

As visões de natureza da ciência de estudantes brasileiros de um instituto federal de ciência e tecnologia

The views of nature of science by brazilian students from a federal institute of science and technology

Ronivan Sousa da Silva Suttini¹, Nádia Cristina Guimarães Errobidart², João José Caluzi³

¹ Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS), Rua Ângelo Melão, 790 – CEP 79641-162 - Três Lagoas, MS, Brasil.

² Instituto de Física (INFI), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Bloco V - R. UFMS - Vila Olinda, CEP 79070-900, Campo Grande, MS, Brasil.

³ Faculdade de Ciências (FC), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Av. Eng. Luís Edmundo Carrijo Coube, 2085 - CEP 17033-360 - Bauru, SP, Brasil.

*E-mail: ronivan.silva@ifms.edu.br

Recibido el 30 de septiembre de 2022 | Aceptado el 24 de octubre de 2022

Resumo

Este artigo apresenta a análise de resultados de uma pesquisa sobre as concepções de Natureza da Ciência de estudantes de cursos técnicos integrados de nível médio de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia no Brasil. No total, 162 estudantes responderam às perguntas do “*Views on Science and Education Questionnaire*”. Após os cálculos de ranking médio e de desvio padrão das respostas para cada um dos itens do questionário, realizou-se a interpretação de dados com base em oito aspectos considerados menos controversos na área de ensino de ciências sobre o fazer científico. Os resultados indicam que, em geral, as respostas dos estudantes tendem a concordar com concepções empírico-indutivista da Natureza da Ciência. Por fim, como oportunidade de investigação futura, aponta-se a necessária análise semântica da interpretação dos estudantes de alguns termos científicos específicos utilizados no questionário.

Palavras chave: Ensino de Ciências; Natureza da Ciência; Letramento Científico.

Abstract

This article presents the analysis of the results of a research on the conceptions of Nature of Science of students of integrated mid-level technical courses of a Federal Institute of Education, Science and Technology in Brazil. In total, 162 students answered the questions on the “*Views on Science and Education Questionnaire*”. After calculating the average ranking and standard deviation of responses for each of the items in the questionnaire, data interpretation was carried out based on eight aspects considered less controversial in the area of science education about scientific practice. The results indicate that, in general, the responses of the students tend to agree with empirical-inductivist conceptions of the Nature of Science. Finally, as an opportunity for future research, the necessary semantic analysis of the students' interpretation of some specific scientific terms used in the questionnaire is pointed out.

Keywords: Science Education; Nature of Science; Scientific literacy.

I. INTRODUÇÃO

Revisões sistemáticas de literatura mencionam que desde 1960 se tem investigado e defendido a abordagem de aspectos da Natureza da Ciência (NdC) nos currículos escolares, nos materiais didáticos e nas aulas de Ciências (Lederman *et al.*, 2014). De acordo com Driver *et al.* (1996), em síntese, os argumentos acerca das possíveis contribuições do desenvolvimento de uma imagem mais bem-informada de NdC são: *Democrático* – para auxiliar na tomada de decisões bem-informadas em situações envolvendo questões sociocientíficas; *Utilitário* – para ajudar as pessoas a compreenderem o desenvolvimento da Ciência e o funcionamento de objetos e processos tecnológicos em seu cotidiano; *Cultural* – para apreciar o valor da Ciência como parte da cultura contemporânea; *Moral* – para desenvolver um entendimento das normas da comunidade científica e sua relação com os valores da sociedade atual; *Aprendizagem científica* – para facilitar a aprendizagem de conceitos científicos.

Após cerca de 60 anos de pesquisas relacionadas à História, Filosofia, e Sociologia da Ciência no Ensino de Ciências, evidencia-se na literatura de pesquisa as seguintes conclusões: (i) estudantes e professores apresentam concepções ingênuas, distorcidas e mal-informadas sobre NdC nos diversos níveis de ensino; (ii) as concepções de NdC são mais bem aprendidas quando se utilizam abordagens explícitas e reflexivas; (iii) as práticas dos professores de Ciências nem sempre refletem suas concepções de NdC; (iv) os professores consideram a aprendizagem conceitual mais importante que o desenvolvimento de uma visão adequada de NdC (Lederman *et al.*, 2014).

