

As Concepções de Natureza da Ciência de Estudantes de Cursos Técnicos Integrados de Nível Médio



ISSN 1870-9095

Ronivan Sousa da Silva Suttini¹, Nádia Cristina Guimarães Errobidart²,
João José Caluzi¹

¹Universidade Estadual Paulista – UNESP, Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube,
14-01, Vargem Limpa, CEP: 17033-360, Bauru, São Paulo, Brasil.

²Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, Av. Costa e Silva, s/n,
Bairro Universitário, CEP: 79070-900, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

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

(Recibido el 27 de septiembre de 2022, aceptado el 29 de noviembre 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 sete aspectos considerados menos controversos no ensino de ciências sobre as práticas científicas. 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 de alguns termos científicos específicos.

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 seven aspects considered less controversial in 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 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 [1]. De acordo com Driver e colaboradores [2], 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 [1, 3, 4].

Não obstante à consolidação desses resultados, algumas lacunas ainda permanecem. O recente levantamento bibliográfico de Azevedo e Scarpa [4] mostra que, na maioria das vezes, as investigações sobre concepções de NdC

possuem como sujeitos de pesquisa professores em exercício ou em formação, indicando a possibilidade de um número maior de investigações que envolvam estudantes de ensino fundamental, ensino médio e 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. Atualmente, os resultados desse 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.

A seguir, na seção II é feita uma breve apresentação do referencial teórico utilizado em nossa análise de resultados. Na seção III são descritos os procedimentos metodológicos adotados em nossa investigação, bem como o instrumento (questionário) respondido pelos estudantes participantes da pesquisa. Na seção IV é realizada a análise e a interpretação das respostas dos estudantes participantes. Finalmente, na seção V, o estudo é concluído com uma síntese dos resultados e a indicação de perspectivas futuras de investigação.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

A literatura em ensino de ciências aponta definições distintas, porém complementares, para o conceito de Natureza da Ciência (NdC). Segundo Lederman e colaboradores [5, 498], “[...] a NdC se refere à epistemologia e sociologia da Ciência, à Ciência como uma forma de conhecimento, aos valores e crenças inerentes ao conhecimento científico e ao seu desenvolvimento”. Enquanto para outros pesquisadores a NdC é uma arena híbrida de pesquisa, combinando aspectos de vários estudos sociais da Ciência, incluindo a História, a Sociologia e a Filosofia da Ciência, com pesquisas das ciências cognitivas, como a Psicologia, buscando analisar como os cientistas operam como um grupo social e como a própria sociedade dirige e reage aos esforços científicos [6].

Nessa perspectiva, 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 descrever o processo de construção e aceitação de teorias científicas [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. Na literatura, frequentemente se denomina essa sistematização de “*visão consensual sobre NdC*” ou “*NOS tenets*” (em inglês *Nature of Science tenets*). 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 [12].

De acordo com Lederman e colaboradores [1, 3, 5, 12], para fins pedagógicos, uma visão bem-informada sobre NdC envolve a compreensão de que processo de construção do conhecimento científico é: (i) realizado por tentativa e erro (sujeito a mudanças); (ii) é empiricamente fundamentado (baseado ou derivado de observações do mundo natural); (iii) uma atividade subjetiva (com preferências pessoais, escolhas

teórico-metodológicas particulares etc.); (iv) uma atividade que requer uso da imaginação e criatividade; (v) 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 e leis científicas” [5, p. 499]. Em síntese, a “*visão consensual*” apresentada por Lederman e seus colaboradores [1, 3, 5, 12] representa aquilo que muitos pesquisadores em ensino de ciências consideram essencial, acessível e útil em uma abordagem pedagógica sobre a NdC, deixando de lado eternas e insolúveis controvérsias e disputas acadêmicas entre filósofos, sociólogos e historiadores da Ciência.

De outro modo, porém de forma complementar, Gil-Pérez e colaboradores [9] apresentam a proposta de “pensar pela negativa”. Nessa propositura, os autores apresentam as principais concepções deformadas do trabalho científico, isto é, aquelas ideias 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 nas aulas de ciências. Para eles, estudantes e professores quase sempre apresentam “(...) uma imagem ingênua, 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” [9, p. 128]. Segundo eles, entre as principais concepções deformadas podem-se citar aquelas que retratam a Ciência como uma atividade: (i) socialmente neutra (*visão descontextualizada*); (ii) produzida por gênios que trabalham isoladamente (*visão individualista e elitista*); (iii) realizada mediante observações e experimentos neutros (*visão empírico-indutivista e ateórica*); (iv) baseada na utilização de um método científico universal que dispensa a criatividade e a imaginação (*visão rígida, algorítmica e infalível*); (v) que produz conhecimentos sem vínculos com os problemas sociais e tecnológicos do período histórico em que está imersa (*visão aproblemática e a-histórica*); (vi) de natureza limitada e simplificada de fenômenos complexos (*visão exclusivamente analítica*); (vii) de crescimento constante mediante acúmulos de evidências experimentais (*visão acumulativa de crescimento linear*).

