



DESENVOLVIMENTO DE UM INSTRUMENTO PARA AVALIAÇÃO DAS CONCEPÇÕES SOBRE A NATUREZA DAS CIÊNCIAS EM PROFESSORES DE CIÊNCIAS

DEVELOPMENT OF AN INSTRUMENT TO EVALUATE SCIENCE TEACHERS' CONCEPTIONS OF THE NATURE OF SCIENCE

**Leonard dos Santos Ramos¹
Paula Leite da Cunha e Melo²
Flávio Martins Teixeira³**

1 – UFRJ / Instituto de Bioquímica Médica / Programa de Educação, Gestão e Difusão em Biociências,
leod.ufrj@gmail.com

2 – UFRJ / Instituto de Bioquímica Médica / Programa de Educação, Gestão e Difusão em Biociências,
plmelo@bioqmed.ufrj.br

3 – UFRJ / Instituto de Bioquímica Médica / Programa de Educação, Gestão e Difusão em Biociências,
fmteixeira@bioqmed.ufrj

Resumo

A relação entre as concepções sobre a Natureza das Ciências e o ensino de ciências tem sido tema de muitos estudos. A aprendizagem das ciências deve englobar dimensões históricas, filosóficas e culturais. Muitos trabalhos têm demonstrado que futuros docentes possuem concepções não condizentes sobre a Natureza das Ciências. Logo, é preciso que futuros professores de ciências da Educação Básica busquem repensar sua visão a respeito da construção do conhecimento científico, de modo que proporcione aos seus estudantes condições para construir seu próprio conhecimento e, conseqüentemente desenvolverem capacidade crítica, tendo em vista sua participação em tomadas de decisões científicas. Neste trabalho, desenvolvemos um instrumento para avaliar as concepções que professores possuem sobre Natureza das Ciências em diferentes áreas da ciência.

Palavras-chave: concepções de Natureza das Ciências, ensino de ciências.

Abstract

The relationship between Conceptions of the Nature of Science and science teaching has been subject of many studies. Science learning should come with knowledge about science that includes historical, philosophical and cultural dimensions of science. Many published papers have been mentioning that future teachers have mistaken conceptions of the Nature of Science. So is necessary that future science teachers of basic education need to provide to their students the conditions to build their own knowledge and to increase their critical capacity to participate as citizens in a world in which people engagement in scientific decisions is increasingly essential. In this work, we developed an instrument to

evaluate the conception that teachers have concerning Nature of Science in different areas of science.

Keywords: conceptions of Nature of Science, science teaching.

INTRODUÇÃO

A ciência vem se destacando no cenário mundial com suas descobertas, promessas, ambições e progressos que a todo instante invade nossas vidas, afeta escolhas, direciona hábitos e influencia comportamentos. Isso faz com que se torne objeto de discussão, polêmica e fascínio em uma sociedade que, diante das descobertas científicas, deveria ter maior entendimento e envolvimento sobre as aplicações. Com isso, é necessário destacar a importância de uma alfabetização científica, que permite uma leitura do mundo, contundente e essencial, fim de possibilitar aos estudantes compreender os paradigmas científicos bem estabelecidos, na sua formação.

Talvez a forma mais eficaz para que uma sociedade tenha uma compreensão do desenvolvimento científico é por meio da educação escolar que possibilita aos docentes promover debates e discussões para que os estudantes construam seus próprios conhecimentos dando a eles condições para desenvolver um pensamento crítico e, por conseguinte atuar como cidadãos capazes de tomar todo o tipo de decisões, dentre outras, científicas. Essas decisões científicas que tanto influencia nossas vidas, não podem ficar restritas a comunidades científicas isoladas, elas também precisam ser estendidas a toda uma sociedade e a todos que serão, por ela, afetados, num empreendimento enriquecedor, democrático e muito adequado aos propósitos atuais, conhecidos como que Funtowick e Ravetz (1997, p. 226) chamaram de “comunidade ampliada de pares”. A partir desta premissa, a sociedade que entrega toda a responsabilidade nas mãos dos especialistas – perspectiva tecnocrata, onde a opinião pública na decisão que afetam as tecnologias se mostra ambígua e incerta, invalidando o progresso científico – percebe que a ciência desfruta de uma complexidade cada vez maior, onde os próprios especialistas defrontam com incertezas sobre as futuras consequências de suas pesquisas em escala local e global, abrindo a possibilidade de grupos não especializados compreenderem e assim dar conselhos éticos e morais, podendo até influenciar nos temas a serem debatidos, num intercâmbio de informações que, para ocorrer, necessita de uma alfabetização científica.

