de quebrar este tabu, e é capaz também de evoluir independente da proibição de nações e religiões [B].

As teorias são justamente elaboradas para que possam tornar mais nítida a visão de como são as coisas, também servem para serem comprovadas e discordadas e em algumas vezes contestam com outros fatores como igreja e sociedade [F].

Concordo que são provisórias e que são substituídas por outras que expliquem melhor os fenômenos da natureza. Algumas teorias podem romper com idéias do mundo sobre um determinado assunto, a teoria heliocêntrica é um bom exemplo [I].

Como eu havia dito na justificativa anterior, tudo muda. As experiências novas modificam as anteriores [L].

Este exemplo da história da física, em particular, contribuiu significativamente para pensar a natureza descontínua da ciência e a incessante busca por teorias que melhor expliquem a realidade, por apresentar um momento de mudança científica. No contexto da epistemologia contemporânea, a filosofia histórica de Bachelard apresenta fortes críticas à concepção continuísta da ciência, principalmente porque esta vertente concebe o senso comum como gênese do conhecimento científico. Assim, acredita que por sucessivo e gradual crescimento é possível historicamente observar o conhecimento da ciência sendo somado e acumulado a partir das idéias do senso comum. Esta característica da visão contínua, em particular, pode repercutir em simplificações equivocadas dos conceitos científicos já que, segundo Bachelard, ancora-se na idéia de que o saber escolar configura-se a ponte entre estas duas estruturas conceituais.

Nesse mesmo sentido, as transformações de estilos de pensamento destacadas na epistemologia de Fleck (1986), as revoluções científicas na visão kuhniana (KUHN, 1987) reforçam um cenário de crítica à concepção positivista da ciência que, entre outras características, defende unicamente o progresso contínuo do conhecimento.

TEXTO 5

O texto 5 explora aspectos da natureza das teorias científicas sustentada numa perspectiva relativista, para a qual todas e quaisquer formas de “conhecimento” são igualmente

válidas. Esse texto, juntamente com o texto 1, apresentou a menor porcentagem de concordância total⁶ (7,1%). Além disso, 64,3% dos investigados discordam da compreensão relativista e 28,6% concordam parcialmente. Os principais argumentos para a concordância parcial relacionaram-se, por exemplo, com a visão histórica e continuísta de ciência, já aprofundada na análise do texto 4. Quanto à discordância, os argumentos sinalizaram uma superação da visão relativista:

É um absurdo dizer que uma teoria nunca é capaz de expressar, mesmo que parcialmente, a verdade. [...] As “verdades” não dependem do contexto cultural. [...] As explicações do senso comum não podem ser consideradas tão válidas quanto às teorias científicas, pois são formuladas a partir do que se vê, sem estudos aprofundados. São explicações ilusionistas, que tomam a aparência pela realidade, não expressam a verdade [J].

Uma teoria pode expressar a verdade sim, e não depende do contexto cultural [B].

[...] as teorias são capazes de expressar a verdade independente dos contextos culturais. As explicações do senso comum sobre o movimento do sol entorno da terra, estão totalmente erradas, pois Copérnico provou cientificamente o contrário[I].

A hegemonia da ciência é criticada, por exemplo, por Feyerabend (1977) que defende a idéia de que a Ciência é somente uma das várias formas de pensamentos desenvolvidas pela humanidade e não obrigatoriamente a melhor. Acrescenta o epistemólogo austríaco que o mito está muito mais próximo da Ciência do que se poderia imaginar, pois para ele tanto na Ciência como nos mitos se defendem as idéias como entidades sagradas. Entretanto, as idéias de Feyerabend são polêmicas e divergentes com as de outros filósofos da ciência. Em princípio parece que os alunos compreendem o conhecimento científico como superior a outras formas de conhecimento. Esse entendimento é altamente difundido, por exemplo, pela mídia que, não raramente, divulga o adjetivo ‘científico’ como sinônimo de verdade absoluta. Isso, conseqüentemente, contribui para acentuar a superioridade do conhecimento científico em relação a outras formas de conhecimento. Ainda que as teorias científicas possam ser consideradas melhores que as não-científicas é papel do ensino de Ciências questionar a visão das teorias científicas como conhecimentos absolutamente verdadeiros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na análise dos dados pode-se afirmar que parte dos estudantes apesar de manifestarem uma concordância parcial com a visão empírico-indutivista (texto 1), explicitaram justificativas que exprimem uma posição crítica em relação à natureza das teorias científicas. Aspecto que não seria percebido se a análise se restringisse unicamente ao grau de concordância atribuído aos textos. Entende-se ainda que essa concepção crítica não emergiu exclusivamente no texto 1, ou seja, foi recorrente em outros textos, especialmente no 4. Compreende-se que os conhecimentos discentes precisam ser apreendidos, problematizados e interpretados como reflexo, ainda que parcial, da atuação docente.