Tendo em vista que esses conceitos serão fundamentais em nossa posterior análise de dados, considera-se importante neste momento definir o ponto de vista a partir do qual se entende como cada um dos aspectos consensuais listados por Lederman e colaboradores [5] e que são complementados pela proposta de Gil-Pérez e colaboradores [9].

Uma observação é uma afirmação descritiva obtida diretamente pelos sentidos, ou pela extensão destes (instrumentos de medida), sobre um fenômeno do mundo natural. A inferência, ao contrário, é uma conjectura que não pode ser acessada diretamente pelos sentidos, sendo possível ser mensurada ou testada somente por meio de uma relação causa-efeito. A proposição de hipóteses, modelos, leis ou teorias são exemplos de inferências [5]. Essa diferenciação é fundamental para a caracterização da visão deformada da atividade científica denominada empírico-indutivista e ateórica [9]. Segundo Chalmers [13], essa visão pressupõe

que cientistas devem seguir rigorosamente o método científico empírico, o que consiste basicamente em: fazer uma observação → levantar hipóteses → reproduzir o fenômeno em laboratório → coletar dados por meio de um rigoroso procedimento experimental objetivo (isto é, sem influência de fatores subjetivos) → derivar leis e teorias por algum tipo de procedimento lógico.

Leis científicas são afirmações generalizadas, relacionadas a algum fenômeno natural, que, sendo exaustivamente confrontadas empiricamente e validadas mediante um amplo conjunto de dados, podem fazer previsões testáveis. Em contraste, teorias científicas correspondem à sínteses de um grande corpo de informações, estas fundamentadas em hipóteses que foram confirmadas empiricamente, portanto também qualificadas para fazer previsões testáveis, nas quais se buscam explicações acerca de fenômenos naturais [14]. Gil-Pérez e colaboradores [9] afirmam que a visão empírico-indutivista e atórica da NdC, ao atribuir a essência do trabalho científico à experimentação, induz ideias ingênuas de “descobertas científicas”, transmitidas, por exemplo, pelos meios de comunicação de massa. Além disso, essa visão também pode induzir uma concepção errônea de hierarquia entre leis e teorias, em que uma teoria científica, após inúmeras confirmações experimentais, poderá tornar-se uma lei científica. No entanto, em uma visão bem-informada de NdC, é sabido que leis e teorias são conceitos metateóricos de diferentes tipos de conhecimentos e, portanto, não podem ser comparadas [5].

É fortemente consensual entre historiados, filósofos e sociólogos da Ciência que nenhum método científico pode garantir a conquista do conhecimento verdadeiro. Conforme observado por Lederman e colaboradores [5, p. 500], “(...) é verdade que os cientistas observam, comparam, medem, testam, especulam, levantam hipóteses. (...) No entanto, não existe uma sequência única de atividades (prescritas ou não) que os levará infalivelmente a soluções ou respostas”. Em consonância com esse aspecto, Gil-Pérez e colaboradores [9] assinalam como imagem deformada a descrição do trabalho científico de forma padronizada, algorítmica e rígida, desconsiderando a existência de uma enorme diversidade de procedimentos metodológicos, uma vez que cada área de estudo possui particulares e necessidades específicas.

As investigações científicas envolvem o uso da imaginação e da criatividade, seja na produção de inferências ou na elaboração de novas metodologias de investigação e tratamento de dados [5]. Os modelos científicos, por exemplo, devem ser entendidos como abstrações que refletem a criatividade dos cientistas para explicar as evidências experimentais. A visão empírico-indutivista e atórica, novamente, deforma a imagem da NdC ao defender que cientistas devem seguir, rigorosamente e sequencialmente, as etapas do método científico empírico universal, o que induz as pessoas a pensarem que a Ciência consiste na replicação de uma “receita de bolo padrão”, previamente fornecida, sem necessidade do uso da imaginação e criatividade ou do livre pensamento [9].

O conhecimento científico é empiricamente fundamentado, isto é, baseado ou derivado de evidências experimentais disponíveis, e seu processo de construção visa alcançar um elevado grau de objetividade por meio do caráter

público das ideias e do uso de uma série de procedimentos adotados pela comunidade científica [15]. No entanto, é importante considerar que, ainda assim, fatores subjetivos não podem ser completamente eliminados na Ciência, pois, como atividade humana, é inevitavelmente influenciada por valores socioculturais, crenças pessoais, vieses ideológicos, formação específica e expectativas baseadas em teorias científicas anteriores [5]. Outrossim, a visão empírico-indutivista e atórica deforma a imagem da NdC ao afirmar que a atividade científica não envolve aspectos subjetivos, considerando que por meio de uma sólida formação acadêmica (“treinamento”) os cientistas estarão aptos a realizarem suas investigações de forma neutra e objetiva [9], desconsiderando totalmente, por exemplo, as possíveis influências das instituições (ou empresas) de financiamentos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) sobre os resultados da investigação científica ou, até mesmo, os interesses particulares dos cientistas, tais como fama, prestígio e lucro.

