



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

EVELYN HERIKA SILVA ARAÚJO

ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES SOBRE TEMAS RELATIVOS À NATUREZA DA CIÊNCIA: SEGUNDO COMPONENTE DO MODELO DE RECONSTRUÇÃO EDUCACIONAL

**CAMPINA GRANDE
2023**

EVELYN HERIKA SILVA ARAÚJO

ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES SOBRE TEMAS RELATIVOS À NATUREZA DA CIÊNCIA: SEGUNDO COMPONENTE DO MODELO DE RECONSTRUÇÃO EDUCACIONAL

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado ao Departamento do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas

Área de concentração: Pesquisa e Educação.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Michelle Garcia da Silva

**CAMPINA GRANDE
2023**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

A663a Araujo, Evelyn Herika Silva.
Análise das concepções dos estudantes sobre temas relativos à natureza da ciência [manuscrito] : segundo componente do modelo de reconstrução educacional / Evelyn Herika Silva Araujo. - 2023.
31 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2024.

"Orientação : Profa. Dra. Michelle Garcia da Silva, Coordenação do Curso de Ciências Biológicas - CCBSA. "

1. Docência. 2. Natureza da ciência. 3. Modelo de reconstrução educacional. I. Título

21. ed. CDD 570

EVELYN HERIKA SILVA ARAÚJO

ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES SOBRE TEMAS RELATIVOS À NATUREZA DA CIÊNCIA: SEGUNDO COMPONENTE DO MODELO DE RECONSTRUÇÃO EDUCACIONAL


Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado ao Departamento do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas


Área de concentração: Pesquisa e Educação.

Aprovada em: 07/12/2023.

BANCA EXAMINADORA


Prof.^a. Dr.^a. Michelle Garcia da Silva (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof.^a. Ma. Nivia Maria Rodrigues dos Santos
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Dr. Luiz Alberto da Silva Júnior
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO	7
3	PERCURSO METODOLÓGICO	11
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	13
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
	REFERÊNCIAS	23
	APÊNDICE A - GABARITO DO QUESTIONÁRIO UTILIZADO	
	COMO INSTRUMENTO AVALIATIVO.....	27
	ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E	
	ESCLARECIDO.....	30
	AGRADECIMENTOS.....	31

ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES DOS ESTUDANTES SOBRE TEMAS RELATIVOS À NATUREZA DA CIÊNCIA: SEGUNDO COMPONENTE DO MODELO DE RECONSTRUÇÃO EDUCACIONAL

ANALYSIS OF STUDENTS' CONCEPTIONS ON TOPICS RELATED TO THE NATURE OF SCIENCE: SECOND COMPONENT OF THE MODEL OF EDUCATIONAL RECONSTRUCTION

Evelyn Herika Silva Araújo*

RESUMO

Diante da importância da Natureza da Ciência (NdC), este trabalho tem como objetivo analisar como os professores de biologia em formação inicial compreendem determinados temas relacionados ao trabalho científico, identificando como suas compreensões podem apoiar futuros processos de design de intervenções educacionais sobre esses temas. Para tal, foram utilizadas como suporte teórico-metodológico as orientações do segundo componente do Modelo de Reconstrução Educacional (MRE). Para seu desenvolvimento, o estudo foi estruturado em três etapas: (1) análise e apropriação dos temas relacionados a NdC presentes no instrumento avaliativo; (2) Aplicação do instrumento avaliativo em turma de Licenciatura em Ciências Biológicas e (3) Análise e interpretação dos dados com base no referencial teórico de Pérez e colaboradores (2001), que nos orientou sobre as concepções próximas e distantes sobre NdC aceitas na comunidade acadêmica. Participaram do estudo 44 respondentes, cujas as concepções sobre os seguintes temas de NdC foram analisadas: (1) Validação do conhecimento científico; (2) Subjetividade e objetividade; (3) Criatividade e Imaginação; (4) Caráter tentativo da ciência; (5) Teorias e leis; (6) Métodos científicos e (7) Natureza das observações. Os resultados mostraram que os respondentes possuem visões próximas sobre NdC acerca de temas como “Criatividade e imaginação”, “Caráter tentativo da ciência”, “Natureza das observações no trabalho científico” e “Métodos científicos”. O esforço de planejar ambientes de ensino e aprendizagem sobre NdC, quando feito com base no MRE e voltados para a formação de professores de biologia, deve reconhecer que esses temas podem ser entendidos como pontos de partida do processo de design. Isso, por serem temas cujas as compreensões dos professores de biologia em formação se aproximam do esperado, mesmo que haja ainda necessidade de ampliação do repertório de conhecimentos, como por exemplo, compreender de forma mais sofisticada se dá a evolução e o desenvolvimento do trabalho científico. A análise dos demais temas apontou para uma compreensão distante dos respondentes em relação a eles, a consequência disso para o processo de design de ambientes de ensino e aprendizagem sobre NdC é o entendimento de que esses temas podem se configurar como dificuldades de aprendizagem. Um exemplo disso é a compreensão distante sobre a forma como se estabelece a aceitação de uma teoria em detrimento de outra. Desse modo, o estudo permitiu mapear as concepções próximas e distantes dos professores de biologia em formação sobre NdC, apontando como esse entendimento contribui para orientar futuros processos de design de ambientes de ensino e aprendizagem sobre esse tema.

* Estudante de Graduação do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba. *E-mail*: evelyn.araujo@aluno.uepb.edu.br.

Palavras-Chave: docência; natureza da ciência; modelo de reconstrução educacional.

ABSTRACT

Given the importance of the Nature of Science (NS), this study aims to analyze how biology teachers in initial training understand certain topics related to scientific work, identifying how their understanding can support future design processes for educational interventions on these topics. To this end, the guidelines of the second component of the Educational Reconstruction Model (ERM) were used as theoretical and methodological support. The study was developed in three stages: (1) analysis and appropriation of the themes related to NS present in the assessment tool; (2) application of the assessment tool in a Biological Sciences undergraduate class and (3) analysis and interpretation of the data based on the theoretical framework of Pérez et al. (2001), which guided us on the proximate and distant conceptions of NS accepted in the academic community. Forty-four respondents took part in the study, whose conceptions of the following NS themes were analyzed: (1) Validation of scientific knowledge; (2) Subjectivity and objectivity; (3) Creativity and imagination; (4) Tentative nature of science; (5) Theories and laws; (6) Scientific methods and (7) Nature of observations. The results indicated that the respondents had similar views of NS on themes such as "Creativity and imagination", "Tentative nature of science", "Nature of observations in scientific work" and "Scientific methods". The effort to design teaching and learning environments about NS, when based on the MER and directed towards the training of biology teachers, must recognize that these themes can be understood as starting points in the design process. This is because the understanding of biology teachers in training is similar to what is expected, even if there is still a need to expand their repertoire of knowledge, such as understanding the evolution and development of scientific work in a more sophisticated way. The analysis of the other themes pointed to a distant understanding of them on the part of the respondents, the consequence of which for the process of designing teaching and learning environments on NS is the understanding that these themes can be configured as learning difficulties. An example of this is the distant understanding of how acceptance of one theory happens to the detriment of another. In this way, the study made it possible to map the proximate and distant conceptions of biology teachers in training about NS, pointing out how this understanding contributes to guiding future design processes for teaching and learning environments on this topic.

Keywords: teaching; nature of science; educational reconstruction model.

1 INTRODUÇÃO

A natureza da ciência (NdC) engloba uma variedade de aspectos sobre o que é a ciência, seu funcionamento interno e externo, como constrói e desenvolve o conhecimento que produz, os métodos que usa para validar esse conhecimento, os valores envolvidos nas atividades científicas, a natureza da comunidade científica, os vínculos com a tecnologia, as relações da sociedade com o sistema tecnocientífico e vice-versa, as contribuições desta para a cultura e o progresso da sociedade (Vásquez-Alonso et al., 2007).

Várias pesquisas sobre NdC investigam a concepção de ciência sobre o que o cientista faz sobre como ocorre a produção do conhecimento como por exemplo, Lederman (2007, McComas e Olson (1998) e Schwartz, Lederman e Abd-El-Khalick (2012), enquanto outras estão mais relacionadas com aquilo que os estudantes aprendem ao se envolverem no contexto das práticas ou investigações científicas (Jiménez-Aleixandre; Crujeiras, 2017; Kelly, 2008; Osborne, 2016; Östman; Wickman, 2014; Sandoval, 2005, 2014). Nesse contexto, entendemos que o termo práticas científicas pode ser considerado mais abrangente.

te do que investigação científica, uma vez que o último, geralmente, está associado a trabalhos práticos ou tarefas de laboratório, enquanto o primeiro seria mais abrangente em função de englobar uma série de ações, tarefas e performances análogas às científicas, tais como: desenvolver e usar modelos; argumentar a partir das evidências; elaborar explicações; planejar e conduzir investigações, dentre outras práticas. (Mendonça, 2020). De antemão, deixamos claro que este estudo vai na perspectiva das primeiras abordagens.

Muitas pesquisas sobre NdC têm investigado as visões dos professores e estudantes sobre ciência ao se engajarem efetivamente em investigações ou práticas que visam a construção e avaliação do conhecimento, como, por exemplo, modelagem e argumentação (Jiménez-Aleixandre Crujeiras, 2017; Kelly, 2008; Osborne, 2016; Östman e Wickman, 2014; Sandoval, 2014). Os pesquisadores estão preocupados em entender como a partir de tarefas específicas socialmente contextualizadas, o conhecimento epistêmico se desenvolve. Eles partem do pressuposto de que o aprendizado dos processos cognitivos, sociais, epistêmicos e materiais da ciência são fundamentais para que o aluno compreenda a natureza da ciência. Consequentemente, os profissionais responsáveis pelo ensino de ciências precisam ter competências específicas para promover processos de ensino que tenham o potencial de favorecer a aprendizagem sobre o que é ciência. No entanto, isso não é tarefa fácil, principalmente se as concepções sobre o trabalho científico desses profissionais forem distorcidas.

Em um estudo realizado por Pérez e colaboradores (2001) os autores investigaram possíveis deformações na compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico, uma das atividades para identificar tais deformações foi realizada com professores de ciências em formação inicial e em formação contínua. Nessa perspectiva, os autores identificaram sete visões distorcidas da ciência que eram compartilhadas entre esses docentes. Isso significa que, os atores responsáveis por ensinar ciência e, consequentemente, por oferecer uma imagem adequada do que é a construção do conhecimento científico nos mais diversos níveis de ensino são também aqueles que compreendem a ciência a partir de uma visão pouco informada (Pérez et al., 2001).

Na educação, o ensino de ciências está a cargo, na maioria das vezes, dos professores de ciências e biologia. Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é esperado da área das Ciências da Natureza, onde estão alocados o ensino de ciências e biologia, que o estudante construa a competência de investigar situações problema e avaliar a aplicação do conhecimento científico e tecnológico e seu impacto no mundo.

Evidenciando mais uma vez a necessidade de contextualização por meio de interpretações que vão além daquelas biológicas, como a interpretação sociocultural, entendendo que é necessário que os estudantes sejam progressivamente estimulados e apoiados no planejamento e na realização cooperativa de atividades investigativas, bem como no compartilhamento dos resultados dessas investigações. Isso não significa realizar atividades seguindo, necessariamente, um conjunto de etapas pré-definidas, tampouco se restringir à mera manipulação de objetos ou realização de experimentos em laboratório. Dessa forma, propõe-se que os estudantes sejam motivados a definir problemas e, a partir deles, realizar levantamentos, análises e representações (Brasil, 2023).

Nesse sentido, fica claro a necessidade dos professores possuírem concepções bem informadas da ciência. Dentre as inúmeras possibilidades para alcançar tal feito, está o design de ambientes de ensino e aprendizagem que tenham o potencial de ampliar as concepções docentes sobre NdC tanto em contextos de formação inicial, como em contextos de formação contínua. Para tal, pode ser utilizado como referencial teórico e metodológico o Modelo de Reconstrução Educacional - MRE (Duit et al., 2012). Esse modelo oferece um caminho seguro para o *design* de ambientes de ensino e aprendizagem a partir do seu quadro intermediário construtivista e de seus três componentes.

