

# Textos de divulgação científica: uma intervenção para aprofundar as concepções epistemológicas de professores e estudantes de Física

Daiane Maria dos Santos Ribeiro  
Marcelo Souza da Silva

## RESUMO

Neste artigo, são analisadas as compreensões epistemológicas dos alunos da turma 2012.1 de Física do IF Sertão em Salgueiro – PE e de professores de Ciências da Educação Básica sobre a natureza do conhecimento científico. Para a coleta de dados foi utilizado o questionário VNOS-C (*Views of Nature of Science – modelo C*), apresentado por Abd-El-Khalick. A partir da caracterização das concepções dos sujeitos da pesquisa, foi testado o uso didático de artigos de divulgação científica que abordavam a vida dos cientistas, a história e a filosofia das ciências como dispositivo para promover visões mais coerentes acerca da natureza da ciência. Os resultados se mostraram satisfatórios na desmistificação de algumas visões ingênuas assinaladas pelos estudantes e professores.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências. Natureza da Ciência. Artigos de Divulgação Científica.

## Scientific dissemination texts: An intervention to improve understandings epistemological conceptions of teachers and students of Physics

## ABSTRACT

In this paper, we analyze the epistemological understandings of Physics students, from the class 2012.1 of IF Sertão in Salgueiro-Pe, and teachers from basic education regarding the nature of scientific knowledge. For data collection, we used the VNOS-C (*Views of Nature of Science – Model C*) questionnaire, presented by Abd-El-Khalick. From the characterization of the conceptions of the subjects of the research, we tested the use of didactic scientific dissemination articles that addressed the lives of scientists, the history, and the philosophy of science as a tool to promote views about the nature of science that are more coherent. The results were satisfactory in debunking some of the naive views widely noted by students and Physics teachers.

**Keywords:** Science Teaching. Nature of Science. Scientific Dissemination Texts.

---

**Daiane Maria dos Santos Ribeiro** é licenciada em Física. Atualmente, é professora de Física do ensino básico, técnico e tecnológico no Departamento de Física do IF Sertão – PE – Campus Salgueiro.  
E-mail: daianesr35@gmail.com

**Marcelo Souza da Silva** é Doutor em Física. Atualmente, é professor de Física do ensino básico, técnico e tecnológico no Departamento de Física do IF Sertão – PE – Campus Salgueiro.  
E-mail: ssilva990@hotmail.com

Recebido para publicação em 9/8/2015. Aceito, após revisão, em 6/11/2015.

Acta Scientiae	Canoas	v.17	n.3	p.697-714	set./dez. 2015
----------------	--------	------	-----	-----------	----------------

## INTRODUÇÃO

O curso de Licenciatura em Física foi implantado, em 2011, no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – *Campus* Salgueiro, devido à carência de físicos educadores na região. Não se sabe ao certo quais as concepções de ciências dos estudantes que ingressam no curso de Licenciatura em Física. Contudo, é bem estabelecido que a ação desafiadora de atrair os estudantes para compreender e estudar fenômenos físicos perpassa o entendimento de suas concepções a respeito da ciência e que tal entendimento pode auxiliar na escolha de recursos metodológicos sejam favoráveis ao estudo de ciências (SILVEIRA; MILTÃO, 2013). Diversos pesquisadores discutem a potencialidade do estudo de temas ligados à História e à Filosofia das Ciências no sentido de promover a problematização dos mitos que sugerem a neutralidade da ciência, colocam os cientistas como gênios excêntricos e apontam o método científico como ferramenta infalível para se chegar a verdades científicas absolutas, em contraposição a esses mitos, neste trabalho adotamos como satisfatória, uma visão que apresente o conhecimento científico como: produzido e referenciado socialmente, não linear, com pluralidade de métodos, feito por pessoas que são passíveis de erros e acertos, em constante evolução (MATTHEWS, 1995; DRIVER et al., 1996; MATTHEWS, 1998; LEDERMAN, 2006).

Contudo, definir o que é ciência não é tarefa fácil, principalmente porque o panorama do pensamento científico vem passando por mudanças intensas desde o final do século XX, estas mudanças se intensificaram tanto no âmbito dos conceitos, pressupostos epistemológicos, quanto nas próprias práticas. As principais transformações da natureza das ciências no século XXI têm sido influenciadas pelas relações entre a ciência, instrumentos científicos, tecnologia, inovação e sociedade. Uma descrição detalhada das causas dessas mudanças e de quais fatores tem transformado a compreensão do que vem a ser classificado como conhecimento científico pode ser encontrada em Freire Júnior et al. (2014). Segundo este autor, algumas mudanças em curso que estão interferindo no paradigma da compreensão acerca do trabalho científico estão relacionadas com o próprio desenvolvimento de teorias contemporâneas.

Em geral, mesmo os professores com formação adequada se restringem, apenas, a “transmitir” um conhecimento previamente elaborado, sem permitir aos estudantes um estudo mais exploratório, investigativo, crítico e reflexivo. Segundo Pérez (2001), é perceptível que o ensino científico, desde as séries iniciais até o nível universitário, tem sido reduzido basicamente à apresentação de conhecimentos previamente elaborados, aparentemente sem referência histórica e social. Por isso que as compreensões dos estudantes, sejam eles de graduação ou não, acabam não se afastando daquilo a que se pode chamar de imagem “popular” da ciência (FERNÁNDEZ, 2000). As visões limitadas e distorcidas da natureza das ciências podem se configurar em um empecilho à renovação da educação em ciências. Para Bachelard (1986), há necessidade de ruptura com o conhecimento de senso comum; as concepções dos estudantes e professores devem ser reformuladas e fundamentadas na história da ciência para que seja possível superar as visões equivocadas a respeito do trabalho científico.

Um entendimento adequado da natureza da ciência é indispensável para a formação dos estudantes nos diversos níveis de ensino (LEDERMANN, 1992; ABELL; SMITH, 1994). Tanto a práxis quanto as concepções dos professores influenciam diretamente o modo como os estudantes veem a produção do conhecimento científico (FUNG, 2002). O ensino contextual, por meio do diálogo entre a filosofia da ciência e uma abordagem sociocultural, tem importante papel para superar dificuldades da aprendizagem em ciências. (EL-HANI; SEPULVEDA, 2014). Um professor bem formado deve propor aos estudantes um papel ativo na investigação de problemas sem respostas prontas, o desenvolvimento de pequenos projetos de pesquisas para evidenciar questões em aberto, aproximações, construção de modelos, a evolução e renovação contínua das teorias. É nesse contexto que a concepção de ciência do professor é entendida como indispensável para propiciar uma boa formação científica dos estudantes (FREIRE-MAIA, 2000, p.18).