Outro aspecto fundamental é entender a Ciência como uma atividade permanente de revisão e autocrítica, que pode sofrer mudanças por meio do processo de tentativa e erro. Logo, o conhecimento científico resultante de observações, leis, teorias, modelos científicos, entre outros, não pode ser considerada uma verdade absoluta e definitiva [1, 5]. Gil-Pérez e colaboradores [9] apontam como concepção deformada da NdC a visão rígida, algorítmica e infalível da construção do conhecimento científico, a qual defende e garante que a utilização do método científico empírico e universal, quando diligentemente realizado por etapas sucessivas e com excessivo rigor procedimental, seguindo um procedimento lógico, fornece resultados precisos, objetivos, confiáveis, sem vieses de cunho pessoal ou externos, sendo estes, portanto, cientificamente comprovados, absolutos e definitivos. Ainda nesse contexto, também se pode discutir a visão acumulativa e de crescimento linear sobre o progresso da Ciência. Nessa visão, o processo de tentativa e erro de construção de conhecimentos científicos visa somente ampliar as mesmas teorias científicas. Dessa forma, não é reconhecida a possibilidade de ocorrência de crises, rupturas e revoluções científicas, nas quais teorias antigas são descartadas, mesmo que tenham sido bem-sucedidas por um longo período.

Finalmente, é preciso destacar que o processo de construção, validação e aceitação de conhecimentos científicos está inserido em um contexto cultural, econômico, político, tecnológico e social. “Os praticantes (cientistas) são produtos desse contexto cultural. A Ciência, por sua vez, influencia e é influenciada pelos vários elementos e esferas intelectuais da cultura na qual está imersa” [5, p. 501]. Gil-Pérez e colaboradores [9] caracterizam como imagem deformada da atividade científica a visão descontextualizada de Ciência, isto é, uma concepção que compreende o trabalho dos cientistas como socialmente neutro, sem impacto no meio natural e social, protegido de interesses sociais diversos, tanto políticos e econômicos como ideológicos. A visão a problemática e a-histórica (dogmática e fechada) também tem relevância nesse aspecto, uma vez que ao ignorar os problemas que deram origem a determinado conhecimento científico induz uma imagem do trabalho científico no qual os cientistas são quase dotados de inspirações divinas

inesperadas, não reconhecendo que o desenvolvimento da Ciência é resultado de empreendimento coletivo, que pode demandar um tempo bastante longo.

Esses conceitos e definições contemplam os subsídios teóricos necessários para análise e interpretação de dados coletados, sendo suficientes para realizar uma caracterização das visões de NdC dos estudantes participantes da pesquisa.

III. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A. Contexto de Implementação da Pesquisa

Este estudo¹ contou com a participação voluntária de 162 estudantes dos cursos técnicos integrados de nível médio do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS), campus Três Lagoas. O grupo participante encontrava-se distribuído em quatro turmas de 1º período (1ºP) – recém-ingressantes (n=125); duas turmas de 5º período (5ºP) – intermediárias (n=18); e duas turmas de 7º período (7ºP) – 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 um 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, da forma como tem sido até hoje implementada, pode ter alguma influência (positiva ou negativa) nas concepções de NdC dos estudantes. De acordo com os resultados de pesquisa empreendida por Lustosa e colaboradores [16], também realizada no contexto da educação profissional e tecnológica, porém em outra instituição, os estudantes, tanto ingressantes como concluintes, apresentam visões bastante confusas e indecisas sobre o entendimento de questões epistemológicas.

Assim, as perguntas norteadoras dessa pesquisa foram:

- Como podem ser caracterizadas as concepções de NdC dos estudantes (recém-ingressantes, intermediários e concluintes) dos cursos técnicos integrados de nível médio do IFMS, campus Três Lagoas?
- 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?

¹ O projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, CAAE: 42293020.9.0000.9927, e todos os estudantes participantes e pais/responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE).

B. Instrumento de Coleta de Dados

Para identificar as concepções de NdC dos estudantes, foi aplicado o instrumento de coleta de dados intitulado *Views on Science and Education Questionnaire* - VOSE² [17]. O VOSE é um questionário composto de questões ou afirmações fechadas e com repostas de múltiplas escolhas, em escala de concordância/discordância, nas quais cada uma contém de 3 a 9 itens que representam diferentes aspectos de 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 para cada um dos itens do questionário. Utilizou-se uma Escala Likert de 5 pontos para medir o grau de concordância [18]. Dessa maneira, o valor do *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 propostas para análise e interpretação dos resultados.

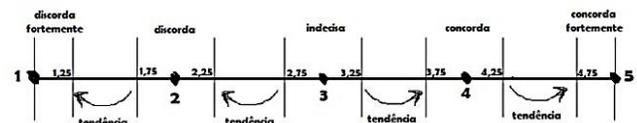


FIGURA 1. Espectro da Escala Likert para análise e interpretação dos resultados.

Na análise apresentada a seguir, 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 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 podem-se observar variações entre 0,30 e 0,80 para o desvio padrão [19]. 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.

² A nossa versão traduzida do questionário VOSE está disponível em: https://drive.google.com/file/d/1afYdP-AcNN0YyKFcdkc3v_t8ZoAxxgkT/view?usp=sharing. Acesso em 25 de julho de 2022.