O segundo componente do MRE, trata da análise das perspectivas dos sujeitos para o qual o ambiente de ensino e aprendizagem está sendo construído. Assim, são analisadas as concepções desses sujeitos sobre o conteúdo que será foco de sua aprendizagem. Essas concepções, juntamente com as concepções científicas associadas a tal conteúdo, servirão para guiar todo o processo de design (Silva, 2019). Nesta perspectiva, o segundo componente do MRE suscita questões que vão além do estudo empírico das perspectivas dos estudantes, agregando “outros estudos sobre os processos de ensino e aprendizagem e o papel específico dos métodos, experimentos e outras ferramentas de ensino.”.

Nesta visão ampla do segundo componente do MRE cabe também analisar as perspectivas dos professores sobre os conceitos científicos e pesquisar sobre o processo de aprendizagem dos estudantes (Duit et al., 2012). É na perspectiva do segundo componente do MRE que este trabalho se insere, como uma tentativa de contribuir com o conhecimento das concepções de professores de biologia em formação sobre NdC, bem como para contribuir com futuros processos de design de intervenções educacionais que tenham como objetivo ampliar o conhecimento de professores sobre NdC.

Vale ressaltar ainda que os trabalhos responsáveis por investigar as concepções dos professores se inserem no amplo campo da investigação sobre as características do professor (Teixeira; Megid Neto, 2017). De acordo com Matos e Jardimino (2016), o conceito de concepção remete a um sistema de explicações sobre um determinado fenômeno, que abarca conceitos, representações e preconceitos de cada sujeito, atingindo tanto a crítica como a valorização das experiências vivenciadas.

Diante disso, é importante investigar as percepções de professores de ciências e biologia, em formação, para construir ambientes de ensino-aprendizagem que tenham o potencial de favorecer a (re)construção de uma compreensão bem informada da ciência no nível superior. Vale ressaltar ainda, que a escolha pelas concepções de professores de biologia em formação se deu porque segundo Azevedo e Scarpa (2017, p. 605) “os pesquisadores em ensino de Biologia têm se dedicado pouco à investigação das concepções de NdC, em comparação com as áreas de ensino de Física e de Química, ainda que o ensino de Biologia também propague visões pouco informadas sobre a NdC”.

Neste trabalho optou-se por utilizar o segundo componente do MRE para viabilizar a análise que se pretende, sendo assim, a pergunta da pesquisa que orienta esse trabalho é: **Que concepções professores de biologia em formação inicial têm sobre determinados temas relativos à Natureza da Ciência? Como essas concepções podem ser úteis para orientar futuros processos de design de intervenções educacionais sobre esses temas?** Sendo assim, o objetivo geral deste trabalho é analisar como os professores de biologia em formação inicial compreendem determinados temas relacionados ao trabalho científico, identificando como suas compreensões podem apoiar futuros processos de design de intervenções educacionais sobre esses temas.

Assim, os objetivos específicos são: Identificar aproximações e distanciamentos entre as concepções dos professores de biologia em formação e aquelas aceitas como referência na comunidade científica sobre temas relativos à Natureza da Ciência, bem como, a partir disso, apontar possíveis pontos de partida, necessidades e dificuldades de aprendizagem que devem ser consideradas em futuros processos de design de intervenções educacionais sobre esses temas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Na literatura da área, são encontradas várias definições para o termo NdC. Dentre elas, a apresentada por McComas (2008) reflete a perspectiva geral adotada neste artigo. Segundo o autor, NdC é:

[...] um domínio híbrido que combina aspectos de vários estudos sociais da Ciência, incluindo História, Filosofia e Sociologia da Ciência, combinados com a pesquisa das Ciências da Cognição, como a Psicologia, em uma rica descrição da Ciência; como ela funciona, a forma de operar dos cientistas, enquanto um grupo social; e como a própria sociedade tanto dirige como reage aos empreendimentos científicos (McComas, 2008, p. 249–250).

Sob esta ótica, vários pesquisadores da área têm investigado sobre a importância de se introduzir aspectos de Natureza da Ciência no ensino de Ciências e sobre as concepções de NdC que são possíveis de ser encontradas nesse contexto (Azevedo; Scarpa, 2017). Pérez e colaboradores (2001) empreenderam esforços nesse sentido ao analisar artigos sobre educação científica relacionados a NdC e investigar sobre as concepções sobre NdC de professores em formação inicial e continuada. Por meio desse trabalho, os autores apresentam visões distorcidas e essenciais do trabalho científico, bem como ressaltam “a importância (re)conhecer as visões pouco informada dos professores sobre o trabalho científico, para a partir daí poderem consciencializar e modificar as suas próprias concepções epistemológicas acerca da natureza da ciência e da construção do conhecimento científico” (Perez et al., 2001, p. 125).

A (re)construção das concepções de professores sobre NdC favorece uma abordagem contextualizada, explícita e integrada de aspectos de NdC no ensino de e sobre Ciências, de maneira que, pode auxiliar não apenas a aprendizagem de conteúdos científicos curriculares como o desenvolvimento de uma visão mais ampla, na medida em que potencializa a construção do conhecimento de e sobre Ciências em seus contextos de construção, com seus limites e alcances, aproximando os estudantes desses contextos (Santos, 2020).

Nesse sentido, Driver et al. (1996) não apenas reconhecem a importância de se inserir aspectos de NdC no currículo, como também apresentam cinco benefícios que a aprendizagem de tais aspectos pode acarretar: (i) entendimento dos processos da Ciência; (ii) tomadas de decisões informadas sobre questões sociocientíficas; (iii) apreciação da Ciência como um elemento essencial da cultura contemporânea; (iv) consciência das normas da comunidade científica; e (v) aprendizagem do conteúdo científico curricular com mais profundidade. Entretanto, mais de duas décadas depois, ao analisar o currículo de nove países, Olson (2018) mostrou que raramente (com exceção do currículo da Austrália) os aspectos de NdC são apresentados como objetivos de aprendizagem.

No trabalho de Pérez e colaboradores (2001) são apresentadas sete visões distorcidas sobre o trabalho científico compartilhadas entre os professores que foram sujeitos de sua pesquisa e os artigos científicos analisados. Essas visões serviram como referencial teórico para definir o que estamos entendendo como concepções distantes do conhecimento científico de referência, que no nosso caso é o conhecimento sobre a NdC (Quadro 1).

Nos termos do MRE é considerada uma concepção distante sobre um dado conteúdo, aquela que assume uma posição antagônica ao conhecimento científico de referência sobre ele, ou mesmo, que não utiliza o conhecimento científico como possibilidade explicativa (Silva; Smania-Marques; Ferreira, 2022). As autoras ainda destacam que as concepções distantes têm o potencial de se transformarem em dificuldades de aprendizagem quando estão submetidas a processos de design de intervenções educacionais.

Quadro 1 - Concepções sobre Natureza da Ciência distantes do conhecimento científico de referência.

CONCEPÇÕES DISTANTES DO CONHECIMENTO DE REFERÊNCIA	Definições

SOBRE NATUREZA DA CIÊNCIA	
1. Visão Empírico-Indutivista e Ateórica	“É uma concepção que destaca o papel “neutro” da observação e da experimentação (não influenciadas por idéias apriorísticas), esquecendo o papel essencial das hipóteses como orientadoras da investigação, assim como dos corpos coerentes de conhecimentos (teorias) disponíveis, que orientam todo o processo.”. (Perez et al., 2001, p.129).
2. Visão Rígida	Nessa visão, “apresenta-se o ‘método científico’ como um conjunto de etapas a seguir mecanicamente. Por outro lado, destaca-se o que se supõe ser um tratamento quantitativo, controle rigoroso etc., esquecendo - ou, inclusive, recusando - tudo o que se refere à criatividade, ao caráter tentativo, à dúvida.”. (Perez et al., 2001, p. 130).
3. Visão Aproblemática e Ahistórica	“A terceira deformação está muito ligada a essa visão rígida, é uma visão aproblemática e ahistórica (portanto, dogmática e fechada): transmitem-se os conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas que lhe deram origem, qual foi a sua evolução, as dificuldades encontradas etc., e não dando igualmente a conhecer as limitações do conhecimento científico atual nem as perspectivas que, entretanto, se abrem.” (Perez et al., 2001, p. 131).
4. Visão Exclusivamente Analítica	“Que destaca a necessária divisão parcelar dos estudos, o seu caráter limitado, simplificador.”. (PEREZ et. al., 2001, p.131-132).
5. Visão Acumulativa de Crescimento Linear	“A quinta deformação é a que transmite uma visão acumulativa de crescimento linear dos conhecimentos científicos: o desenvolvimento científico aparece como fruto de um crescimento linear, puramente acumulativo (...), que ignora as crises e as remodelações profundas (...), fruto de processos complexos que não se desejam e deixam moldar por nenhum modelo (pré)definido de mudança científica (...) (Perez et al., 2001, p. 131).
6. Visão Individualista e Elitista	“É a que transmite uma visão individualista e elitista da ciência. Os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo, dos intercâmbios entre equipes. Em particular faz-se crer que os resultados obtidos por um só cientista ou equipe podem ser suficientes para verificar, confirmando ou refutando, uma hipótese ou toda uma teoria.”. (Perez et al., 2001, p. 133).
7. Visão Socialmente Neutra	“É a que transmite uma imagem descontextualizada, socialmente neutra da ciência: esquecem-se as complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade e proporciona-se uma imagem deformada dos cientistas como seres “acima do bem e do mal”, fechados em torres de marfim e alheios à necessidade de fazer opções.”. (Perez et al., 2001, p. 133).

Fonte: elaborado pela autora com base em Perez e colaboradores (2001), 2023.

No contraponto das visões consideradas distantes, estão aquelas que foram consideradas neste trabalho como visões próximas do conhecimento de referência sobre a NdC (Quadro 2). Nos termos do MRE é considerada uma concepção próxima sobre um dado conteúdo, aquela que assume uma posição de similaridade ao conhecimento científico de referência sobre ele, ou seja, que utiliza o próprio conhecimento científico como possibilidade explicativa (Silva; Smania-Marques; Ferreira, 2022). As autoras ainda destacam que as concepções próximas têm o potencial de se transformarem em necessidades de aprendizagem quando estão submetidas a processos de design de intervenções educacionais. Nos termos desse trabalho, tratam-se de concepções próximas aquelas delineadas como bem informadas da ciência, que foram estruturadas a partir das cinco características essenciais do trabalho científico elencadas por Pérez e colaboradores (2001). No entanto, vale ressaltar que ao apresentar essas características os autores não tiveram a pretensão de esgotar todas as características do trabalho científico desenvolvido em em todas as áreas do conhecimento, independentemente do *modus operandi* de cada área; mas destacar alguns aspectos essenciais em que se identifica um amplo consenso. Mesmo essa ideia de consenso sobre a natureza do trabalho científico é fonte de amplas discussões no âmbito acadêmico (Perez et. al., 2001; Azevedo; Scarpa, 2017), mas nossa intenção aqui é apresentar o referencial teóri-

co que nos ajudar a identificar as concepções dos professores em formação sobre a natureza da ciência.

Quadro 2 - Concepções sobre Natureza da Ciência próximas do conhecimento científico de referência.

CONCEPÇÕES PRÓXIMAS DO CONHECIMENTO DE REFERÊNCIA SOBRE NATUREZA DA CIÊNCIA	Definições
1. A recusa da idéia de método científico único	A recusa da ideia de que a ciência segue um conjunto de regras perfeitamente definidas, que devem ser aplicadas de forma mecânica e independentemente do domínio investigado. Na verdade, os métodos são escolhidos conforme os problemas de pesquisa que se pretende investigar. O que se tem é um pluralismo metodológico.
2. A recusa de um empirismo que concebe os conhecimentos como resultados da inferência indutiva a partir de “dados puros”	Os dados não têm sentido em si mesmos, pelo que requerem ser interpretados de acordo com um referencial teórico, ou seja à luz de um sistema teórico. A observação não é neutra.
3. O papel atribuído pela investigação ao pensamento divergente	A ciência trabalha em termos de hipóteses e não de certezas e conclusões definitivas.
4. Procura de coerência global	“O fato de trabalharmos a partir de hipóteses introduz exigências suplementares de rigor: é preciso duvidar sistematicamente dos resultados obtidos e de todo o processo seguido para os obter, o que conduz a revisões contínuas na tentativa de obter esses mesmos resultados por diferentes caminhos e, muito particularmente, para mostrar coerência com os resultados obtidos noutras situações. O método pode até ser diferente, mas o resultado é igual.”. (PEREZ et al., 2001, p. 137).
5. Compreender o caráter social do desenvolvimento científico	A ciência é uma construção humana, portanto, está sujeita a influências políticas, sociais e culturais. Desse modo, não faz sentido a ideia de investigação completamente autônoma.