Estes resultados podem estar relacionados à abordagem conduzida pela professora nas discussões da ‘Revolução Copernicana’, e de outros conteúdos, tendo em vista a primazia dada a questionamentos críticos sobre a natureza das teorias científicas. A recorrência constante a

⁶ Esse estudante que concorda totalmente não apresentou justificativa de seu posicionamento.

questionamentos como estratégia para suscitar reflexões críticas dos alunos ao longo das aulas, contempla uma aproximação à preocupação de Bachelard (1999), particularmente ao processo de ensino e aprendizagem: a idéia de que todo saber começa com perguntas, no sentido de que se não há questionamentos, não há conhecimento. Logo, o ato de pensar, analisar, criticar, investigar e questionar deve permear a busca de conhecimento.

A atuação da professora reforça o argumento defendido de que a formação inicial e continuada precisa possibilitar um contexto de discussões sobre a abordagem histórico-filosófica da ciência e suas implicações no ensino. Assim, mesmo que o livro didático, principal recurso para o planejamento docente, seja orientado por uma visão equivocada de ciência (GIL-PÉREZ et al, 2001), que não se encerra à visão empírico-indutivista, o professor pode problematizar o enfoque disseminado desde que sua formação contemple um viés epistemológico contemporâneo. Isso valoriza a pesquisa do professor como instrumento de análise e reflexão da sua prática.

REFERÊNCIA

Bachelard, Gaston. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1999.

Basso, Andreza C.; Peduzzi, Luiz O. Q. O Átomo de Bohr em Livros Didáticos de Física: interagindo com autores. **Atas IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**. 25 a 29 de novembro de 2003. Bauru – São Paulo.

Borges, Regina. M. R. **A Natureza do Conhecimento Científico e a Educação em Ciência**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1991.

Chalmers, Alan F. **O que é ciência afinal**. São Paulo: Brasiliense, 2000

Dagher, Zoubeida R.; Brickhouse, Nancy W; Shipman, Harry; Letts, William;.. How some college students represent their understandings of the nature of scientific theories. **International Journal of Science Education**, 14 May 2004, vol. 26, n. 6, 735 – 755.

Delizoicov, Nadir. C.; Ern, Edel. A analogia “Coração Bomba” no contexto da Disseminação do Conhecimento. **Atas IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**. 25 a 29 de novembro de 2003. Bauru – São Paulo.

Delizoicov, Nadir. **O Movimento do Sangue no Corpo Humano: história e ensino**. Tese (Doutorado em educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

El-Hani, Charbel I.; Tavares, Eraldo J. M.; Rocha, Pedro L. B. Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre história e filosofia das ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.9, n.3, 2004. p.1-27.

Feyerabend, Paul. **Contra o método**. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves Editora, 1977.

Fleck, Ludwik. **La Gênese y el Desarrollo de um Hecho Científico**. Madrid: Alianza Editorial, 1986.

Galiazzi, Maria do Carmo. **Educar pela pesquisa**: ambiente de formação de professores de Ciências. Ijuí: Editora UNIJUI, 2003.

Gil-Pérez, Daniel; Fernández, Isabel; Carrascosa, Jaime; Cachapuz, António; Praia, João. Para uma Imagem não Deformada no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v.7, n.2, p. 125-153, 2001.