As relações existentes entre a natureza da ciência e o ensino em ciências são abordadas em muitos trabalhos que investigam alternativas para a solução de problemas identificados nessa área (MONK; OSBORNE, 1997; LEDERMANN, 1999). Com base nisso, o objeto de estudo dessa pesquisa é a compreensão de professores e licenciandos em Física no que diz respeito à natureza de ciência e qual o impacto do trabalho com textos de divulgação científica sobre essa compreensão.

## METODOLOGIA

A primeira fase da pesquisa se constituiu na caracterização das concepções dos estudantes de Física e professores de ciências do ensino médio acerca da natureza das ciências. Os dados que permitiram esta caracterização foram coletados com a gravação de uma entrevista e aplicação de um questionário aberto. Os sujeitos da pesquisa foram 26 alunos recém-ingressos no curso de Física na turma 2012.1 e 16 professores de Ciências da região de Salgueiro – PE. Os professores foram contatados na própria instituição de trabalho e lá foi realizada a entrevista e aplicado o questionário, assim que eles se dispuseram a participar da pesquisa. Foi garantido o sigilo dos nomes dos entrevistados.

Tanto os professores quanto com os estudantes responderam um questionário VNOS-C (*Views of Nature of Science – modelo C*), apresentado por Abd-El-Khalick (1998). O questionário e as entrevistas abordaram aspectos como: O que é experimento? O desenvolvimento do conhecimento científico requer experimento? O que é uma lei científica? Os cientistas utilizam sua criatividade e imaginação nas suas observações? Para a interpretação dos dados foi utilizada uma abordagem quali-quantitativa. Nesse tipo de abordagem, a ferramenta de coleta de dados empregada permite uma avaliação de natureza quantitativa comparativa, inclui um aspecto qualitativo, relacionado à interpretação e análise das respostas dissertativas dos entrevistados. Além disso, a construção de categorias para classificar as respostas dos entrevistados apresenta um objetivo de busca do significado que eles atribuem a elementos do trabalho científico, e não apenas um objetivo meramente quantitativo. Tais aspectos agregam um caráter

qualitativo à investigação. Algumas características podem ser utilizadas como parâmetros para a identificação da pesquisa quali-quantitativa: (i) O pesquisador é o instrumento fundamental na obtenção dos dados no ambiente natural; (ii) o caráter descritivo da pesquisa; (iii) interesse focado no processo; (iv) o viés indutivo (BOGDAN; BIKLEN, 1994; EL-HANI et al. 2004).

Após a caracterização das visões epistemológicas dos estudantes e professores, foi elaborada uma estratégia de intervenção com a intenção de aprofundar as visões em relação à natureza da ciência dos entrevistados; foram escolhidos, intencionalmente, textos que servissem de contraexemplo às visões epistemológicas limitadas identificadas. As atividades de intervenção ocorreram em dois encontros semanais, com duração de uma hora e meia cada, durante duas semanas, totalizando seis horas de atividade. Essas atividades consistiram em leituras, debates e seminários apresentados pelos alunos e professores com base nos textos de divulgação científica estudados, que, por hipótese, possibilitariam aos entrevistados um aprofundamento em temas da história e filosofia da ciência.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

### Concepções de professores e estudantes de licenciatura em Física sobre a natureza da ciência

Seria incoerente esperar que professores sem formação adequada e estudantes do primeiro semestre do curso de Licenciatura em Física tivessem uma visão profunda quanto à natureza da ciência, quando sequer há consenso entre cientistas, filósofos, historiadores da ciência e professores de Ciência sobre o que vem a ser ciência (PÉREZ, 2001).

No quadro 1, são apresentados exemplos ilustrativos das respostas obtidas na pesquisa. Embora os dados sejam oriundos de questionário escrito e de entrevista. Neste trabalho, o termo *entrevistado* será utilizado para fazer referência aos participantes da pesquisa de uma forma geral.

QUADRO 1 – Exemplos de respostas dadas pelos participantes da pesquisa (pré-teste).

QUESTÃO 1: 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 e Filosofia)?	Incidência
<i>Parcialmente adequada:</i> “A ciência estuda e procura aprimorar o conhecimento do indivíduo, proporcionando o seu desenvolvimento. O que diferencia é que pessoas inteligentes e inovadoras trabalham na ciência.”	19%
<i>Inadequadas:</i> “A ciência explica o que somos e para onde vamos. É como se através dela deixasse de ter dúvidas sobre algo, adquirindo assim às certezas dos fatos. A ciência comprova os fatos, já a religião se baseia no empírico.”	66,7%