Fonte: elaborado pela autora com base em Perez e colaboradores (2001), 2023.

Ainda sobre o quadro 2, é importante destacar ainda que para propor tais características os autores não se colocam à margem do entendimento de que a natureza do trabalho científico deu lugar a sérios debates, nos quais se manifestam notórias discrepâncias e mesmo divergências entre filósofos da ciência (Perez et al., 2001; Azevedo; Scarpa, 2017). Nesse sentido, as listas anteriormente apresentadas não são únicas na literatura da área de ensino de ciências. Lederman (2006), por exemplo, propôs uma lista de sete princípios que deveriam ser ensinados aos estudantes sobre NdC: (i) o conhecimento científico é provisório; (ii) o conhecimento científico tem caráter empírico; (iii) o conhecimento científico é norteado por teorias. (iv) o conhecimento científico é produto da criatividade e imaginação humanas; (v) o conhecimento científico é influenciado pelos contextos cultural e social; (vi) existem diferenças entre observação e inferência; (vii) existem diferenças entre leis e teorias.

A própria discussão sobre a utilização dessas listas nos processos de ensino e aprendizagem da ciência, independentemente do nível de ensino, é algo questionado pelos pesquisadores dessa área, pois são identificadas preocupações sobre o impacto de sua utilização para a aprendizagem. Dessa forma, com base nas listas, é possível que os estudantes interpretem de forma equivocada os aspectos de NdC apresentados como afirmações (Clough, 2006). Dentre as possibilidades destacadas pelos autores, está aquela em que os

estudantes podem entender erroneamente que o caráter provisório do conhecimento científico significa que ele não é confiável; Ou, ao afirmar que a ciência é subjetiva, não fica claro que isso se refere ao fato de que ideias e observações surgem de um contexto teórico que não é necessariamente único em um determinado momento histórico, sendo influenciado pelas escolhas dos cientistas; Ao mencionar que a ciência possui um componente criativo, é importante esclarecer o papel e a abrangência da criatividade na produção do conhecimento para que os estudantes não entendam que qualquer procedimento pode ser entendido como método do trabalho científico (Azevedo, 2017).

Os autores que questionam a utilização das listas de NdC para fins de ensino e aprendizagem da ciência defendem que elas não contribuem para abordar integralmente as dimensões de aprender ciências, aprender a fazer ciência, aprender sobre ciências e aprender a lidar com temas sociocientíficos em sala de aula (Allchin, 2011; Irzik; Nolla, 2011; Clough, 2007; Matthews, 2012). Apesar de entendermos o que é colocado por esses autores e concordarmos com eles em parte, as listas apresentadas neste trabalho tem objetivo de pesquisa. Assim, consideramos as características trazidas por Perez e colaboradores (2001), por sua relevância na área de ensino de ciência no Brasil e por entendermos que essas características orientaram de forma clara as análises dos dados obtidos nesse estudo, ou seja, a análise das concepções de professores de biologia em formação sobre NdC, como segunda etapa do MRE.

3 PERCURSO METODOLÓGICO

O percurso metodológico deste estudo foi orientado pelo segundo componente do Modelo de Reconstrução Educacional (MRE), cujo objetivo é identificar e compreender as condições prévias de aprendizagem dos estudantes sobre um dado conteúdo a ser ensinado (Silva, 2019). Nesse contexto, é importante situar que esse segundo componente, juntamente com os outros dois, compõem os pressupostos metodológicos que orientam o processo de construção de ambientes de ensino e aprendizagem pautados no MRE. Embora não tenhamos neste trabalho a intenção de construir um ambiente de ensino e aprendizagem, o conhecimento construído a partir de seu desenvolvimento tem o potencial de viabilizar o design de intervenções educacionais sobre NdC. Assim, foram estruturadas as seguintes etapas para viabilizar a identificação das concepções dos professores de biologia em formação sobre NdC (Quadro 3).

Quadro 3 - Etapas do percurso metodológico



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

A primeira etapa da pesquisa tratou do estudo e apropriação dos temas de NdC presentes no instrumento avaliativo utilizado para possibilitar a identificação das concepções

dos professores de biologia em formação. Esse instrumento foi um questionário pré-teste organizado e validado no âmbito de pesquisa maior, da qual esse trabalho fez parte, desenvolvida no Laboratório de Ensino de Biologia (LEBio) da Universidade Estadual da Paraíba, cujo foco era a investigação do potencial de uma cartilha sobre NdC para promover a ampliação das concepções dos leitores (estudantes do ensino superior) sobre o trabalho científico. Como o questionário pré-teste havia sido previamente empregado em uma pesquisa anterior, optou-se por sua utilização, para que não fosse necessário construir e validar um novo instrumento avaliativo. Desse modo, o questionário utilizado nesta pesquisa foi composto por questões de outros dois questionários, Questionário de Opiniões sobre Ciência e Educação (VOSE) (Chen, 2006) e Visões de Estudantes sobre a Natureza da Ciência por meio da Contextualização em Ecologia (VENCCE) (Azevedo; Scarpa, 2017), utilizados como referência pelos pesquisadores que o construíram e validaram no âmbito do LEBio. Foram as temáticas das questões que nortearam a escolha dos pesquisadores para aquelas que iriam compor o questionário pré-teste e pós-teste. Por isso, de ambos os questionários de referência, foram utilizadas as questões que contemplavam as temáticas que apareciam na cartilha. Tendo em vista o nosso objetivo de pesquisa, utilizamos apenas o questionário pré-teste como instrumento avaliativo das concepções dos professores de biologia em formação.

Além disso, tratou-se de um questionário composto por dez situações, cada uma contendo um conjunto de afirmações, de acordo com as temáticas específicas. Cada afirmação tinha o seu gabarito, ou seja, uma resposta esperada. Ainda sobre isso, cabe destacar que como os questionários VOSE e VENCCE foram construídos para o nível médio de ensino e utilizamos algumas situações dele no âmbito do ensino superior, então foi também nessa etapa que algumas alterações no gabarito das afirmações foram feitas, pois entendemos que respostas que poderiam ser suficientes para o ensino médio, não eram para nível superior. No apêndice A é possível ter acesso ao questionário utilizado com as respostas esperadas de cada afirmação. Em termos de estrutura, sumariamente, o questionário foi composto por dez situações/questões, em que era possível se posicionar frente ao conjunto de afirmações ligadas a cada situação. Assim, para cada afirmação o respondente deveria se posicionar com base em uma escala de zero a cinco, que variava de discordo totalmente até concordo totalmente, conforme é possível observar no quadro 4.

Quadro 4 - Exemplo de estruturação do questionário utilizado como instrumento de pesquisa

Situação 1. Quando surgem duas teorias diferentes para explicar o mesmo fenômeno (por exemplo, fósseis de dinossauros), os cientistas aceitarão as duas teorias ao mesmo tempo?						
S1A. Sim, porque os cientistas ainda não podem dizer objetivamente qual teoria é melhor; portanto, eles aceitarão ambas provisoriamente.						
	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente
S1B. Sim, porque as duas teorias podem oferecer explicações de diferentes perspectivas, não há certo ou errado.						
	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente
S1C. Não, porque cientistas tendem a aceitar a teoria com a qual estão mais familiarizados.						
	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

S1D.Não, porque os cientistas tendem a aceitar as teorias mais simples e evitar as teorias mais complexas.						
	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Sobre as temáticas de NdC presentes no questionário utilizado, foram identificadas as seguintes: validação do conhecimento científico; subjetividade e objetividade; uso da imaginação; caráter tentativo; teorias e leis; natureza das observações; métodos científicos; observação e raciocínio; métodos de investigação; história e criatividade e características das teorias científicas. Desse modo, foram as concepções dos professores em formação sobre esses temas que foram identificadas por meio do questionário utilizado.

A segunda etapa da pesquisa tratou da aplicação dos questionários em turmas do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba. O questionário foi aplicado pela professora no componente curricular obrigatório de Pesquisa Social em duas turmas do turno noturno nos semestres letivos 2023.1 e 2023.2. A referida professora faz parte da equipe de desenvolvimento da pesquisa maior da qual este trabalho fez parte e de onde o questionário utilizado foi resgatado. O componente curricular Pesquisa Social é o primeiro componente curricular voltado para aspectos educacionais na grade curricular do referido curso, sendo ofertado no quinto período, depois de um conjunto de componentes curriculares cujo os conteúdos são da Biologia pura. Em Pesquisa Social são abordados temas relacionados aos aspectos teóricos e metodológicos desse campo do conhecimento, tomando como base a Pesquisa em Educação em Ciências. Assim, contou-se com a participação de 26 professores em formação no semestre de 2023.1 e 18 professores em formação no semestre 2023.2. O questionário foi aplicado de maneira remota como atividade preliminar do referido componente curricular, no entanto só foram considerados para essa pesquisas os dados cujos os respondentes declararam entender os objetivos da participação na pesquisa e concordaram em participar, isso foi feito a partir da leitura e concordância do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B).

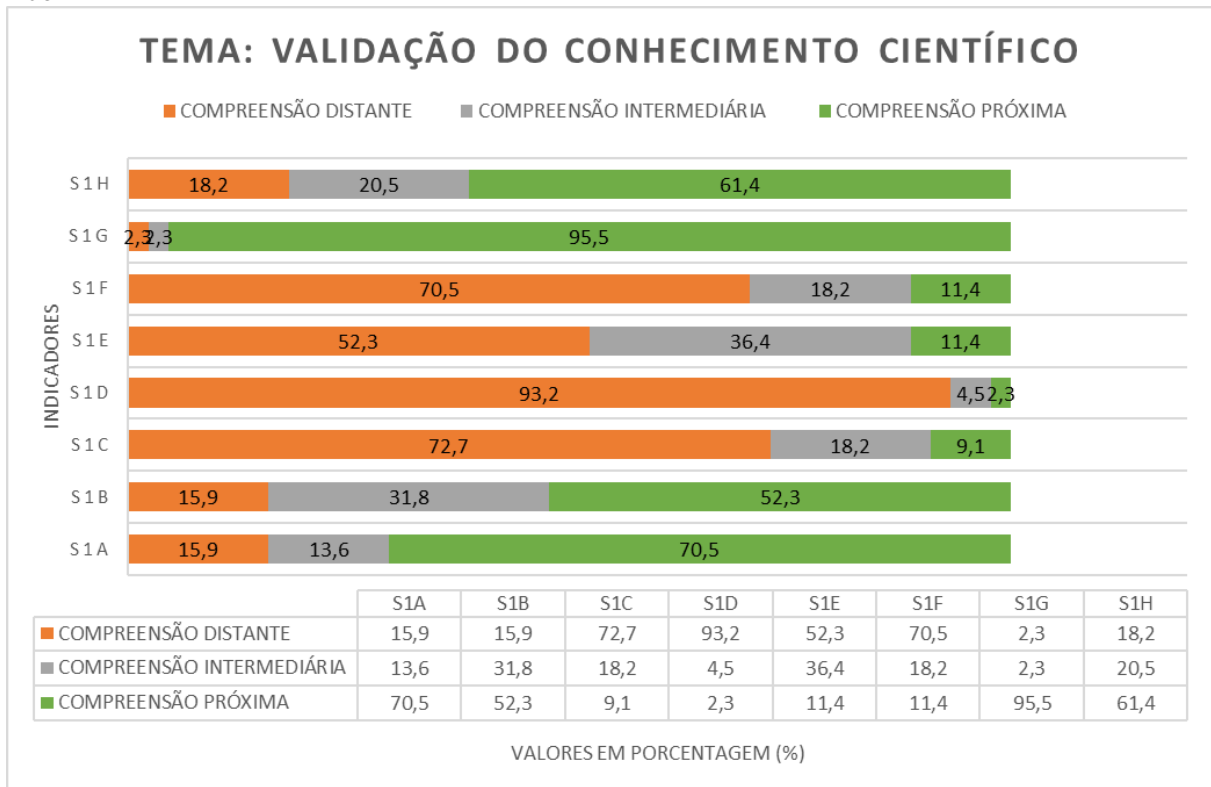
Por fim, a última etapa da pesquisa foi dedicada à análise e interpretação dos dados. Paratal, utilizamos como referencial teórico as concepções de NdC apresentadas por Perez e colaboradores (2001) e a compreensão de concepções próximas e distantes trazidas por Silva (2019) ao apresentar o Modelo de Reconstrução Educacional. Assim, para tabulação dos dados cada afirmação referente a cada situação foi considerada como um indicador da compreensão da professor de biologia em formação sobre NdC. Para construção dos gráficos reunimos as respostas de indicadores que tratavam do mesmo tema ou de temas bastante próximos, por exemplo, as respostas dos respondentes as afirmações que tratavam do tema “Métodos Científicos” e “Métodos de Investigação” foram reunidas em um único gráfico. Além disso, como a escala utilizada no questionário foi de um a cinco, partindo de discordo totalmente até concordo totalmente, para composição do gráfico foram consideradas como “concepções próximas” as respostas que contemplaram os dois níveis da escala mais próximos da resposta esperada, como concepções distantes as respostas que contemplaram os dois níveis da escala mais distantes da resposta esperada e como concepções intermediárias aquelas compreendidas no nível 3 da escala, nem concordo e nem discordo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos dados obtidos por meio dos questionários utilizados como instrumento de pesquisa deste estudo foi possível identificar as compreensões dos professores de biologia em formação sobre sete principais temas: (1) Validação do conhecimento científico; (2) Subjetividade e objetividade; (3) Criatividade e Imaginação; (4) Caráter tentativo da ciência; (5) Teorias e leis; (6) Métodos científicos e (7) Natureza das observações.