Guerra, Andreia; Reis, José C.; Braga, Marco. Uma abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo no ensino médio. *Cadernos Brasileiro de Ensino de Física*, Ago. 2004, v.21, n. 2, 224-248.

Harres, João B. S. **Concepções de Professores sobre a Natureza da Ciência**. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

Köhlein, Janete F. K.; Peduzzi, Luiz O.Q., Sobre a concepção empirista-indutivista no ensino de ciências. **Atas VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**. 5 a 8 de junho de 2002. Águas de Lindóia – SP.

Köhnlein, Janete F. K. **Uma Discussão sobre a Natureza da Ciência no Ensino Médio: um exemplo com a teoria da relatividade restrita**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

Kominsky, Luis; Giordan, Marcelo. Visões de Ciências e sobre Cientistas entre Estudantes do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, n. 15, p.11-18, maio, 2002.

Kuhn, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1987.

Lakatos, Imre. **História da ciência e suas reconstruções racionais**. Lisboa: Edições 70, 1998.

Leal, Murilo C. Como a Química Funciona? **Química Nova na Escola**, n. 14, 2001, p. 8-12.

Leite, Raquel C. M.; Ferrari, Nadir; Delizoicov, Demétrio. **A história das Leis de Mendel na perspectiva Fleckiana**. Revista da Associação Brasileira de Educação Em Ciências, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 97-108, 2001.

Lôbo, Soraia F.; Moradillo, Edilson F. Epistemología e a formação docente em química. **Química Nova na Escola**. n. 17, 2003. p.39-41.

Maldaner, Otávio Aloísio. **A formação inicial e continuada de professores de Química: professores/pesquisadores**. Ijuí: Editora UNIJUI, 2000.

Máximo, Antônio; Alvarenga, Beatriz. **Curso de Física**, v.1. 6 ed. São Paulo: Scipione, 2005.

Popper, Karl. **Conjecturas e refutações**. Brasília: Ed. UNB, 1982.

Staub, Ana Carolina M. **Contribuições da epistemologia histórica de Bachelard no estudo da evolução dos conceitos de óptica**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – CFM/CED/CCB, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

Zanetic, João. **Física Também é Cultura**. São Paulo: USP, Pós Graduação em Educação. (Tese de Doutorado). 252 p., 1989.

Zimmermann, Erika; Bertani, Januária A. Um Novo Olhar sobre os Cursos de Formação de Professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 43-62, abr 2003.

Zylbersztajn Arden. Teoria final, unificação e reducionismo: opiniões da comunidade brasileira de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física** v.25, n.1, 2003. p.1-17.

ANEXO 1 Questionário

Os textos a seguir expressam diferentes visões sobre o que são teorias científicas, sendo que cada texto ilustra uma interpretação distinta de um momento da história da física: o confronto da teoria de Ptolomeu (II d.C) com a de Copérnico (XVI d.C). Atribua um valor de **0** a **2** para cada texto conforme o grau de concordância: **(0) corresponde à discordância; (1) concordância parcial e (2) concordância total**. Justifique apresentando os critérios utilizados para atribuição do nível de concordância. Está garantido o anonimato dos sujeitos que responderem o questionário.

Revolução Copernicana

A Revolução Copernicana caracteriza-se pelo confronto da Teoria Ptolomaica (geocêntrica) e Copernicana (heliocêntrica). A teoria de Ptolomeu (II d. C.) defendia que os planetas moviam-se em círculos cujos centros giravam em torno da Terra. Com isso conseguia explicar os movimentos observados no céu. Em virtude da razoável precisão das previsões feitas com a teoria de Ptolomeu, “adaptação” à filosofia e às convicções religiosas da Idade Média, o modelo geocêntrico perdurou por 13 séculos. Em contrapartida, a teoria de Copérnico (XVI) acreditava que o Sol estaria em repouso e os planetas, inclusive a Terra, giravam ao redor dele em órbitas circulares, divergindo dos ideais filosóficos e religiosos da época. Um personagem importante no contexto da Revolução Copernicana foi Galileu por defender as idéias de Copérnico tendo nas observações feitas com o telescópio um forte apoio às suas teses. Galileu contribuiu decisivamente para o desenvolvimento de conceitos físicos (inércia; queda dos corpos; movimento de projéteis etc.) contradizendo as convicções filosóficas da época. _