IV. ANÁLISE DE RESULTADOS³

A análise e discussão de resultados não seguiu rigorosamente a ordem das questões apresentadas no questionário VOSE, pois entende-se que a interpretação é facilitada, e muito menos repetitiva, quando se discute em sequência as concepções que possuem relações entre si.

A. Progresso da Ciência (tentativa e erro)

Na Questão 4 foi indagado: “Mesmo que as investigações científicas sejam realizadas corretamente, a teoria proposta ainda poderá ser refutada no futuro”? A Tabela 1 apresenta os valores de *ranking* médio (RM) e desvio padrão (Δ) das respostas às afirmativas que descrevem o processo de tentativa e erro da Ciência de modo revolucionário, acumulativo ou evolutivo. A principal diferença entre essas afirmativas se dá pelo fato de que em B e C a teoria antiga ainda pode ser preservada, enquanto em A a teoria antiga é totalmente descartada.

TABELA 1. *Ranking* Médio (RM) e Desvio Padrão (Δ) das respostas à Questão 4, VOSE.

Progresso da Ciência (tentativa e erro)							
Questão 4	1º P RM	Δ	5º P RM	Δ	7º P RM	Δ	Δ (total)
A (revolucionária)	3,34	0,21	3,41	0,27	3,43	0,10	0,08
B (acumulativa)	3,57	0,23	3,48	0,31	3,31	0,08	0,16
C (evolucionária)	4,12	0,09	4,12	0,09	4,11	0,02	0,08

Primeiramente, os baixos valores de desvio padrão evidenciam que não houve diferenças significativas entre as respostas dos grupos participantes. As respostas dos estudantes, de maneira geral, sinalizam uma tendência de concordância com as visões revolucionária e acumulativa de progresso da Ciência (4-A e 4-B) e concordam, com nitidez, com a visão evolucionária (4-C). Do ponto de vista dos historiadores e filósofos da Ciência, na visão evolucionária, aparentemente aqui evidenciada como dominante, a teoria antiga evolui mais precisamente e completamente a partir do acúmulo de dados e informação ao longo do tempo.

Com relação a esse aspecto de NdC, os resultados aproximam-se dos apontamentos de Lustosa e colaboradores [16]. Os autores, que também focaram sua investigação em estudantes de educação profissional e tecnológica, ao questionar se haveria mudanças teóricas e o porquê das ocorrências, julgaram que as respostas foram adequadas nos dois testes (ingressantes e concluintes), uma vez que os estudantes na maioria das vezes argumentavam que a causa das mudanças seria o surgimento de novas evidências experimentais. Os autores ainda sugerem que tal concepção de NdC possivelmente está relacionada com visão de Ciência transmitida pela disciplina de ciências no ensino fundamental, com ênfase em Biologia, na qual predomina a perspectiva evolucionária de desenvolvimento da Ciência.

B. Natureza das Observações Experimentais

Na Questão 8 foi afirmado: “As observações dos cientistas são influenciadas por crenças pessoais (por exemplo, experiências particulares, opiniões); portanto, cientistas podem não fazer as mesmas observações para o mesmo experimento”. A Tabela 2 mostra os valores de *ranking* médio (RM) e desvio padrão (Δ) das respostas aos itens que descrevem a natureza das observações experimentais com relação à dependência ou não das teorias científicas subjacentes. As afirmativas foram divididas em dois grupos: no primeiro estão aquelas que sugerem que as observações são carregadas de teorias (8-A, 8-B e 8-E), enquanto no segundo estão as que sugerem uma independência entre teoria e observação (8-C e 8-D).

TABELA 2. *Ranking* Médio (RM) e Desvio Padrão (Δ) das respostas à Questão 8, VOSE.

Natureza das Observações Experimentais							
Questão 8	1º P RM	Δ	5º P RM	Δ	7º P RM	Δ	Δ (total)
A (com base teórica)	3,49	0,23	3,09	0,13	3,40	0,44	0,28
B (com base teórica)	2,89	0,22	2,72	0,63	2,66	0,73	0,12
E (com base teórica)	3,55	0,13	4,08	0,36	3,93	0,10	0,27
C (ateórica)	3,11	0,14	3,61	0,09	3,56	0,02	0,28
D (ateórica)	3,07	0,09	3,94	0,56	3,52	0,94	0,43

Analisando os resultados disponíveis, pode-se inferir que em 8-A e 8-E os estudantes recém-ingressantes apresentaram uma tendência de concordância, porém mostraram-se indecisos quanto ao item 8-B do mesmo grupo de afirmativas que sugerem que as observações experimentais são carregadas de teorias científicas. Nas duas afirmativas do segundo grupo (8-C e 8-D), os estudantes recém-ingressantes também se mostraram indecisos. Tais resultados sinalizam que esse grupo possui uma visão que tende a uma imagem adequada de NdC, porém essa visão ainda não é totalmente clara e consistente.