Começaremos pela discussão dos resultados relacionados ao tema “Validação do conhecimento científico”. Como é possível observar no gráfico 1, para a análise desse tema foram considerados oito indicadores relacionados à Situação 1 (S1) do questionário, cuja redação dizia: “Quando surgem duas teorias diferentes para explicar o mesmo fenômeno (por exemplo, fósseis de dinossauros), os cientistas aceitarão as duas teorias ao mesmo tempo?”. Dentre esses indicadores, quatro indicadores - S1A, S1B, S1G e S1H - apontaram para uma compreensão predominantemente próxima dos professores de biologia em formação acerca desse tema e outros quatro indicadores - S1C, S1D, S1E e S1F - evidenciaram uma compreensão predominante distante dos respondentes sobre o tema em questão. A partir da descrição desses indicadores é possível compreender melhor o que esses resultados significam. Nesse sentido, os respondentes apresentaram concepções próximas ao entendimento sobre a validação do conhecimento científico quando esse tema foi abordado trazendo a possibilidade de haver mudanças nas explicações dos fenômenos ao longo do tempo e até mesmo de haver mais de uma explicação para o mesmo fenômeno - S1A, S1B e S1H. Sendo assim, esses três indicadores são evidências de que os respondentes compreendem que a ciência trabalha em termos de hipóteses e não de certezas e conclusões definitivas, ou seja, os professores de biologia em formação conseguem compreendero pensamento divergente como uma característica do trabalho científico (Perez et al., 2001).

Gráfico 1 - Compreensão dos respondentes acerca do tema validação do conhecimento científico



Fonte: Elaborado pela autora, 2023. Legenda: S1 A) Sim, porque os cientistas ainda não podem dizer objetivamente qual teoria é melhor; portanto, eles aceitarão ambas provisoriamente; S1B) Sim, porque as duas teorias

podem oferecer explicações de diferentes perspectivas, não há certo ou errado; S1C) Não, porque cientistas tendem a aceitar a teoria com a qual estão mais familiarizados; S1D) Não, porque os cientistas tendem a aceitar as teorias mais simples e evitar as teorias mais complexas; S1E) Não, o status acadêmico do proponente de cada teoria influenciará a aceitação da teoria pelos cientistas; S1F) Não, os cientistas tendem a aceitar as novas teorias que diferem menos das teorias científicas mais aceitas na atualidade; S1G) Não, os cientistas usam a intuição para fazer julgamentos; S1H) Não, porque só existe uma verdade, os cientistas somente aceitarão uma teoria quando distinguirem qual a melhor.

Ainda sobre esse tema, o indicador S1G trata do uso da intuição, ou seja, de uma perspectiva pessoal, para julgar a validade de teorias. Dentre os indicadores analisados, esse foi o que teve o maior número de respostas esperadas (95,5%). Fica claro com isso que os professores de biologia em formação compreendem que a intuição não é um critério adequado para validar o conhecimento científico. No entanto, esse indicador é limitado para nos ajudar a entender se esses professores compreendem de que forma a validação do conhecimento científico acontece. Segundo (Mueller, 2000) a validação do conhecimento científico, é um fator crucial da atividade científica, se referindo ao processo pelo qual a comunidade científica vai verificar se vai aceitar ou rejeitar as teorias expostas pelos pesquisadores, ou seja, é um processo fundamental para garantir a confiabilidade do conhecimento produzido na ciência. Podemos perceber, então, que a validação do conhecimento científico não é um processo estático, e sim dinâmico.

Os quatro indicadores que mostraram que os respondentes tinham compreensões distantes sobre a validação do conhecimento científico abordaram esse tema a partir dos critérios utilizados para aceitar uma teoria ou outra quando o fenômeno tem mais de uma possibilidade de explicação. Desse modo o indicador S1C trouxe como critério de aceitação a familiaridade com a teoria, o indicador S1D trouxe como critério de aceitação a complexidade da teoria, o S1E o status acadêmico do proponente e o S1F a aproximação da nova teoria com a anterior. Por meio desses indicadores, reunimos evidências de que os professores de biologia em formação têm dificuldade de compreender quais são os critérios envolvidos na validação do conhecimento científico, embora compreendam que a intuição não é um critério adequado, conforme evidenciado anteriormente. Segundo Coutinho e colaboradores (2022), cada vez que uma sentença é citada por outros artigos, seu nível de confiabilidade aumenta, tornando-se um conhecimento consolidado na área. Esses autores destacam ainda que, em contraponto, uma sentença pode ser desviada do objetivo de se tornar um fato científico, a partir do momento que surgem dúvidas sobre sua veracidade, e são apontadas evidências de que ela não é verdadeira. Sendo assim, a reunião de um conjunto de evidências robustas é segundo o autor o principal critério utilizado para a validação do conhecimento científico.

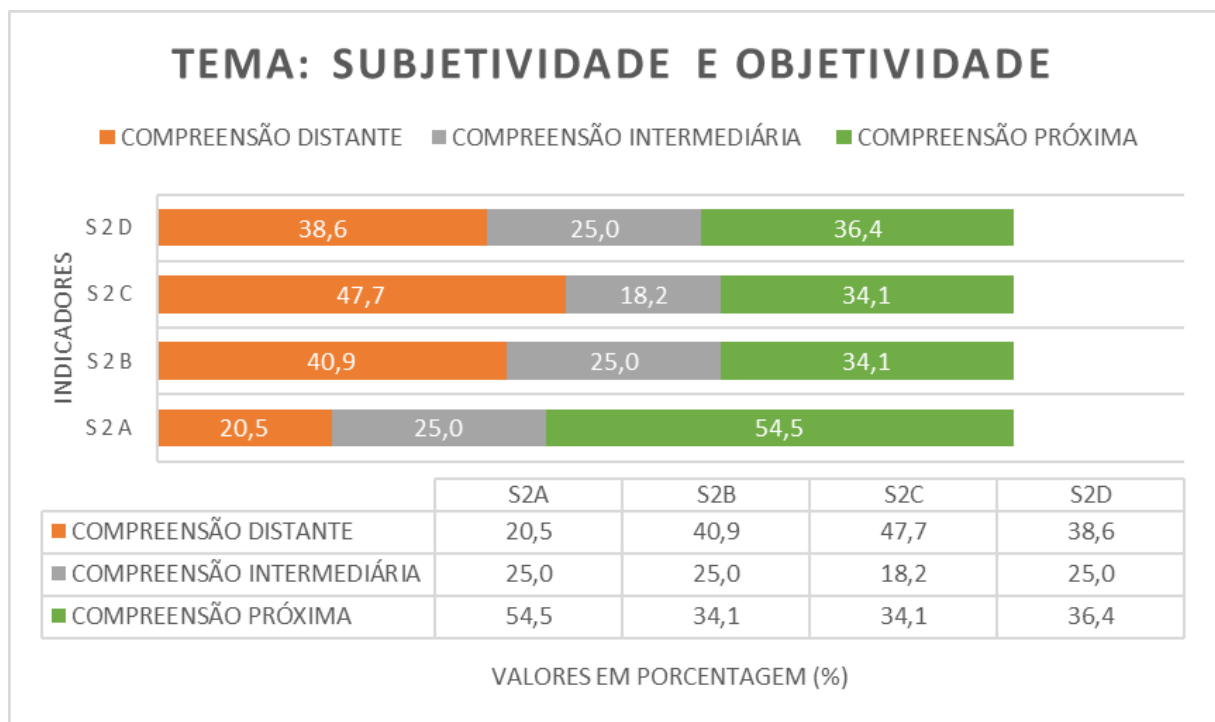
Sumariamente, considerando o exposto e a possibilidade futura de construção de ambientes de ensino e aprendizagem sobre a NdC, devem ser considerados como pontos de partida nos processos de ensino e aprendizagem sobre o tema validação do conhecimento científico as abordagens que tratam da possibilidade de haver mudanças nas explicações dos fenômenos ao longo do tempo e até mesmo de haver mais de uma explicação para o mesmo fenômeno. No contraponto, foi possível perceber que a compreensão sobre a forma como se estabelece a aceitação de uma teoria em detrimento da outra pode se configurar como uma dificuldade de aprendizagem sobre este tema.

O segundo tema para discussão dos resultados é “Subjetividade e Objetividade”. Como é possível observar no gráfico 2, para a análise desse tema foram considerados quatro indicadores relativos à Situação 2 (S2) do questionário cuja redação dizia: “As investigações científicas são influenciadas pelos valores socioculturais (por exemplo, tendências atuais, valores)”. Desses indicadores, apenas o indicador S2A aponta para uma compreensão predominantemente próxima dos respondentes sobre a influência da subjetividade, a

partir de valores socioculturais, no trabalhocientífico. Por outro lado, os demais indicadores - S2B, S2C e S2D - mostraram que os respondentes possuem compreensão distante sobre esse tema, compreendendo que não há influência de valores socioculturais no trabalho científico, pois a ciência trabalha em termos de objetividade, estando o pesquisador imparcial frente ao seu objeto de estudo. Assim, de modo geral, os indicadores desse tema nos trazem evidências de que os respondentes apresentam uma visão socialmente neutra da ciência (Perez et al., 2001).

A partir dos resultados expostos anteriormente, resgatamos Moura (2014) e Perez et al. (2001), que destacam que embora a ciência busque a objetividade e imparcialidade em suas investigações, não está completamente desvinculada de influências externas. Esses autores pontuam ainda que a pesquisa científica é moldada pelo contexto social, uma vez que as questões de pesquisa são frequentemente formuladas por instituições sociais, estando diretamente ligadas a interesses políticos, econômicos, sociais e históricos. Assim, os resultados apresentados evidenciam que pensar em processos de ensino e aprendizagem sobre esse tema requer considerar que são necessárias intervenções que tenham o potencial de favorecer a compreensão do caráter social do desenvolvimento científico e, além disso, considerar que esta compreensão pode se configurar como uma dificuldade de aprendizagem nos termos do Modelo de Reconstrução Educacional (Silva; Smania-Marques; Ferreira, 2022).

Gráfico 2 - Compreensão dos respondentes acerca do tema subjetividade e objetividade



Fonte: Elaborado pela autora, 2023. Legenda: S2A) Sim, valores socioculturais influenciam a direção e os temas das investigações científicas; S2B) Sim, porque os cientistas que participam das investigações científicas são influenciados por valores socioculturais; S2C) Não, cientistas com bom treinamento permanecerão sem influência de valores enquanto realizam sua pesquisa; S2D) Não, porque a ciência requer objetividade, que é contrária aos valores socioculturais subjetivos.