O estudante que ingressa numa Universidade e encontra um currículo de ciências demasiadamente centrado em conteúdos conceituais e não processuais aliado a uma prática pedagógica tradicional que não o considera como sujeito da ação científica, mas um simples receptor passivo dos “produtos” finais da ciência podem ser fatores que deixam de lado aspectos importantes na Natureza das Ciências (NdC’s). Lederman (1998, p. 596) argumenta que a inclusão das NdC’s nos currículos remonta o início do século XX. A partir dos anos 60 começaram a ser apresentadas as primeiras justificativas para inclusão da Natureza das Ciências na educação científica já que esta era firmada em conteúdos, métodos e formas de avaliação centrada nos “produtos” da ciência, sem dinamismo, ausente de erros e desvinculado do contexto histórico.

Esta Natureza das Ciências refere-se, segundo Lederman, (1998 apud LEDERMAN, 1992, p.596). “aos valores e suposições inerentes a ciência, conhecimento científico e/ou o desenvolvimento do caminho científico”, inclui no seu âmbito valores internos e externos como: base empírica, moral e ética, criatividade e imaginação, embasamento cultural e social e sua relação com tecnologia e sociedade e que possui relacionamento direto com a epistemologia da ciência. Pesquisas nesta área têm revelado que tanto os estudantes como os próprios docentes apresentam concepções que não estão de acordo com a proposta das atuais NdC's. Os mesmos docentes que tem a função de estimular uma alfabetização científica para os estudantes com o fim de exercer melhor seu papel de cidadão em um mundo cada vez mais envolvido pela ciência e tecnologia.

Toda essa atenção, que se estende até os dias de hoje pode ser consequência de uma educação científica tradicional, fortemente ancorada nas primeiras metodologias científicas, provavelmente influenciada por Francis Bacon, no início do século XVII, com sua metodologia empírico-indutivista. E que depois teve continuidade com o positivismo lógico, que trata a ciência de modo cumulativo e sempre passível de ser “provada” experimentalmente. Esta metodologia tratada na maioria de nossas escolas muito se afasta da real forma com que se constroem os conhecimentos científicos nos dias atuais. Possivelmente esta influência também reflete na relação entre as concepções das NdC dos docentes e sua prática docente, apesar de se mostrar contraditória. Mesmo assim muitos trabalhos reforçam a idéia de que estas concepções podem ter repercussões na sala de aula. Cunha (2001 apud PORLAN e col, 1998, p.236) menciona que docentes com concepções empiristas para ciência estão mais inclinados a tomar atitudes tradicionais no processo de ensino-aprendizagem. Estas atitudes tradicionais podem ser subentendidas como atividades baseadas na explicação do professor, restringindo, muitas vezes, as aulas meramente expositivas, sem a participação do estudante e, ainda são propostos exercícios de fixação para promover a memorização.

A atual epistemologia da ciência tem como base as propostas de filósofos contemporâneos da ciência como Kuhn, Toulmin, Feyerabend, Lakatos entre outros, e tem como base justificativa os estudos da percepção e da descoberta, da sociologia da comunidade científica, da ciência política para perceber que os fatores externos são fundamentais na construção científica. Pérez *et al* (2001, p. 127) evidenciaram em seu trabalho que, apesar desses filósofos contemporâneos apresentarem divergências ao serem estudados em mais detalhes, os próprios, de maneira superficial, convergem suas idéias em pontos comuns que deram base para extrair um consenso do que é adequado ou não na construção do conhecimento científico. Dentre as que deveriam ser evitadas, destacamos a compreensão do trabalho científico como verdade absoluta e infalível, uma concepção empírico-indutivista, a visão do conhecimento científico como universal, protegida de qualquer fator externo que possa influenciar ou direcionar seu desenvolvimento, e uma visão linear da ciência ausente de rupturas crises e revoluções.