Os dados da Tabela 2 sugerem que as concepções de NdC entre os estudantes de 5º e 7º períodos são bastante semelhantes, porém contraditórias em si mesmas. Se, por um lado, os estudantes tenderam a concordar com os itens 8-A e 8-E (observação carregada de teoria), eles também, de modo contraditório, tenderam a concordar com as afirmativas 8-C e 8-D (observação independente de teoria) e a discordar da afirmativa 8-B (observação carregada de teoria). Tais resultados sinalizam concepções bastante confusas e inconsistentes. Importante destacar que, com o passar dos anos, os estudantes tenderam a concordar ainda mais que por meio de uma sólida formação científica os cientistas podem abandonar valores pessoais ao realizar uma investigação científica (8-C). Por fim, observam-se valores mínimos de desvio padrão entre as turmas de recém-ingressantes e valores mais altos para os itens 8-B e 8-D nas turmas intermediárias e concluintes, sinalizando divergências de

³ Para uma melhor compreensão textual, recomendamos ao leitor o acompanhamento da interpretação e análise dos resultados tendo em *Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 16, No. 4, Dec., 2022*

opinião em relação a essas afirmativas entre as turmas de estudantes “veteranos” mesmo período.

C. Metodologia Científica

Na Questão 9 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 3 indica os valores de *ranking* médio (RM) e desvio padrão (Δ) o posicionamento dos estudantes. No primeiro grupo (9-A, 9-B e 9-F), estão as afirmativas que sugerem a utilização de um único método científico universal, enquanto no segundo grupo (9-C, 9-D e 9-E) estão as que sugerem a possibilidades de métodos diversificados.

TABELA 3. *Ranking* Médio (RM) e Desvio Padrão (Δ) das respostas à Questão 9, VOSE.

Metodologia Científica							
Questão 9	1° P RM	Δ	5° P RM	Δ	7° P RM	Δ	Δ (total)
A (método universal)	3,61	0,02	4,02	0,45	4,06	0,29	0,20
B (método universal)	3,55	0,17	4,03	0,20	3,97	0,17	0,21
F (método 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 e colaboradores [9], 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 *ranking* médio em 9-C e 9-E. Nesses itens, nota-se que os estudantes de 1° período (recém-ingressantes) tenderam a concordar, enquanto os de 5° período (intermediários) ora tenderam a concordar, ora mostraram-se indecisos, e os de 7° período (concluintes) ora tenderam a discordar, ora mostraram-se indecisos.

Com base na Tabela 3, 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 *ranking* médio em 9-C e 9-D e aumento de *ranking* médio 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 [20]. 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. Em nosso estudo, evidenciamos fortes tendências à concordância de utilização de um método científico universal nos três grupos participantes.

D. Uso da Imaginação

Na Questão 3, perguntou-se: “*Quando os cientistas estão conduzindo uma pesquisa científica, eles utilizam a imaginação?*” A Tabela 4 mostra os valores de *ranking* médio (RM) e desvio padrão (Δ) Das respostas às afirmativas que sugerem que cientistas utilizam (ou não) a imaginação quando estão conduzindo investigações científicas. No primeiro grupo (3-A e 3B), as afirmativas diferenciam-se entre si quanto ao grau de uso da imaginação (pouco ou bastante), enquanto no segundo grupo (3-C, 3-D e 3-E) são dadas diferentes justificadas para o não uso da imaginação no fazer científico.

TABELA 4. *Ranking* Médio (RM) e Desvio Padrão (Δ) das respostas à Questão 3, VOSE.

Uso da Imaginação							
Questão 3	1° P RM	Δ	5° P RM	Δ	7° P RM	Δ	Δ (total)
A (sim)	3,12	0,29	2,94	0,56	2,73	0,51	0,16
B (sim)	3,39	0,33	3,24	0,60	3,16	0,41	0,14
C (não)	2,83	0,29	3,07	0,33	3,08	0,24	0,12
D (não)	3,09	0,13	2,80	0,66	3,11	0,55	0,18
E (não)	2,87	0,12	2,89	0,55	3,22	0,05	0,16

De acordo com a análise empreendida, seguindo as subdivisões propostas na Figura 1, a visão dos estudantes mostrou-se indecisa em todas as situações propostas, uma vez que os valores de *ranking* médio estão muito próximos a 3. Gil-Pérez e colaboradores [9] ressaltam que a visão empírico-indutivista e atórica reflete uma crença na utilização do método científico universal, induzindo uma imagem de que o fazer científico dispensa a criatividade e o uso da imaginação. Nessa perspectiva, com base na análise comparativa dos dados entre recém-ingressantes e concluintes, pode-se inferir uma fraca tendência de mudança de concepção ao longo dos anos, uma vez que os estudantes afirmaram que a atividade científica não requer, ou requer muito pouco, o uso de imaginação e criatividade. Tal inferência é corroborada pela redução dos valores de *ranking* médio nos itens 3-A e 3-B (sugerem uso da imaginação) e pelo aumento dos valores de *ranking* médio nas afirmativas 3-C, 3-D e 3-E (discordam do uso da imaginação).