<b>Não compreendidas:</b> “É o estudo da vida, a natureza ou resumidamente tudo acaba se tornando uma ciência. A ciência é vida e permite que você conheça a vida desde o nascimento, crescimento, reprodução até a morte.”	<b>14,3%</b>
<b>QUESTÃO 2: O que é um experimento?</b>	
<b>Parcialmente adequada:</b> “É a realização de uma atividade para investigar, observar e chegar a uma conclusão/questionamento para adquirir conhecimentos.”	<b>30,5%</b>
<b>Inadequadas:</b> “É uma prova ou confirmação de teorias.”	<b>50,0%</b>
<b>Não compreendidas:</b> “É a utilização científica da ciência.”	<b>19,5%</b>
<b>QUESTÃO 3: O desenvolvimento do conhecimento requer experimentos? Por quê?</b>	
<b>Inadequadas:</b> “Como se trata de conhecimento científico é preciso comprovar a ideia a qual se defende. Não é algo aleatório, incerto, que se baseia no abstrato.”	<b>73,8%</b>
<b>Não compreendidas:</b> “Sim, a relação entre a descoberta a partir do experimento com a ciência e o cotidiano. A descoberta vem do experimento.”	<b>26,2%</b>
<b>QUESTÃO 4: Em sua opinião o que uma lei científica?</b>	
<b>Inadequadas:</b> “A comprovação de algo real. Na ciência não existe nada abstrato, tudo é real. Ou ainda: É uma sequência rígida de uma metodologia científica, mas não é uma verdade absoluta que segue uma receita pronta.”	<b>100,0%</b>
<b>QUESTÃO 5: “Após os cientistas terem desenvolvido uma teoria científica (por exemplo, a teoria atômica, a teoria da evolução), a teoria pode transformar-se”? Por quê?</b>	
<b>Parcialmente adequada:</b> “Sim, a natureza é dinâmica e a ciência tem que acompanhar esse dinamismo. À medida que o tempo passa, aparecem novos paradigmas, estudos, investigações que podem vir a transformá-la.”	<b>7,1%</b>
<b>Inadequadas:</b> “Não, se a teoria foi provada e ela se modificar ela não deveria ter sido provada, é lógico.”	<b>88,0%</b>
<b>Não compreendidas:</b> “A relação entre a descoberta a partir do experimento com a ciência e o cotidiano. A descoberta vem do experimento.”	<b>4,8%</b>
<b>QUESTÃO 6: “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”? Justifique.</b>	
<b>Parcialmente adequada:</b> “Utilizam, pois a partir do momento em que eles investigam, analisam, adotam novas hipóteses, eles estão fazendo o uso da sua criatividade e imaginação.”	<b>81,1%</b>
<b>Inadequadas:</b> “Devem utilizar, mas eles não permitem, pois seus resultados provêm de experimentos e não de suposições.”	<b>11,8%</b>
<b>Não compreendidas:</b> “Com certeza eles usam experimentos, eles têm que comprovar através de investigação o que dizem.”	<b>7,1%</b>
<b>QUESTÃO 7: Em sua opinião, as ciências causam algum impacto em valores sociais e culturais?</b>	
<b>Parcialmente adequada:</b> “A evolução da ciência causa impacto nos valores sociais e culturais, pois nem tudo que a ciência propõe é aceito pela sociedade.” “As novas descobertas científicas propiciam um grande desenvolvimento social.”	<b>100%</b>

Fonte: do autor, 2014.

Neste trabalho, a referência adotada para classificar uma visão sobre ciência como adequada é ampla, mas deve conter pilares essenciais, apontados pelo projeto *Science for All American* (AAAS – Ciências para todos, 1993), segundo o qual, o progresso das ciências se deve a sucessos e insucessos, pois a ciência não apresenta a verdade inquestionável e, embora a investigação científica apresente uma base lógica, ela também envolve a imaginação e a criatividade. Além disso, aspectos sociais interferem no desenvolvimento científico e em níveis diferentes. Contudo, nenhuma resposta obtida no questionário ou na entrevista foi classificada como adequada. As respostas que se aproximaram de algum desses fatores foram classificadas como parcialmente adequadas, as que destoaram foram classificadas como inadequadas e as respostas que fugiram ao tema da pergunta ou eram muito amplas e/ou evasivas foram classificadas como respostas não compreendidas.

Na Questão 1, que busca investigar a compreensão dos entrevistados referente às características peculiares da ciência que a diferencia de outras formas de conhecimento, foi possível notar que um número razoável dos entrevistados considera o método científico único e inexorável, sendo este o exclusivo componente para a composição e corroboração do saber científico. A opinião dos entrevistados está de acordo com a de muitos cientistas, que acreditam na existência de um método científico infalível e na sua importância para a formulação e validação da ciência (PÉREZ 2001). Esse tipo de concepção é classificado no grupo de visões inadequadas.

De acordo com as respostas dadas à Questão 2 (o que é um experimento?), 30,5% das respostas foram classificadas como parcialmente adequadas, apresentando uma visão mais abrangente do experimento, que é orientado por fatos, evidências que norteiam a investigação, assim como dos conhecimentos disponíveis que orientam todo o processo, ou sugerindo o experimento como um processo complexo, não linear e que não segue nenhuma técnica infalível. Entretanto a classificação predominantemente assinalada entre os entrevistados, com 50%, revela que o experimento é utilizado para validar teorias. Essa é uma visão ingênua, própria do indutivismo, que entende o experimento como a única forma de validação do conhecimento, enfatizando o princípio verificacionista.

A Questão 3 indagava a respeito da importância dos experimentos para o desenvolvimento científico. A classe de respostas inadequadas foi dominante, com 73,8% dos entrevistados defendendo que o experimento é indispensável, pois tem caráter verificacionista do conhecimento. Por exemplo: “*Todo conhecimento requer experimentos para comprovar sua eficácia, principalmente quando se trata de ciências exatas*”. Essa ideia, apoiada no pensamento de Bacon, considera a experimentação neutra como o único método eficaz e válido para estudar a natureza, e que todo conhecimento e conjectura nascem a partir da observação de dados. Nesta categoria, estão presentes a visão empírico-indutivista e a concepção rígida da natureza da ciência. O percentual de respostas vagas foi consideravelmente alto, com 26,2% dos entrevistados não conseguindo responder com clareza à pergunta. Para Mayr (1982) o desenvolvimento do conhecimento científico não requer experimentos, contudo os experimentos são necessários para tentar falsear o conhecimento.

Nas respostas dadas à Questão 4 (Em sua opinião, o que é uma lei científica?), os docentes e estudantes demonstraram conviver com conceitos equivocados e limitados em relação à natureza da ciência. Não foram observados sequer sinais de visões parcialmente adequadas. De um modo geral, as respostas dadas a esta questão interpretam uma lei científica como uma evolução de teorias para leis, ou seja, leis são teorias comprovadas experimentalmente. Por exemplo: *“Lei científica é uma teoria comprovada”*. Ao responder a este questionamento, um dos entrevistados se contradisse em sua resposta, quando mencionou: *“Lei científica é uma sequência rígida de metodologia científica, mas não é uma verdade absoluta, que segue uma receita pronta. A ciência evolui adquirindo assim novas ferramentas para provar ou não a lei, que é uma verdade”*. No início da definição, ele afirma que a lei é uma sequência algorítmica de métodos e, no final da resposta, diz que não segue nenhuma receita pronta. Ainda apresenta uma concepção pragmática a respeito do conhecimento científico, quando coloca que a ciência adquire novas ferramentas para provar uma lei.

Não houve uma resposta que remetesse à concepção que representasse *“teorias como tentativa de explicações de fenômenos e leis como expressões das relações entre tais fenômenos”* (TEXEIRA, 2001, p.8). Teorias científicas, mesmo que sejam bem-elaboradas, sempre, são construídas por tentativa e erro e jamais podem ser provadas. Nem se tornam leis científicas. Os pesquisadores precisam duvidar sistematicamente das informações obtidas e de toda a realização do processo seguido, são necessárias contínuas revisões com o objetivo de obter os mesmos resultados por diferentes caminhos.

