

CONCEPÇÕES DE ESTUDANTES DE FÍSICA SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA E SUA TRANSFORMAÇÃO POR UMA ABORDAGEM CONTEXTUAL DO ENSINO DE CIÊNCIAS

(Physics majors conceptions on the nature of science and changes generated by a contextual approach to science teaching)

Elder Sales Teixeira

Departamento de Física/Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)
Aluno do Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências/UFBA-UEFS
elder@uefs.br

Charbel Niño El-Hani

Departamento de Biologia, Instituto de Biologia/Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Mestrado em Ecologia e Biomonitoramento/UFBA
Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências/UFBA-UEFS
charbel@ufba.br

Olival Freire Jr.

Departamento de Física Geral, Instituto de Física/UFBA.
Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências/UFBA-UEFS
freirejr@ufba.br

Resumo

Nós relatamos neste artigo uma pesquisa quali-quantitativa sobre as concepções de estudantes de Física da Universidade Estadual de Feira de Santana sobre a natureza da ciência. Em particular, estamos interessados em levantar suas concepções prévias a este respeito e as mudanças produzidas por um curso informado por uma abordagem contextual do ensino de ciências, levando na devida conta as dimensões históricas e filosóficas da atividade científica. A metodologia envolveu a aplicação de um questionário desenvolvido por Lederman e colaboradores (VNOS-C) em duas etapas, antes e após o curso. Os dados foram analisados através da construção de categorias baseadas nas respostas dos estudantes, seguida por análise quantitativa e qualitativa. Os resultados mostraram que houve uma mudança significativa e favorável em vários aspectos das concepções dos estudantes sobre a natureza da ciência, a despeito da dificuldade de superação de algumas noções profundamente enraizadas em suas visões epistemológicas.

Abstract

We report in this paper a quali-quantitative research on the conceptions of physics students of the State University of Feira de Santana (Brazil) about the nature of science. In particular, we are interested in surveying their previous conceptions about the nature of science and the changes produced by a course informed by a contextual approach to science teaching, taking in due account the historical and philosophical dimensions of science. The methodology involved the application of a questionnaire developed by Lederman and colleagues (VNOS-C) in two steps, before and after the course. The data were analyzed through the construction of categories based on the students' answers, followed by quantitative and qualitative analysis. The results showed that there was a significant and favorable change in several features of the students' conceptions on the nature of science, in spite of the difficulty of overcoming some deeply embedded notions in the students' epistemological views.

Introdução

Este trabalho tem origem na tentativa de investigar as possíveis influências e contribuições que uma abordagem de ensino para um Curso de Física apoiada na história e filosofia da física - ou seja, uma abordagem do tipo contextual - poderia exercer na formação dos estudantes. Tem sido usual nos currículos dos cursos de graduação em Física do Brasil uma subestimação dos aspectos históricos e epistemológicos. Tais currículos, em geral, enfatizam apenas o aspecto operacional da física, caracterizando-se como um ensino de física, mas não sobre física (ver Matthews 1994:2).

Esta perspectiva está em contraposição a um movimento que vem tomando corpo a partir das duas últimas décadas, no qual é feita uma reflexão sobre a necessidade de que os cursos de ciências sejam mais contextualizados, mais históricos e mais reflexivos, o que requer uma íntima relação entre a história e filosofia das ciências e o ensino das mesmas. A partir de um levantamento de projetos e tendências contemporâneas, como, por exemplo, o projeto norte-americano 2061, contendo as diretrizes para o ensino das ciências propostas pela AAAS, e o novo currículo nacional britânico de ciências, Matthews (1994) demonstra a existência de uma larga concordância quanto à necessidade do uso da história e filosofia no ensino das ciências.

Em conformidade com esta perspectiva, foram introduzidas, nos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Física da UEFS (criados em 1997 e 1999, respectivamente), disciplinas que visam o estudo dos conceitos da física com aportes de uma abordagem contextual. Disciplinas de natureza muito similar foram incluídas no currículo do curso noturno de Licenciatura em Física da UFBA (criado em 1999). Há então, na Bahia, experiências recentes de uso de uma abordagem contextual em cursos de física que propiciam a oportunidade para uma investigação acerca da sua influência na compreensão dos estudantes acerca da natureza da ciência. O objeto do presente trabalho é a análise das transformações produzidas por um destes cursos nas concepções de estudantes de física sobre a natureza da ciência.

Metodologia

A pesquisa foi realizada com os estudantes da disciplina "Fundamentos de Física I" dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Física da UEFS. Esta disciplina é ministrada no início do curso e aborda os conceitos da mecânica clássica sob um enfoque histórico e epistemológico. Sua carga horária é de 45 horas/semestre. A abordagem metodológica envolve discussões orientadas por textos de Galileu, Newton, Descartes além de textos de especialistas como Koyré, Thuillier, entre outros. A pesquisa foi feita no semestre 2000.2 com uma turma originalmente de 56 alunos, sendo 40 recém-ingressos e 16 remanescentes de semestres anteriores. Destes, 45 participaram da pesquisa

no início do semestre (primeira etapa) e 31 no final (segunda etapa). Essa diferença no número de participantes decorreu de uma evasão de estudantes da disciplina, algo comum nos cursos iniciais de Física na UEFS. Tratava-se de uma turma bastante heterogênea, constituída de estudantes oriundos de escolas públicas e privadas, que residem em Feira de Santana e em cidades próximas. Alguns, além de estudar, também trabalhavam fora da Universidade.

Foi usada uma abordagem de pesquisa quali-quantitativa, empregando-se o questionário VNOS-C (Views of Nature of Science – modelo C), apresentado por Abd-El-Khalick (1998) e Lederman e colaboradores (2000). Este questionário contém questões abertas para avaliar as concepções dos estudantes sobre a natureza da ciência, abordando aspectos tais como: o que vem a ser a própria ciência, sua relação com experimentos, a relação modelo-realidade, noções sobre teorias e leis, papel da criatividade e imaginação na produção científica, natureza tentativa do conhecimento científico, sua inserção na sociedade etc. Este questionário foi traduzido e testado em estudo piloto na disciplina “Evolução do Pensamento Científico”, do Curso de Ciências Biológicas da UFBA, com uma amostra de 23 alunos. A análise dos dados obtidos com o questionário foi auxiliada por entrevistas gravadas poucos dias após sua aplicação na primeira etapa, nas quais os estudantes tiveram oportunidade de discursar oralmente sobre as mesmas questões e, portanto, de reafirmar, aprimorar ou contradizer as opiniões expostas por escrito. Como o número de estudantes na primeira etapa era muito grande, houve dificuldade de entrevistar a todos, o que restringiu a 12 o número de entrevistados. No final do semestre, quando o mesmo questionário foi re-aplicado (segunda etapa), não houve possibilidade de realizar as entrevistas, em função do envolvimento dos estudantes com as provas de final de semestre.

