

Natureza da Ciência na licenciatura em Física do IFRN: comparando ingressantes e concluintes

Nature of Science in Physics undergraduate course at IFRN: comparing beginners with graduating students

Wesley Costa de Oliveira, Juliana Mesquita Hidalgo Ferreira

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Resumo

Nas últimas décadas, a importância de incluir a temática Natureza da Ciência no ensino tem sido enfatizada. Diversos trabalhos tem se preocupado em investigar as concepções de NdC de futuros professores. O presente estudo se insere nessa linha de pesquisa, propondo, através da aplicação de um instrumento contendo questões abertas, coletar dados para comparar as concepções de ingressantes e concluintes da licenciatura em Física no IFRN. A análise dos dados evidencia que parte significativa dessas concepções se distancia do que é considerado satisfatório atualmente. Nota-se, ainda, que a incidência de visões, como, por exemplo, a de que “leis científicas são verdadeiras, porque são comprovadas experimentalmente”, é maior entre os concluintes do que entre os iniciantes. Consideramos que as respostas dos estudantes podem servir de ponto de partida para o planejamento didático de disciplinas desse curso que incluam discussões explícitas sobre essa temática.

Palavras-chave: Natureza da Ciência, Ensino de Física, Epistemologia da Ciência, Formação de professores.

Abstract

In last decades, the importance of including the subject Nature of Science (NOS) in science education has been emphasized, and several works have been concerned with investigating the conceptions of pre-service teachers on NOS. According to this line, the present work intends to collect data related to the views on NOS held by beginners and graduating physics students at IFRN by the means of a questionnaire containing 11 questions. The analysis of the data showed that a significant portion of these views are quite different from the views now considered satisfactory. It is noticeable that the incidence of some visions as for example, “Laws are true because they are experimentally proved”, is higher among graduating students than among beginners. We consider that students' responses can serve as a starting point for didactic plans which include this subject in undergraduate courses.

Key words: Nature of Science, Physics Teaching, Epistemology of Science, Teachers training.

Considerações iniciais

Ainda no século XIX, já podia ser notada a preocupação de promover no ensino concepções então consideradas “mais adequadas” acerca da atividade científica, as quais, no período, enfocavam, por exemplo, especialmente o entendimento do chamado “método científico” (EL-HANI *et al.*, 2009).

Atualmente, quando nos referimos à expressão “Natureza da Ciência” (NdC), destacamos entre outras questões relevantes para o contexto educacional: o que é ciência, as relações entre os empreendimentos científicos e a sociedade, diferenças entre ciência e não-ciência, o papel do experimento na ciência, diferenças entre leis e teorias, entre outras.

Determinados tópicos de NdC tem sido enunciados na literatura e debatidos pelos especialistas nas últimas décadas (LEDERMAN, 2006, p. 832-835; MCCOMAS *et al.*, 1998, p. 513): O conhecimento científico, enquanto durável, tem caráter provisório; O conhecimento científico se apóia fortemente, mas não inteiramente, em observações, evidências experimentais, argumentos racionais e no ceticismo; Não há uma forma única de fazer ciência (então, não há um método científico universal a ser seguido passo a passo); A ciência é uma tentativa de explicar fenômenos naturais; Leis e teorias exercem diferentes papéis na ciência, por isso, os estudantes devem perceber que teorias não se tornam leis mesmo com evidências adicionais; Novos conhecimentos devem ser relatados clara e abertamente; Observações são dependentes da teoria; Os cientistas são criativos; A ciência é parte das tradições culturais e sociais; A ciência e a tecnologia têm impacto uma na outra; As ideias científicas são afetadas pelo contexto social e histórico.

Vários trabalhos têm registrado a necessidade de incluir essa temática no ensino de ciências para que os alunos possam compreender o significado, a produção, as correlações, as possibilidades e as limitações do conhecimento (MCCOMAS *et al.*, 1998; LEDERMAN, 1992; LEDERMAN, 2006; PRAIA *et al.*, 2007). Em 2008, tais aspectos foram reforçados em edição especial da revista *Science & Education* dedicada a essa temática (CLOUGH & OLSON, 2008). As legislações de ensino de vários países têm reconhecido a importância desses conteúdos. No caso do Brasil, documentos como os PCN reforçam a relevância da compreensão do significado da ciência (ver, por exemplo, BRASIL, 1999, p. 46).

É importante ensinar sobre NdC a alunos de diversos níveis e, inclusive, a futuros professores. Isso porque, para que cheguem aos alunos, é importante a presença desses conteúdos também na formação de professores, o que atualmente é uma realidade distante nas licenciaturas em geral (HARRES, 1999; MCCOMAS *et al.*, 1998; LEDERMAN, 1992; LEDERMAN, 2006; PRAIA *et al.*, 2007).

Para promover ações nesse sentido é relevante avaliar as concepções dos indivíduos envolvidos no contexto educacional. De fato, revisões de investigações sobre a Natureza da Ciência identificam linhas de pesquisa como, por exemplo, a avaliação das concepções de estudantes e de professores de ciências sobre a natureza da atividade científica. Outros enfoques têm merecido crescente destaque: elaboração e teste de propostas que objetivam atuar em relação às concepções de estudantes, colocando-os em contato com as visões de NdC atualmente aceitas; estudos sobre as relações entre concepções dos professores, práticas pedagógicas e concepções dos estudantes (LEDERMAN, 1992; LEDERMAN, 2006).