Na Questão 5, os entrevistados tinham de explicitar sua compreensão acerca da evolução temporal das teorias, se elas podem se modificar e como essa modificação aconteceria. As respostas classificadas como parcialmente adequadas enfatizaram que uma teoria pode se transformar de acordo com os novos paradigmas que surgem. Haja vista que, em muitos casos, as teorias atualmente aceitas não necessariamente estavam consolidadas na época em que foram concebidas; com o passar dos anos elas receberam contribuições e foram evoluindo. O saber científico vai sendo aperfeiçoado gradual e coletivamente através de debates e críticas, pois a ciência não nasce pronta na cabeça de grandes gênios que vivem isolados. As respostas classificadas como inadequadas demonstraram uma visão mais limitada, por discernirem que as teorias só se modificam devido ao surgimento de novas tecnologias. Um exemplo de resposta dada a essa questão é: *“Teoria não se transforma, pode haver aperfeiçoamento, mas a teoria não muda”*. Esse tipo de resposta indica que uma teoria é infalível e isso não é condizente quando se sabe que todo conhecimento científico é provisório.

Para Martins (2006), o estudo histórico de como um cientista desenvolveu sua pesquisa através de suas hipóteses e observações e de conhecimentos produzidos por outros estudiosos ensina mais sobre o verdadeiro processo científico do que qualquer manual de metodologia científica. A ciência é dinâmica e sofre modificações ao longo do tempo, às vezes, de uma maneira radical, sendo na verdade um conhecimento provisório, pois é construída em conjunto, por seres humanos falíveis e que, por

seus esforços social e coletivo, tendem a aperfeiçoar esse conhecimento, sem nunca possuírem a garantia de chegar a algo definitivo, pois o conhecimento científico está em constante modificação.

Nos resultados obtidos para a Questão 6, em que os entrevistados respondem sobre o papel da criatividade no desenvolvimento das ciências, foi observada uma predominância da categoria de resposta parcialmente adequada, com 88,1% das respostas. A maioria dos entrevistados reconheceu que os cientistas usam sua criatividade e imaginação para que possam nortear seus experimentos. Como exemplo: *“Os cientistas usam sua criatividade e imaginação em suas pesquisas para que seja possível direcionar e reduzir a trajetória da investigação”*. Na Questão 7, quando os entrevistados opinaram sobre as relações sociais e culturais e o conhecimento científico, 100% dos entrevistados mostraram compreender que as ciências refletem valores sociais e culturais. E ainda sinalizam uma compreensão de que as posturas filosófica e ética dos cientistas devem fazer parte do trabalho científico, visto que existe uma relação entre ciência e valores e que serve para prevenir o abuso do conhecimento científico.

As concepções inadequadas frequentemente encontradas entre os estudantes e os professores de Ciências da Educação Básica são:

**Empírico-indutivista** – Propõe a neutralidade da ciência, desconsiderando o papel essencial das hipóteses como orientadoras de uma investigação, trata a experimentação como indispensável para obtenção de leis e teorias, o cientista realiza suas observações sem ter a noção do que vai obter. Esta é a concepção mais assinalada na literatura.

**Elitista** – É uma visão que propõe o conhecimento científico como fruto de um trabalho acessível para poucos superdotados, ignorando o trabalho em equipe. Essa é uma visão ingênua, pois os cientistas compartilhem uma visão de mundo, têm por consenso o mesmo paradigma (KUHN, 1978) e a ciência é repensada por mais de uma pessoa (SILVA, 2010).

**Pragmática** – Essa visão considera a ciência como uma mera ferramenta para obter o conhecimento e todo o conhecimento científico deve ter uma aplicabilidade de imediato.

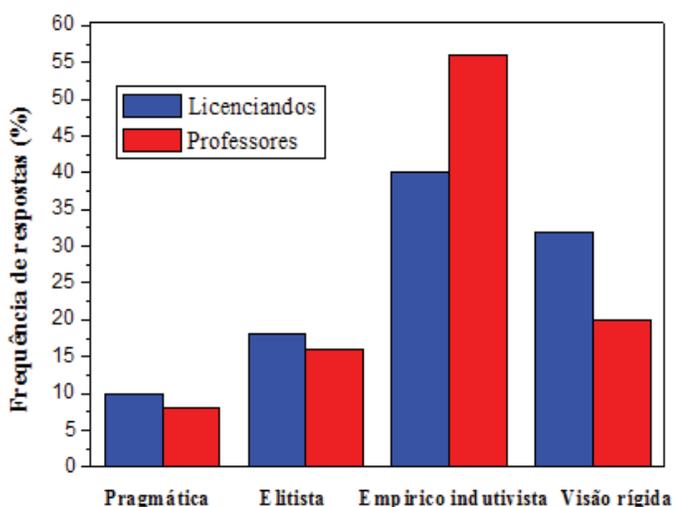
**Rígida** – Considera o método científico como um conjunto de regras que deve ser seguido mecanicamente para obtenção de um conhecimento seguro e verdadeiro, recusa o caráter tentativo, a dúvida, imaginação do pesquisador. Assim, vai de encontro às seguintes proposições: *“O caminho da ciência é traçado antes de tudo pela imaginação criadora e não pelo universo de fatos, que nos cercam”* (FEYERABEND, 1985, p.296). A história da disciplina científica e suas questões epistemológicas e metodológicas podem evidenciar a especificidade metodológica característica de cada área do conhecimento científico, implicando em uma pluralidade metodológica (DAL-FARRA; NUNES-NETO, 2014).

A Figura 1 ilustra a distribuição de frequência das classificações de visões distorcidas da natureza da ciência observada em professores da educação básica e estudantes de Licenciatura em Física em Salgueiro – PE. A partir da análise, percebeu-se

que as visões ingênuas a respeito da natureza da ciência entre os entrevistados foram geralmente as mesmas, verificando-se também uma proximidade na frequência com que cada uma foi mencionada.