A partir da análise dos questionários, foram estabelecidas algumas categorias de classificação das respostas para cada questão. Em seguida, foi feita uma análise quantitativa de tais categorias, que serviu de base para a análise qualitativa. Foi feita também uma análise das transformações sofridas pelas concepções dos estudantes acerca da natureza da ciência, após terem cursado uma disciplina contextualmente informada, bem como da relação desta mudança com a própria disciplina. Os dados brutos e as análises foram submetidos a uma apreciação crítica dos pesquisadores Olival Freire Jr. e Charbel Niño El-Hani, que não estiveram diretamente envolvidos em sua produção.

Resultados e Discussão

A seguir, serão apresentados os resultados obtidos nas duas etapas e sua análise. Em algumas questões, aparece uma categoria de ‘respostas não-compreendidas’, que se refere a respostas que foram extremamente vagas, sem precisão, demasiadamente genéricas ou sem consistência, de maneira que não se pôde extrair o significado das idéias dos estudantes. As categorias são ilustradas com exemplos de respostas dos estudantes.

A primeira questão era a seguinte: **na sua visão, o que é ciência? O que torna a ciência (ou uma disciplina científica como a física, a biologia etc.) diferente de outras formas de investigação (por exemplo, religião, filosofia)?** Devido à diversidade das respostas, esta questão foi subdividida em duas partes na análise: a primeira sobre a concepção de ciência e a segunda sobre a diferença entre esta e outras formas de investigação. Quanto à primeira parte, obteve-se as seguintes categorias de respostas em cada etapa:

1ª Etapa		2ª Etapa	
Categorias	%	Categorias	%
(a) A ciência é o estudo dos objetos da natureza (seres, coisas, fenômenos etc.), sendo que cada ciência em particular (física, química, biologia etc.) tem seu objeto específico.	71,1	(a) A ciência é o estudo dos fenômenos visando a compreensão da natureza.	42
(b) É o conjunto de informações ou conhecimentos diversos que se tornam específicos quando aprofundados.	15,6	(b) É o conjunto de conhecimentos de forma organizada, que procura explicar os fatos através de idéias.	35,5
(c) É o desenvolvimento de métodos para explicar fenômenos das áreas específicas.	4,4	(c) É um conjunto de procedimentos para buscar conhecimentos, encontrar novas soluções ou melhorar as	19,3
	6,7		3,2

(d) É a comprovação dos fatos estudados visando explicar o mundo.	2,2	(d) soluções já existentes. Respostas não-compreendidas.	
(e) Respostas não-compreendidas.			

Nota-se que não surgiu qualquer categoria nova na segunda etapa. Entretanto, percebe-se claramente uma mudança na distribuição percentual das categorias. Em outras palavras, houve uma migração das respostas de uma das categorias para as demais. Na primeira etapa, a categoria (a) foi dominante, com 71,1% das respostas, o que mostra que os estudantes, na sua grande maioria, compreendiam as ciências como estudos de objetos específicos. Um exemplo de resposta desta categoria é: *“ciência, quando se fala dela, se refere ao estudo do conhecimento específico de cada ser, objeto ou coisa”*. Esta visão diminuiu visivelmente na segunda etapa, caindo para 42%. Tal redução é compensada pelo acréscimo das respostas nas categorias (b) e (c), que aumentaram, respectivamente, de 15,6% para 35,5%, e de 4,4% para 19,3%. O percentual de respostas não-compreendidas permaneceu quase inalterado. Embora, na segunda etapa, o percentual de respostas na categoria (a) tenha permanecido maior, em relação às demais categorias – o que significa que a visão da ciência enquanto investigação de objetos específicos permaneceu dominante –, houve uma distribuição menos brusca dos percentuais das respostas. A visão que identifica a ciência com os seus produtos, manifestada na categoria (b), que foi aumentada em cerca de 20 pontos percentuais, pode ser compreendida como uma maior percepção da ciência não apenas em termos de processos, mas também como um conjunto de conhecimentos sistematizados que procuram explicar a natureza. Eis um exemplo: *“É um conjunto de conhecimentos diversos... necessita de um maior aprofundamento em uma de suas determinadas áreas”*. Esta mudança pode estar associada a um aspecto da disciplina que trata da discussão dos processos de mudança, aquisição de novos conceitos e adventos tecnológicos trazidos pela mecânica clássica a partir do século XVII. Também, os aspectos epistemológicos da mecânica clássica, o surgimento de métodos, a possibilidade de vários métodos na prática científica, que foram os temas de várias discussões durante a disciplina, parecem justificar o aumento (de cerca de 15 pontos percentuais) das respostas do tipo (c), que apontam para uma certa interseção entre o próprio conceito de ciência e o(s) seu(s) método(s), como mostra o exemplo: *“A ciência é o desenvolvimento de métodos que expliquem ou tentem explicar os fenômenos”*. Pode-se concluir que a distribuição de forma menos abrupta das categorias na segunda etapa em relação à primeira mostra uma mudança influenciada pela disciplina, trazendo, de um modo geral, uma visão mais abrangente acerca do conceito de ciência.

Quanto à segunda parte, foram assim classificadas as respostas:

1ª Etapa		2ª Etapa	
Categorias	%	Categorias	%
O que diferencia a ciência de outras formas de investigação como a filosofia e a religião, é o seu objeto de estudo (conteúdo, assuntos de que trata e também objetivos). A ciência trata de dar explicações externas da natureza, enquanto que as outras lidam com questões espirituais, internas ao homem.	17,8	O que a torna diferente de outras formas de conhecimento é o seu objeto de estudo. Enquanto a ciência estuda objetos e fenômenos, as outras, de natureza mais subjetiva, estudam o aspecto espiritual e individual do homem.	3,2
O que a diferencia é o seu método de estudo. Ela se utiliza da validação experimental de suas teorias, enquanto as outras não.	73,3	O que a torna diferente de outras formas de conhecimento é o seu método, porque busca provar os conceitos (seja usando experimentos ou a razão).	71
Respostas não-compreendidas	6,7	O que a torna diferente de outras formas de conhecimento é seu caráter internalista, não permitindo que fatores externos interfiram.	3,2
		Religião e filosofia também são ciências, só que de maior abrangência.	3,2
		Respostas não-compreendidas.	3,2