Não obstante à consolidação desses resultados, algumas lacunas ainda permanecem. Conforme mostra o levantamento bibliográfico de Azevedo e Scarpa (2017), percebe-se que as investigações sobre concepções de NdC possuem como sujeitos de pesquisa na maioria das vezes professores ou estudantes universitários, indicando a possibilidade de um número maior de investigações que envolvam alunos de ensino fundamental, ensino médio e, principalmente, da educação profissional e tecnológica integrada de nível médio.

Diante desse contexto, este artigo relata uma investigação sobre as concepções de NdC de estudantes de cursos técnicos integrados de nível médio de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia no Brasil. Os resultados do estudo estão sendo utilizados em uma pesquisa mais ampla no âmbito do curso de doutorado, a qual propõe o desenvolvimento de uma proposta de ensino que visa promover a integração, discussão e reflexão sobre a NdC no contexto de sala de aula.

II. DUAS “VISÕES CONSENSUAIS” COMPLEMENTARES SOBRE A NDC E OS “NOS TENETS”

Identificam-se na literatura vários trabalhos de sistematização, devidamente embasados em pesquisas sobre a História, Filosofia e Sociologia da Ciência, que promovem a reflexão sobre as características gerais que poderiam satisfatoriamente descrever as práticas científicas (Lederman *et al.*, 2002; Osborne *et al.*, 2003; Vázquez *et al.*, 2001; McComas, Almazroa e Clough, 1998; Gil-Pérez *et al.*, 2001, Matthews, 2014). Frequentemente, denomina-se essa sistematização de “visão consensual” sobre NdC” ou “NOS tenets” (em inglês *Nature of Science tenets*). Vale ressaltar que, embora não exista uma única seleção de características ou aspectos de NdC, pois certamente são necessárias modificações de acordo com os objetivos de cada estudo, isso não significa que diferentes listas de “NOS tenets” sejam contraditórias, mas sim complementares (Schwartz, Lederman, Abd-el-Khalick, 2012).

De acordo com Lederman *et al.* (2002, p. 499), para fins pedagógicos, uma visão bem-informada sobre NdC envolve a compreensão de que processo de construção do conhecimento científico é: (1) realizado por tentativa e erro (sujeito a mudanças); (2) é empiricamente fundamentado (baseado ou derivado de observações do mundo natural); (3) uma atividade subjetiva (com preferências pessoais, escolhas teórico-metodológicas particulares etc.); (4) uma atividade que requer uso da imaginação e criatividade; (5) influenciado pelo contexto econômico, político, social, cultural e tecnológico de sua época. Além desses itens declarativos (“NOS tenets”), “(...) três aspectos adicionais são importantes: a distinção entre observação e inferência; a falta de um método universal semelhante a uma receita para fazer Ciência; e as funções, relações e distinções entre teorias científicas e leis”. Em síntese, a “visão consensual” apresentada por Lederman e seus colaboradores representa aquilo que muitos pesquisadores consideram essencial, acessível e útil em uma abordagem pedagógica sobre a NdC, deixando de lado as controvérsias e as disputas acadêmicas entre filósofos, sociólogos e historiadores da Ciência.

De outro modo, porém de forma complementar, Gil-Pérez *et al.* (2001, p. 128) apresentam a proposta de “pensar pela negativa”. Nessa propositura, os autores apresentam as principais concepções deformadas do trabalho científico, isto é, aquelas prováveis de conduzirem a um amplo consenso em torno daquilo que deve ser recusado com clareza quando se pretende discutir e refletir sobre a NdC no ensino de ciências. Para eles, estudantes e professores quase sempre apresentam “(...) uma imagem ingênuo, profundamente afastada do que é a construção do conhecimento científico, mas que se foi consolidando até tornar-se um estereótipo socialmente aceito que, insistimos, a própria educação científica reforça ativa ou passivamente”. Segundo esses autores, entre as principais concepções deformadas

podem-se citar aquelas que retratam a Ciência como uma atividade: (1) socialmente neutra (*visão descontextualizada*); (2) produzida por gênios que trabalham isoladamente (*visão individualista e elitista*); (3) realizada mediante observações e experimentos neutros (*visão empírico-indutivista e atórica*); (4) baseada na utilização de um método científico universal que dispensa a criatividade e a imaginação (*visão rígida, algorítmica e infalível*); (5) que produz conhecimentos sem vínculos com os problemas sociais e tecnológicos do período histórico em que está imersa (*visão aproblemática e a-histórica*); (6) de natureza limitada e simplificada de fenômenos complexos (*visão exclusivamente analítica*); (7) de crescimento constante mediante acúmulos de evidências experimentais (*visão acumulativa de crescimento linear*).