A presente investigação se insere na primeira linha de pesquisa destacada acima e tem, portanto, caráter diagnóstico. Propõe a avaliação das concepções de alunos do segundo e oitavo período da licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte (IFRN), isto é, de futuros professores em sua formação inicial.

Especificamente, são avaliadas e comparadas as visões de licenciandos ingressantes e concluintes sobre *determinados* elementos de Natureza da Ciência.¹

Nas seções seguintes apresentamos a descrição dos aspectos metodológicos da presente pesquisa, destacando elementos que particularmente nos interessaram acerca da temática Natureza da Ciência. Em seguida, apresentamos os resultados obtidos e considerações acerca dos mesmos.

Metodologia

A metodologia dessa pesquisa envolve a aplicação de um instrumento contendo 11 questões abertas (ver figura 1), semelhante ao validado por Andrade (2008) e já utilizado em investigações realizadas com graduandos em Física apresentadas por Ferreira *et al.* (2010). Alguns tópicos específicos de NdC foram selecionados e contemplados no instrumento utilizado na presente pesquisa: o conhecimento científico tem caráter provisório; não há uma única forma de fazer ciência; ciência é uma tentativa de explicar fenômenos naturais; leis e teorias exercem diferentes papéis na ciência, por isso, os estudantes devem perceber que teorias não se tornam leis mesmo com evidências adicionais; observações são dependentes da teoria, não existe observação neutra; as ideias científicas são afetadas pelo contexto social e histórico.

O questionário (figura 1) foi aplicado no início do segundo semestre de 2010 a vinte e um alunos da licenciatura em Física do IFRN, sendo treze alunos matriculados no segundo período do curso e oito do oitavo período. Optou-se pelos alunos do segundo período em decorrência de serem esses os que mais recentemente haviam ingressado no curso no momento da realização da pesquisa. Já a escolha pelo oitavo período deveu-se a este ser o último do curso, o que nos permite, então, estudar as concepções de NdC dos formandos. Vale notar, ainda, que esses alunos já haviam cursado no semestre anterior a disciplina de História da Ciência, a qual, embora não tenha como temática central a Natureza da Ciência, faz alusão a esse tipo de conteúdo.


Os dados obtidos, de natureza descritiva, serão apresentados em tabelas, orientadas pela preocupação de registrar as concepções dos ingressantes e concluintes, e, ao mesmo tempo, compará-las. Os questionários foram numerados e os estudantes identificados de acordo com a etapa do curso que cursavam. Assim, “1I” se refere ao questionário do aluno 1, sendo este um ingressante. E “1C” se refere ao questionário do aluno 1, concluinte.

As respostas às questões foram analisadas tanto isoladamente, quanto por bloco, de acordo com as suas temáticas. Três delas foram tratadas isoladamente por se referirem a assuntos específicos (questões 1, 5 e 9). Tópicos significativos nas discussões sobre NdC, como o papel do experimento na ciência, perpassam diversas questões.


É importante destacar também que, embora os blocos de análise estivessem estabelecidos *a priori*, em função de referenciais norteadores acerca da NdC, as categorias de análise foram construídas a partir das ideias centrais das respostas dos estudantes, de acordo com critérios de análise de conteúdo (BARDIN, 2004). Vale salientar ainda que em algumas situações, as respostas dos graduandos puderam ser classificadas em mais de uma categoria, fazendo com que alguns percentuais somassem mais de 100%.

¹ Resultados parciais dessa pesquisa foram apresentadas no XIII EPEF (XXXX, 2011). Na ocasião, as concepções de NdC de ingressantes e concluintes foram expostas, mas não se procedeu uma comparação acerca das mesmas.

Figura 1: Questionário utilizado com os alunos da Licenciatura em Física do IFRN – 2010.2



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA



INSTITUIÇÃO: _____
PERÍODO: _____

Responda, com base nos seus conhecimentos, às seguintes questões apresentadas abaixo:

- 1) Que objetivos ou finalidades tem a ciência, no seu ponto de vista?
- 2) As leis ou princípios científicos, uma vez estabelecidos, são verdadeiros. Discuta essa afirmação.
- 3) As investigações científicas começam pela observação do fenômeno a ser estudado. Comente essa afirmação.
- 4) Os cientistas, em seu trabalho, seguem um método estabelecido. Discuta essa afirmação.
- 5) Você acha que posições morais, religiosas, políticas etc. influenciam o processo de investigação científica?
- 6) Há investigações científicas que dispensam a realização de experimentos? Explique sua resposta.
- 7) Que diferenças existem entre o conhecimento científico e outras formas de conhecimento?
- 8) “Observações de fatos, elaboração de hipóteses, comprovação experimental das hipóteses, conclusões, generalização” são as etapas do método científico através do qual a ciência produz o conhecimento. Discuta essa afirmação.
- 9) Há diferença entre lei e teoria? Dê um exemplo para ilustrar a sua resposta.
- 10) Cientistas realizaram um experimento cujo resultados estavam em desacordo com a Teoria da Relatividade de Einstein. Esses cientistas propuseram descartar a Teoria da Relatividade. Discuta essa atitude.
- 11) O que não é ciência, para você? Por quê?