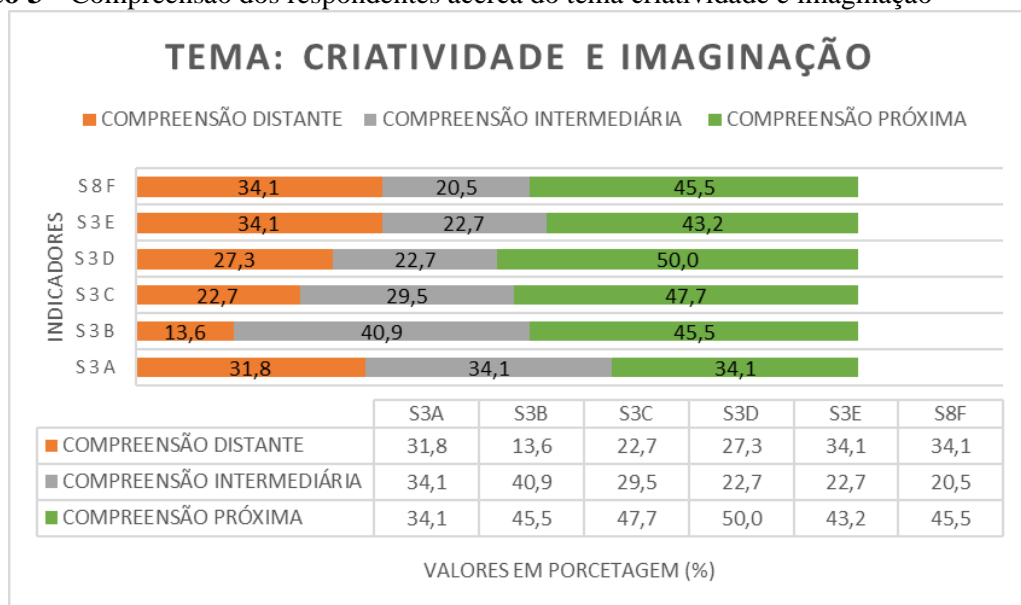
O terceiro tema utilizado para compreender as concepções dos respondentes sobre aspectos da NdC foi “Criatividade e Imaginação”. Como é possível observar no gráfico 3, para a análise desse tema foram considerados seis indicadores. Desses, cinco estavam rela-

cionados à Situação 3 (S3) - S3A, S3B, S3C, S3D e S3E - e um estava relacionado à Situação 8 (S8) - S8F.

A situação 3 trazia a seguinte pergunta: “Quando cientistas estão realizando pesquisa científica, eles usam sua criatividade e imaginação?” e a situação 8 apresentava o seguinte cenário “Uma pesquisadora queria avaliar se a escolha do ambiente para repouso dos indivíduos de uma espécie de sapo está relacionada com a regulação hídrica. Ela decidiu comparar se os indivíduos que se expõem ao sol perdem mais água em comparação com os que ficam abrigados sob a folhagem. Utilizou então uma réplica feita de ágar (substância que retém água) que tinha a massa e as dimensões de um adulto médio da população da espécie estudada. Em seguida, pesou os exemplares dessa réplica e colocou alguns sob a folhagem e outros expostos ao sol, registrando a temperatura nestes ambientes. Após um certo tempo de exposição, ela registrou as temperaturas das réplicas e dos ambientes e realizou a pesagem novamente, a fim de verificar se houve variação de massa devido à perda de água. Como as réplicas abrigadas sob a folhagem tiveram uma menor redução de massa, ela concluiu que a escolha do ambiente pelos indivíduos da espécie de sapo está relacionada com a regulação hídrica.”. Desse modo, foi possível observar que todos os indicadores analisados apontaram para uma compreensão relativamente próxima do tema em questão.

Sendo assim, a análise dos indicadores apontou que os professores de biologia em formação compreendem que a criatividade e imaginação desempenham um papel importante para o desenvolvimento do trabalho científico, como aponta o indicador S3B, que apresentou o menor percentual de compreensão distante. Já os indicadores S3C e S3D obtiveram respostas com a compreensão mais aproximada comparada aos outros indicadores, discordando que a criatividade e a imaginação não podem ser desvinculados da produção científica, bem como que cientistas dependem da criatividade e imaginação para explorar suas ideias, os incentivando a pensar de forma não convencional (Azevedo; Scarpa, 2017, p. 64).

Gráfico 3 - Compreensão dos respondentes acerca do tema criatividade e imaginação



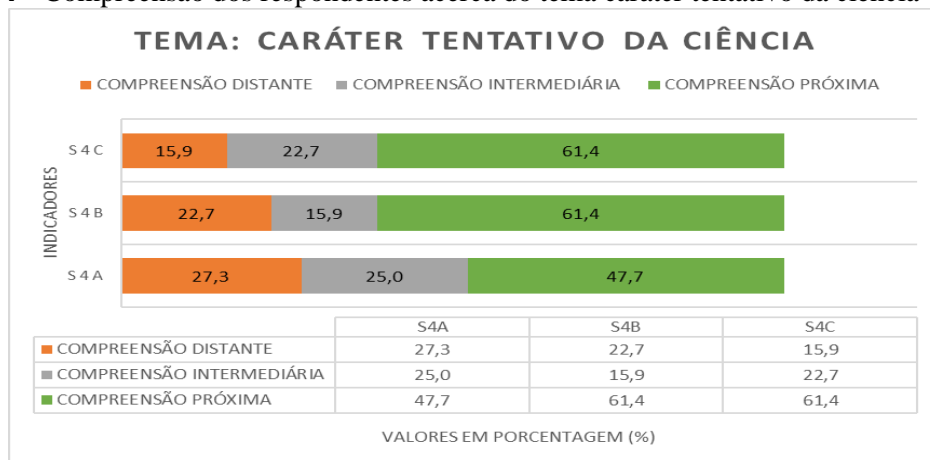
Fonte: Elaborado pela autora, 2023. Legenda: S3A) Sim, criatividade e imaginação são as principais fontes de inovação; S3B) Sim, cientistas usam sua criatividade e imaginação em alguma medida na pesquisa científica; S3C) Não, usar a criatividade e imaginação não é consistente com os princípios lógicos da ciência; S3D) Não, a criatividade e a imaginação podem tornar-se meios para um cientista comprovar sua ideia a qualquer custo; S3E) Não, a criatividade e a imaginação não têm confiabilidade; S8F) Para a formulação e teste de um método, um cientista usa a criatividade e a imaginação.

Por fim, com a análise desses indicadores reunimos evidências que ao considerar o papel da criatividade e da imaginação no trabalho científico, os professores de biologia em formação se distanciam em alguma medida de uma visão rígida da ciência, na qual esses aspectos não encontram espaço (Rezende et al., 2010; Zanon; Machado, 2013; Pombo; Lambach, 2015). É fundamental que os professores tenham uma visão bem informada sobre o uso da criatividade e imaginação no trabalho científico, para a partir dela consigam despertar em seus alunos um pensamento crítico, explorando suas ideias, incentivando a fazer perguntas e buscar respostas, e não apenas tentando memorizar fatos (Abd-El-Khalick; Lederman, 2000; McComas, 1998, Allchin, 2011, Dagher; Erduran, 2014).

Além disso, a partir dos resultados apresentados, o tema criatividade e imaginação pode ser considerado um ponto de partida para trabalhar aspectos da NdC com professores de biologia em formação, já que suas compreensões sobre esse tema estão relativamente próximas do conhecimento de referência acerca dela. Apesar disso, fica claro a necessidade de aprimoramento desse tema a respeito da relação entre criatividade e confiabilidade, indicadores S3E e S8F, que possuem os maiores valores de compreensão distante. Allchin (2017) enfatiza que para atingir a finalidade de formar cidadãos críticos e capacitados a questionar as conclusões científicas, os sujeitos devem desenvolver uma compreensão de como a ciência funciona, entendendo os vários métodos utilizados, com o objetivo de interpretar a confiabilidade das afirmativas científicas.

O quarto tema em análise foi “Caráter Tentativo da Ciência”. Conforme mostra o gráfico 4, para avaliação desse tema foram utilizados três indicadores S4A, S4B e S4C. Todos os indicadores desse tema estavam relacionados à Situação 4 (S4), que fazia o seguinte questionamento: “Mesmo se as investigações científicas forem realizadas corretamente, a teoria proposta ainda pode ser refutada no futuro?”. As respostas dos professores de biologia em formação apontam que eles compreendem o caráter tentativo da ciência, como demonstrado nos resultados dos indicadores S4A, S4B e S4C. No entanto, não temos dados suficientes para afirmar que eles compreendem que a evolução e desenvolvimento do conhecimento científico pode acontecer de diferentes formas: revolucionário (S4A), cumulativo (S4B) e evolucionário (S4C). Para que pudessemos identificar se os professores de biologia em formação possuíam uma compreensão sobre as diversas formas de desenvolvimento do conhecimento científico, precisaríamos identificar se quem respondeu a resposta esperada no indicador S4A, também respondeu nos demais.

Gráfico 4 - Compreensão dos respondentes acerca do tema caráter tentativo da ciência



Fonte: Elaborado pela autora, 2023. Legenda: S4A) A pesquisa científica sofrerá mudança revolucionária e a antiga teoria será substituída; S4B) Avanços científicos não podem ser feitos num tempo curto. Eles ocorrem através de um processo cumulativo, portanto a antiga teoria será preservada; S4C) Com o acúmulo de dados e informações produzidos pela pesquisa, a teoria evoluirá, tornando-se mais precisa e completa, não sendo refutada.

Mesmo sem ter feito um teste de correlação, é possível observar ainda que os dois indicadores que tiveram o menor índice de compreensões distantes foram o indicador S4B e S4C, ambos que mencionam a possibilidade da teoria não ser refutada, mas preservada. Isso pode ser uma evidência de que os respondentes possuem visão acumulativa e de crescimento linear sobre o desenvolvimento do trabalho científico (Perez et al., 2001; Santos; Maia; Justi. 2020. p. 601).

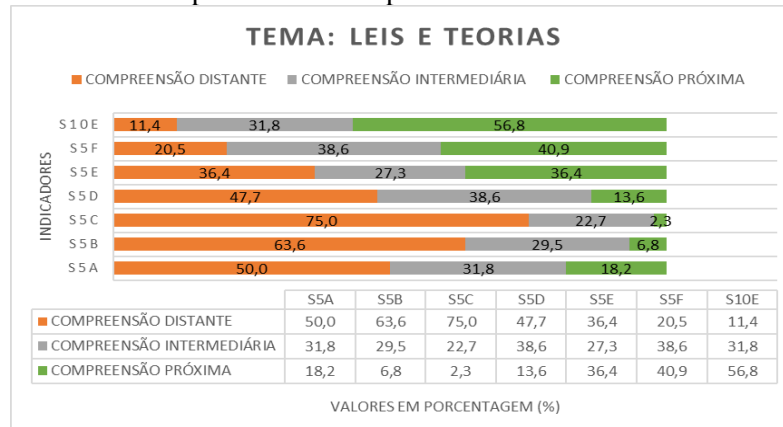
A questão aqui não é ter ou não ter uma visão como essa, mas essa ser entendida como a única explicação e compreensão de como o conhecimento científico se desenvolve. Desse modo, compreender amplamente o caráter tentativo da ciência, é entender que o avanço da ciência não é apenas o resultado de um progresso linear e puramente acumulativo, essa abordagem implica em uma interpretação limitada da evolução do conhecimento ao longo do tempo, ignorando a contribuição conjunta de diversas investigações em um determinado campo (Ornellas 2019, p. 5).

É necessário considerar o papel atribuído ao pensamento divergente na investigação científica, que aponta que existem ideias que já foram defendidas no passado, e que hoje em dia foram completamente refutadas, não sendo consideradas mais como válidas, com base em novas evidências, descobertas e métodos de pesquisa (Coutinho et al., 2022).

Nesse sentido, gostamos do que (Alves, 2013. p. 17) afirmou: “aquilo que outros homens em outras épocas, consideram ciência, sempre parece ridículo séculos depois. Isso acontecerá com a nossa ciência”. Assim, como base nos resultados apresentados sobre a compreensão dos professores de biologia em formação sobre o caráter tentativo da ciência é possível fazer os seguintes apontamentos: para planejar ambientes de ensino e aprendizagem sobre esse tema é possível considerar como ponto de partida o entendimento de que o conhecimento científico evolui ao longo do tempo, sendo necessário ampliar o conhecimento das formas possíveis de tal evolução, considerando as crises, rupturas e reconstruções do conhecimento.