Embora os autores reconheçam que na última década tais “visões consensuais” tenham sido bastante criticadas na literatura em pesquisa sobre o ensino de ciências, com a proposição de propostas alternativas. No entanto, compreende-se que tais críticas são mais adequadas ao contexto de formação de professores, enquanto esse trabalho possui como público-alvo estudantes da educação básica. Nesse sentido, dadas as questões de pesquisa delimitadas, as duas “visões consensuais” sobre a NdC anteriormente expostas, consideradas de forma complementar, são melhor adequadas para a posterior análise e interpretação dos dados coletados nesse estudo.

III. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo¹, realizado no ano de 2021, contou com a participação voluntária de 162 estudantes dos cursos técnicos integrados de nível médio de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia no Brasil. O grupo participante encontrava-se distribuído em quatro turmas de 1º período – recém-ingressantes (n=125); duas turmas de 5º período – intermediárias (n=18); e duas turmas de 7º período – concluintes (n=19).

Entre as disciplinas obrigatórias nos cursos ofertados pela instituição, destacam-se as de metodologia de pesquisa, produção técnica e científica e comunicação técnica. Com o auxílio de professores ‘orientadores’, essas disciplinas visam fornecer as condições necessárias para que o estudante seja capaz de desenvolver satisfatoriamente um projeto de iniciação científica, considerado trabalho de conclusão de curso (TCC), sendo um item obrigatório para certificação. É importante realçar esse diferencial na instituição de ensino, uma vez que o interesse do estudo também é investigar, como hipótese, se a experiência de iniciação científica por si só pode ter alguma influência (positiva ou negativa) nas concepções de NdC dos estudantes. De acordo com os resultados de pesquisa empreendida por Lustosa *et al.* (2020), também realizada no contexto da educação profissional e tecnológica, os estudantes, tanto ingressantes como concluintes, apresentam visões bastante confusas sobre o entendimento de questões epistemológicas.

Assim, as perguntas norteadoras da pesquisa foram:

- Como podem ser caracterizadas as concepções de NdC dos estudantes (recém-ingressantes, intermediários e concluintes) dos cursos técnicos integrados de nível médio de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia?
- Há diferenças significativas nas visões de NdC entre as turmas do mesmo período escolar?
- Existe alguma tendência de modificação nas visões de NdC dos estudantes ao longo dos três anos de ensino médio integrado?

Para identificar as concepções de NdC dos estudantes, aplicou-se o instrumento “*Views on Science and Education Questionnaire*” (VOSE) traduzido para o português², o qual foi elaborado por Chen (2006). Esse questionário é composto de questões fechadas e repostas de múltiplas escolhas, em escala de concordância/discordância, nas quais cada uma contém de 3 a 9 itens que representam diferentes aspectos sobre NdC, a saber: (i) Progresso da Ciência (tentativa e erro); (ii) Natureza das Observações Experimentais; (iii) Metodologia Científica; (iv) Uso da Imaginação; (v) Leis e Teorias Científicas; (vi) Validação do Conhecimento Científico; (vii) Subjetividade vs Objetividade na Ciência.

A análise das respostas dos estudantes foi realizada por meio do cálculo de *ranking* médio (RM) para cada um dos itens do questionário. Utilizou-se uma Escala Likert de 5 pontos para medir o grau de concordância (Malhotra, 2006). Dessa maneira, o valor de *ranking* médio (RM) pode variar entre 1 (menor grau de concordância) e 5 (maior grau de concordância). A figura 1 ilustra o espectro da Escala Likert e as subdivisões para análise dos resultados.

¹ O projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, CAAE: 42293020.9.0000.9927.

² A nossa versão traduzida do questionário VOSE está disponível em: https://drive.google.com/file/d/1afYdP-AcNNOYyKFcdkc3v_t8ZoAxxgkT/view?usp=sharing. Acesso em 25 julho de 2022.