Resultados

Apresentamos para cada bloco de questões uma tabela com os resultados, classificados nas categorias de análise propostas, e, em seguida, as discussões sobre os mesmos.

Bloco “Finalidades da Ciência”

BLOCO	QUESTÃO	CATEGORIA	ALUNOS	INGR.(%)	CONCL.(%)
Finalidades da ciência	Q1	Compreender fenômenos/natureza	11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 91, 121, 131, 1C, 5C	76,9	25,0
		Caráter benevolente, utilitário (tecnologia)	11, 81, 101, 111, 121, 1C, 3C, 4C, 6C, 7C, 8C	38,5	75,0
		Outros	2C	-	12,5

Esse bloco foi composto unicamente pela questão 1. As respostas à pergunta “Que objetivos ou finalidades tem a ciência, no seu ponto de vista?” puderam ser classificadas em duas categorias principais: 1) Compreender fenômenos/natureza; 2) Caráter benevolente, utilitário/tecnologia. Menções à primeira categoria foram realizadas por 76,9% dos ingressantes e 25% dos concluintes. Encontramos alusões a objetivos como investigar, compreender e manipular os fenômenos e conhecer a natureza. A essas, ocasionalmente, se juntaram referências a realizar descobertas e “adquirir” conhecimento. Em contrapartida, informações que nos remetem à segunda categoria foram apresentadas por 38,5% dos ingressantes e 75% dos concluintes. Essas se referem a uma visão de ciência “benevolente”,

em respostas que, em boa parte dos casos, privilegiam a relação entre ciência e tecnologia em prol do bem estar humano.

Ainda a respeito dessa questão, é importante destacar que parte dos alunos apresentou respostas que nos remetem a ambas as categorias. Essas indicaram, por exemplo, que o propósito da ciência era conhecer melhor a natureza *para* manipulá-la e fazer previsões visando ao bem estar da humanidade. Foi possível notar, através da comparação entre as considerações de ingressantes e concluintes sobre a finalidade da ciência, que a visão de ciência benevolente e utilitária se acentua significativamente ao final do curso.

Bloco “Caráter provisório do conhecimento”

BLOCO	QUESTÃO	CATEGORIA	ALUNOS	INGR.(%)	CONCL.(%)
Caráter provisório do conhecimento	Q2	Leis estabelecidas não são verdadeiras	2I, 3I, 5I, 6I, 7I, 8I, 9I, 10I, 11I, 12I, 13I, 1C, 2C, 3C, 4C, 7C	84,6	62,5
		Leis estabelecidas são verdadeiras	1I, 4I, 5C, 6C, 8C	15,4	37,5
	Q10	Não pode descartar	1I, 4I, 8I, 1C, 2C, 3C, 4C, 5C, 8C	23,1	75,0
		Pode descartar	5I, 9I, 10I, 7C	23,1	12,5
		Outros	2I, 13I, 6C	15,4	12,5
		Não respondeu	3I, 6I, 7I, 11I, 12I	38,4	-

Agregamos nesse bloco as questões 2 e 10 do instrumento. Na questão 2, pedimos que os alunos discutissem a seguinte afirmação: “As leis ou princípios científicos, uma vez estabelecidos, são verdadeiros.” As respostas puderam ser analisadas com base nas categorias “Leis estabelecidas não são verdadeiras” e “Leis estabelecidas são verdadeiras”.

Em princípio, a análise dessa questão indicou, especialmente, um resultado significativo a favor da interpretação de que o conhecimento é provisório nos dois grupos: 84,6% dos calouros e 62,5% dos formandos apresentaram respostas de acordo com a categoria “Leis estabelecidas não são verdadeiras”. Em geral, os indivíduos cujas respostas se enquadraram nessa categoria apontaram explicitamente que as leis estabelecidas são confiáveis, mas não infalíveis, absolutas ou livres de controvérsias. Alguns alunos de ambos os períodos manifestaram respostas que apontam a *impossibilidade* de se chegar a uma verdade absoluta devido à própria natureza do conhecimento científico, ao fato de a ciência lidar com modelos, à dependência do conhecimento em relação à cultura e sociedade em que é constituído (ilustrada por exemplos históricos, como a transição entre as visões de mundo geocêntrica e heliocêntrica). Algumas respostas que nos remetem a críticas ao indutivismo: para algo ser verdadeiro, sua validade teria que ser demonstrada para qualquer tempo e lugar.

Se, por um lado, esses resultados mostram uma reflexão satisfatória acerca dessa questão, por outro, ao analisarmos comparativamente, calouros e concluintes, observamos algo semelhante ao notado no bloco anterior. As visões dos alunos sobre esse aspecto da NdC parecem, com o decorrer do curso, se distanciar das atualmente aceitas. 15,4% das respostas dos ingressantes e 37,5% das respostas dos concluintes foram classificadas na categoria “Leis estabelecidas são verdadeiras”. Alguns concluintes apontaram que leis estabelecidas são verdadeiras devido à sua *comprovação experimental*, sinalizando uma visão empirista.