Não houve mudança significativa na concepção predominante, categorizada como (b) (73,3% na primeira etapa e 71% na segunda), que considera como critério de demarcação o método (ou métodos) que a ciência utiliza. Trata-se de um argumento bastante razoável, visto que a ciência

aborda seus objetos de maneira empírica e objetiva o desenvolvimento de teorias com poder preditivo e explanatório, diferentemente de outras formas de conhecimento. Eis um exemplo: “... *o que a torna diferente é o método... buscando provar os conceitos*”. Uma mudança percebida nesta questão se verifica na categoria (a), que diminuiu de 17,8% na primeira etapa para 3,2% na segunda. Isso mostra uma redução da visão que atribui a diferença não ao(s) método(s), mas ao objeto de conhecimento tomado por cada uma das formas de investigação. Eis um exemplo: “*o que as torna diferentes são os assuntos, as questões, o conteúdo que nelas são explorados*”. Esta mudança pode ser compreendida como uma influência das discussões sobre o papel do(s) método(s) na produção do conhecimento científico, que ocorreram ao longo de quase toda a disciplina, reforçando a relação entre o conceito de ciência e seu(s) método(s) de produção. As categorias (c) e (d) são de respostas isoladas. Uma caracterizando a ciência como fechada, de natureza internalista, e outra identificando religião e filosofia como ciências.

A segunda questão é a seguinte: **O que é um experimento?**. As respostas foram assim categorizadas:

1ª Etapa		2ª Etapa	
Categorias	%	Categorias	%
Experimento é o procedimento para obter-se a prova, a validação de teorias ou hipóteses.	75,5	Um experimento é uma forma de evidenciar uma teoria para provar a sua verdade.	32,2
É a tentativa de evidenciar o conhecimento como verdadeiro ou como falso. É o teste de teorias através de tentativa e erro.	15,5	É uma das fases do trabalho científico para testar teorias (verificá-las ou falsificá-las), no sentido de manter as aprovadas e abandonar (ou aprimorar) aquelas falsificadas pelo experimento.	25,8
É uma das etapas na construção, formulação de conceitos, aplicação prática de uma idéia ou demonstração, comprovação de determinado conhecimento ou teoria.	9	É uma das etapas usadas na produção em ciência, seja na construção, aplicação prática ou verificação de determinado conhecimento ou teoria.	9,7
		É a reprodução de um fenômeno em forma reduzida (por exemplo, em laboratório).	9,7
		Um método de análise de fenômenos físicos.	19,4
		Respostas não-compreendidas.	3,2

Esta questão trouxe resultados interessantes. O primeiro deles foi a drástica redução de uma visão mais ingênua, própria do indutivismo, que entende o experimento como forma de validação do conhecimento, acentuando o princípio verificacionista, que aparece na categoria (a) de ambas etapas, caindo de 75,5%, na primeira, para 32,2%, na segunda. Esta interpretação é comumente disseminada na sociedade, como mostram os comerciais que se valem desta idéia para vender produtos cuja eficácia, uma vez ‘comprovada experimentalmente’, é aceita como indiscutível (ver Chalmers 1997:17). Um exemplo de resposta desta categoria: “*Maneira na qual coloca-se em prática e comprova-se a idéia a qual se defende*”. A redução de tais respostas mostra um amadurecimento quanto a este aspecto. Outra mudança aparece na categoria (b), que apresenta uma visão que reconhece o papel do experimento como teste que pode manter ou derrubar teorias. Como exemplo, pode-se citar: “*Experimento é um teste de uma determinada idéia para saber se ela é verdadeira ou falsa*”. Esta categoria aparece nas duas etapas, sendo acrescida de 15,5% para 25,8%. Este aumento mostra um maior entendimento do papel do experimento no processo científico. A categoria (c), que não revela mudança significativa, é, na verdade, uma extensão da categoria (a), destacando-se por tratar-se de uma visão indutivista mais completa, reconhecendo o papel do experimento na construção de teorias, o experimento como fonte para elaboração de teorias. Por exemplo, “... *é por em prática o estudo de um determinado assunto; é a fase de comprovação... e é a partir dele que se formula uma nova teoria*”. Um outro resultado interessante nesta questão é o surgimento, na segunda etapa, de duas novas categorias com percentuais significativos: em (d), aparece uma característica do experimento como reprodução de um fenômeno. Por exemplo, “*É quando cria-se toda uma situação de forma a reproduzir um fenômeno natural em um laboratório*”; em (e), a visão do experimento como forma de análise de fenômenos, ou seja, como

uma das formas de investigação ou parte destas. Por exemplo, “*É um método de análise de fenômenos físicos*”. Assim, a visão que predominava na primeira etapa se reduziu consideravelmente na segunda (embora ainda apareça em maior percentual que as demais na segunda etapa) e, em contrapartida, houve o surgimento de uma maior variedade de categorias e uma melhor distribuição das mesmas. Mesmo não aparecendo uma categoria que explicasse o experimento como seqüência de observações mediadas por mudanças controladas das condições, pode-se considerar que houve uma evolução em função do surgimento de uma maior diversificação das concepções sobre o experimento e da redução da visão mais ingênua típica do indutivismo, mesmo esta sendo ainda predominante. Pode-se considerar como um fator de influência para esta mudança o debate, realizado na disciplina, sobre o papel do experimento na obra de Galileo, em que foi discutido o conceito de experiência e, em particular, de experimento, no contexto da multiplicidade de interpretações sobre a obra e o(s) método(s) deste cientista italiano. Na ocasião, foi feita, inclusive, uma reprodução em sala de aula de um dos experimentos supostamente realizados pelo próprio Galileo, a saber, o experimento do pêndulo.

A terceira questão era: **O desenvolvimento do conhecimento científico requer experimentos? Se sim, explique por que. Dê um exemplo para defender sua posição. Se não, explique por que. Dê um exemplo para defender sua posição.** Esta questão, associada à segunda, se refere ao papel do experimento na produção científica, trazendo à tona concepções sobre os vários métodos de investigação. Foi feita a seguinte categorização:

1ª Etapa		2ª Etapa	
Categorias	%	Categorias	%
O desenvolvimento científico requer experimento, porque este é o critério de certeza, de veracidade das teorias ou hipóteses. Sem comprovação experimental, não há certeza, aceitação do conhecimento; logo, não há desenvolvimento da ciência.	75,5	O desenvolvimento do conhecimento requer o uso de experimentos para corroborar sua verdade. O experimento solidifica o conhecimento.	74,2
O desenvolvimento científico requer experimento porque este serve para mostrar se uma teoria é verdadeira ou falsa. É um teste. Se for verdadeira, há evolução e, se for falsa, serão feitos outros experimentos para novos testes; logo, também há evolução.	17,8	Sim, para solucionar os problemas no desenvolvimento de uma teoria.	6,5
O desenvolvimento científico não requer experimento, porque há conhecimentos que são obtidos sem a necessidade de comprovação experimental.	6,7	O desenvolvimento científico não requer experimento, porque há conhecimentos que são obtidos sem a necessidade de comprovação experimental.	16,1
		Respostas não-compreendidas.	3,2