O quinto tema fonte de nossas análises e discussões é “Leis e teorias”. Para tal, foram utilizados os seguintes indicadores: S5A, S5B, S5C, S5D, S5E, S5F e o S10E (Gráfico 5). Como é possível observar, estão relacionadas a esses indicadores a Situação S5) Uma teoria científica (por exemplo, seleção natural, teoria atômica) é “descoberta” ou “criada” pelos cientistas a partir do mundo natural? e a Situação S10) Com o objetivo de verificar se o tamanho de certo mexilhão interfere na sua chance de ser predado, um grupo de cientistas fez uma amostragem. Eles coletaram conchas em parcelas demarcadas de forma aleatória em uma praia, calcularam a área de cada uma das conchas coletadas e registraram se elas continham ou não alguma marca característica de predação.

Gráfico 5 - Compreensão dos respondentes acerca do tema teoria e leis



Fonte: Elaborado pela autora, 2023. Legenda: S5A) Descoberta, porque a ideia estava lá todo o tempo para ser descoberta; S5B) Descoberta, porque ela é baseada em fatos experimentais; S5C) Alguns cientistas descobrem

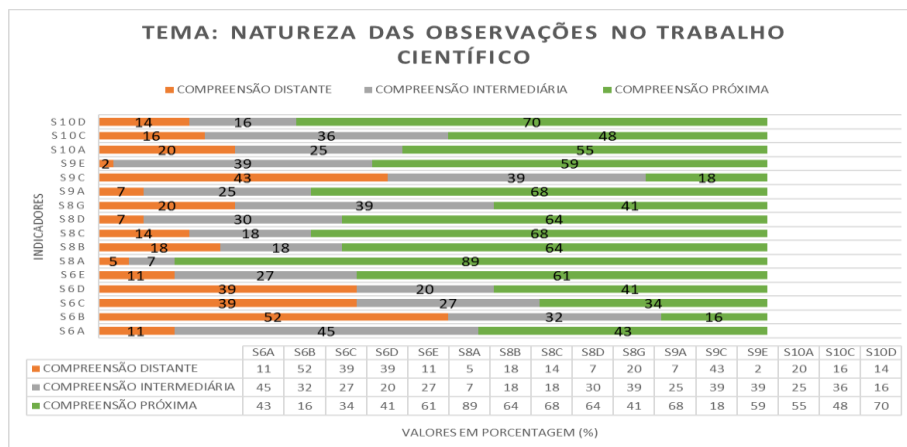
uma teoria acidentalmente, mas outros cientistas podem criar uma teoria a partir de fatos conhecidos; S5D) Criada, porque uma teoria é uma interpretação dos fatos experimentais, e os fatos experimentais são descobertos pelos cientistas; S5E) Criada, porque uma teoria é proposta ou elaborada pelos cientistas; S5F) Criada, porque uma teoria pode ser refutada; S10E) A escolha do tratamento estatístico pode interferir na conclusão do estudo.

Os resultados apresentados no gráfico 5 mostram uma compreensão distante dos respondentes, especialmente no que diz respeito à ideia de descoberta das leis e teorias no processo da construção do conhecimento científico, como mostram os indicadores S5A, S5B, S5C e S5D. Em contraponto, os indicadores S5F e S10E apontaram para uma compreensão próxima sobre teoria e leis, mesmo que de forma discreta. De modo geral, os resultados apontam para uma compreensão distante sobre a forma de construção de leis e teorias. Nesse cenário, pensar leis e teorias por meio de processos pautados na descoberta, pode conduzir para uma visão empírico-indutivista e ateorica, além de uma visão aproblemática e ahistórica da construção do conhecimento científico (Perez et al., 2001; Silva, 2022), sem entendê-lo a partir dos processos que possibilitam tal construção. Nesse sentido, planejar intervenções educacionais sobre esse tema, implica em considerar o entendimento sobre a forma como o conhecimento científico é construído uma dificuldade de aprendizagem, que precisará ser explorada a partir de diversos contextos para potencializar a ampliação do conhecimento acerca disso.

A resposta referente ao indicativo S5E, não foi permitido identificar a compreensão referente ao tema referido, as respostas em relação a compreensão distante e compreensão próxima, estão com os mesmos resultados, o resultado da compreensão intermediária, não ficou clara, dificultando a interpretação dos resultados. Isso inviabiliza a identificação de diretrizes para serem utilizadas em processos de design sobre esse tema, fica difícil apontar um ponto de partida para que possa haver alguma intervenção educacional, possibilitando uma compreensão plausível em relação a este assunto. Esta dificuldade, pode se dar ao fato do escasso número de artigos sobre NdC relacionados a área da biologia, devido a consideração de certos aspectos da NdC como mais ou menos relevantes. Como por exemplo, a distinção entre leis e teorias, embora faça sentido em campos como a física, mas é discutível para biologia (azevedo; scarpa, 2017).

O sexto tema foco de nossa análise foi “Natureza da Observação no Trabalho Científico”. Para tal, foram utilizados dezesseis indicadores, sendo cinco referentes à Situação 6 (S6) - S6A, S6B, S6C, S6D e S6E; cinco relacionados à Situação 8 (S8) - S8A, S8B, S8C, S8D e S8G; três a Situação 9 (S9) - S9A, S9C e S9E; e três a Situação 10 (S10) - S10A, S10C e S10D, como pode ser observado no gráfico 6.

Gráfico 6 - Compreensão dos respondentes acerca do tema natureza das observações do trabalho científico



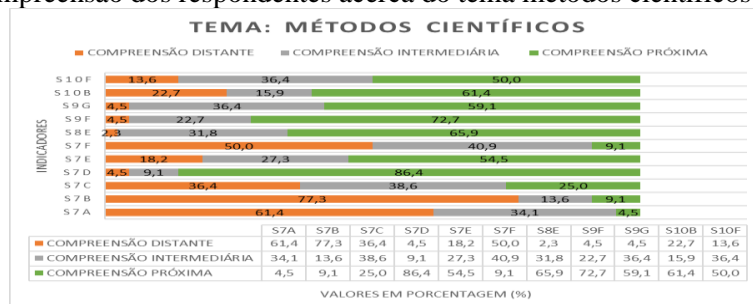
Fonte: Elaborado pela autora, 2023. Legenda: S7A) O método científico garante resultados válidos, claros, lógicos e precisos. Assim, a maioria dos cientistas segue o método universal em sua pesquisa; S7B) A maioria dos cientistas usa o método científico porque ele é um procedimento lógico; S7C) O método científico é útil na maioria dos casos, mas ele não garante resultados; portanto, os cientistas criam novos métodos; S7D) Não existe o chamado método científico. Cientistas usam quaisquer métodos para obter resultados para obter resultados; S7E) Não existe qualquer método científico fixo; o conhecimento científico pode ser descoberto acidentalmente; S7F) Não importa como os resultados são obtidos, os cientistas usam o método científico para verificá-los; S8E) A pesquisadora testou uma hipótese, usando a réplica de um organismo e um local específico; S9F) Os dados de uma amostragem são tão importantes quanto os dados obtidos de um experimento; S9G) Os dados obtidos de uma amostragem não são considerados evidências científicas; S10B) Não pode ser considerado uma prática científica, pois nenhum experimento foi feito; S10F) Descreve uma prática científica, pois os cientistas formularam uma hipótese testável que foi confrontada com observações.

Dos dezesseis indicadores, doze apontam que os professores de biologia em formação possuem uma compreensão próxima do conhecimento científico de referência sobre esse tema (S6D, S6E, S8A, S8B, S8C, S8D, S8G, S9A, S9E, S10A, S10C e S10D). Conforme evidenciado pelo gráfico, os professores de biologia em formação tiveram predominantemente uma compreensão próxima, compreendendo a importância da natureza das observações na produção da NdC.

Consequentemente, mas não tão insatisfatório, os indicadores S6B, S6C e S9C demonstram uma compreensão distante dos respondentes, apresentando confusão no entendimento quando se trata da observação dos cientistas terem ideias similares, quando recebem o mesmo treinamento e abandonar valores pessoais para fazer uma observação objetiva, e no indicador S9C, trazia: “O estudo será aceito na comunidade científica, pois os dados coletados são mais relevantes do que as teorias existentes que poderiam explicá-los”. Podemos relacionar essa compreensão distante, com a visão empírico-indutivista e ateuórica, que enfatiza a neutralidade da observação e da experimentação, desconsiderando ideias anteriores, e defasando o papel importante das hipóteses, como guia nas investigações (PEREZ et al., 2001, p. 129). Apenas o indicador S6A, mostrar uma relevância na compreensão intermediária, e de acordo com os resultados da compreensão próxima e a compreensão intermediária, compreende-se que a tendência é para compreensão aproximada, ou seja, não chega a atrapalhar uma possível intervenção, conseguimos realizar uma possível abordagem, com o ponto de partida mais aprofundado sobre o respectivo assunto, em busca de um entendimento eficiente.

Por fim, o último tema foco da análise foi “Métodos Científicos”. Para esse tema foram considerados onze indicadores, que estavam associados a Situação 7 (S7) - S7A, S7B, S7C, S7D, S7E e S7F, a S8, S9 e a S10, essas últimas descritas nas discussões dos temas anteriores. A S7, única exclusiva desse tema, está descrita no questionário da seguinte forma: “A maioria dos cientistas segue o método científico universal, passo a passo, para realizar sua pesquisa (isto é, propõe uma hipótese, planeja um experimento, coleta dados e tira conclusões)”. Os resultados provenientes da análise desse tema podem ser observados no gráfico 7.

Gráfico 7 – Compreensão dos respondentes acerca do tema métodos científicos



Fonte: Elaboração própria. **Legenda:** S7A) O método científico garante resultados válidos, claros, lógicos e precisos. Assim, a maioria dos cientistas segue o método universal em sua pesquisa; S7B) A maioria dos cientistas usa o método científico porque ele é um procedimento lógico; S7C) O método científico é útil na maioria dos casos, mas ele não garante resultados; portanto, os cientistas criam novos métodos; S7D) Não existe o chamado método científico. Cientistas usam quaisquer métodos para obter resultados; S7E) Não existe qualquer método científico fixo; o conhecimento científico pode ser descoberto acidentalmente; S7F) Não importa como os resultados são obtidos, os cientistas usam o método científico para verificá-los; S8E) A pesquisadora testou uma hipótese, usando a réplica de um organismo e um local específico; S9F) Os dados de uma amostragem são tão importantes quanto os dados obtidos de um experimento; S9G) Os dados obtidos de uma amostragem não são considerados evidências científicas; S10B) Não pode ser considerado uma prática científica, pois nenhum experimento foi feito; S10F) Descreve uma prática científica, pois os cientistas formularam uma hipótese testável que foi confrontada com observações.

O gráfico anterior mostrou que boa parte dos indicadores, sete no total (S7D, S7E, S8E, S9F, S9G, S10B e S10F), apontaram para uma compreensão próxima dos professores de biologia em formação sobre o tema métodos científicos. Os indicadores S7D e S7E mostraram que os respondentes conseguem compreender que existe uma pluralidade de métodos científicos. Os demais indicadores estão tratando de diferentes tipos de métodos como amostragem, experimentação e observações. O indicador S10B pode ser considerado uma evidência de que os respondentes compreendem que a experimentação é um método científico entre tantos outros. A experimentação é um método científico bastante conhecido no campo das Ciências Naturais, já que é um método útil para o estudo de fenômenos que podem ser controlados (Gil, 2019). No entanto, no campo das Ciências Sociais outros métodos são mais usados, pois são mais adequados para o estudo de fenômenos marcados por características como dinamismo e provisoriabilidade (Minayo, 2020).

Os indicadores S7A, S7B, S7C e S7F mostraram que, embora os professores de biologia em formação compreendam a pluralidade metodológica, eles possuem uma compreensão distante em relação à utilização do método científico na produção do conhecimento científico, entendendo-o como método que garante resultados claros, lógicos e precisos. Essa compreensão distante está relacionada com a visão rígida, que é caracterizada pela compreensão de que o método científico é apresentado como um conjunto de passos a serem seguidos de maneira mecânica para obtenção de resultados claros (perez et al., 2001; Ornellas, 2019; El-Hani, 2004; Coutinho et al., 2022). Por fim, os resultados desse indicador apontaram que pensar no planejamento de ambientes de ensino e aprendizagem que tratem do tema métodos científicos requer compreender que embora os professores de biologia em formação compreendesse pluralidade de métodos associados ao trabalho científico, eles ainda necessitam de ambientes de ensino e aprendizagem que os ajudem a refletir sobre a utilidade desses métodos e sobre os dados e resultados obtidos por meio deles.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, a referida pesquisa buscou analisar as concepções dos professores de biologia em formação da Universidade Estadual da Paraíba. A partir do questionário, sobre temas relevantes quando se trata da Natureza da Ciência. Concluiu-se que, os respondentes possuem uma concepção relativamente próxima em alguns temas, demonstrando pequenas divergências no seu entendimento, mas que de modo geral, não chega a ser prejudicial, possibilitando uma compreensão de como o conhecimento científico é produzido. Referente ao tema “Validação do conhecimento científico” os professores de biologia em formação apresentaram uma compreensão próxima, entendendo que a ciência está sujeita a mudanças ao longo do tempo, podendo haver mais de uma explicação sobre o mesmo fenômeno. A partir dos resultados podemos inferir que os professores em formação têm uma visão mais alinhada com a ciência, percebendo a importância do pensamento divergente na ciência.