METODOLOGIA

Diante desses aspectos, nos pareceu pertinente a montagem de um novo instrumento de avaliação - que se encontra anexado ao trabalho - com base em uma categorização concreta e que atenda as exigências definidas por Lederman (1998, p. 603), descrevendo

que para se ter uma boa ferramenta, o questionário deve tratar das NdC's de maneira ampla e objetiva, com número de afirmativas consideráveis e redundantes, sem deferir uma condição positiva e outra negativa. Procuramos montar um instrumento com pouca complexidade para não confundir ou dificultar os entrevistados e preferencialmente adotar um formato tipo-Likert com cinco respostas (discordo fortemente, discordo, indiferente, concordo, concordo fortemente).

Mesmo devido a grande diversidade de concepções da Natureza das Ciências, fator este que invalida muitos questionários, Olga Pombo (1998) nos apresenta uma proposta com quatro categorias epistemológicas que prontamente atendeu nossas exigências. Elas serão apresentadas e descritas abaixo:

As epistemologias gerais e regionais referem-se ao limite dentro do qual a ciência é exercida, ou seja, seu campo de ação. Uma perspectiva generalista considera a ciência em seu conjunto, englobando todas as ciências. Na perspectiva regional, há uma fragmentação deste conjunto, levando-se em conta apenas uma ciência em particular.

Na categoria continuísta ou descontinuísta, Olga propõem como é entendido o progresso da ciência. A ciência que progride por acumulação e justaposição de conhecimento que tem como principal alicerce a estabilidade entre observação, experimento e resultados, num processo linear, no qual são ignoradas possíveis rupturas e sobressaltos é classificada como continuísta. De acordo com os descontinuístas, a observação e a experimentação não são alicerces necessários para expor uma teoria, fazendo com que a ciência progrida através de saltos, rupturas e por negação de teorias anteriores.

A categoria cumulativista e não cumulativista diz respeito a relação temporal entre ciência e verdade. Para os cumulativistas a ciência se aproxima da verdade através de um acréscimo de conhecimentos. Esta aproximação da ciência com a verdade pode dar por um processo linear, por acumulação e justaposição de conhecimentos (visão continuísta) ou por rupturas e sobressaltos (visão descontinuísta). Na categoria não cumulativista é levado em conta às várias visões de mundo proporcionadas pelas diferentes comunidades científicas. Nesta epistemologia as ambigüidades são ressaltadas, não havendo uma teoria mais verdadeira do que a outra.

E para finalizar, temos as categorias internalistas e externalistas, no qual diz respeito a relação entre ciência e as outras práticas humanas. Para o internalista, a ciência constitui uma forma de conhecimento independente de fatores externos. Esta categoria declara que a ciência se desenvolve sobre seus próprios objetos, leis, métodos e processos, independente de condições históricas, sociais, econômicas e artísticas em que se encontra. Numa perspectiva externalista, a ciência, por ser uma atividade humana, para ser compreendida deve-se levar em conta todas as outras atividades humanas.

Para avaliarmos no questionário o grau de coerência das afirmativas com o que foi proposto pela Olga Pombo e, com isso, evitarmos possíveis influências implícitas, distribuímos entre 10 pós-graduandos de diferentes áreas ligadas às ciências naturais como, astrônomos, físicos, químicos e biólogos, o questionário juntamente com uma breve

definição de cada categoria para que estes pudessem classificar cada afirmativa com a categoria que mais se adequada a sua opinião - ver anexo I.