Na primeira etapa, predominaram as respostas classificadas na categoria (a), com 75,5%. Nesta categoria, encontram-se as respostas nas quais o experimento é visto como necessário para o desenvolvimento científico, por tratar-se do critério de validação deste conhecimento. Um exemplo: “*Sim, para buscar a certeza de hipóteses*”. Seria de esperar-se, em função dos resultados da segunda questão, que este percentual também se reduzisse na segunda etapa; contudo, curiosamente, isso não ocorreu, com o percentual diminuindo apenas para 74,2%. Não houve, portanto, mudança significativa. Outro aspecto interessante apareceu na categoria (b), na primeira etapa, quando os alunos apontaram a necessidade do experimento por este se tratar de um teste de validação ou falsificação do conhecimento. Como exemplo: “*Sim, pois o objetivo da ciência ao fazer um experimento é mostrar se uma tese... é verdadeira ou não. Quando ocorre de ser verdadeiro, a ciência tende a uma rápida expansão, caso contrário, ela buscará uma outra... e com isso, também ela irá expandir*”. De acordo com a análise da segunda questão, também se poderia esperar um aumento na incidência deste tipo de resposta na segunda etapa. Entretanto, isso não foi observado. A categoria (b) da segunda etapa apresenta uma visão mais restrita do experimento. A aparente contradição nas respostas dos estudantes à segunda e à terceira questões pode ser interpretada da seguinte forma: os estudantes, ao final da disciplina, de fato revelaram uma maior variedade de concepções coerentes sobre o que é o experimento, o que representa um avanço em relação às concepções iniciais; contudo, ainda prevalece a visão do experimento como forma de validação do conhecimento, mesmo tendo esta visão sofrido uma redução. Assim, de modo geral, o experimento pode exercer vários papéis na produção do conhecimento, conforme as diferentes visões dos estudantes, mas a grande maioria deles continua a acreditar que o uso do experimento

(seja qual for a função que exerça no processo de produção do conhecimento) é indispensável para o desenvolvimento da ciência. Trata-se de uma visão experimentalista, que não reconhece a legitimidade de outros métodos científicos em campos diferentes do conhecimento, como no caso do método comparativo nas ciências biológicas (Mayr 1982). A idéia do conhecimento científico construído exclusivamente a partir de experimentos se mantém dominante. Entretanto, o princípio verificacionista do indutivismo sofre algum abalo na concepção dos estudantes. De fato, a idéia de validação de teorias através de experimentos é tão forte em estudantes de física que, embora tenha sido reduzida na segunda questão, reaparece fortemente na terceira. Deve-se registrar também que, na categoria (c), que apresenta a visão de que o experimento não é indispensável para o desenvolvimento do conhecimento científico, houve um aumento de mais de 9 pontos percentuais, o que representa um aumento na compreensão do conhecimento científico como o produto de outros métodos empíricos ou de formulações teóricas, sem a necessidade de experimentos. Um exemplo: *“Não. Algumas áreas da ciência têm os seus conhecimentos transmitidos e aprimorados sem utilizar-se de experimento, a exemplo da matemática, onde nem tudo que é trabalhado ou formulado pode ser experimentado...”*. Embora a visão experimentalista permaneça dominante, observou-se uma evolução na compreensão dos alunos acerca do papel dos experimentos. As discussões sobre diferentes métodos de produção do conhecimento ocorridas na disciplina podem ter influenciado tal mudança.

Na quarta questão, utiliza-se o exemplo do átomo de Bohr para averiguar a compreensão dos alunos acerca da relação entre modelo e realidade: **Livros-texto de ciência frequentemente representam o átomo como um núcleo central composto de prótons (partículas carregadas positivamente) e nêutrons (partículas neutras), com elétrons (partículas carregadas negativamente) orbitando ao redor daquele núcleo. Qual o grau de certeza que os cientistas têm acerca da estrutura do átomo? Que evidência específica, ou tipos de evidência, você pensa que os cientistas utilizaram para determinar com que um átomo se parece?** Eis as categorias encontradas:

1ª Etapa		2ª Etapa	
Categorias	%	Categorias	%
Os cientistas têm alto grau de certeza, porque os experimentos realizados e o instrumental sofisticado levam a modelos que se aperfeiçoam e que reproduzem bem a realidade.	37,8	Grande grau de certeza, em função dos experimentos sofisticados que foram realizados.	35,5
Os cientistas têm alto grau de certeza, porque utilizaram o modelo do sistema solar como evidência para a forma do átomo, com um núcleo e os elétrons orbitando ao seu redor.	15,5	Baixo grau de certeza, porque os experimentos não davam confirmação.	16,1
Como não se pode ver diretamente o átomo, a certeza e evidência são oriundas de dedução.	4,4	Baixo grau de certeza, por tratar-se apenas de um modelo teórico para representar o átomo.	22,6
Não se pode atribuir um grau de certeza a algo que não se vê diretamente Este é o modelo mais aceito atualmente por parecer o melhor, mas está sujeito a mudanças.	9	Grau de certeza indefinido; portanto, pode-se apenas ter uma idéia.	9,7
Eles têm um baixo grau de certeza, porque o modelo foi obtido através do desenvolvimento de teorias e experimentos, mas sem muitas garantias de certeza.	15,5	Respostas não-compreendidas.	6,4
Respostas não-compreendidas.	6,7		

Em ambas as etapas, embora existissem várias categorias em função de diferenças de argumentação, pôde-se reduzi-las a duas idéias básicas: a primeira, cujo núcleo central reconhece o modelo como fiel espelho da realidade em função de sua base empírica, encontra-se nas categorias (a) e (b) da primeira etapa, somando 53,3%, e na categoria (a) da segunda, com 35,5%, sofrendo, portanto, uma diminuição. Como exemplo: *“... em torno de 100%... utilizaram os microscópios dos mais sofisticados e através de pesquisas e experimentos chegaram a conclusões”*. A segunda, cujo núcleo central está na percepção das limitações dos modelos, visto que se tratam apenas de tentativas de representação da realidade, se encontra nas categorias (c), (d) e (e) da primeira etapa, totalizando 28,9%, e nas categorias (b), (c) e (d) da segunda, somando 48,4%, mostrando, portanto, um aumento. Eis um exemplo: *“Por melhores e mais seguras que sejam as teorias, ninguém saberá*