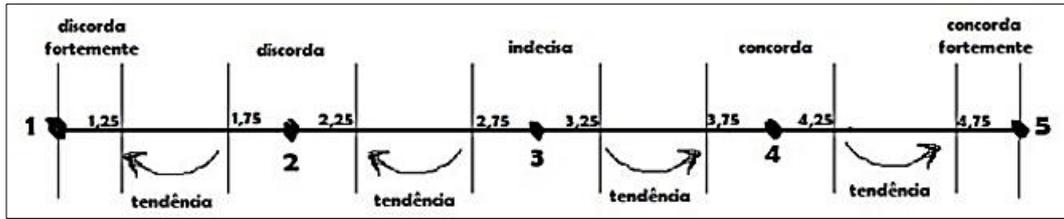


FIGURA 1. Espectro da Escala Likert para análise e interpretação dos resultados.

Na análise, para valores de RM acima de 3,25, entende-se que os estudantes tendem a concordar com o enunciado, enquanto, para valores abaixo de 2,75, interpreta-se que os estudantes tendem a discordar. Para valores de RM muito próximos ou iguais a 3, considera-se que os estudantes apresentam dificuldades quanto à compreensão e diferenciação dos conceitos, resultando em uma visão confusa e indecisa sobre o tema. Além disso, para cada conjunto de respostas, também foi calculado o desvio padrão (Δ) entre as turmas de mesmo período. Esse parâmetro indica a variação de cada valor em relação à média. O desvio padrão (Δ) inicia em 0 (isto é, não houve nenhuma variação) e, quanto mais alto seu valor, mais respostas distantes da média foram apresentadas. Em pesquisas semelhantes utilizando o questionário VOSE (Burton, 2013), podem-se observar variações entre 0,30 e 0,80 para o desvio padrão (Δ). Por fim, também foi calculado o desvio padrão total (Δ_{total}) entre as médias de RM obtidas de cada um dos três grupos, utilizado como indicador para avaliar se havia diferenças significativas entre os grupos, de acordo com o período escolar.

III. ANÁLISE DE RESULTADOS³

Devido às limitações de espaço pertinentes à essa publicação, não será possível mostrar a análise completa e detalhada de todas as questões respondidas pelos participantes. Todavia, selecionamos três aspectos sobre a NdC que estão intimamente ligados para fins de discussão dos resultados, a saber: *Validação do Conhecimento Científico*; *Metodologia Científica*; e *Subjetividade vs Objetividade na Ciência*.

A. Validação do conhecimento científico

Na Questão 1, indagou-se sobre o processo de validação do conhecimento científico perguntando: *Quando surgem duas teorias diferentes para explicar o mesmo fenômeno (por exemplo, extinção dos dinossauros), os cientistas aceitam as duas teorias ao mesmo tempo?* A tabela I apresenta *ranking* médio (RM) e desvio padrão (Δ) das respostas às afirmativas que sugerem a utilização de diferentes critérios (subjetivos e objetivos) que os cientistas podem utilizar para justificar a escolha entre duas teorias científicas concorrentes.

TABELA I. *Ranking* Médio (RM) e Desvio Padrão (Δ) das respostas à Questão 1, VOSE.

Questão 1	Validação do Conhecimento Científico						
	1º Período (RM)	Δ	5º Período (RM)	Δ	7º Período (RM)	Δ	Δ (total)
A (evidências empíricas)	3,60	0,14	3,39	0,16	3,36	0,38	0,11
H (evidências empíricas)	2,96	0,14	2,27	0,14	2,78	0,05	0,37
B (relativismo exacerbado)	3,79	0,07	3,56	0,15	3,22	0,05	0,24
C (paradigmas)	2,47	0,14	2,80	0,42	2,28	0,04	0,36
F (paradigmas)	2,69	0,22	2,56	0,15	2,60	0,31	0,20
D (parcimônia ou estética)	1,67	0,06	1,39	0,16	1,56	0,27	0,15
E (autoridade)	2,59	0,13	2,69	0,20	2,73	0,91	0,28
G (intuição)	1,93	0,11	2,15	0,73	1,52	0,03	0,33

Com base nos resultados apresentados, pode-se inferir que os estudantes, em geral, tenderam a discordar ou discordaram, algumas vezes até enfaticamente, da sugestão de utilização de alguns critérios subjetivos para a aceitação e validação de uma teoria pela comunidade científica (1-C, 1-D, 1-E, 1-F e 1-G). Entretanto, nas duas situações em que

³ Para uma melhor compreensão das informações apresentadas nas tabelas, bem como as limitações de espaço que impedem uma breve descrição de cada item juntamente com os dados, como solução possível, recomendamos ao leitor o acompanhamento da interpretação e análise dos resultados tendo em mãos a nossa versão traduzida para o português do questionário VOSE disponibilizada na nota de rodapé anterior nº 2.