Uma explicação plausível para a semelhança na distribuição das visões inadequadas é que a maioria dos alunos da Licenciatura em Física não teve, no Ensino Básico, um ambiente propício para aprofundar o debate acerca da natureza das ciências; além disso, se confrontou com muitas visões ingênuas sobre o que é e como se desenvolve o saber científico, ideias reforçadas por professores que também possuem uma compreensão superficial sobre a natureza da ciência. Evidentemente, um professor não está apto a ensinar aos discentes concepções epistemologicamente contextualizadas sobre a natureza da ciência se ele mesmo tiver uma concepção inadequada em relação às ciências (MELLADO, 1997; LEDERMAN, 2000; EL-HANI, 2006; RIBEIRO et al., 2015).

FIGURA 1 – Distribuição das respostas consideradas inadequadas.



Fonte: do autor, 2014.

### **Texto de divulgação científica como estratégia de intervenção para promover concepções mais adequadas sobre a natureza da ciência**

Nesta segunda etapa da pesquisa, utilizamos a estratégia de intervenção com os entrevistados, buscando aproximar as visões verificadas na pesquisa à prática científica contemporânea. Foram escolhidos especificamente os artigos que enfocam a influência de fatores internos e externos no desenvolvimento das ciências, as descobertas científicas e/ou a vida de cientistas. Participaram desta etapa da pesquisa oito estudantes de Física

e oito professores de Ciências. Para aplicarmos a intervenção, foram formadas duplas. Cada componente da dupla leu textos diferentes e, após a leitura, foram realizados debates em que os entrevistados expuseram suas compreensões sobre os artigos de divulgação científica. Na semana seguinte às leituras, cada entrevistado apresentou seu texto em forma de seminário e, a partir desses seminários, foi possível fazer uma avaliação qualitativa do impacto dos textos nas visões dos estudantes e professores. Em seguida, aplicamos o pós-teste com eles para investigarmos como os textos de divulgação científica interferem nas concepções dos mesmos sobre a natureza da ciência. Os textos escolhidos foram:

“O pêndulo de Newton: uma abordagem desafiadora para alunos do ensino médio”, que enfoca a relação entre as equações, conceitos e teorias científicas, isto é, a dependência existente entre a Física e outras disciplinas como, por exemplo, a Matemática. Este texto ainda sugere uma prática experimental para os estudantes de Ensino Médio como forma de demonstração dos princípios de conservação da energia e do momento. A prática é desenvolvida com a utilização do pêndulo de Newton como forma de incitar os discentes “à observação crítica das diversas possibilidades de colisão nesse pêndulo, e motivá-los a encontrar uma explicação baseada nos conhecimentos adquiridos sobre mecânica” (SILVA, 2010, p.45).

O artigo “Sobre modelos, sistemas e ideias de Thales a Newton” apresenta resumidamente a história da física clássica. É uma crônica, historicamente compromissada, que tem o objetivo de destacar a importância e contribuição de alguns cientistas e filósofos no desenvolvimento da física clássica, “com breves relatos e discussões sobre suas ideias. É parte integrante deste texto discussões sobre ciência, suas características e justificativas” (ARTHURY, 2010, p.36).

“O centro de todas as coisas. Um século da descoberta do núcleo atômico” destaca a vida e a contribuição de vários pesquisadores no desenvolvimento do trabalho científico de Ernest Rutherford, bem como o contexto histórico em que ele desenvolveu suas pesquisas e as influências que suas descobertas causaram nos conceitos e teorias vigentes na época e nas pesquisas de outros cientistas (VIEIRA, 2011).

Os outros textos foram retirados do livro “Arco-íris, flocos de neve, quarks: a física e o mundo que nos rodeia”, são eles:

“As cores do céu” — instiga a curiosidade do leitor para desvendar fenômenos que aparecem no seu dia a dia, através das perguntas que surgem no próprio artigo. O autor destaca que “a curiosidade assim como a fome, é um instinto poderoso e necessário para se chegar ao conhecimento”. Além disso, é apresentada a importância da física para compreensão do universo, pois, à medida que os fenômenos são entendidos e representados por modelos matemáticos, as extensas tabelas são reduzidas a fórmulas simples. Ainda apresenta propostas experimentais com materiais de baixo custo para observação e compreensão crítica de por que o céu é azul? Por que o pôr do sol é vermelho? Por que as nuvens são brancas?

“As ondas” — esse texto descreve exemplo de como os cientistas desenvolvem suas pesquisas, mostra que a experiência é norteada pelas hipóteses e teorias. E ainda

exemplifica que algumas teorias foram sendo aperfeiçoadas gradualmente e com o passar do tempo foram aprimoradas por meio de várias pesquisas subsequentes. O texto retrata a realização do estudo das ondas sonoras pelo meteorologista holandês Christoph Hendrick Diederik Buys Ballot, o objetivo de Buys Ballot era testar o efeito Doppler da ótica, fenômeno explicado por Johann Doppler e, ironicamente, embora a lei de Doppler esteja correta, a sua explicação para as cores estelares é falsa, “pois a verdadeira causa da aparência, azul, vermelha ou amarela de uma estrela está relacionada à sua composição e temperatura, não ao seu movimento” (VON BAYER, 1994, p.68).

“O arco-íris” — enfoca o estudo do arco-íris, desde a mitologia clássica até o século XX. A explicação para causa do arco-íris foi dada pelo filósofo Teodorico de Freiberg, que viveu na segunda metade do século XIII; o texto ainda apresenta o contexto histórico e cultural em que este filósofo viveu. E, depois dos trabalhos de Teodorico, outros pesquisadores, como René Descarte e Isaac Newton, conseguiram prosseguir e explicar os fenômenos que causam o arco-íris, desempenhando assim um papel importante no estabelecimento da teoria ondulatória da luz por Thomas Young, em 1800 (VON BAYER, 1994). A Questão 1 buscou investigar a compreensão dos sujeitos da pesquisa referente às características próprias da ciência que a diferencia de outras formas de conhecimento. Nesta etapa da pesquisa, a categoria predominante foi a das visões parcialmente adequadas, com 62,5%, um aumento de 43,5 pontos percentuais em comparação com a primeira fase deste estudo. Um exemplo de respostas desta categoria:

*“Ciência é ser curioso. E a curiosidade mexe com a imaginação do homem... A ciência permite que a sociedade concorde ou não com os seus conhecimentos, enquanto que na religião as pessoas têm que aceitar os seus dogmas.”*

Uma melhora significativa nas concepções dos entrevistados em relação a esta questão é que não foram notadas as visões pragmática, elitista, etc. No entanto, mesmo depois da leitura dos artigos, as visões empírico-indutivista e rígida foram verificadas, e elas estão representadas na categoria de visões inadequadas com 37,5%.