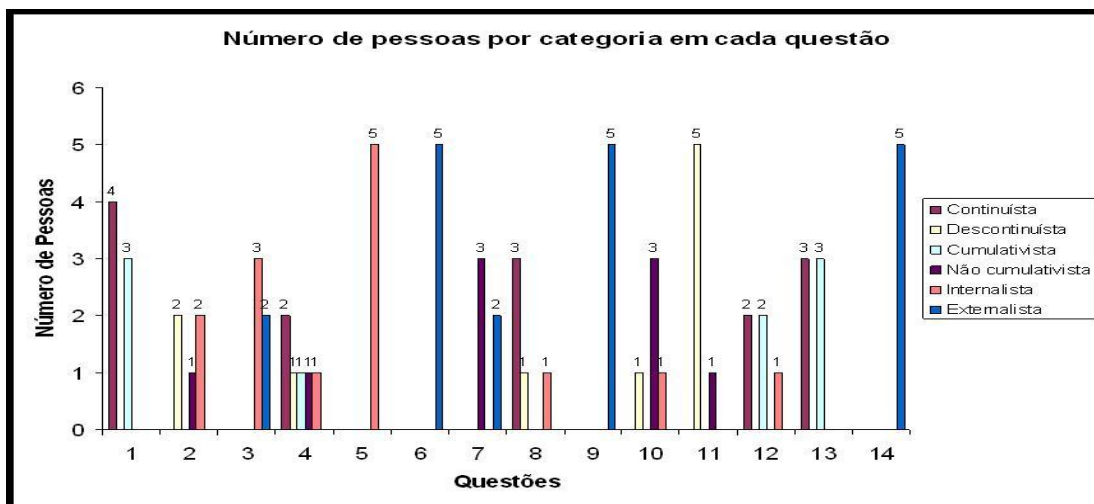


Figura 1: Gráfico demonstrando o grau de coerência entre as afirmativas.

Dos 10 pós-graduandos que receberam as questões, tivemos retorno de apenas 5 questionários. De uma maneira geral, as afirmativas foram bem aceitas e compreendidas por eles, como vemos na figura 1. Abaixo faremos um breve comentário sobre alguns resultados obtidos.

Nas afirmativas 1, 12 e 13, podemos observar um número superior de categorias em relação ao de entrevistados. Isto aconteceu porque muitos deles classificaram uma afirmativa em mais de uma categoria, neste caso específico como continuístas e cumulativistas. Esta atitude já era esperada por nós, pois as duas categorias têm relação direta com as concepções positivistas, na qual a ciência se aproxima mais da verdade através da sobreposição de teorias, de uma maneira linear. Olga Pombo explicita também em seu trabalho que a categoria cumulativista, que diz respeito à relação entre ciência e verdade, pode desenvolver de forma linear contínua (continuísta) ou através de saltos, rupturas ou negação de teorias anteriores (descontinuístas), estando de acordo com a classificação feita pelos entrevistados e não invalidando com isso nosso questionário.

Nas afirmativas classificadas como externalistas (6, 9, 14), uma classificada como internalista (5) e outra como descontinuísta (11), vimos que os entrevistados foram unânimes em suas opiniões, o que vem a demonstrar que estas estão bem adequadas a categoria adotada e em consonância com o que tínhamos inicialmente proposto.

A questão 4 demonstrou-se muito confusa, isso se tornou explícito por ela ter sido classificada em cinco das seis categorias postostas, revelando certa incompreensão dos entrevistados sobre seu propósito. Por este motivo, a questão foi anulada e será substituída por uma classificada como *internalista*. Chegamos a esta conclusão por ela ter sido representada no questionário apenas por uma afirmativa, não dando convicção na concepção do entrevistado.

A análise das categorias regionais e gerais que não está presente no gráfico anterior se constituirá a partir das respostas dos estudantes sobre a questão: “O que é ciência?”. O conceito de ciência se torna muito complexo e abstrato por não gozar de um consenso entre os próprios cientistas, por isso este tipo de questão aberta permite aos estudantes dispor da liberdade em manifestar claramente o contexto onde estão inseridos, apresentando mais elementos para compreender a definição de ciência e facilitando o destaque de uma visão regional ou geral.