afirmar com tanta precisão, qual será a verdade a respeito da estrutura atômica, porque nunca será possível enxergar prótons e elétrons com tanta facilidade... Portanto, um modelo científico nos fornece uma aproximação da realidade". Esta mudança pode ser vista como positiva, visto que apresenta um aumento na percepção da natureza tentativa da ciência e de seus modelos como representações limitadas, e não como evidências cabais da realidade. Em vários pontos da disciplina, foram discutidas as limitações das teorias científicas (e, logo, dos seus modelos) enquanto tentativas de explicação, no momento em que eram confrontadas com teorias oponentes como, por exemplo, a teoria de Galileu frente às idéias aristotélicas, e a teoria de Mach, em contraposição à de Newton. A evolução percebida na quarta questão pode ser atribuída a este aspecto da disciplina. Outra mudança positiva é a redução da categoria (b), que aparece na primeira etapa, apresentando o modelo do sistema solar como evidência para o modelo atômico de Bohr. Essa categoria não aparece na segunda etapa. Alguns estudantes ainda se referiram a essa noção, mas as idéias centrais de suas respostas se enquadraram em outras categorias. Trata-se de uma visão inadequada que é disseminada amplamente em salas de aula e até em alguns textos dos níveis fundamental e médio.

A quinta questão avalia as visões acerca de teorias e leis científicas e das diferenças existentes entre elas. **Há uma diferença entre uma teoria científica e uma lei científica? Ilustre sua resposta com um exemplo.** As seguintes categorias foram encontradas:

1ª Etapa		2ª Etapa	
Categorias	%	Categorias	%
Teorias são estudos, idéias, suposições sem comprovação experimental e leis são estudos comprovados experimentalmente.	31,1	Teorias são fatos não comprovados e leis são fatos já comprovados.	29
Leis são mais abrangentes do que teorias. As teorias evoluem progressivamente para tornarem-se leis quando se tem mais evidências e comprovação experimental de sua validade. As teorias mudam, leis são inquestionáveis.	33,3	Teorias são explicações de fenômenos e leis são relações entre os fenômenos.	35,5
Teorias sofrem mudanças e leis são imutáveis.	17,8	Leis são imutáveis, teorias estão sujeitas a transformações.	9,7
Não há diferença, têm o mesmo significado.	9	Respostas não-compreendidas.	25,8
Respostas não-compreendidas.	9		

Na primeira etapa, as visões predominantes foram encontradas nas categorias (a) e (b), com 31,1% e 33,3%, respectivamente. Em (a), a idéia de que teorias são conhecimentos ainda não comprovados, validados, e leis são conhecimentos comprovados, validados. Em (b), uma visão similar, contudo, com o agravo de conceber-se uma evolução de teorias para leis, ou seja, leis são teorias quando dotadas de comprovação. Como exemplo: *"lei científica é a teoria comprovada e pronta para que seja seguida"*. Esta interpretação hierárquica, que não corresponde à visão consensual na filosofia da ciência, diminuiu na segunda etapa. A categoria (a) se reduziu para 29%, enquanto as respostas equivalentes à categoria (b) não apareceram. Em contrapartida, surgiu uma nova categoria na segunda etapa, denominada (b), com 35,5%, na qual se compreende adequadamente teorias como tentativas de explicações de fenômenos e leis como expressões das relações entre tais fenômenos; como exemplo, *"Teoria científica é um caminho para se explicar um fenômeno... As leis do movimento de Newton, é (sic) um exemplo para explicar um dado fenômeno e correlaciona as suas grandezas físicas"*. Esta evolução favorável revela uma boa compreensão por parte da maioria dos estudantes acerca das discussões feitas durante a disciplina sobre esta questão. Outros aspectos favoráveis nessa mudança são: a redução em cerca de 8 pontos percentuais da visão, igualmente inadequada, que aparece nas categorias (c) de ambas as etapas, diferenciando teorias de leis pelo fato de que as primeiras sofrem mudanças, enquanto as últimas são imutáveis. Por exemplo, *"... uma lei científica é algo que não pode ser mudado... Uma teoria científica, pelo contrario, está sempre sujeita a mudanças"*; a ausência, na segunda etapa, de uma categoria

equivalente à (d) da primeira, que aparece com 9% e não estabelece diferença entre tais conceitos. Um aspecto desfavorável é o aumento de respostas não-compreendidas, que passaram de 9% na primeira etapa para 25,8% na segunda. Em conclusão, na primeira etapa, não houve nenhuma categoria que pudesse ser considerada satisfatória quanto os conceitos de teorias e leis, enquanto, na segunda etapa, ainda aparecem visões distorcidas e um número significativo de respostas não-compreendidas, mas, por outro lado, a categoria predominante foi aquela que apresentou uma visão adequada sobre os conceitos em questão.

A questão seis é a seguinte: Após os cientistas terem desenvolvido uma teoria científica (por exemplo, a teoria atômica, a teoria da evolução), a teoria pode transformar-se? Se você acredita que as teorias científicas não mudam, explique por que. Defenda sua resposta com exemplos. Se você acredita que as teorias científicas de fato mudam: (a) Explique por que as teorias mudam; (b) Explique por que nós nos preocupamos em aprender teorias científicas. Defenda sua resposta com exemplos. **Esta questão tem relação com a concepção de teoria estabelecida pelos estudantes na questão anterior e visa perceber a sua visão sobre a natureza tentativa das teorias científicas, que estão sujeitas a transformações e até derrocadas, seja como partes de um mesmo sistema paradigmático ou competindo com outros paradigmas, apoiados em pressupostos e concepções diferentes. As seguintes categorias foram estabelecidas:**

1ª Etapa		2ª Etapa	
Categorias	%	Categorias	%
Teorias científicas podem sofrer transformações através de novas investigações, aperfeiçoamentos, uso de novas tecnologias, experimentos etc. É necessário aprendê-las para aprimoramento profissional e, conseqüentemente, das próprias teorias.	44,4	Teorias científicas podem sofrer transformações e aperfeiçoamentos através do uso de novas tecnologias, novos experimentos etc. É necessário aprendê-las para o acompanhamento de evolução das próprias teorias.	32,3
Teorias científicas podem sofrer transformações, uma vez que podem estar equivocadas e, sob a égide de novas concepções e novos pressupostos, pode-se estabelecer novas teorias, melhores que as vigentes. É necessário aprendê-las, seja para entender seus equívocos, seja porque elas podem não ser de todo inúteis.	44,4	Teorias científicas podem sofrer transformações, uma vez que podem estar equivocadas e, sob a égide de novas concepções e pressupostos, pode-se estabelecer novas teorias, melhores que as vigentes. É necessário aprendê-las, seja para entender seus equívocos, seja porque elas podem não ser de todo inúteis.	54,8
Respostas não-compreendidas.	11,1	Respostas não-compreendidas.	12,9