TEXTO 1

As teorias científicas são originadas a partir da observação sem influência de conhecimentos prévios e construídas isoladamente em laboratórios pelos cientistas. As teorias científicas são absolutamente verdadeiras e, portanto, retratam fielmente a realidade. Galileu, por exemplo, baseou-se unicamente na hipótese *‘ver para crer’* para determinar a queda de corpos. O suposto experimento da Torre de Pisa onde Galileu abandona simultaneamente dois corpos de *‘pesos’* extremamente diferentes (uma bola de ferro e uma de madeira, por exemplo) possibilitou-lhe observar que o tempo de queda de ambos é igual. A partir da observação Galileu concluiu que o tempo de queda dos corpos independe de suas massas, contrapondo assim a idéia pré-concebida de que o corpo de maior massa cairia primeiro. Estas idéias de Galileu contribuíram decisivamente para posterior formulação da Teoria da Gravitação Universal desenvolvida por Newton.

Nível de concordância ()

TEXTO 2

Uma teoria é científica se puder ser testada, se puder ser criticada, em contraste às teorias não-científicas que se caracterizam indiscutíveis, estão protegidas e, nesse sentido, nunca podem ser abandonadas. As teorias científicas são invenções, idéias dos cientistas que se revelam falíveis e imperfeitas, portanto, provisórias. Logo, não retratam uma imagem perfeita da realidade, mas compreendem uma verdade parcial. Com base nessas considerações, pode-se afirmar que a teoria de Ptolomeu era indiscutível, isto é, uma teoria não-científica, enquanto que a teoria de Copérnico apresentava-se sujeita a testes e críticas, portanto científica.

Nível de concordância ()

TEXTO 3

As teorias científicas não podem ser pensadas isoladamente, mas em um contexto de pesquisa, junto à comunidade de cientistas. Na estrutura de uma teoria há hipóteses caracterizadas como “núcleo firme” que não podem ser modificadas por decisão provisória dos cientistas. Para manter o “núcleo firme” protegido existem “hipóteses auxiliares” que sofrem

constantemente alterações. Assim, quando os cientistas se deparam com algum fato incompatível com o “núcleo firme” da teoria, eles modificam as “hipóteses auxiliares” para superar a incompatibilidade. Por exemplo, o “núcleo firme” da teoria geocêntrica consiste na Terra imóvel e no centro do universo. Entretanto, a teoria geocêntrica não explicava as variações nos movimentos dos planetas, construindo hipóteses auxiliares para superar incompatibilidades sem alterar o “núcleo firme” da teoria.

Nível de concordância ()

TEXTO 4

Uma teoria científica nasce desarticulada e cheia de problemas. Elas são provisórias, isto é, na história da ciência as teorias vão sendo substituídas por teorias que explicam melhor os fenômenos da natureza. Uma nova teoria pode romper tanto com visões de mundo hegemônicas quanto com os próprios conceitos científicos. A teoria heliocêntrica, por exemplo, rompe com a visão religiosa e filosófica (que acreditava na Terra como o centro do universo justamente por se caracterizar como um planeta privilegiado já que o homem é a imagem e semelhança de seu ‘Criador-Deus’), além disso a teoria heliocêntrica rompe com a teoria anterior - geocêntrica -, deslocando a Terra da posição central do universo, posição na qual o Sol passa a ocupar, atribuindo movimento à Terra antes negado pelo geocentrismo.

Nível de concordância ()

TEXTO 5

Uma teoria nunca é capaz de expressar a verdade, ainda que parcialmente, pois as verdades dependem de cada contexto cultural. Nesse sentido, as explicações do senso comum sobre o movimento do sol em torno da terra podem ser tão válidas quanto à explicação científica. No contexto científico pode-se afirmar que a teoria de Ptolomeu (sistema geocêntrico) é tão boa quanto à de Copérnico (sistema heliocêntrico) para explicar o movimento planetário.

Nível de concordância ()