o critério de evidências empíricas foi utilizado, ora os estudantes tenderam a concordar, ora se mostraram indecisos, com exceção dos estudantes do 5º período, que apresentaram no item 1-H nítida discordância. A interpretação da causa da não consistência entre as respostas para os itens 1-A e 1-H se dá pelo fato de que no item 1-H é sugerido que há somente uma única “verdade”. Tal interpretação ainda é reforçada quando se observa a concordância das respostas com a concepção relativista de que na Ciência não há certo ou errado (1-B, relativismo exacerbado), isto é, que duas teorias concorrentes fornecem explicações de perspectivas diferentes para o mesmo fenômeno e, portanto, ambas devem ser aceitas. Vale ressaltar, no entanto, que quando se comparam os valores de RM entre recém-ingressantes e concluintes em 1-B, essa concepção perde força ao longo dos anos, deslocando-se de concordância para indecisão.

Em geral, com relação ao critério de utilização de evidências empíricas para aceitar e validar uma teoria científica, os resultados corroboram o estudo de Silva (2010), no qual os dados apontam que cerca de 80% dos estudantes, tanto ingressantes como concluintes, tenderam a concordar que é necessária a utilização de um experimento no final do processo de construção do conhecimento científico.

B. Metodologia científica

Na Questão 9, sobre a metodologia científica foi afirmado: *Muitos cientistas seguem o método científico universal, passo a passo, para fazer suas pesquisas (isto é, estabelecem hipóteses, projetam um experimento, coletam dados e elaboram conclusões)*. A tabela II indica *ranking* médio (RM) e desvio padrão (Δ) das respostas dos estudantes. No primeiro grupo (9-A, 9-B e 9-F) é sugerida a utilização de um único método científico universal, enquanto no segundo grupo (9-C, 9-D e 9-E) indica a possibilidades de métodos diversificados na pesquisa científica.

TABELA II. *Ranking* Médio (RM) e Desvio Padrão (Δ) das respostas à Questão 9, VOSE.

Questão 9	Metodologia Científica						Δ (total)
	1º Período (RM)	Δ	5º Período (RM)	Δ	7º Período (RM)	Δ	
A (método científico universal)	3,61	0,02	4,02	0,45	4,06	0,29	0,20
B (método científico universal)	3,55	0,17	4,03	0,20	3,97	0,17	0,21
F (método científico universal)	3,35	0,04	3,36	0,27	3,55	0,38	0,10
C (diversos métodos)	3,37	0,13	3,44	0,31	2,53	0,28	0,44
D (diversos métodos)	2,56	0,15	2,06	0,55	2,08	0,52	0,27
E (diversos métodos)	3,31	0,29	2,94	0,86	3,09	0,13	0,20

Os resultados, em um primeiro momento, aproximam-se dos apontamentos de Gil-Pérez *et al.* (2001), que descrevem como imagem deformada do trabalho científico a concepção de que cientistas necessariamente devem utilizar um método científico universal, rígido, isento de vieses e crenças pessoais, exato e infalível. Tal afirmação é corroborada pela tendência ou concordância nítida nas afirmativas do primeiro grupo (9-A, 9-B, 9-F) e discordância na afirmativa 9-D do segundo grupo. No entanto, evidencia-se que essa visão deformada de NdC ainda não é totalmente consistente, conforme se pode visualizar nos valores de RM em 9-C e 9-E. Nesses itens, nota-se que os estudantes de 1º período (recém-ingressantes) tenderam a concordar, enquanto os de 5º período (intermediários) ora tenderam a concordar, ora mostraram-se indecisos, e os de 7º período (concluintes) ora tenderam a discordar, ora mostraram-se indecisos.

Com base na tabela II, ainda se pode inferir que com o passar dos anos os estudantes tenderam a concordar ainda mais com a utilização do método científico universal e a desconsiderar ainda mais as possibilidades de invenção de novos métodos de investigação. Tal inferência pode ser exemplificada pela redução significativa dos valores de RM em 9-C e 9-D e aumento de RM em 9-A e 9-B, na comparação entre estudantes recém-ingressantes e concluintes. Nesse sentido, os resultados contradizem parcialmente as evidências apontadas por Silva (2010). O autor argumenta que, em geral, estudantes ingressantes tendem a concordar fortemente com a utilização do método científico universal, enquanto os concluintes apresentam uma discordância significativa. No estudo, evidenciaram-se fortes tendências à concordância de utilização de um método científico universal nos três grupos participantes.