As mesmas categorias se repetem em ambas as etapas. Na primeira etapa, há um empate no percentual de respostas nas categorias (a) e (b), com 44,4% cada. A visão revelada em (a) é mais limitada, por reconhecer as mudanças somente em função do advento de novos dados, ao passo que em (b) há o reconhecimento de que as mudanças podem ser devidas ao surgimento de novos paradigmas, que podem levar a novas explicações. Um exemplo de resposta na categoria (a): “*Sim, elas podem ser transformadas através de novos estudos ou investigações que venham aperfeiçoar ou torná-las mais válidas*”. Um exemplo de resposta na categoria (b): “*... A teoria da Relatividade está sendo discutida por considerarem (sic) novos pontos de vista que antes não foram levados em consideração, podendo, assim, confirmar-se ou ser derrubada e substituída por uma outra que melhor explique os acontecimentos*”. Na segunda etapa, ocorreu uma migração de respostas da categoria (a) para a (b), com a primeira sofrendo uma redução de cerca de 12 pontos percentuais e a segunda, um acréscimo de mais de 10 pontos percentuais. Assim, houve uma evolução positiva na concepção dos estudantes frente a essa questão e as discussões sobre diferentes pontos de vista epistemológicos de teorias científicas como as de Galileo e Newton, suscitadas ao longo da disciplina, podem ter influenciado esta mudança.

A sétima questão usa um conceito da biologia para avaliar a visão acerca do papel da inferência, subjetividade e criação de modelos nas tentativas da ciência de representar a realidade. Trata-se de uma questão da mesma natureza da questão 4: **Livros-texto de ciências definem uma espécie como um grupo de organismos que compartilham características similares e podem cruzar uns com os outros produzindo filhos férteis. Qual o grau de certeza que os cientistas**

têm acerca de sua caracterização do que é uma espécie? Que evidência específica você pensa que os cientistas utilizaram para determinar o que é uma espécie? Fez-se a seguinte tipificação:

1ª Etapa		2ª Etapa	
Categorias	%	Categorias	%
Os cientistas têm alto grau de certeza sobre a sua caracterização do conceito de espécie, porque investigações, observações, experiências genéticas e cruzamentos evidenciam o conceito criado.	64,4	Os cientistas atribuem grande grau de certeza à sua caracterização do conceito de espécie em função de investigações, observações, experiências genéticas que evidenciam o conceito criado.	74,2
Não há certeza e evidência cabal sobre este conceito. Este conceito não é coerente, visto que indivíduos considerados da mesma espécie podem não ser férteis. Os cientistas se utilizaram apenas da aparência dos seres. Portanto, há controvérsias sobre tal conceito.	13,3	Não há certeza sobre esta caracterização, mas sim tentativas. Os cientistas se utilizaram apenas da aparência dos seres. Portanto, há controvérsias sobre tal conceito.	19,4
Respostas não-compreendidas.	15,6	Respostas não-compreendidas.	3,2

Nesta questão, também não apareceu qualquer categoria nova na segunda etapa, sendo observado apenas um aumento nos percentuais das categorias (a) e (b). As respostas na categoria (a) passaram de 64,4% para 74,2%. Eis um exemplo, *“Eles possuem muita certeza... pois antes de afirmar eles procuraram através de pesquisas, estudos, experimentos (cruzamentos) e obtiveram evidências ou a concretização válida”*. Na categoria (b), as respostas passaram de 13,3% para 19,4%. Como exemplo, pode ser citado: *“... essa definição não é coerente, pois nós humanos podemos nascer não férteis e mesmo assim pertencemos à espécie humana. Penso que eles se utilizaram apenas da aparência dos animais”*. O acréscimo nas duas categorias apareceu por conta de uma redução considerável tanto das respostas em branco (cuja quantidade diminuiu de 3 para 1), quanto das respostas que não foram compreendidas (que passaram de 15,6% para 3,2%). Portanto, não pareceu haver aqui uma mudança significativa nas concepções dos estudantes. O que se pode inferir, entretanto, é que a visão indutivista da confiabilidade na ciência em função dos dados observacionais, trazida na categoria (a), permanece consideravelmente superior à visão mais cautelosa, revelada em (b), que reconhece as limitações dos modelos. Esta visão é tão fortemente enraizada em estudantes de física de um modo geral que, mesmo diminuindo em algumas questões, volta a aparecer em outras. É relevante, também, que estas concepções retornem numa questão que se refere a um domínio do conhecimento com o qual os estudantes de física não estão, em geral, familiarizados. O grande índice de respostas em branco e não-compreendidas, sobretudo na primeira etapa, foi devido à dificuldade dos estudantes de física frente a conceitos de biologia. Alguns deles, inclusive, se referiram a este aspecto na entrevista. Vale a pena destacar que o mesmo foi observado, quando o questionário foi utilizado com estudantes de ciências biológicas, em relação à questão 4, que é similar à questão 7, mas se refere a um modelo da física. Em suma, mesmo uma disciplina com a natureza da que foi ministrada apresenta dificuldades para romper com a visão indutivista ingênua que parece ser usualmente encontrada entre os estudantes de física.

A oitava questão se refere ao papel da criatividade e imaginação no processo de produção do conhecimento científico: **Os cientistas realizam experimentos/investigações científicas quando estão tentando encontrar respostas para as questões que eles propuseram. Os cientistas usam sua criatividade e imaginação durante suas investigações? Se sim, então em que estágios das investigações você acredita que os cientistas utilizam sua imaginação e criatividade: projeto e planejamento; coleta de dados; após a coleta de dados? Por favor, explique por que os cientistas usam a imaginação e a criatividade. Forneça exemplos, se for apropriado. Se você acredita que cientistas não usam a imaginação e a criatividade, por favor, explique por que. Forneça exemplos, se for apropriado.** Foram assim tipificadas as respostas:

1ª Etapa		2ª Etapa	
Categorias	%	Categorias	%
Em todos os estágios. É um recurso auxiliar para conseguir bons resultados e facilitar a tarefa, economizando tempo e energia. Na invenção de aparatos, tomada de decisões, caminhos possíveis.	44,4	Os cientistas se utilizam de criatividade e imaginação em todos os estágios da investigação.	48,4
Os cientistas usam sua criatividade e imaginação em parte da		Usam deste recurso somente em parte da atividade, seja durante o planejamento - na criação e suposição de novas	51,6

sua atividade, seja para proporem novas idéias e problemas, seja na coleta de dados etc.	26,7	idéias e problemas para investigarem -, após a coleta de dados ou na experimentação.
Usam, mas com cautela como instrumento para interpretar aquilo que não é diretamente visível. Não deve ser usado como critério final definitivo. Na criação de modelos para representar a realidade.	9	
Não usam criatividade e imaginação, porque seu trabalho é fundamentado na realidade trazida à tona pela experiência e não em hipóteses mentais.	13,3	
Respostas não-compreendidas.	4,4	