Os resultados obtidos para a questão 2 podem ser discutidos em conjunto com os da questão 10, que se refere também à mutabilidade do conhecimento. Nela, os alunos eram convidados a discutir sobre a atitude de cientistas que obtiveram, através de um experimento, resultados em desacordo com a “Teoria da Relatividade de Einstein”, e, por isso, propuseram descartá-la. 23,1% dos ingressantes e 75% dos concluintes foram contrários à atitude dos

cientistas de propor o descarte da Teoria da Relatividade. Assim, embora a resposta à *questão 2 assinale uma tendência significativa de aceitar a provisoriamente do conhecimento*, diante da proposta de descarte de uma teoria física prestigiada, a atitude usual notada é de reticência e desconfiança, principalmente entre os alunos que estão concluindo a licenciatura em Física.

A comparação entre concluintes e ingressantes incluídos nessa categoria revela ainda outros detalhes significativos. A maior parte dos formandos incluídos nessa categoria afirmou *de forma categórica* que a teoria *não* poderia ser descartada, *certamente* o erro estava no experimento, no método adotado na investigação ou tratava-se, *certamente*, de uma exceção. Os iniciantes incluídos nessa categoria apontaram questões semelhantes, mas em tom de *cautela*, que, de certo modo, *não* rejeita categoricamente a possibilidade de descarte: mais evidências seriam necessárias; *poderia* se tratar de um caso isolado; seria necessário checar a metodologia empregada na pesquisa e detectar *possíveis* erros, etc.

Na mesma questão, 23,1% dos ingressantes e 12,5% dos concluintes se mostraram explicitamente a favor da atitude dos cientistas de propor que a Teoria da Relatividade fosse descartada. Esses, no entanto, mesmo assim trataram a questão com cautela. Somente um estudante (5I) foi mais categórico em relação a enaltecer o descarte. Explicitou em sua resposta o caráter mutável do conhecimento, deixando transparecer certa visão empirista ingênua ao indicar explicitamente que *“um experimento poderia descartar uma teoria”*.

Ainda a respeito desse bloco, comparamos as respostas de cada indivíduo às questões 2 e 10 e notamos razoável grau de coerência. O ingressante (9I), por exemplo, apontou que uma lei não é verdadeira, porque *“as verdades na ciência são temporárias”*. O mesmo apontou que a teoria de Einstein poderia ser descartada desde que os cientistas tivessem *“fundamentos mais coerentes que os de Einstein”*. Assim, a ciência, para esse indivíduo, possui um caráter provisório. As respostas de outros alunos a essas duas questões são coerentes entre si no sentido de que convergem para a indicação de que as evidências experimentais seriam um critério fundamental no que se refere a negar ou validar uma teoria. Para o concluinte (7C), por exemplo, as leis científicas seriam verdadeiras *“caso fossem provadas empiricamente”*. E, o descarte da Teoria da Relatividade seria aceitável se o *experimento fosse repetido* e suas condições verificadas.

Bloco “Diferenças entre lei e teoria”

BLOCO	QUESTÃO	CATEGORIA	ALUNOS	INGR.(%)	CONCL.(%)
Diferenças entre lei e teoria	Q9	Hierárquica – Lei superior	11, 21, 31, 41, 51, 61, 81, 91, 111, 3C, 5C, 6C, 7C, 8C	69,2	62,5
		Hierárquica – Teoria superior	4C	-	12,5
		Não sabe	13I	7,7	-
		Não respondeu	7I, 10I, 12I	23,1	-
		Outros	1C, 2C	-	25,0

Embora outras questões do instrumento já nos deem indicações de como os alunos da Física compreendem os conceitos de lei e teoria, dedicamos especificamente a questão 9 (*“Há uma diferença entre lei e teoria? Dê um exemplo para ilustrar a sua resposta”*) a essa temática, dada a sua importância. Para todos os participantes da pesquisa que responderam à questão, com exceção do aluno 13 I, há alguma diferença entre lei e teoria. As diferenças expressas por quase todos, no entanto, se distanciam do que poderíamos esperar como algo razoável do ponto de vista das concepções epistemológicas atuais.

De modo isolado, o aluno 4C comentou que a teoria estaria numa posição superior à lei, pois teria *“todo um embasamento mais aprofundado”*. Em geral, as respostas sugeriram

que as leis seriam superiores às teorias: 69,2% dos calouros e 62,5% dos formandos apontaram esse tipo de relação hierárquica. As leis seriam uma solução concreta e sempre válida para um problema. Dentre os que apontaram a superioridade das leis, a maioria explicitou essa hierarquia com base na visão de que leis seriam obtidas após comprovação experimental, o que, para alguns deles, estaria associado a um caráter imutável das mesmas. Leis poderiam ter limites de validade, mas seriam permanentes, irrevogáveis. Frente a essas reflexões, as teorias pareceram subjugadas a uma condição inferior: nem sempre válidas, restritas, provisórias, contestadas, insustentáveis, meras suposições sem comprovação experimental. Poderiam ser invalidadas por testes.