*“Ciência é o estudo imparcial sobre algo e o conhecimento científico é seguro, pois se baseia na experimentação, ela difere de outras formas de investigação porque é experimental.”*

Também não apareceu nesta etapa a categoria de respostas dos exemplos não compreendidos.

No que diz respeito à Questão 2 (O que é um experimento?), foi observado que, na segunda etapa da pesquisa, a classificação dominante continuou sendo a de visões inadequadas, com 50%. Uma ilustração de resposta desta categoria é: *“O experimento é um instrumento que utilizamos para provar ou para determinar leis e teorias”*. Ao comparar as respostas antes e depois do trabalho com textos de divulgação científica, foi observado um aumento de 7,0 pontos percentuais na categoria de respostas parcialmente adequadas, em que o entrevistado sinalizou uma compreensão mais ampla do experimento, vendo este como uma atividade de investigação orientada pelas hipóteses e teorias.

Em resposta à Questão 3 (O desenvolvimento do conhecimento requer experimentos? Por quê?), na primeira etapa, não surgiu a categoria de visões parcialmente adequadas. No entanto, na segunda fase, ela apareceu com 25,0 pontos percentuais. Eis um exemplo de resposta considerada parcialmente adequada: *“Nem sempre, uma vez que existe teoria que não precisa ser estudada a partir de experimentos, embora um experimento possa dizer que a teoria é falsa.”*

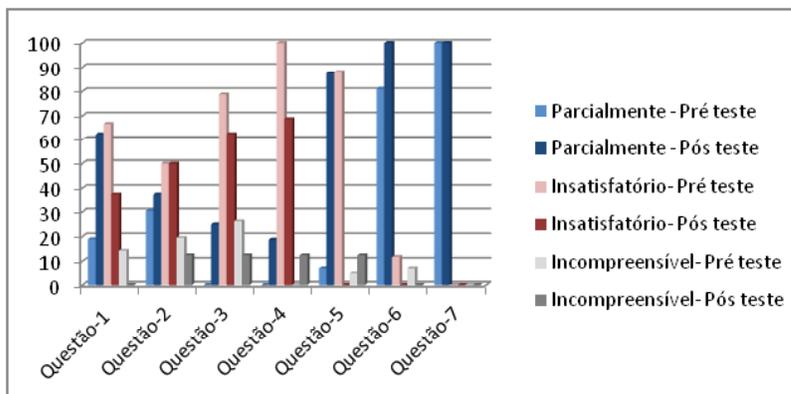
Em relação à Questão 4 (Em sua opinião o que é uma lei científica?), foi observada uma redução de 31,25 pontos percentuais em comparação com a primeira etapa da pesquisa, nas respostas consideradas inadequadas. Em geral, estas respostas sugeriam o entendimento de que uma lei científica é imutável. Nesta etapa, apareceu a categoria de visões parcialmente adequadas, com 18,75% que compreendem lei como a relação entre fenômenos; estes sujeitos da pesquisa mostraram compreender que teorias científicas mesmo bem-formuladas não evoluem para leis científicas.

Verificando as respostas dadas à Questão 5 (Após os cientistas terem desenvolvido uma teoria científica (por exemplo, a teoria atômica, a teoria da evolução), a teoria pode transformar-se?/Por quê?), foi possível observar que aquelas classificadas como parcialmente adequadas colocaram que uma teoria pode se transformar, pois o conhecimento científico está sempre se modificando de acordo com o surgimento de novos paradigmas. Esta categoria teve um aumento significativo de 80,4 pontos percentuais. Nessa questão, não foi observada a incidência de respostas inadequadas, e, na primeira etapa da pesquisa, esta categoria foi dominante.

Em resposta à Questão 6 (“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”? Justifique.), os alunos e docentes expuseram que a pesquisa científica sofre interferências de fatores psicológicos dos pesquisadores. Eis um exemplo de resposta: *“Sim, pois os cientistas têm que imaginar diversas possibilidades em que ele possa desenvolver suas pesquisas e a partir daí elaborar modelos que expliquem determinados fenômenos.”* Não foi verificada a incidência de respostas categorizadas como inadequadas e nem exemplos não compreendidos.

Ao responderem à Questão 7 (Em sua opinião as ciências causam algum impacto em valores sociais e culturais?), foi observado o mesmo padrão de respostas da primeira etapa: 100% das respostas classificadas como parcialmente adequadas. Foi possível observar, na argumentação dos entrevistados, comparações e contraexemplos justificando que o conhecimento científico é determinado por fatores econômicos, sociais e políticos. A Figura 2 apresenta a comparação das respostas de respostas dadas pelos estudantes e professores antes e após passarem pela atividade com os textos de divulgação científica.

FIGURA 2 – Respostas dadas pelos participantes da pesquisa no pré e pós-teste.



Fonte: do autor, 2014.

Aparentemente, após a leitura dos textos de divulgação científica, os estudantes e professores apresentaram melhoras significativas nas compreensões de alguns aspectos da natureza da ciência, a visão rígida da ciência foi a que se mostrou mais suscetível à mudança, em nenhum momento na segunda fase, eles se referiram ao método científico como caminho único para chegar à verdade absoluta. Analisando os dados exibidos na figura-2 é possível obter o percentual médio de respostas classificadas como parcialmente adequadas, inadequadas ou não compreendidas no pré e no pós-teste. Observa-se que a porcentagem média das respostas classificadas como parcialmente adequadas aumentou aproximadamente 27%. Em consequência disso o percentual médio das respostas consideradas inadequadas caiu em aproximadamente 50%. Não obstante, houve uma variação considerável na qualidade das respostas, o que sugere as atividades com textos de divulgação científica como promissoras para o desenvolvimento de visões mais adequadas do trabalho científico.