Novamente, os dados divergem dos resultados apontados por Lustosa e colaboradores [16]. Segundo esses autores, em sua investigação a maioria dos estudantes, tanto ingressantes como concluintes, admitiram, com bastante clareza, que a imaginação e a criatividade faziam parte da atividade científica. De acordo com Paula e Borges [21], ao investigarem a compreensão de estudantes sobre o papel da imaginação nas práticas científicas, relatam que os alunos reconheceram a importância e a legitimidade do uso da imaginação. No entanto, os autores também evidenciaram

elementos que permitiam conjecturar que em algumas situações os estudantes exibiam pontos de vista sobre a Ciência que, em alguma medida, sinalizavam uma nítida tentativa de restringir o papel da imaginação na produção do conhecimento científico.

E. Leis e Teorias Científicas

O questionário VOSE aborda o tema leis e teorias científicas em três momentos. Na Questão 5 foi perguntado: “Uma teoria científica (por exemplo, seleção natural, teoria atômica) é “descoberta” ou “inventada” por cientistas com base no mundo natural”? E na Questão 6 foi perguntado: “Uma lei científica (por exemplo, Lei da Gravidade) é “descoberta” ou “inventada” por cientistas com base no mundo natural”? Enquanto na Questão 7 foi indagado: “Na comparação com as leis, as teorias possuem menos evidências para apoiá-las”? A Tabela 5 apresenta os valores de ranking médio (RM) e desvio padrão (Δ) das respostas dos estudantes a essas questões.

TABELA 5. Ranking Médio (RM) e Desvio Padrão (Δ) das respostas às Questões 5, 6 e 7, VOSE.

Teorias Científicas							
Questão 5	1º P RM	Δ	5º P RM	Δ	7º P RM	Δ	Δ (total)
A (descoberta)	3,53	0,16	3,39	0,09	3,32	0,07	0,14
B (descoberta)	3,75	0,13	3,99	0,25	3,86	0,19	0,10
C (ambas)	3,85	0,16	3,73	0,14	4,03	0,22	0,15
D (inventada)	3,12	0,10	3,00	0,00	3,05	0,06	0,05
E (inventada)	2,88	0,10	2,73	0,14	2,70	0,29	0,11
F (inventada)	3,14	0,08	2,78	0,07	3,40	0,21	0,26
Leis Científicas							
Questão 6	1º P RM	Δ	5º P RM	Δ	7º P RM	Δ	Δ (total)
A (descoberta)	3,84	0,20	3,66	0,22	3,88	0,04	0,12
B (descoberta)	3,84	0,18	3,99	0,25	3,88	0,04	0,10
C (ambas)	3,54	0,24	3,48	0,21	3,68	0,06	0,22
D (inventada)	2,72	0,18	2,73	0,39	2,89	0,36	0,16
E (inventada)	2,49	0,25	2,05	0,31	2,28	0,01	0,18
Comparação Leis x Teorias Científicas							
Questão 7	1º P RM	Δ	5º P RM	Δ	7º P RM	Δ	Δ (total)
A (leis mais evidentes)	3,39	0,25	3,70	0,29	3,44	0,41	0,15
B (leis mais evidentes)	3,68	0,10	3,71	0,54	3,83	0,37	0,12
C (leis menos evidentes)	3,23	0,16	2,93	0,33	3,05	0,33	0,19
D (são ideias diferentes)	3,14	0,08	2,68	0,45	2,79	0,09	0,20

Com base nos resultados, pode-se concluir que os estudantes, em geral, tenderam ou concordaram nitidamente que leis e teorias científicas são descobertas, porém também concordaram que ocasionalmente elas possam ser inventadas mediante observações experimentais (questões 5 e 6 – itens

A, B e C). Observa-se que os três grupos de estudantes se mostraram indecisos, ou apresentaram uma fraca tendência de discordância, nas afirmativas que sugeriam claramente que as teorias científicas eram inventadas (5-D, 5-E e 5-F).

Com relação à possibilidade de leis científicas serem inventadas, os resultados indicam que os estudantes tenderam a discordar (6-D) ou discordaram nitidamente (6-E). Por fim, quando sugerida alguma comparação entre leis e teorias científicas, os três grupos de estudantes tenderam a concordar com a concepção de que as leis são hierarquicamente superiores às teorias científicas, isto é, que uma teoria científica, com o apoio de muitas evidências experimentais, pode eventualmente se tornar uma lei científica; porém, de modo não consistente, os estudantes mostraram-se indecisos nas afirmativas que sugeriam uma relação hierárquica inversa (7-C) ou que esses conceitos metateóricos não poderiam ser comparados (7-D).

Em síntese, tais resultados sugerem que a compreensão e a diferenciação entre leis e teorias científicas não são totalmente claras e consistentes nas concepções dos estudantes, embora tendessem fortemente para uma visão empírico-indutivista de descoberta e hierarquização entre esses conceitos, corroborando os apontamentos de Gil-Pérez e colaboradores [9]. Novamente, os resultados aqui evidenciados mostram uma forte discordância em relação ao estudo de Lustosa e colaboradores [16], no qual os autores apontam que a maioria dos estudantes, tanto ingressantes como concluintes, diferenciaram satisfatoriamente os conceitos de leis e teorias científicas

F. Validação do Conhecimento Científico

Na Questão 1, indagou-se: “Quando surgem duas teorias diferentes para explicar o mesmo fenômeno (por exemplo, extinção dos dinossauros), os cientistas aceitarão as duas teorias ao mesmo tempo”? A Tabela 6 indica os valores de 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 6. Ranking Médio (RM) e Desvio Padrão (Δ) das respostas à Questão 1, VOSE.