C. Subjetividade vs objetividade na ciência

A tabela III apresenta *ranking* médio (RM) e desvio padrão (Δ) das respostas às questões/itens abordando em diferentes momentos do questionário o papel na subjetividade na construção do conhecimento científico em diversos contextos e situações. Os itens com asterisco referem-se às questões que sugeriam “como a Ciência deveria ser”, e não como ela é realizada. Cada afirmativa aborda um critério subjetivo em particular. Os baixos valores de desvio padrão total evidenciam que os estudantes apresentam visões muito próximas na maioria dos itens respondidos.

TABELA III. Ranking Médio (RM) e Desvio Padrão (Δ) das respostas às questões/itens que abordam papel na subjetividade no questionário VOSE.

Subjetividade (contexto) na construção do conhecimento científico							
Questão/item	1º Período (RM)	Δ	5º Período (RM)	Δ	7º Período (RM)	Δ	Δ (total)
9-D (metodologia)	2,56	0,15	2,06	0,55	2,08	0,52	0,28
1-C (paradigma)	2,47	0,14	2,80	0,42	2,28	0,04	0,26
1-F (paradigma)	2,69	0,22	2,56	0,15	2,60	0,31	0,07
8-B (paradigma)	2,89	0,22	2,72	0,63	2,66	0,73	0,12
1-D (parcimônia)	1,67	0,06	1,39	0,16	1,56	0,27	0,14
1-E (autoridade)	2,59	0,13	2,69	0,20	2,73	0,91	0,07
3-A (imaginação)	3,12	0,29	2,94	0,56	2,73	0,51	0,19
3- B (imaginação)	3,39	0,33	3,24	0,60	3,16	0,41	0,11
1-G (crenças pessoais - intuição)	1,93	0,11	2,15	0,73	1,52	0,03	0,32
8-A (crenças pessoais)	3,49	0,23	3,09	0,13	3,40	0,44	0,21
15- A* (crenças pessoais)	3,78	0,16	3,87	0,05	3,72	0,01	0,07
15-D* (crenças pessoais)	3,63	0,21	3,53	0,19	3,81	0,14	0,14
15-H* (crenças pessoais)	3,57	0,19	3,56	0,15	3,65	0,11	0,05
2-A (influência sociocultural)	3,30	0,31	3,08	0,12	3,77	0,32	0,35
2-B (influência sociocultural)	2,93	0,35	3,00	0,00	3,00	0,00	0,04
15-B* (influência sociocultural)	3,23	0,19	3,28	0,16	3,64	0,51	0,22
15-C* (influência sociocultural)	3,10	0,20	3,37	0,05	3,48	0,03	0,19
1-B (geral)	3,78	0,10	3,56	0,15	3,22	0,05	0,28

A análise permite evidenciar que os estudantes, em geral, discordaram das afirmações que sugerem a influência de fatores subjetivos em situações envolvendo procedimentos metodológicos e paradigmas (normas externas), bem como da validação do conhecimento científico por critérios de parcimônia, autoridade e intuição. No entanto, os resultados indicam que os estudantes, em geral, com o passar dos anos, tenderam a concordar ainda mais com as afirmações que sugerem a presença (ou que deveria estar presente) de crenças pessoais e valores socioculturais na construção do conhecimento científico. Tais resultados indicam que os estudantes, em geral, aceitaram e concordaram com a influência de alguns fatores subjetivos e negaram e discordaram de outros.

TABELA IV. Ranking Médio (RM) e Desvio Padrão (Δ) das respostas às questões/itens que abordam o papel da objetividade no questionário VOSE.