Uma breve análise sobre os textos trabalhados permitiu aos estudantes e professores visualizar algumas características que como um todo formaram um conjunto de informações conflituosas com as compreensões prévias dos entrevistados, possibilitando assim, uma reflexão e um eventual aprofundamento conceitual. Durante os debates ocorridos após as leituras, os entrevistados apontaram que no texto “As ondas” há fragmentos que explicitam as dificuldades encontradas por cientistas no desenvolvimento de seus trabalhos. O artigo “As cores do céu” proporcionou aos estudantes a oportunidade de refletir sobre uma concepção de que a Física se relaciona com outras áreas do saber e essa relação é fundamental para compreensão do universo. A leitura e as discussões do texto “Sobre modelos, sistemas e ideias de Thales a Newton” permitiram uma melhor compreensão de que os cientistas não desenvolvem leis e teorias da noite para o dia. Na apresentação sobre o texto “O arco-íris”, foi destacado o fascínio causado no homem pelo arco-íris e as diversas tentativas para explicá-lo desde a Antiguidade. A leitura e discussão do artigo “O centro de todas as

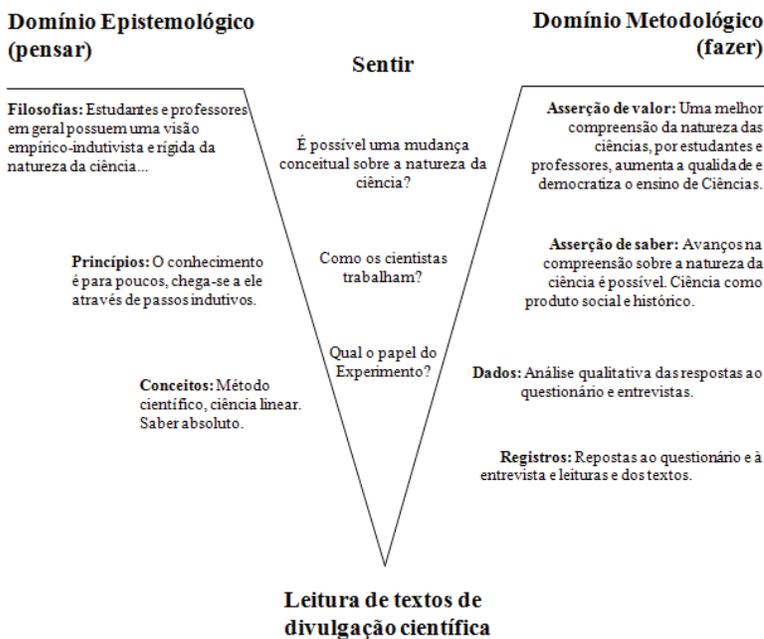
coisas. Um século da descoberta do núcleo atômico” conflitaram diretamente alguns aspectos distorcidos sobre a natureza da ciência apresentados pelos estudantes, como, por exemplo, mostrou-se significativo na desmistificação da visão elitista; eles também conseguiram compreender que os cientistas, quando estão desenvolvendo seus trabalhos, passam por várias dificuldades até conseguir formular um conhecimento coerente; o pensamento científico está em constante transformação, pois a ciência é dinâmica e passível de redescobertas.

A socialização das informações nos debates e foi muito importante, pois a abordagem comunicativa e as interações sociais nas salas de aula propiciaram o engajamento dos estudantes na cultura científica, na reflexão sobre suas próprias formas de pensamento e no desenvolvimento de diferentes formas de pensamento, abre-se uma questão para estudos futuros, o ambiente dos debates interfere na produtividade? Segundo um dos estudantes, a leitura e o debate do artigo “O pêndulo de Newton: uma abordagem desafiadora para alunos do ensino médio” propiciaram um entendimento mais íntimo e complexo entre os estudos de equações relacionados aos conceitos e teorias, que, para eles, não tinham significados; contudo, os debates ocorreram em um contexto de educação formal.

Apresentamos, a título de síntese deste trabalho, na figura 3, um diagrama de “V” epistemológico, proposto por D.B. Gowin para esquematizar ou analisar o processo de produção do conhecimento, considerando a relação entre pensar, sentir e fazer (MOREIRA, 2011).

Esse diagrama enfatiza a interação entre os domínios conceitual e metodológico visando responder às questões-foco sobre os fenômenos de interesse. Buscamos representar uma possível estruturação da produção de conhecimento a respeito da natureza da ciência por parte dos estudantes e professores que realizaram as atividades com os textos de divulgação científica.

FIGURA 3 – Exemplo de esquema da produção de conhecimento pelos sujeitos da pesquisa.



Fonte: do autor, 2014.

As compreensões dos entrevistados sobre o progresso do conhecimento científico melhoraram com o advento dos “trabalhos com os textos de divulgação científica”, mas os textos não podem ser considerados como condição suficiente para desenvolver uma concepção mais adequada sobre a natureza da ciência nos estudantes da Licenciatura em Física e dos professores de Ciências.

## CONCLUSÃO

Os entrevistados apresentaram visões limitadas sobre a natureza da ciência. Os sujeitos atribuíram o desenvolvimento do conhecimento científico à prática experimental, seguindo um método algorítmico para validar as descobertas da ciência. As respostas classificadas como parcialmente adequadas evidenciaram um convívio com noções equivocadas do trabalho científico, pois, de alguma forma, os entrevistados, nas suas respostas, acabavam remetendo a uma imagem epistemológica simplificada e até mesmo limitada. De uma maneira geral, o público que participou da pesquisa compreende o método científico como um elemento rigoroso para tornar válido o conhecimento. Assim, em nosso contexto, as concepções distorcidas mais assinaladas pelos estudantes de licenciatura e professores de Ciências na cidade de Salgueiro – PE foram as visões empírico-indutivista e rígida.

A estratégia de intervenção aqui utilizada mostrou-se significativa na desmistificação de algumas visões distorcidas dos entrevistados, pois eles apresentaram melhor compreensão a respeito do conhecimento científico, com destaque para atribuição da importância dos erros e equívocos no desenvolvimento das teorias, passaram a ver os resultados da ciência como produto de grandes sucessos e também grandes fracassos do esforço de inúmeros pesquisadores para entender a natureza. É relevante destacar que as leituras reduziram a incidência de respostas não compreendidas, ou seja, ler textos de divulgação científica ocasionou um impacto imediato na habilidade dos estudantes e professores falarem sobre ciência.