Validação do Conhecimento Científico							
Questão 1	1º P RM	Δ	5º P RM	Δ	7º P 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 extremo)	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)	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 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” na Ciência. Tal interpretação ainda é reforçada quando se observa a concordância das respostas com a concepção de que na Ciência não há certo ou errado (1-B, relativismo extremo), 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 *ranking* médio 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 validar uma teoria científica, os resultados corroboram o estudo de Silva [20], 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.

G. Subjetividade vs Objetividade na Ciência

A Tabela 7 apresenta de *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 efetivamente 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 7. *Ranking* Médio (RM) e Desvio Padrão (Δ) das respostas às questões/itens que abordam papel na subjetividade no questionário VOSE.

Subjetividade na Construção do Conhecimento Científico							
Questão/ítem	1º P RM	Δ	5º P RM	Δ	7º P 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 (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 cultural)	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

Os itens com asterisco (*) referem-se às afirmativas que sugeriam “como a Ciência deveria ser”, e não como ela é efetivamente realizada.

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.

A Tabela 8 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 7. Igualmente, pode-se observar, de acordo com os valores de desvio padrão, que não existem diferenças significativas entre os estudantes recém-ingressantes e os concluintes.

TABELA 8. *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/ítem	1º P RM	Δ	5º P RM	Δ	7º P RM	Δ	Δ (total)
2-C (livre de valores)	3,25	0,31	3,27	0,14	3,03	0,35	0,13
2-D (livre de valores)	3,16	0,22	3,36	0,27	2,82	0,26	0,27
15-F* (livre de valores)	2,91	0,08	2,73	0,09	2,72	0,01	0,11
3-C (livre de valores)	2,83	0,29	3,07	0,33	3,08	0,24	0,14
3-E (dispensa imaginação)	2,87	0,12	2,89	0,55	3,22	0,05	0,20
5-B (observações neutras)	3,75	0,13	3,99	0,25	3,86	0,19	0,12
6-B (observações neutras)	3,84	0,18	3,99	0,25	3,88	0,04	0,08
8-D (observações neutras)	3,07	0,14	3,94	0,56	3,52	0,94	0,43
8-C (livre de crenças)	3,11	0,14	3,61	0,09	3,56	0,02	0,27

15-E* (livre de crenças)	3,18	0,21	3,53	0,90	3,35	0,11	0,18
15-I* (livre de crenças)	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

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 7. Novamente, convergindo para o resultado inferido nas respostas da Tabelas 6 e 7, 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 7 e 8 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.

V. 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 de ensino médio brasileiro; análise e interpretação dos dados com base na complementariedade dos trabalhos de Lederman e colaboradores [5] e Gil-Pérez e colaboradores [9]. Nossos resultados podem ser assim sistematizados:

- os três grupos de estudantes (recém-ingressantes, intermediários e concluintes) concordam nitidamente com a visão evolucionária de progresso científico, porém também tendem a concordar com as visões acumulativas e revolucionárias;
- estudantes recém-ingressantes tendem a concordar ou mostram-se indecisos quanto à natureza das observações experimentais. Já os estudantes concluintes, ora tendem a concordar ora a discordar;

- 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 possuem concepções indecisas com relação ao uso da criatividade e da imaginação na atividade científica, embora seja possível observar uma tendência à discordância de tal uso entre os estudantes concluintes;
- os estudantes, em geral, não apresentam uma visão cuja compreensão e diferenciação entre leis e teorias científicas sejam totalmente consistentes, permanentes e sólidas; porém, essa visão tende para uma concepção empírico-indutivista de descoberta e hierarquização entre esses dois conceitos;
- 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.

Os resultados indicam que somente para o aspecto “Progresso da Ciência” os estudantes apresentaram uma concepção que poderia ser considerada bem-informada de NdC. Isso contrariou as expectativas prévias, pois esperava-se que a visão acumulativa e linear fosse dominante, conforme apontado pelo estudo de Gil-Pérez e colaboradores [9].

Assim, indaga-se: Será que os estudantes entenderam os termos “revolucionária” e “evolucionária” de formas distintas? Será que para os estudantes ambos os termos poderiam significar que a Ciência é progressista, inovadora e produtora de melhorias na vida cotidiana? Além disso, a atribuição de significados para outros termos científicos também demanda investigação, tais como: teorias, leis, aceitação.

Por exemplo, o que os estudantes compreenderam sobre a expressão “aceitação de uma teoria científica”? No âmbito da linguagem coloquial, é muito provável que muitos estudantes a entenderam como “possibilidade de investigação” ou “ainda sob investigação”, isto é, no sentido de que os cientistas aceitam tal teoria provisoriamente, ainda aguardando estudos futuros. Todavia, no contexto da Filosofia da Ciência, uma teoria “aceita” trata-se de uma teoria científica cuja controvérsia foi totalmente dissipada, de tal forma que pesquisas futuras relevantes são desnecessárias, e que tal teoria foi incorporada no seletivo grupo de estoque de conhecimento científico da humanidade, embora ela possa ainda estar sujeita a mudanças.