Esse é um dado curioso, principalmente se comparado aos resultados obtidos em outras questões. Boa parte dos indivíduos apresentaram respostas coerentes entre si, ainda que não adequadas se tomarmos como base as visões epistemológicas atuais. Nessa questão 9, o aluno 5C, por exemplo, apontou que leis são comprovadas experimentalmente, e, por isso, aceitas universalmente. Esse mesmo aluno, na questão 2, havia dito que leis estabelecidas eram verdadeiras, de modo que suas respostas são coerentes entre si. Já em alguns casos, visões conflitantes foram percebidas. Os alunos 9I e 3I, por exemplo, foram aparentemente contraditórios ao afirmarem que leis eram imutáveis, na questão 9, e, ao mesmo tempo, negar que fossem verdadeiras, na questão 2.

É interessante notar ainda que parte significativa das respostas que mostraram a superioridade das leis em relação às teorias sugeriu, ao mesmo tempo, que *as teorias poderiam vir a se tornarem leis*. Encontramos respostas do tipo: “*lei está relacionada com algo comprovado pelos cientistas, já a teoria não está completamente comprovada*” (4I); “*teoria é o que não foi comprovada, lei é o que já foi comprovada*” (3C); “*lei está provada e ninguém quebra, teoria ainda tem que ralar muito para virar lei*” (9I). Em relação à exemplificação solicitada pela questão, boa parte dos alunos apenas citou nominalmente exemplos de leis (de Kepler, de Newton) e teorias físicas (Quântica, Relatividade), mas não explicou como tais exemplos ilustravam as posições sustentadas por eles.

Bloco “Metodologia científica”

BLOCO	QUESTÃO	CATEGORIA	ALUNOS	INGR.(%)	CONCL.(%)
Metodologia científica	Q3	Nem sempre	9I, 2C, 3C, 6C, 7C	7,7	50,0
		Sim	1I, 2I, 3I, 4I, 5I, 6I, 7I, 8I, 12I, 13I, 1C, 4C, 5C, 8C	76,9	50,0
		Não	10I	7,7	-
		Outros	11I	7,7	-
	Q4	Sim	3I, 4I, 5I, 6I, 7I, 8I, 12I, 1C, 3C, 4C, 5C, 6C, 8C	53,8	75,0
		Não necessariamente	1I, 2I, 9I, 13I, 2C, 7C	30,8	25,0
		Não respondeu	10I, 11I	15,4	-
	Q6	Não dispensam experimentos	3I, 6I, 7I, 10I, 11I, 12I, 13I, 2C, 3C, 4C, 6C, 8C	53,8	62,5
		Dispensam experimentos	1I, 2I, 4I, 8I, 9I, 1C, 5C, 7C	38,5	37,5
		Não respondeu	5I	7,7	-
	Q8	Nem sempre	1I, 8I, 7C	15,4	12,5
		Concorda com a sequência do método	2I, 4I, 5I, 6I, 7I, 9I, 13I, 1C, 2C, 3C, 4C, 5C, 6C, 8C	53,8	87,5
		Não respondeu / Sem opinião	8I, 10I, 11I, 12I	30,8	-

Agrupamos nesse bloco as questões 3, 4, 6 e 8. Essas abordaram especificidades como o papel do experimento, a existência de um padrão metodológico numa investigação, etc. Na questão 3, solicitamos que comentassem a seguinte afirmação: “As investigações científicas começam pela observação do fenômeno a ser estudado.” As repostas puderam ser classificadas em três categorias: “nem sempre” (7,7% dos ingressantes e 50% dos concluintes), “sim” (76,9% dos ingressantes e 50% dos concluintes) e “Não” (7,7% dos ingressantes). Nesses dados, em alguns aspectos, destacam-se resultados mais satisfatórios dos concluintes, se comparados aos ingressantes. Percebemos um número seis vezes maior de repostas categorizadas como “nem sempre”. Para os concluintes, o percentual daqueles que consideram que as investigações científicas se iniciam pela observação é bem menor do que para os iniciantes, embora continue ainda elevado. Por outro lado, aqueles que explicitamente dizem que as investigações não começam pela observação são exclusivamente ingressantes, embora seu número não seja tão expressivo.

Nas repostas classificadas como “nem sempre”, encontramos comentários variados. O aluno 3C apontou que a teoria poderia ser anterior à observação, e o aluno 7C atribuiu à intuição a origem de algumas investigações. Já alguns alunos afirmaram que toda investigação *deveria* começar pela observação, mas, na prática, as contingências nem sempre o permitiriam. A observação seria o primeiro “passo do método científico”, o início de um caminho normal, desejável, numa investigação. Deveria vir primeiro, mas isso não ocorreria sempre. Segundo os alunos, *às vezes, por exemplo, não há fenômeno a ser observado*. Já dentre as repostas classificadas na categoria “sim” é emblemática a afirmação de que a investigação não pode começar pela imaginação, mas sim diretamente pela observação ou percepção de algo. Várias repostas indicam que *iniciar pela observação seria o padrão na ciência. Primeiro observa-se para depois começar o estudo*, segundo 1I, 2I, 3I, 4I, 5I, 6I, 7I, 8I, 12I, 13I, 1C, 4C, 5C, 8C.