Objetividade na construção do conhecimento científico							
Questão/item	1º Período (RM)	Δ	5º Período (RM)	Δ	7º Período (RM)	Δ	Δ (total)
2-C (nenhuma influência sociocultural)	3,25	0,31	3,27	0,14	3,03	0,35	0,13
2-D (nenhuma influência sociocultural)	3,16	0,22	3,36	0,27	2,82	0,26	0,27
15-F* (nenhuma influência sociocultural)	2,91	0,08	2,73	0,09	2,72	0,01	0,11
3-C (não uso da imaginação)	2,83	0,29	3,07	0,33	3,08	0,24	0,14
3-E (não uso da imaginação)	2,87	0,12	2,89	0,55	3,22	0,05	0,20
5-B (observações experimentais neutras)	3,75	0,13	3,99	0,25	3,86	0,19	0,12
6-B (observações experimentais neutras)	3,84	0,18	3,99	0,25	3,88	0,04	0,08
8-D (observações experimentais neutras)	3,07	0,14	3,94	0,56	3,52	0,94	0,43
8-C (sem influência de crenças pessoais)	3,11	0,14	3,61	0,09	3,56	0,02	0,27
15-E* (sem influência de crenças pessoais)	3,18	0,21	3,53	0,90	3,35	0,11	0,18
15-I* (sem influência de crenças pessoais)	2,76	0,13	2,68	0,02	2,41	0,58	0,18
8-E (metodologia neutra)	3,55	0,09	4,08	0,36	3,93	0,10	0,27
9-A (metodologia neutra)	3,61	0,02	4,02	0,45	4,06	0,29	0,25
9-B (metodologia neutra)	3,55	0,17	4,03	0,20	3,97	0,17	0,26
1-A (geral)	3,60	0,14	3,39	0,16	3,36	0,38	0,13
1-H (geral)	2,96	0,14	2,27	0,14	2,78	0,05	0,38
15-G (geral)	3,83	0,19	3,83	0,24	3,81	0,14	0,01

De forma intimamente relacionada, a tabela IV traz *ranking* médio (RM) e desvio padrão (Δ) das respostas às questões/itens abordando o papel da objetividade na construção do conhecimento científico em diferentes contextos e situações, ou seja, em tais questões sugerem exatamente o oposto do que foi anteriormente sugerido nos itens descritos na tabela III. Novamente, pode-se observar, de acordo com os valores de desvio padrão, que não existem diferenças significativas entre os estudantes recém-ingressantes e os concluintes. Novamente, os itens com asterisco (*) referem-se às questões que sugeriam “como a Ciência deveria ser”, e não como ela é realizada.

De acordo com os resultados obtidos, os estudantes, em geral, mostraram-se indecisos ou tenderam a discordar nas afirmativas que desconsideram a presença de crenças pessoais ou valores socioculturais na construção do conhecimento científico (2-C, 2-D e 15-F). Tais indícios são contraditórios em relação ao último resultado apontado pela análise anterior da tabela III. Além disso, convergindo com o resultado inferido nas respostas da tabelas 1 e 3, os estudantes apresentaram concepções que concordam com uma suposta neutralidade da atividade científica com relação aos procedimentos metodológicos adotados, à coleta e análise de observações experimentais.

Diante do exposto, a análise conjunta dos dados das tabelas 1, 3 e 4 permite inferir que os estudantes, de maneira geral, não possuíam uma visão consistente, permanente e sólida com relação à influência da sociedade, com seus valores éticos e morais, nas investigações científicas. Os resultados indicam que os estudantes ora concordaram, ora discordaram da concepção de que os cientistas possam ser influenciados por suas próprias crenças pessoais. Porém, vale ressaltar, que quanto à influência de outros fatores subjetivos, tais como intuição, parcimônia, autoridade, paradigma, os estudantes apresentaram nítida discordância.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entre as características que distinguem este estudo de outros encontrados na literatura, destacam-se: participação de um número expressivo de estudantes ($n=162$); coleta de dados realizada no contexto escolar da educação profissional e tecnológica; utilização do questionário VOSE com estudantes brasileiros; análise e interpretação dos dados com base nos trabalhos de Lederman *et al.* (2002) e Gil-Pérez *et al.* (2001). Considerando somente os dados apresentados nesse artigo, os resultados podem ser assim sistematizados:

- os três grupos de estudantes apresentam indícios que apontam para uma tendência de concordância com a utilização de um método científico universal, bem como uma discordância da utilização de métodos diversificados nas pesquisas científicas;
- os três grupos de estudantes tendem a discordar da utilização de critérios subjetivos para a aceitação e validação de uma teoria científica;
- há uma tendência de concordância com a utilização de evidências empíricas para a validação do conhecimento científico;
- os três grupos de estudantes não possuem uma visão consistente com relação a influência da sociedade, com seus valores éticos e morais, na direção das investigações científicas.