Na primeira etapa, embora várias categorias tenham sido estabelecidas em função das nuances existentes nas respostas, pode-se agrupar as categorias em dois núcleos centrais: aquele que reconhece o uso de tais fatores na tarefa científica, presente nas categorias (a), (b) e (c), incluindo respostas como a seguinte: *“Sim, eles têm que ter a percepção de como vão adquirir os resultados... com o uso da sua imaginação e investigação eles reduzem essa trajetória”*; aquele que não reconhece o uso de fatores subjetivos como criatividade e imaginação na produção do conhecimento científico, presente na categoria (d). Um exemplo se encontra na seguinte resposta: *“Acredito que os cientistas não usam sua imaginação porque o seu trabalho está fundamentado em resultados reais que o experimento é capaz de fornecer e não em hipótese que a mente humana pode transmitir”*. O primeiro núcleo, somados os percentuais das categorias, superou 80% das respostas; portanto, predominantemente, os estudantes reconhecem a influência da criatividade e da imaginação na ciência. O segundo, que apresenta uma visão da ciência como atividade estritamente objetiva, sem espaço para a subjetividade, apareceu com 13,3%. Na segunda etapa, apareceram apenas duas categorias. Em (a), com 48,4%, observou-se um reconhecimento do papel da criatividade e da imaginação em todos os estágios da produção científica, e em (b), com 51,6%, somente em parte desta atividade. Portanto, todos os alunos, nesta etapa, reconheceram o papel da subjetividade na atividade científica, o que nos leva a concluir que houve uma evolução em relação a esta questão.

Na questão nove, o exemplo da extinção dos dinossauros é utilizado para averiguar-se a visão dos estudantes sobre a questão das disputas entre teorias: **Acredita-se que há cerca de 65 milhões de anos os dinossauros se extinguiram. Entre as hipóteses formuladas pelos cientistas para explicar a extinção, duas gozam de maior apoio. A primeira, formulada por um grupo de cientistas, sugere que um imenso meteorito atingiu a Terra há 65 milhões de anos e acarretou uma série de eventos que causou a extinção. A segunda hipótese, formulada por um outro grupo de cientistas, sugere que grandes e violentas erupções vulcânicas foram responsáveis pela extinção. Como essas conclusões diferentes são possíveis se os cientistas de ambos os grupos tiveram acesso a e utilizaram o mesmo conjunto de dados para obter suas conclusões?** As respostas foram classificadas nas categorias abaixo:

1ª Etapa		2ª Etapa	
Categorias	%	Categorias	%
É possível os cientistas tirarem conclusões diferentes a partir dos mesmos dados porque eles se utilizam da criatividade e imaginação, que são pessoais, e ainda assumem distintos pressupostos teóricos, valores sociais e culturais e ideologias, o que os leva a respostas distintas.	57,8	É possível que os cientistas extraíam conclusões diferentes a partir dos mesmos dados porque se utilizam da criatividade e imaginação e seus valores sociais e culturais, bem como ideologias, são distintos, o que os leva a respostas diferentes.	74,2
Os dados não são evidentes, precisos o suficiente, para que não haja dúvidas sobre as conclusões e, assim, surgem diferentes opiniões. Se os dados fossem satisfatórios, os experimentos, que são cruciais, levariam a uma única conclusão; logo, não poderia haver diferentes conclusões a partir dos mesmos dados.	15,6	Os dados não são precisos o suficiente e favorecem o surgimento de diferentes interpretações.	6,5
Os cientistas nunca estão satisfeitos ou aceitam as coisas como são, necessitam de uma resposta conclusiva. Portanto, necessitam de divergir, polemizar.	6,6	A busca por uma resposta, a competição, leva os cientistas a ‘empurrarem’ uma saída.	3,2
Respostas não-compreendidas.	20	Respostas não-compreendidas.	9,7

Novamente, as categorias se repetem nas duas etapas. Em ambas as etapas, a categoria (a) mostra uma visão adequada, na qual a possibilidade de leituras distintas sobre um mesmo fenômeno

é explicada em função da influência de fatores de natureza subjetiva e sócio-cultural no trabalho do cientista. Como exemplo: “... as pessoas podem pensar diferente e construir teorias diferentes ou semelhantes, pelo fato de elas viverem em épocas diferentes, por depender da criatividade do cientista e dos aspectos ideológicos dos mesmos”. Há uma evolução considerável dessa concepção, dado o acréscimo de mais de 16 pontos percentuais na segunda etapa. Na categoria (b), aparece, em ambas as etapas, uma visão que não reconhece a possibilidade de diferentes leituras para o mesmo fenômeno e atribui a dupla interpretação à imprecisão dos dados, o que mostra a força da crença dos alunos nos dados empíricos; se os dados fossem precisos, não haveria possibilidade de múltiplas interpretações. Como exemplo: “Se eles tivessem as mesmas coletas de dados, eu penso que eles não teriam diferentes conclusões, pois os experimentos seriam baseados em cima desses dados”. A redução sofrida pela categoria (b), de cerca de 9 pontos percentuais, corrobora a evolução percebida na análise da categoria (a). O mesmo pode ser percebido também na redução da categoria (c), que atribui aos cientistas um comportamento pouco responsável; como exemplo, “A busca pela consagração resulta em uma rápida finalização nas investigações... os dois grupos provavelmente não chegaram a uma verdadeira conclusão e empurraram para a humanidade uma causa para a extinção dos dinossauros”. Tal evolução pode ser também percebida na redução considerável do número de respostas não-compreendidas. As discussões de natureza epistemológica ao longo da disciplina como, por exemplo, acerca das diferentes interpretações da obra de Galileo, norteadas por ideologias distintas, bem como os debates sobre os conflitos entre teorias oponentes, podem ter contribuído para essa evolução.