Na questão 4, solicitamos comentários a respeito da seguinte sentença: “Os cientistas, em seu trabalho, seguem um método estabelecido.” As repostas obtidas puderam ser agrupadas em duas categorias: “sim” e “não necessariamente”. Houve uma concentração de repostas na primeira categoria: 53,9% dos calouros e 75% dos formandos.

É importante notar que os indivíduos que responderam de acordo com essa categoria afirmaram que os cientistas seguem um método estabelecido, e, de modo categórico, explicitamente relacionaram essa atitude à racionalidade, eficiência, padronização, credibilidade e garantia de resultado “científico”. Não seguir esse método implicaria não fazer ciência. Mais uma vez, portanto, temos entre os concluintes do curso (se comparados aos iniciantes) uma porcentagem de repostas que se distancia mais das concepções atualmente satisfatórias do ponto de vista epistemológico, no que diz respeito à utilização de um método universal na ciência. Já os que responderam que os cientistas não necessariamente seguem um método estabelecido indicaram, de forma unânime, que *há sim um método padrão a ser seguido*, mas esse, ocasionalmente, pode ser modificado para a obtenção de melhores resultados. Essa atitude parece ser vista como razoável e positiva por alguns participantes da pesquisa. De qualquer modo, no entanto, vale notar que, razoável ou não, tais indivíduos a qualificam como *exceção na ciência*. Outro dado preocupante é que nenhum entrevistado afirmou que os cientistas *não* seguem um método estabelecido: as repostas foram exclusivamente *sim* ou *não necessariamente*.

Na questão 6, também participante desse bloco, propusemos a pergunta: “Há investigações científicas que dispensam a realização de experimentos? Explique sua resposta.” Os resultados foram classificados em dois grupos: “não dispensam experimentos” e “dispensam experimentos”. 53,9% e 62,5%, entre ingressantes e concluintes, respectivamente,

responderam de acordo com a primeira categoria. Já 38,5% dos calouros e 37,5% dos concluintes de acordo com a segunda.

Nota-se que, para os que conceberam o experimento como indispensável numa investigação científica (primeira categoria), a *experimentação é uma característica fundamental da ciência*. A *comprovação experimental* de uma teoria foi indicada como garantia indispensável na ciência. De modo geral, no entanto, os resultados mostram que para ambas as categorias de classificação, *os experimentos na ciência parecem ser fortemente desejáveis*. Isso porque dentre os oito alunos que admitem que algumas investigações dispensam experimentos, seis deles o fazem como uma *concessão* explicitamente relacionada ao fato de que nem sempre é *possível* realizá-los por falta de tecnologia adequada ou, por exemplo, em situações específicas da teoria da relatividade e da quântica.

Já na questão 8 do instrumento, os alunos foram convidados a analisar a seguinte afirmação: “ ‘Observação de fatos, elaboração de hipóteses, comprovação experimental das hipóteses, conclusões, generalização’ são as etapas do método científico através do qual a ciência produz o conhecimento”. As respostas foram classificadas em duas categorias principais: “nem sempre” e “concorda com a sequência do método”.

A aplicação do método composto por essas etapas diferenciaria o conhecimento científico do não-científico e garantiria a aceitação dos resultados de uma investigação pela comunidade científica. Essa visão foi manifestada por 53,9% dos ingressantes e 87,5% dos concluintes. O curso de licenciatura em Física pode ter contribuído mais uma vez, portanto, para o agravamento de visões pouco adequadas sobre a NdC. E, no que se refere à *existência do “método científico”*, é relevante mencionar que nenhum indivíduo participante da pesquisa explicitamente discordou da sequência do método apresentada. Não houve questionamentos quanto à observação ser o primeiro passo de uma investigação, por exemplo.

A categoria “nem sempre” contemplou 15,4% dos alunos ingressantes e 12,5% dos alunos concluintes. Nessas respostas, as etapas listadas foram consideradas *procedimentos básicos relevantes, mas não rígidos*. Nem sempre seria possível cumpri-las, o que estaria relacionado à dificuldade de realizar experimentos em algumas situações. E, em determinados campos de pesquisa, seria inadequado utilizar o “método científico”, o que não necessariamente invalidaria o conhecimento produzido.

Alguns aspectos curiosos podem ser notados, ainda, quando comparamos as respostas de um mesmo indivíduo às questões desse bloco. No caso dos oito indivíduos que na questão 6 haviam respondido que algumas investigações dispensavam experimentos, seria razoável esperar respostas que se encaixassem nas categorias “nem sempre” ou “discorda”. Isso não ocorreu com cinco desses oito indivíduos, o que aponta certa incoerência nas respostas. Já os alunos, 6I, 7I, 4C e 8C, que na questão 6 haviam dito que o experimento era indispensável, concordaram com as etapas descritas na questão 8, o que deixa transparecer certa coerência em suas posturas, ainda que essas visões estejam distantes do desejável.