Em contraponto, apresentaram uma certa dificuldade na compreensão de critérios fundamentais para validação do conhecimento científico, quando diante da presença de diversas explicações para um determinado fenômeno.

Quando se trata da “Subjetividade e Objetividade”, foi possível observar que a maioria dos participantes apresentou uma compreensão distante, ou seja, uma visão neutra da ciência, não entendendo que a ciência influencia e é influenciada por vários aspectos socio-culturais, políticos, crenças e outros. Em contrapartida, os resultados apontam que os professores de biologia em formação compreendem a importância da criatividade e imaginação na elaboração do trabalho científico, com isso, tornando-se profissionais que têm o potencial de estimular seus estudantes a explorarem ideias, despertando curiosidades, indo além da memorização de conceitos e dados.

Os respondentes possuem uma compreensão próxima em relação ao “caráter tentativo da ciência”. Contudo, devido à ausência de algumas informações, não conseguimos afirmar que eles compreendem que a evolução do conhecimento científico possui pode acontecer de diferentes formas. Ao tratarmos do tema “Teorias e Leis” na NdC, os resultados mostraram que os professores de biologia em formação, possuem uma compreensão distante por parte dos respondentes, isso foi relacionado com a visão empírico-indutivista e atórica e a visão aproblemática e a histórica.

De modo geral, os professores em formação, na sua maioria, possuem uma compreensão próxima sobre o tema “Natureza das observações”, embora demonstrem uma certa confusão, quando sugerem que essas observações não podem ser semelhantes a de cientistas treinados no mesmo campo ou não amadurecendo a ideia que cientistas não deixem de lado seus valores pessoais, para fazerem observações neutras. Por fim, os professores de biologia em formação inicial, predominantemente, tem uma compreensão aproximada sobre a relevância da utilização do método científico, que é fundamental no processo científico, entendendo que não é um método único e rígido, com várias etapas a serem seguidas, e sim, flexível e adaptável. O conhecimento acerca dessas concepções nos ajudou a identificar aspectos que podem orientar futuros processos de design sobre NdC voltados para a formação inicial de professores de biologia.

No nível 3, que trata das concepções intermediárias, os entrevistados se posicionaram de forma neutra, ou seja, nem se inclinaram nem para concordância próxima e nem para concordância distante. Essa neutralidade sugere uma complexidade, portanto não há como mensurar se essa concepções estão mais próximas ou mais distantes de uma visão bem informada sobre a natureza da ciência, esse cenário aponta para uma análise mais aprofundada em busca dessa compreensão presente nessas concepções intermediárias.

REFERÊNCIAS

ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G. Improving science teachers’ conceptions of nature of science: a critical review of the literature. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 7, p. 665-701, 2000.

ALVES, R. **Filosofia da Ciência**: introdução ao jogo e a suas regras (18a ed.). São Paulo: Edições Loyola, 2013.

ALLCHIN, D. Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. **Science Education**, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011.

AZEVEDO, N. H.; SCARPA, D. L. Decisões envolvidas na elaboração e validação de um questionário contextualizado sobre concepções de natureza da ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 2, p. 57, 2017a.

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**, p. 579-619, 2017b.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: Educação é a Base. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2023.

CHEN, Sufen. Development of an Instrument to Assess Views on Nature of Science and Attitudes Toward Teaching Science. **Science Education**, 90, 803-819, 2006.

CLOUGH, M. P. Learners' responses to the demands of conceptual change: Considerations for effective nature of science instruction. **Science & Education**, v. 15, p. 463-494, 2006.

COUTINHO, F. A. et al. Contribuições para a Compreensão da Natureza da Científica Educação em Ciências: um Estudo a Partir da Concepção Latouriana Sobre a Fabricação da Objetividade Científica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. e35690-24, 2022.

DRIVER, R. et al. **Young people's images of science**. New York: Open University Press, 1996.

DUIT, R. et al. The Model of Educational Reconstruction – A Framework for Improving Teaching and Learning Science. *In*: JORDE, D.; DILLON, J. (Org). **Science Education Research and Practice in Europe**: Retrospective and Prospective. New York: Sense Publishers, 2012. p. 13–38.

EL-HANI, C. N.; TAVARES, E. J. M.; ROCHA, P. L. B. Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre história e filosofia das ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.9, n. 3, p. 265-313, 2004.

IRZIK, G.; NOLA, R. A family resemblance approach to the nature of Science for Science education. **Science & Education**, v. 20, p. 591-607, 2011

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; CRUJEIRAS, B. Epistemic practices and scientific practices in science education. *In*: TABER, K.; AKPAN, B. (ed.). **Science education: an international course companion**. Rotterdam: Sense Pub., 2017. p. 69-80.

KELLY, G. Inquiry, activity and epistemic practice. *In*: DUSCHL, R.; GRANDY, R. (ed.). **Teaching scientific inquiry**: recommendations for research and implementation. Rotterdam: Sense Pub., 2008. p. 288-291.

KHISHFE, R.; LEDERMAN, N. Relationship between instructional context and views of nature of science. **International Journal of Science Education**, v. 29, n. 8, p. 939-961, 2007.

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

LEDERMAN, N. G. Nature of science: Past, present, and future. *In*: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (ed.). **Handbook of research on science education**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2006. p. 831-880.

MATOS, D. A. S.; JARDILINO, J. R. L. Os conceitos de concepção, percepção, representação e crença no campo educacional: similaridades, diferenças e implicações para a pesquisa. **Revista Educação & Formação**, v. 1, n. 3, p. 20-31, 2016.

MATTHEWS, M. R. Changing the focus: from nature of science to features of science. *In*: KHINE, M. S. (Org.). **Advances in nature of science research**. Dordrecht: Springer, 2012. p. 3-26.

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

MCCOMAS, W. F. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. **Science & Education**, v. 17, p. 249-263, 2008.

MENDONÇA, P. C. C. De que conhecimento sobre natureza da ciência estamos falando?. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 26, p. e20003, 2020.

MUELLER, S. P. M. O periódico científico. *In*: CAMPELLO, B. S.; CENDÓN, B.V.; KREMER, J. M. (Org.). **Fontes de informação para pesquisadores e profissionais**. Belo Horizonte: UFMG, 2000. p. 73-95.

MOURA, B. A. O que é natureza da ciência e qual sua relação com a história e filosofia da ciência?. **Revista Brasileira de História da ciência**, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

ORNELLAS, J. F. de; NASCIMENTO, W. E. Investigando As Ideias Dos Futuros Professores De Química Sobre Ciências. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 12., 2019, Natal. **Anais [...]**. Natal: UFRN, 2019.

OSBORNE, J. Defining a knowledge base for reasoning in science: the role of procedural and epistemic knowledge. *In*: DUSCHL, R.; BISMARCK, A. S. (ed.). **Reconceptualizing STEM education: the central role of practice**. New York: Routledge 2016. p. 215-231.

ÖSTMAN, L.; WICKMAN, P.-O. A pragmatic approach on epistemology, teaching, and learning. **Science Education**, v. 98, n. 3, p. 375-382, 2014.

PRAIA, J. F.; CACHAPUZ, A. F. C; GIL-PÉREZ, D. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. **Ciência & Educação**, v. 8, p. 127-145, 2002

PÉREZ, D. G. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, p. 125-153, 2001.

POMBO, F. M. Z.; LAMBACH, M. Compreensões da visão da ciência e do cientista entre os estudantes do ensino de ciências e química da EJA. *In: Congresso Nacional De Educação*, 4., 2015, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: UFPR, 2015.

REZENDE, F. S.; FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S.L. Concepções a respeito da construção do conhecimento científico: uma análise a partir de textos produzidos por estudantes de um curso superior de química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 3, p. 596-617, 2010.

SANDOVAL, W. Science education's need for a theory epistemological development. **ScienceEducation**, v. 98, n. 3, p. 383-387, 2014.

SANTOS, M.; MAIA, P.; JUSTI, R. Um Modelo de Ciências para Fundamentar a Introdução de Aspectos de Natureza da Ciência em Contextos de Ensino e para Analisar tais Contextos. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, p. 581-616, 2020.

SILVA, M. G. da. **O modelo de reconstrução educacional como aporte teórico e metodológico para o design de uma seqüência didática sobre o conceito de biodiversidade em uma perspectiva integral e polissêmica**. 2019. 241 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SILVA, M. G.; SMANIA-MARQUES, R.; FERREIRA, H. S. Mobilização de aspectos teóricos e metodológicos do modelo de Reconstrução educacional para apoiar o processo de design de uma Sequência didática sobre biodiversidade. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 27, n. 1, p. 173, 2022.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID, J. Uma proposta de tipologia para pesquisas de natureza interventiva. **Ciência & Educação**, v. 23, p. 1055-1076, 2017.

VÁZQUEZ-ALONSO, A. et al. Consensos sobre a Natureza da Ciência: A Ciência e a Tecnologia na Sociedade. **Química Nova na Escola**, 2007.

ZANON, D. A.V.; MACHADO, A.T. A visão do cotidiano de um cientista retratada por estudantes iniciantes de licenciatura em química. **Ciência & Cognição**, v. 18, n. 1, p. 46-56, 2013.

APÊNDICE A - GABARITO DO QUESTIONÁRIO UTILIZADO COMO INSTRUMENTO AVALIATIVO

Situação 1: Quando surgem duas teorias diferentes para explicar o mesmo fenômeno (por exemplo, fósseis de dinossauros), os cientistas aceitarão as duas teorias ao mesmo tempo?	Respostas Esperadas
S1A) Sim, porque os cientistas ainda não podem dizer objetivamente qual teoria é melhor; portanto, eles aceitarão ambas provisoriamente.	CONCORDO TOTALMENTE
S1B) Sim, porque as duas teorias podem oferecer explicações de diferentes perspectivas, não há certo ou errado.	CONCORDO TOTALMENTE
S1C) Não, porque cientistas tendem a aceitar a teoria com a qual estão mais familiarizados.	CONCORDO TOTALMENTE
S1D) Não, porque os cientistas tendem a aceitar as teorias mais simples e evitar as teorias mais complexas.	CONCORDO TOTALMENTE
S1E) Não, o status acadêmico do proponente de cada teoria influenciará a aceitação da teoria pelos cientistas.	CONCORDO TOTALMENTE
S1F) Não, os cientistas tendem a aceitar as novas teorias que diferem menos das teorias científicas mais aceitas na atualidade.	CONCORDO TOTALMENTE
S1G) Não, os cientistas usam a intuição para fazer julgamentos.	DISCORDO TOTALMENTE
S1H) Não, porque só existe uma verdade, os cientistas somente aceitarão uma teoria quando distinguirem qual a melhor.	DISCORDO TOTALMENTE
Situação 2: As investigações científicas são influenciadas pelos valores socioculturais (por exemplos, tendências atuais, valores).	Respostas Esperadas
S2A) Sim, valores socioculturais influenciam a direção e os temas das investigações científicas.	CONCORDO TOTALMENTE
S2B) Sim, porque os cientistas que participam das investigações científicas são influenciados por valores socioculturais.	CONCORDO TOTALMENTE
S2C) Não, cientistas com bom treinamento permanecerão sem influência de valores enquanto realizam sua pesquisa.	DISCORDO TOTALMENTE
S2D) Não, porque a ciência requer objetividade, que é contrária aos valores socioculturais subjetivos.	DISCORDO TOTALMENTE
Situação 3: Quando cientistas estão realizando pesquisa científica, eles usam sua criatividade e imaginação?	Respostas Esperadas
S3A) Sim, criatividade e imaginação são as principais fontes de inovação.	CONCORDO TOTALMENTE
S3B) Sim, cientistas usam sua criatividade e imaginação em alguma medida na pesquisa científica.	CONCORDO TOTALMENTE
S3C) Não, usar a criatividade e imaginação não é consistente com os princípios lógicos da ciência.	DISCORDO TOTALMENTE
S3D) Não, a criatividade e a imaginação podem tornar-se meios para um cientista comprovar sua ideia a qualquer custo	DISCORDO TOTALMENTE
S3E) Não, a criatividade e a imaginação não têm confiabilidade.	DISCORDO TOTALMENTE
Situação 4: Mesmo se as investigações científicas forem realizadas corretamente, a teoria proposta ainda pode ser refutada no futuro.	Respostas Esperadas
S4A) A pesquisa científica sofrerá mudança revolucionária e a antiga teoria será substituída.	CONCORDO PLENAMENTE
S4B) Avanços científicos não podem ser feitos num tempo curto. Eles ocorrem através de um processo cumulativo; portanto, a antiga teoria será preservada.	CONCORDO PLENAMENTE
S4C) Com o acúmulo de dados e informações produzidos pela pesquisa, a teoria evoluirá, tornando-se mais precisa e completa, não sendo refutada.	CONCORDO PLENAMENTE
Situação 5: Uma teoria científica (por exemplo, seleção natural, teoria atômica) é “descoberta” ou “criada” pelos cientistas a partir do mundo natural?	Respostas Esperadas
S5A) Descoberta, porque a ideia estava lá todo o tempo para ser descoberta.	DISCORDO TOTALMENTE
S5B) Descoberta, porque ela é baseada em fatos experimentais.	DISCORDO TOTALMENTE