Após esta etapa tivemos a preocupação de avaliar o grau de coerência interna entre as afirmativas para obtermos uma posição clara, confiável e mais próxima da realidade do entrevistado sobre a Natureza das Ciências. Para isso, distribuimos o questionário para 16 estudantes do curso de especialização *latu sensu* da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), com o fim de avaliar se houve ou não contradição entre as afirmativas redundantes inseridas no questionário. Aproveitamos o ensejo para observar como os não especialistas se comportariam diante dessas afirmativas na figura 2.

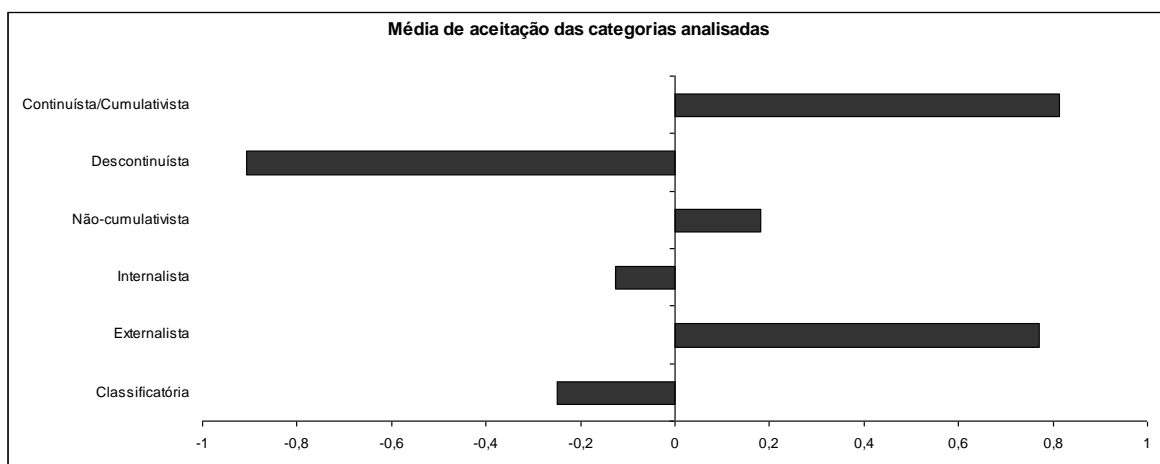


Figura 2: Gráfico demonstrando a média de aceitação das afirmativas

Podemos perceber que os docentes possuem uma visão continuísta/cumulativista da ciência claramente aceita. Esta visão positivista declara que a ciência é um acúmulo de observações que permite os cientistas formularem hipóteses que deverão ser confrontadas sempre com as experiências. Caso seja bem sucedido, é descoberta mais uma lei natural. Essas observações são feitas de forma neutra, ignorando sua dependência de teorias e conhecimentos prévios, seus aspectos históricos, políticos e sociais fazendo com que este conhecimento seja verdadeiro, universal e infalível promovendo assim uma visão não histórica do conhecimento científico.

Esta visão não pode ser descartada por completo, pois em algumas etapas do desenvolvimento científico ela se mostrar bastante adequada. Por exemplo, numa concepção *kuhniiana*, depois que um paradigma adquire a hegemonia por ser mais bem elaborado e eficiente que seus concorrentes em resolver problemas, passamos a uma fase designada por ciência normal. Nesta ciência normal, o conhecimento dos fatos é ampliado e aprofundado, tentando ajustar esses mesmos fatos ao paradigma vigente, aperfeiçoando-o

através de um empreendimento altamente cumulativo e continuísta. Porém, os momentos de rupturas (descontinuístas) e diferentes visões apresentadas pelas diversas comunidades científicas (não cumulativista) que pouco fazem parte da ideia que estes estudantes têm do progresso científico, vem a ser motivo de uma avaliação mais profunda.