Bloco “Ciência e outras formas de conhecimento”

BLOCO	QUESTÃO	CATEGORIA	ALUNOS	INGR.(%)	CONCL.(%)
Ciência e outras formas de conhecimento	Q7	Utilitário/benevolente	3C, 4C	-	25,0
		Confiabilidade / Comprovação	5C, 6C, 7C	-	37,5
		Experim./precisão	4I, 5I, 11I, 12I, 1C, 2C, 8C	30,8	37,5
		Não explicou/ respondeu	2I, 9I, 10I, 13I	30,8	-
		Outros	3I, 7I, 8I	23,1	-
		Sem distinção	1I, 6I	15,4	-

BLOCO	QUESTÃO	CATEGORIA	ALUNOS	INGR.(%)	CONCL.(%)
Ciência e outras formas de conhecimento	Q11	Utilitário/benevolente	8I, 2C, 3C, 4C	7,7	37,5
		Confiabilidade / Comprovação	2I, 7I, 8I, 1C, 6C, 7C	23,1	37,5
		Base teórica/experimental	1I, 8C	7,7	12,5
		Não explicou/respondeu	3I, 4I, 6I, 9I, 11I, 12I,	46,1	-
		Outros	13I, 5C	7,7	12,5
		Sem distinção	5I, 10I	15,4	-

Esse bloco engloba as questões 7 e 11 do instrumento de pesquisa. A questão 7 perguntava: “Que diferenças existem entre o conhecimento científico e outras formas de conhecimento?”. Os resultados para esse questionamento seguem na mesma direção dos notados como resposta à questão 11, a qual perguntava: “O que não é ciência, para você? Por quê?”. Em geral, os alunos explicitamente demonstraram dificuldade para refletir sobre essas questões. Todos os concluintes esboçaram algum tipo de resposta para a questão 7, mas entre os ingressantes a porcentagem dos que não responderam chegou a 30,8%. Na questão 11, mais de 46 % dos ingressantes não responderam e, além disso, os que responderam se voltaram para citar características daquilo que concebem como ciência, e não daquilo que *não concebem como ciência*, como se procurassem algo mais familiar ao seu contexto.

De acordo com os termos explicitamente utilizados pelos estudantes na tentativa de distinção, foram estabelecidas as categorias e obtidos os seguintes resultados para a questão 7: “Utilitário/benevolente” (25% dos concluintes; 0% dos iniciantes), “Confiabilidade/Comprovação” (37,5% dos concluintes, 0% dos iniciantes), “Experimentação/precisão” (30,8% dos ingressantes e 37,5% dos concluintes). Para a questão 11, as respostas nos levaram a categorias bastante semelhantes: “Utilitário/benevolente” (37,5% dos concluintes e 7,7% dos ingressantes), “Confiabilidade/Comprovação” (23% dos ingressantes e 37,5% dos concluintes), “Sem base teórica ou experimental” (7,7% dos ingressantes e 12,5% dos concluintes). Nas duas questões, com relação à distinção entre ciência e outras formas de conhecimento, percebemos a consideração de que a ciência se difere de outras formas de conhecimento por se tratar de algo útil, direcionado ao benefício da humanidade. Essa visão pouco adequada está presente principalmente entre os concluintes do curso. Deve-se notar, ainda, certa coerência entre essas respostas e as apresentadas pelos alunos a outras questões: por exemplo, nas respostas dos alunos 3C e 4C a essas questões e à questão 1, a qual tratou da finalidade da ciência.

Outro ponto que merece destaque é que uma parcela considerável dos alunos apontou que a ciência se distingue de outras formas de conhecimento por ser confiável e produzir conhecimento provado. Percebemos a valorização do binômio experimentação/precisão como critério de demarcação entre ciência e não-ciência. Nota-se forte presença de uma visão empirista, já que a ciência se diferiria de outras formas de conhecimento por ser confiável e precisa, o que estaria relacionado à realização de experimentos que resultariam em conhecimento provado. Essas respostas, se agregadas às de outras questões, nos permitem ter uma visão mais completa e aprofundada das visões dos participantes. Segundo o indivíduo 4I, por exemplo, os cientistas seguem um método estabelecido (questão 4), que necessariamente começaria pela observação (questão 3), e justamente esse método (experimentos) diferenciaria a ciência de outras formas de conhecimento (questão 7). É curioso notar, ainda, que dois alunos seguiram na questão 7 na direção de um relativismo extremo, igualando a ciência a qualquer outra forma de conhecimento. O mesmo pôde ser notado nas respostas de dois outros alunos, distintos desses primeiros, à questão 11.

Bloco “Fatores extra-científicos”

BLOCO	QUESTÃO	CATEGORIA	ALUNOS	INGR.(%)	CONCL.(%)
Fatores extra-científicos	Q5	Sim, é inevitável	4I, 6I, 7I, 11I, 12I, 1C, 2C, 3C, 4C, 5C, 6C, 7C, 8C	38,4	100,0
		Não influenciam	8I, 13I	15,4	-
		Sim (não explicou)	3I, 10I	15,4	-
		Sim, deveriam ser evitados	1I, 2I, 5I, 9I	30,7	-

Esse bloco englobou a questão 5 do instrumento: “Você acha que posições morais, religiosas, políticas etc. influenciam o processo de investigação científica?”. As respostas se dividiram em algumas categorias principais: “Sim, e é inevitável” (69,3% dos calouros e 100% dos formandos), Sim (15,4% dos calouros) e “Não influenciam” (15,4% dos calouros). A porcentagem dos estudantes que respondeu “Sim” e acrescentou que essa influência é inevitável é bastante significativa, portanto. Todos os formandos foram incluídos nessa categoria. Já entre os ingressantes as opiniões se dividiram. Os que disseram “Sim” identificaram essa influência como negativa. Alguns dos que explicitamente disseram “Sim”, ao mesmo tempo, explicaram que os fatores externos influenciaram a ciência apenas no passado (na Inquisição, por exemplo). Pode-se notar que tais indivíduos compreendem a expressão “influência” de modo restrito, negativo, como impedimento ao trabalho dos cientistas. Atualmente, segundo esses estudantes, seria possível evitar esses impedimentos tendo em vista a garantia das liberdades individuais em nossa sociedade.