Portanto, entendemos que há necessidade de estudos futuros sobre análise semântica e de interpretação de alguns termos presentes no questionário para reforçar as evidências de que a visão evolucionária de Ciência é realmente dominante, clara e consistente com as afirmações dos estudantes.

Com relação aos aspectos “Natureza das Observações Experimentais”, “Metodologia Científica”, “Leis e Teorias Científicas”, “Validação do Conhecimento Científico”, os resultados convergem para as concepções de visão deformada de NdC apontadas por Gil-Pérez e colaboradores [9]. Em relação aos aspectos “Uso da Imaginação” e “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.

Por fim, os dados revelam que não houve diferenças substanciais entre as respostas dos três grupos de estudantes 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, conclui-se que aparentemente é falsa a hipótese de que a experiência de iniciação científica na elaboração de TCC, por si só e da forma como tem sido implementada até o momento, em conjunto com as outras disciplinas científicas, tem provocado mudanças significativas nas concepções de NdC dos estudantes. Tais resultados corroboram, conforme destacado por Lederman e colaboradores [5], a ideia de que as concepções de NdC são mais bem aprendidas quando se utilizam abordagens explícitas e reflexivas, em vez de abordagens implícitas de investigação científica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos professores Ângelo César Perinotto e Adilson Luiz da Silva pela ajuda na aplicação do questionário. Também agradeço à pró-reitoria de pesquisa do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul - FMS, à coordenação de pesquisa e à direção de ensino do IFMS, campus Três Lagoas, pela colaboração na viabilização do estudo. Por fim, um agradecimento mais do que especial aos estudantes participantes.

REFERÊNCIAS

- [1] Lederman, N. G., *In Handbook of Research on Science Education* (Lawrence Erlbaum, Mahwah, 2007).
- [2] Driver, R., Leach, J. & Millar, R., *Young people's images of science*. (Open University Press, Londres, 1996).
- [3] Lederman, N. G., Bartos, S. A. & Lederman, J., *In Handbook of historical and philosophical research in Science education* (Springer, Dordrecht, 2014).
- [4] Azevedo, N. H., Scarpa, D. L., *Revisão sistemática de trabalhos sobre concepções de natureza da ciência no ensino de ciências*, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências **17**, 579-619 (2017).
- [5] Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Schwartz, R. S., *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**, 497-521 (2002).

[6] McComas, W. F., Almazroa, H. & Clough, M. P., *The nature of science in science education: An introduction*, Science & Education **7**, 511-532 (1998).

[7] Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R., *What "ideas-about-science" should be taught in school science? A Delphi study of the expert community*, Journal of Research in Science Teaching **40**, 692-720 (2003).

[8] Vázquez, Á., Acevedo, J. A., Manassero, M. A. & Acevedo, P., *Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia*, Argumentos de Razón Técnica **4**, 135-176 (2001).

[9] Gil-Pérez, D. G., Montoro, I. F., Alís, J. C., Cachapuz, A. & Praia, J., *Para uma imagem não deformada do trabalho científico*, Ciência & Educação **7**, 125-153 (2001).

[10] Cachapuz, A. Gil-Perez, D., Carvalho, A. D., Praia, J., & Vilches A., *A necessária renovação do ensino das ciências* (Cortez, São Paulo, 2005).

[11] Matthews, M. R., *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (Springer Academic, Boston, 2014).

[12] Schwartz, R., Lederman, N. & Abd-El-Khalick, F., *A series of misrepresentations: A response to Allchin's whole approach to assessing nature of science understandings*, Science & Education **96**, 685-692 (2012).

[13] Chalmers, A. F., *O que é ciência afinal?* (Brasiliense, São Paulo, 1993).

[14] Hewitt, P. G., *Fundamentos de Física Conceitual*. (Bookman, Porto Alegre, 2015).

[15] Teixeira, E. S., Freire-Júnior, O. & El-Hani, C. N., *A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física*, Ciência & Educação, **15**, 529-556 (2009).

[16] Lustosa, G. S., Veras, D. S., da Conceição, N. D. S. & Paiva, E. S. V. S., *Concepção de discentes do ensino médio integrado sobre natureza da ciência*, Cadernos Cajuína **5**, 480-497, 2020.

[17] Chen, S., *Development of an instrument to assess views on nature of science and attitudes toward teaching science*, Science & Education **90**, 803-819 (2006).

[18] Malhotra, N. K., *Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada*. (Bookman, Porto Alegre, 2001).

[19] Burton, E. P., *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 (2013).

[20] Silva, B. V. C., *A natureza da ciência pelos alunos do ensino médio: um estudo exploratório*, Latin-American Journal of Physics Education **4**, 620-627 (2010).

[21] Paula, H. F., Borges, A. T., *A compreensão dos estudantes sobre o papel da imaginação na produção de ciências*, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **25**, 478-506 (2008).