Com relação aos aspectos “Metodologia Científica” e “Validação do Conhecimento Científico”, os resultados convergem para as concepções de visão deformada de NdC apontadas por Gil-Pérez *et al.* (2001). Em relação aos aspectos “Subjetividade vs Objetividade”, os resultados sinalizam uma visão não consistente acerca da influência de crenças pessoais e valores socioculturais, formando, assim, uma visão que não pode ser caracterizada nem como deformada nem como bem-informada de NdC, mas como indecisa e confusa.

Diante da complexidade e aparentes contradições evidenciadas no estudo, os autores sugerem como hipóteses explicativas, com necessidade de investigações futuras, possíveis problemas relacionados à análise semântica e de interpretação, isto é, atribuições de significados a alguns termos científicos divergentes daquilo que era esperado. Por exemplo: *O que os estudantes compreenderam sobre a expressão “aceitação de uma teoria científica”?* No âmbito da linguagem coloquial, é provável que muitos estudantes a entenderam como “possibilidade de investigação”, enquanto, no contexto da Filosofia da Ciência, trata-se de uma teoria cuja controvérsia foi totalmente dissipada, de tal forma que pesquisas futuras relevantes são desnecessárias, e que tal teoria foi aceita no seletivo grupo de estoque de conhecimento científico da humanidade, embora ela possa ainda estar sujeita a mudanças.

Conclui-se que não houve diferenças substanciais entre as respostas dos três grupos participantes, e nas ocasiões pontuais em que ocorreram, os grupos intermediários e concluintes apresentaram uma concepção de NdC que concorda ainda mais com a visão empírico-indutivista. Logo, aparentemente é falsa a hipótese de que a experiência por si só de iniciação científica na elaboração de TCC, em conjunto com as outras disciplinas, tem provocado mudanças significativas nas concepções de NdC dos estudantes. Em consonância com Lederman *et al.* (2002), os resultados sugerem que abordagens implícitas são ineficazes para a construção de um conhecimento epistemológico, sinalizando que as concepções de NdC podem ser mais bem aprendidas quando se utilizam abordagens explícitas e reflexivas.

REFERÊNCIAS

- Azevedo, N. H. y Scarpa, D. L. (2017). Revisão sistemática de trabalhos sobre concepções de natureza da ciência no ensino de ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(2), 579-619.
- Burton, E. P. (2013). Student work products as a teaching tool for nature of science pedagogical knowledge: A professional development project with in-service secondary science teachers. *Teaching and Teacher Education*, 29, 156-166.
- Chen, S. (2006). Development of an instrument to assess views on nature of science and attitudes toward teaching science. *Science & Education*, 90(5), 803-819.
- Driver, R., Leach, J. y Millar, R. (1996). *Young people's images of science*. Buckingham: Open University Press.
- Gil-Pérez, D. G., Montoro, I. F., Alís, J. C., Cachapuz, A. y Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, 7(2), 125-153.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. y Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of research in science teaching*, 39(6), 497-521.
- Lederman, N. G., Bartos, S. A. y Lederman, J. (2014). The development, use, and interpretation of nature of science assessments. En: MATTHEWS, M. R (Eds). *Handbook of historical and philosophical research in Science education (972-997)*. Dordrecht: Springer.
- Lustosa, G. S., Veras, D. S., da Conceição, N. D. S., y Paiva, E. S. V. S. (2020). Concepção de discentes do ensino médio integrado sobre natureza da ciência. *Cadernos Cajuína*, 5(3), 480-497.
- Malhotra, N. K. (2001). *Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada*. Porto Alegre: Bookman Editora.
- Matthews, M. R. (2014). *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*. Boston: Springer Academic.
- McComas, W. F., Almazroa, H. y Clough, M. P. (1998). The nature of science in science education: An introduction. *Science & Education*, 7(6), 511-532.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. y Duschl, R. (2003). What "ideas-about-science" should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G. y Abd-el-Khalick, F. (2012). A series of misrepresentations: A response to Allchin's whole approach to assessing nature of science understandings. *Science & Education*, 96(4), 685-692.
- Silva, B. V. C. (2010). A natureza da ciência pelos alunos do ensino médio: um estudo exploratório. *Latin-American Journal of Physics Education*, 4(3), 620-627.
- Vázquez, Á., Acevedo, J. A., Manassero, M. A. y Acevedo, P. (2001). Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. *Argumentos de Razón Técnica*, 4, 135-176.