Nesta mesma linha de raciocínio, o positivismo lógico também demarca um limite entre ciência e metafísica, pois a verificação empírica é fundamental para dar valor de verdade as teorias propostas. Sendo assim as teorias confirmadas empiricamente são as únicas que levam ao conhecimento verdadeiro e o desenvolvimento científico progride com o acúmulo dessas certezas novas a outras já existentes. Corroborando com artigos que indicam compreensão do trabalho científico como verdade absoluta e infalível, Pérez *et al* (2001, p. 127). Algumas recomendações são sugeridas para obter possíveis mudanças de concepção nesta área, destacamos uma abordagem contextualizada histórica e filosoficamente que pode se demonstrar bastante satisfatória, Teixeira (2003).

Contudo, é de bastante aceitação o fato da ciência ser influenciada por valores externos como apresentado no questionário, ainda que influências a serem pesquisadas com mais profundidade estejam direcionando os docentes a uma concepção mais atual e adequada da Natureza das Ciências.

CONCLUSÕES

Tendo as concepções sobre a Natureza das Ciências do docente como elemento crucial para que o processo educativo se desenvolva de forma ética e proveitosa, parece-nos relevante realizar um levantamento das concepções desses docentes a fim de apontar possíveis concepções desatualizadas da ciência através de uma perspectiva filosófica.

Por isso, ressaltamos a importância da montagem de um novo instrumento de avaliação com base em uma categorização concreta e que atenda as exigências propostas por Lederman (1998) que trata a Natureza das Ciências de maneira ampla e objetiva

Com este instrumento tentaremos identificar a real dimensão da Natureza das Ciências buscando melhorar a compreensão de como construímos o conhecimento científico, imbuído com seus valores internos e externos. Esta visão ampla e próxima dos valores atualmente propostos pelos filósofos da ciência é imprescindível para uma educação científica relevante na construção de uma sociedade mais crítica, justa e ativa em decisões que, diante de uma ciência que trilha para uma maior complexidade, torna-se receptiva a opiniões de pessoas não especialistas. Passando de um olhar dogmático, único e singular para uma ciência múltipla que abrange dimensões sociológicas, históricas e filosóficas.

O modelo do questionário utilizado mostrou-se bastante útil, mas para melhor refinamento e confiança de nossos resultados uma questão precisou ser substituída com base em alguns aspectos que avaliamos em que a resposta se apresentou insuficiente para interpretação, confusas e/ou dúbias.

Sobre as situações úteis que podemos aproveitar do questionário, apesar da baixa amostragem, verificou-se um grau relativamente alto de concordância em que as respostas mostram uma concepção positivista, confirmando que os professores apresentam uma visão de que a ciência busca a verdade de maneira linear, isenta de rupturas ou saltos. É comum a

presença desta concepção empirista, talvez devido à formação inicial que valoriza muito os conteúdos conceituais e com a não realização de práticas científicas.

REFERÊNCIAS

CUNHA, Ana M. O. A mudança epistemológica de professores num contexto de educação continuada. **Ciência e Educação**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 235-248, 2001.

FUNTOWICZ, S. e RAVETZ, J. Ciência pós-normal e comunidades ampliadas de pares face aos desafios ambientais. **História, ciência e saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro, v.4, n.2, p. 219-230, out. 1997.

LEDERMAN, Norman. G.; et al. Assessing the nature of science: what is the nature of ours assessments? **Science & Education**, v. 7, n. 6, p. 595-615, nov. 1998.

LEDERMAN, Norman. 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, p. 497-521, ago. 2002.

POMBO, Olga. Apontamentos sobre o conceito de epistemologia e o enquadramento categorial da diversidade de concepções de ciência. **Net**, 1998. Disponível em: http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/opombo/investigacao/cat_epist.htm Acesso em: 03 fev de 2008.

PEREZ, D. Gil. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, São Paulo, v. 7, n. 2, p.125-153. 2001.

TEIXEIRA, E. Sales. **A influência de uma abordagem contextual nas concepções sobre a natureza da ciência: um estudo de caso com estudantes de física da UEFS**. 2003. 132f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia, Bahia.