Como se pode notar, o percentual dos ingressantes que categoricamente afirmaram a neutralidade da ciência é relativamente baixo, chegando a 15,4%. No entanto, é importante notar, ainda, que para mais de 30% dos ingressantes, é possível que tais influências sejam neutralizadas por indivíduos capazes de fazê-lo e isso é recomendável. Assim, a ciência consegue ser neutra, dependendo da habilidade de seu praticante de manter-se alheio à sociedade. Assim, é alto percentual de ingressantes que apregoam a neutralidade da ciência como existente ou como um ideal a ser atingido.

Considerações finais

Os dados evidenciam que parte significativa das concepções de NdC sustentadas pelos graduandos se distancia significativamente do que é considerado adequado tendo em vista as discussões atuais em epistemologia da ciência. Alguns pontos que caracterizam uma visão distorcida da ciência puderam ser evidenciados. Podemos citar, como exemplo, uma visão empirista da ciência, a crença de que o cientista não sofre influências em seu trabalho, a visão de que a ciência caminha em direção à perfeição (é cada vez mais neutra e, se resolvidas as falhas e problemas tecnológicos, pode chegar ao conhecimento definitivo) e a utilização de um “método científico”, universal, como garantia de conhecimento científico provado. Podemos perceber, inclusive, evidências de que algumas concepções do tipo empírico-indutivista são persistentes e se manifestam de maneira coerente no imaginário de muitos estudantes. Vários participantes procuraram justificá-las e manifestaram visões coerentes entre si ao longo de suas respostas, ainda que essas se afastem do que atualmente se considera satisfatório em termos de NdC. Por outro lado, pudemos notar, ainda, exemplos da convivência de concepções consideradas não-satisfatórias com concepções mais próximas às sustentadas atualmente (tal como relatam MASSONI; MOREIRA, 2007; HARRES, 1999). Tal convivência parece ser possível tendo em vista que os indivíduos não têm, em geral, possibilidade de refletir sobre essas questões, e costumam não se dar conta de possíveis incoerências em suas visões. Outras evidências preocupantes apontam para o agravamento de

algumas visões inadequadas sobre a NdC por parte dos licenciandos ao longo do decorrer do curso de licenciatura em Física do IFRN. Isso pôde ser notado em vários casos quando comparamos as visões de ingressantes e formandos. Consideramos que essas informações presentes nas respostas dos estudantes possam ser consideradas pontos de partida para o planejamento didático de disciplinas que promovam a discussão de elementos de NdC. Outra questão relevante seria tentar entender por quê, aparentemente, o curso de Física, parece colaborar para que certas visões de cunho empírico-indutivista sejam reforçadas.

Referências

ANDRADE, C.S. **Concepções de alunos do curso de pedagogia da UFRN acerca da natureza da ciência**: subsídios à formação de professores. Dissertação (Mestrado em Educação), UFRN, Natal, 2008.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2004.

BRASIL. Ministério da educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: 1999.

CLOUGH, M. P.; OLSON, J. K. Teaching and assessing the nature of science; an introduction. **Science & Education**. n. 17, p. 143-145. 2008.

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

FERREIRA, J. M. H.; MARTINS, A. F. P.; DANTAS, T. R. R.; SANTOS, J. L.; MOREIRA, E. P. **Formandos em Física e a Natureza da Ciência**. XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. p. 1-12. Águas de Lindóia, 2010.

HARRES, J. B. S. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 4, n. 3, p. 197-211. 1999.

LEDERMAN, N. G. Nature of science: past, present and future. In Abell, S.K.; Lederman, N. G. (Eds.). **Handbook of research on science education**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, p. 831-879, 2006.

LEDERMAN, N. G. et al. Views of nature of science questionnaire: toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **Journal of research in Science Teaching**. v. 39, n. 6, p. 497-521. 2002.

LEDERMAN, N. G. Student's and teacher's conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of research in Science Teaching**. v. 4, n. 29, p. 331-359. 1992.

MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A. O cotidiano da sala de aula de uma disciplina de Histórica e Epistemologia da Física para futuros professores de física. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 12, n. 1. 2007.

MCCOMAS, W. F., ALMAZROA, H; CLOUGH, M. The nature of science in science education: an introduction. **Science & Education**, n. 7, p. 511-532. 1998.

OLIVEIRA, W. C. de; FERREIRA, J. M. H. **Licenciandos em Física e a Natureza da Ciência**. XIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Foz do Iguaçu, 2011.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D. VILCHES, A. O papel da Natureza da Ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação**, v. 13, n.2, p. 141-156. 2007.