A leitura de artigos de divulgação científica previamente selecionados, segundo os critérios que foram descritos anteriormente, promove a aproximação entre o público leigo e a ciência. Este é um dos principais fatores que corroboram a hipótese de que um bom texto de divulgação pode promover uma visão mais adequada da natureza da ciência. Contudo, é preciso avaliar mais profundamente as influências do ambiente em que se desenrolaram os debates dos textos na melhor compreensão a respeito da natureza da ciência.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FACEPE e ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) do IF Sertão – PE pelo suporte dado a este trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ABD-EL-KHALICK, F. *The influence of history of science courses on students' conceptions of nature of science*. Oregon, 1998. Tese (doutorado em educação) – Oregon State University, 1998.
- ABELL, S. K.; SMITH, D. C. What is science? Preservice elementary teacher's conceptions of nature of science. *International Journal of Science Education*, v.16, n.4, p.475-487, 1994.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). *Benchmarks for science literacy*. (Project 2061). New York: Oxford University Press, 1993.
- ARTHURY, Luiz Henrique Martins. Sobre modelos, sistemas e ideias de Thales a Newton. *Revista Física na Escola*, São Paulo, v.11, n.1, p.36-41, abr. 2010.
- BACHELARD, G. *O novo método científico*. Lisboa: edições 70, 1986.
- BOGDAN, C. R.; BIKLEN, S. K. Características da investigação qualitativa. In: *Investigação Qualitativa em Educação*. Porto: Porto Editora, 1994.
- DAL-FARRA, R. A; NUNES-NETO, N. F. Reflexões sobre Filosofia e História da Biologia e Educação, *Acta Scientiae*, v.16, n.2, maio/ago. 2014.
- DRIVER, R. et al. *Young people's images of science*. Buckingham: Open University Press, 1996.
- EL-HANI, C. N; TAVARES, E. J. M; ROCHA P. L. B. da. Concepções epistemológicas de estudantes de Biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino

sobre história e filosofia das ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.9, n.3, p.265-313, 2004.

EL-HANI, N. C; SEPULVEDA, C. Obstáculos epistemológicos e sementes conceituais para a aprendizagem sobre adaptação: uma interpretação epistemológica e sociocultural dos desafios no ensino de evolução. *Acta Scientiae*, v.16, n.2, p.237-263, maio/ago. 2014.

EL-HANI. Charbel Niño. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. In: *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 2006, 321p.

FERNÁNDEZ, I. *Análisis de las concepciones docentes sobre la actividad científica: una propuesta de transformación*. Tese (Doutorado) – Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals. Universidad de Valencia: Valencia. 2000.

FEYERABEND, P. *Contra o método*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1985.

FREIRE JUNIOR, Olival; GRECA, Ileana Maria; EL-HANI, Charbel. *Ciências na transição dos séculos: conceitos, práticas e historicidade*. Salvador: EDUFBA, 2014.

FREIRE-MAIA, Newton. *A Ciência por dentro*. 6.ed. Vozes: Petrópolis, Rio de Janeiro, 2000.

FUNG, Y. Y. H. A comparative study of primary and secondary school students' images of scientists. *Research in Science & Technological Education*, Abington, v.20, n.2, p.199-213, 2002.

KUHN. T. S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. 2.ed. São Paulo: Perspectiva, 1978.

LEDERMAN, N. G. Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. In: FLICK, L. B.; LEDERMAN, N. G. (Ed.). *Scientific inquiry and nature of science*. Dordrecht: Springer, 2006. p.301-318.

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.

LEDERMAN, N.G. Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, v.36, n.8, p.916-929, 1999.

LEDERMANN, 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.29, n.4, p.331-359, 1992.

MARTINS. Roberto de Andrade. Introdução: história das ciências e seus usos na educação. In: *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p.XVII-XXX.

MATTHEWS, M. R. Foreword and introduction. In: MCCOMAS, W. F. (Ed.). *Science and Technology Education Library: The Nature of Science in Science Education – Rationales and Strategies*. Introduction. Netherland: Kluwer Academic Publisher, 1998.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.12, n.3, p.164-214, 1995.

MATTHEWS, M. R. In Defense of Modest Goals When Teaching about the Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, New York: John Wiley & Sons, 1998, v.35, n.2, p.161-174.

MAYR, E. *The growth of biological thought*. Cambridge-MA: Harvard University Press, 1982.

MELLADO, Vicente. Preservice Teacher's classroom practice and their conception of the nature of science. *Science Education*, v.6, p.331-354, 1997.

MONK, M.; OSBORNE, J. F. Placing the history and philosophy of science on the curriculum: A model for the development of pedagogy. *Science Education*, v.81, n.4, p.405- 424, 1997.

MOREIRA, Marco Antônio, *Metodologias de pesquisa em ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

NOGUEIRA, Luciana Valéria; TAVARES, Tatiana. Análise das concepções sobre a natureza da ciência em estudantes mediadas por sequência didática centrada na replicação de experimentos históricos darwinianos. In: 13º SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA, 03-06/09/2012. *Atas...* Sociedade Brasileira de História da Ciência, 2012.

PÉREZ, Daniel Gil; MONTORO, Isabel Fernández; ALÍS, Jaime Carracosa; CACHAPUS, Antônio; PRAIA, João. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência e Educação*, n.2, v.7, p.125-153, 2001.

RIBEIRO, Daiane Maria dos Santos; SANTOS, Andrea Freire dos; PAIVA, Getulio Eduardo Rodrigues de; SILVA, Marcelo S. Concepções de Professores de Ciências e de Estudantes de Licenciatura em Física da Região de Salgueiro-PE sobre a Natureza da Ciência. In: XXI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA – SNEF, 26-30/01/2015. *Anais...* Sociedade Brasileira Física, 2015.

SILVA, Boniek Venceslau da Cruz. Um debate na escola: a história e a filosofia da ciência em foco. *Revista Física na Escola*, São Paulo, v.11, n.2, p.12-15, out. 2010.

SILVA, Mauro Costa da. O pêndulo de Newton: uma abordagem desafiadora para alunos do ensino médio. *Revista Física na Escola*, São Paulo, v.11, n.1, p.45-46, abr. 2010.

SILVEIRA, T. M; MILTÃO, M. S. R. Educação não formal e mapas conceituais: estudo de fenômenos da natureza em alguns pontos turísticos de Salvador, BA. *Caderno de Física da UEFS*, v.11, n.1, p.23-42, 2013.

TEXEIRA, Elder Sales; EL-HANI, Charbel Niño; FREIRE Jr, Olival. Concepções de estudantes de física sobre a natureza da ciência e sua transformação por uma abordagem contextual do ensino de ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v.1, n.3, p.111-123, 2001.

VIEIRA, Cássio Leite. O centro de todas as coisas. Um século da descoberta do núcleo atômico. *Revista Física na Escola*, São Paulo, v.12, n.2, p.38-41, out. 2011.

VON BAYER, H. C. *Arco-íris, flocos de neve, quarks: a física e o mundo que nos rodeia*. São Paulo: Campus, 1994.