ANEXOS

Validação de questionário

Observe as questões e as classifique de acordo com as categorias epistemológicas abaixo:

- 1) **Continuista** (Categoria que diz respeito ao progresso da ciência como um lento e contínuo acréscimo de novas verdades, sem rupturas e sobressaltos).
- 2) **Descontinuistas** (A ciência progride através de rupturas, saltos e negação das teorias anteriores).
- 3) **Cumulativista** (A ciência se aproxima da verdade através do acréscimo de conhecimentos).
- 4) **Não cumulativista** (Cada nova teoria não é necessariamente mais verdadeira que as anteriores, mas apenas uma outra maneira de ver o mundo).
- 5) **Internalista** (A ciência constitui uma forma autônoma de conhecimento)
- 6) **Externalista** (A ciência é uma atividade humana, que depende das condições históricas, de quem a produz e de fatores artísticos e culturais)

Nota: Os comentários entre colchetes não são parte do questionário

- 1) O progresso da ciência acontece em escala ascendente num contínuo acúmulo de teorias.

[Esta afirmativa foi categorizada pelos autores como continuista e/ou cumulativista da ciência]

- 2) A observação e a experimentação não precisam ser bases necessárias para formular teorias científicas.

[Esta afirmativa foi categorizada pelos autores como descontinuista da ciência]

- 3) Os cientistas se interessam pelas teorias por sua atração estética, clareza e eficiência em resolver problemas em um âmbito determinado.

[Esta afirmativa foi categorizada pelos autores como não cumulativista da ciência]

- 4) Para os cientistas, quando se produz um certo número de teorias ou leis, deve-se verificar, por meio de experimentos, qual delas mais se aproxima da verdade fazendo com que a ciência tenha progresso.

[Esta afirmativa a princípio foi categorizada pelos autores como cumulativista, no entanto, na validação do questionário, ela se demonstrou muito confusa. Por este

motivo foi substituída por uma afirmativa categorizada de internalista devido o instrumento apresentar somente uma deste cunho. Segue-se abaixo a questão recente:

O desenvolvimento da ciência depende do rigor dos seus métodos, e não do local ou época onde é realizada.

5) A comunidade científica escolhe seu objeto de pesquisa a partir de interesses próprios, independente de sua urgência ou importância social.

[Esta afirmativa foi categorizada pelos autores como internalista]

6) Na disputa entre teorias, as relações de hierarquia, poder e interesse pessoal podem ser decisivas na escolha entre elas.

[Esta afirmativa foi categorizada pelos autores como externalista]

7) No desenvolvimento de uma ciência, comunidades científicas diferentes confrontadas com a mesma gama de fenômenos os descrevem e interpretam de maneiras diversas.

[Esta afirmativa foi categorizada pelos autores como não cumulativista]

8) Todo conhecimento científico é capaz de um teste experimental com consistência entre observação, experimentos e os resultados.

[Esta afirmativa foi categorizada pelos autores como continuísta]

9) A ciência é influenciada por fatores sociais e culturais, por ser praticada por pessoas imersas em uma cultura e um contexto social e fazendo com que isso seja refletido em suas produções e teorias.

[Esta afirmativa foi categorizada pelos autores como externalista]

10) Uma concepção supersticiosa pode-se tornar a ser científica.

[Esta afirmativa foi categorizada pelos autores como descontinuísta]

11) É importante para o cientista, em algumas ocasiões, te que abandonar toda uma linha de pesquisa sem restrições quando o pensamento dominante é contestado.

[Esta afirmativa foi categorizada pelos autores como descontinuísta]

12) As teorias só são aceitas pela comunidade quando sobrevivem a testes experimentais realizados por vários grupos científicos independentes.

[Esta afirmativa foi categorizada pelos autores como continuístas e/ou cumulativistas]

13) A evolução da ciência progride em direção da verdade.

[Esta afirmativa foi categorizada pelos autores como continuísta e/ou cumulativista]

14) A ciência deve ser usada de maneira mais adequada aos valores e exigências da sociedade para resolver os males mais imediatos.

[Esta afirmativa foi categorizada pelos autores como externalista]