S5C) Alguns cientistas descobrem uma teoria acidentalmente, mas outros cientistas podem criar uma teoria a partir de fatos conhecidos.	DISCORDO TOTALMENTE
S5D) Criada, porque uma teoria é uma interpretação dos fatos experimentais, e os fatos experimentais são descobertos pelos cientistas.	DISCORDO TOTALMENTE
S5E) Criada, porque uma teoria é proposta ou elaborada pelos cientistas.	CONCORDO TOTALMENTE
S5F) Criada, porque uma teoria pode ser refutada.	CONCORDO TOTALMENTE
Situação 6: As observações dos cientistas são influenciadas por crenças pessoais (por exemplo, experiências pessoais, pressupostos); portanto, dois cientistas podem não fazer as mesmas observações no mesmo experimento.	Respostas Esperadas
S6A) As observações serão diferentes, porque crenças diferentes levam a expectativas diferentes, influenciando a observação.	CONCORDO TOTALMENTE
S6B) As observações serão as mesmas, porque cientistas treinados no mesmo campo têm ideias similares.	CONCORDO TOTALMENTE
S6C) As observações serão as mesmas, porque através do treinamento científico, cientistas podem abandonar valores pessoais para realizar observações objetivas.	DISCORDO TOTALMENTE
S6D) As observações serão as mesmas, porque observações são exatamente o que nós vemos, e nada além disso. Fatos são fatos. As interpretações podem variar de uma pessoa para outra, mas as observações devem ser as mesmas.	DISCORDO TOTALMENTE
S6E) As observações serão as mesmas. Embora a subjetividade não possa ser completamente evitada na observação, cientistas usam diferentes métodos para verificar os resultados e aumentar a objetividade.	CONCORDO TOTALMENTE
Situação 7: A maioria dos cientistas segue o método científico universal, passo a passo, para realizar sua pesquisa (isto é, propõe uma hipótese, planeja um experimento, coleta dados e tira conclusões).	Respostas Esperadas
S7A) O método científico garante resultados válidos, claros, lógicos e precisos. Assim, a maioria dos cientistas segue o método universal em sua pesquisa.	DISCORDO TOTALMENTE
S7B) A maioria dos cientistas usa o método científico porque ele é um procedimento lógico.	DISCORDO TOTALMENTE
S7C) O método científico é útil na maioria dos casos, mas ele não garante resultados; portanto, os cientistas criam novos métodos.	CONCORDO TOTALMENTE
S7D) Não existe o chamado método científico. Cientistas usam quaisquer métodos para obter métodos para obter resultados.	DISCORDO TOTALMENTE
S7E) Não existe qualquer método científico fixo; o conhecimento científico pode ser descoberto acidentalmente.	DISCORDO PARCIALMENTE OU CONCORDO PARCIALMENTE
S7F) Não importa como os resultados são obtidos, os cientistas usam o método científico para verificá-los.	DISCORDO TOTALMENTE
Situação 8: Uma pesquisadora queria avaliar se a escolha do ambiente para repouso dos indivíduos de uma espécie de sapo está relacionada com a regulação hídrica. Ela decidiu comparar se os indivíduos que se expõem ao sol perdem mais água em comparação com os que ficam abrigados sob a folhagem. Utilizou então uma réplica feita de ágar (substância que retém água) que tinha a massa e as dimensões de um adulto médio da população da espécie estudada. Em seguida, pesou os exemplares dessa réplica e colocou alguns sob a folhagem e outros expostos ao sol, registrando a temperatura nestes ambientes. Após um certo tempo de exposição, ela registrou as temperaturas das réplicas e dos ambientes e realizou a pesagem novamente, a fim de verificar se houve variação de massa devido à perda de água. Como as réplicas abrigadas sob a folhagem tiveram uma menor redução de massa, ela concluiu que a escolha do ambiente pelos indivíduos da espécie de sapo está relacionada com a regulação hídrica.	Respostas Esperadas
S8A) Descreve uma prática científica, pois a conclusão da pesquisadora foi baseada em evidências. B	CONCORDO TOTALMENTE
S8B) A conclusão da pesquisadora só poderá ser generalizada se seus dados forem confirmados por outros dados, diferentes dos que ela coletou. B	CONCORDO TOTALMENTE
S8C) A conclusão da pesquisadora terá validade se ela tiver tomado cuidado com a sistematização da coleta de dados durante o experimento. B	CONCORDO TOTALMENTE
S8D) Não tem validade científica, pois trata-se de um exemplo em que a pesquisadora já previa o resultado antes da coleta de dados. I	DISCORDO TOTALMENTE

S8E) A pesquisadora testou uma hipótese, usando a réplica de um organismo e um local específico. B	CONCORDO TOTALMENTE
S8F) Para a formulação e teste de um método, um cientista usa a criatividade e a imaginação. B	CONCORDO TOTALMENTE
S8G) As evidências sempre correspondem aos dados coletados em um experimento. I	DISCORDO TOTALMENTE
Situação 9: Duas pesquisadoras decidiram investigar em campo quais as espécies mais adequadas para recuperar a vegetação em solos arenosos. Isto porque notaram a degradação da vegetação próxima à praia e as constantes tentativas de recuperação da área que não deram certo. Durante as observações em campo, elas perceberam a presença de espécies com raízes pouco profundas e pensaram que isso poderia dificultar o acesso à água do lençol freático. Decidiram então verificar se essas espécies possuíam alguma característica que aumentasse sua eficiência no uso da água. Resolveram calcular o conteúdo de água foliar e medir a altura (para estimar a profundidade da raiz) de vários indivíduos das espécies. Posteriormente, elas relacionaram as duas medidas em um gráfico e concluíram que em solos arenosos (onde a água não fica retida) as plantas armazenam mais água nas folhas, como forma de compensar a ausência de raízes profundas. A conclusão das pesquisadoras levou à escolha de espécies mais adequadas para recuperar a vegetação da área litorânea em estudo.	Respostas Esperadas
S9A) Descreve uma prática científica, pois a busca das pesquisadoras por uma solução foi baseada em evidências. B	CONCORDO TOTALMENTE
S9B) Como cientistas, elas têm liberdade para decidir como obter os dados. B	CONCORDO TOTALMENTE
S9C) O estudo será aceito na comunidade científica, pois os dados coletados são mais relevantes do que as teorias existentes que poderiam explicá-los. I	DISCORDO TOTALMENTE
S9D) Não é uma prática científica, pois elas procuraram uma solução para um problema que pode interferir na vida humana. I	DISCORDO TOTALMENTE
S9E) A conclusão não tem validade científica, pois está sustentada por uma correlação de dois fatores. I	DISCORDO TOTALMENTE
S9F) Os dados de uma amostragem são tão importantes quanto os dados obtidos de um experimento. B	CONCORDO TOTALMENTE
S9G) Os dados obtidos de uma amostragem não são considerados evidências científicas. I	DISCORDO TOTALMENTE
Situação 10: Com o objetivo de verificar se o tamanho de certo mexilhão interfere na sua chance de ser predado, um grupo de cientistas fez uma amostragem. Eles coletaram conchas em parcelas demarcadas de forma aleatória em uma praia, calcularam a área de cada uma das conchas coletadas e registraram se elas continham ou não alguma marca característica de predação.	Respostas Esperadas
S10A) Descreve uma prática científica, já que foi feita uma coleta sistematizada. B	CONCORDO TOTALMENTE
S10B) Não pode ser considerado uma prática científica, pois nenhum experimento foi feito. I	DISCORDO TOTALMENTE
S10C) Para que os cientistas cheguem a uma conclusão eles deverão levar em consideração a possibilidade de a predação ser devida ao acaso. B	CONCORDO TOTALMENTE
S10D) Os resultados do estudo serão aceitos pela comunidade científica mesmo que os cuidados com a coleta dos dados não forem tomados. I	DISCORDO TOTALMENTE
S10E) A escolha do tratamento estatístico pode interferir na conclusão do estudo. B	CONCORDO TOTALMENTE
S10F) Descreve uma prática científica, pois os cientistas formularam uma hipótese testável que foi confrontada com observações. B	CONCORDO TOTALMENTE

ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu declaro que concordo de livre e espontânea vontade em participar como voluntário(a) da pesquisa e que obtive todas as informações necessárias, bem como todos os eventuais esclarecimentos quanto às dúvidas por mim apresentadas. Eu estou ciente que: I) O objetivo deste estudo consiste em levantar dados relativos às aproximações e aos distanciamentos das concepções das pessoas em relação ao conhecimento acerca da Natureza da Ciência. II) Minha participação consistirá em participar das atividades ofertadas ao longo do Componente Curricular "Pesquisa Social" e responder alguns questionários antes, durante e após o curso. III) Os questionários serão utilizados para análise dos dados e não serão divulgados nas redes sociais ou compartilhados com outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisa. IV) Os dados coletados durante o estudo serão analisados e apresentados sob a forma de relatórios e serão divulgados por meio de trabalhos apresentados em reuniões científicas, periódicos e Trabalho de Conclusão de Curso dos pesquisadores. V) Minha participação não é obrigatória e a qualquer momento poderei desistir de participar e retirar meu consentimento. VI) Todas as informações obtidas por meio desta pesquisa serão confidenciais e me é assegurado o sigilo de minha participação. Se eu me sentir desconfortável com as perguntas e precisar de ajuda emocional poderei contar com os setores de apoio da Clínica de Psicologia da UEPB. VII) Caso me sinta prejudicado(a) por participar desta pesquisa, poderei recorrer ao Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos – CEP, do Hospital Universitário Alcides Carneiro - HUAC, situado na Rua: Dr. Carlos Chagas, s/ n, São José, CEP: 58401 – 490, Campina Grande-PB, Tel: 2101 – 5545, E-mail: cep@huac.ufcg.edu.br; Conselho Regional de Medicina da Paraíba e a Delegacia Regional de Campina Grande.

- Eu declaro que entendi os objetivos da minha participação na pesquisa e concordo em participar
- Eu não concordo/tenho interesse em participar

AGRADECIMENTOS

Deus não coloca em nosso coração um desejo que ele não possa realizar! Primeiramente, agradeço a Ele por sempre ter me guiado nessa trajetória. Gostaria de agradecer à minha orientadora Profa. Dra. Michelle Garcia da Silva, que foi uma peça fundamental na produção deste trabalho e na minha evolução. Ao meu companheiro de vida Lucas Medeiros, que sempre me apoiou e suportou o processo junto comigo. Agradecer aos meus pais, Maria de Fátima e José Lopes que sempre me apoiaram, a minha irmã Eveline, que mesmo indiretamente me incentivou a continuar. E minha amiga da universidade Elizangela, passamos juntas todo o processo.