A décima questão procura avaliar o pensamento dos estudantes acerca da existência ou não de algum tipo de impacto de valores sociais e culturais sobre a ciência: Algumas pessoas afirmam que a ciência é impregnada por valores sociais e culturais. Isto é, a ciência reflete os valores sociais e políticos, as suposições filosóficas e as normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada. Outras pessoas afirmam que a ciência é universal. Isto é, a ciência transcende as fronteiras nacionais e culturais e não é afetada por valores sociais, políticos e filosóficos e pelas normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada. Se você acredita que a ciência reflete valores sociais e culturais, explique por que e como. Defenda sua resposta com exemplos. Se você acredita que a ciência é universal, explique por que e como. Defenda sua resposta com exemplos. **Percebeu-se três tipos de respostas:**

1ª Etapa		2ª Etapa	
Categorias	%	Categorias	%
Culturas distintas possuem formas distintas de pensar, criar, produzir; assim, a produção científica, como parte de uma cultura, também será diferente quando realizada por povos diferentes, refletindo valores culturais, sociais e econômicos. As teorias científicas são analisadas pela comunidade científica do mundo todo, que estabelece o critério de validade de tais teorias, independentemente de onde partam. Uma teoria ou qualquer outro produto da ciência bem aceito assim o é em qualquer parte do mundo. Portanto, a ciência tem caráter universal.	37,8	Culturas distintas possuem formas distintas de pensar, criar, produzir; assim, a produção científica, como parte de uma cultura, também será diferente quando realizada por povos diferentes, refletindo valores culturais, sociais e econômicos. A ciência tem caráter universal. As teorias científicas são analisadas pela comunidade científica do mundo todo, que estabelece o critério de validade de tais teorias, independentemente de onde partam. Teorias ou qualquer outro produto da ciência, sendo bem aceitos, assim o são em qualquer parte do mundo.	45,2
A ciência goza dos dois aspectos: de acordo com as necessidades regionais, pesquisas são realizadas para atender a tais necessidades; logo, esta produção é local, refletindo e influenciando valores locais; por outro lado, a ciência também produz coisas que são úteis e abrangem toda a humanidade, independentemente de ideologias, culturas, políticas etc., sendo, portanto, universal.	33,3	A ciência goza dos dois aspectos: de acordo com as necessidades regionais, pesquisas são realizadas para atender a tais necessidades; logo, esta produção é local, refletindo e influenciando valores locais; por outro lado, a ciência também produz conhecimentos que são úteis e abrangem toda a humanidade, independentemente de ideologias, culturas, políticas etc., sendo, portanto, universal.	16,1
Respostas não-compreendidas.	24,4		35,5
	4,4		

Na décima questão, também não surgiram categorias novas na segunda etapa. A categoria (a), que mostra a visão de que as teorias são influenciadas por fatores externos, teve um acréscimo de mais de 7 pontos percentuais. Um exemplo é fornecido pela seguinte resposta: “... as pesquisas científicas passaram a fazer parte das forças produtivas, políticas... A ciência reflete valores sociais e culturais, uma vez que nem tudo que a ciência propõe é aceito por toda a sociedade... as pessoas não lutam pelo direito de interferir nas decisões das empresas e governos quando estes

decidem financiar uma determinada pesquisa em vez de outra. E dessa maneira a ciência torna-se cada vez mais distante de ser universal”. A categoria (b), que revela uma visão da ciência característica do universalismo epistemológico (ver Matthews 1994), sofreu uma redução de mais de 17 pontos percentuais. Eis um exemplo: *“Universal, os métodos de análise científica podem ser interpretados por qualquer elemento independente da sua localização geográfica, em qualquer período”*. A categoria (c), que aponta uma interpretação interessante, atribuindo aspectos tanto de natureza universal quanto local na produção de conhecimento científico, apresentou um aumento de cerca de 11 pontos percentuais. Um exemplo é encontrado na seguinte resposta: *“Acredito que a ciência contém ambos elementos, pois é universal a partir do momento que compartilha-se as descobertas com outras pessoas, outras comunidades, outros países. Reflete os valores sociais e culturais, pois os referenciais da ética comportamental é estruturado (sic) na pessoa de acordo com a estrutura social ao (sic) qual está inserida”*. Os acréscimos nas categorias (a) e (c), que apresentam visões mais próximas daquela mais frequentemente encontrada entre os filósofos da ciência na atualidade, e a redução significativa da categoria (b), levam à conclusão de que houve uma evolução positiva na compreensão dos estudantes sobre os impactos que a ciência sofre dos valores de natureza social, cultural e ideológica. As discussões travadas na disciplina sobre a influência de instituições externas à ciência (como a Igreja, por exemplo) podem ter influenciado essa evolução.

Conclusão

Esse trabalho se apoia na hipótese de que o ensino de ciências e, em particular, o de física pode tornar-se mais eficaz quando realizado numa abordagem contextualizada histórica e filosoficamente. Com o intuito de investigar esta hipótese, foi feita uma pesquisa de natureza quali-quantitativa com uma turma inicial do Curso de Física da UEFS, analisando-se as concepções prévias dos estudantes sobre a natureza da ciência e as mudanças em tais concepções produzidas por uma disciplina do curso que utiliza uma abordagem contextual para tratar da mecânica clássica. A metodologia usada constou da aplicação, no começo e no final da disciplina, de um mesmo questionário composto de dez perguntas abertas; da análise das respostas estipulando-se categorias; de uma discussão de natureza mais qualitativa sobre as categorias encontradas e sua evolução ao longo do curso; e de uma análise da influência da disciplina sobre as mudanças produzidas. Os resultados obtidos indicaram a ocorrência de uma mudança geral significativa e favorável na concepção dos estudantes acerca das várias questões tratadas, que abordam uma série de aspectos de sua compreensão sobre a natureza da ciência. Tal mudança foi revelando-se quando, ao longo da análise de cada questão, foi sendo notado um amadurecimento das respostas dadas pelos estudantes. Entretanto, notou-se também que algumas idéias estão fortemente enraizadas na visão epistemológica dos estudantes de física e, mesmo quando pareciam ter sido superadas em algumas das questões, retornavam fortemente em outras, indicando que, mesmo num curso baseado numa abordagem contextual, é difícil romper completamente com certas visões amplamente difundidas por muitos cientistas e divulgadores das ciências. De qualquer modo, a análise feita mostra claramente que houve uma evolução na visão dos estudantes sobre a natureza da ciência ao longo do curso. Portanto, a conclusão que se pode extrair aponta para a importância de uma abordagem contextual para o ensino das ciências, no que diz respeito ao aprimoramento da compreensão dos estudantes sobre a natureza da ciência.

Referências

- MATTHEWS, M. R. *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. London: Routledge, 1994. 287p.
- ABD-EL-KHALICK, F. The influence of history of science courses on students' conceptions of nature of science. Oregon State University, Corvallis. 1998. (Tese de doutorado).

LEDERMAN, N. G., SCHWARTZ, R. S., ABD-EL-KHALICK, F., BELL, R. L. Preservice teachers' understanding and teaching of the nature of science: An intervention study. *The Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education*. 2000. (no prelo).

MAYR, E. *The Growth of Biological Thought*. Cambridge-MA: Harvard University Press. 1982.

CHALMERS, A. F. *O que é Ciência Afinal?* Trad. Raul Fiker. São Paulo: ed. Brasiliense, 1997. 225p.