

ESTABELECENDO RELAÇÕES ENTRE CONCEPÇÕES EPISTEMOLÓGICAS E A COMPREENSÃO DE OBJETIVOS DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS

*ESTABLISHING RELATIONSHIPS BETWEEN EPISTEMOLOGICAL CONCEPTIONS AND
UNDERSTANDING THE OBJECTIVES OF INVESTIGATIVE ACTIVITIES*

Alessandro Damásio Trani Gomes¹

Recebido: junho/24 - Aprovado: dezembro/24

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo estabelecer relações entre as concepções epistemológicas dos estudantes e a compreensão dos objetivos de duas atividades investigativas, realizadas em duplas, por meio de simulações computacionais. Participaram desta pesquisa quantitativa 180 alunos do primeiro ano do ensino médio de uma escola pública federal de Belo Horizonte. Os resultados sugerem que, no geral, alunos que apresentam crenças epistemológicas mais sofisticadas sobre a natureza da ciência tendem a reconhecer melhor os objetivos das atividades e a reconhecer a experimentação como um teste de hipóteses. Já os estudantes com crenças epistemológicas mais ingênuas apresentaram mais dificuldades para expressar corretamente os objetivos das atividades realizadas, tendendo a atribuir à experimentação o objetivo de comprovar hipóteses. Com base nos resultados obtidos, são discutidas as implicações educacionais e novas possibilidades de pesquisa na área são propostas.

PALAVRAS-CHAVE: concepções epistemológicas, atividade investigativa, educação em ciências.

ABSTRACT: This research aims to investigate the relationship between high school students' epistemological beliefs and their understanding of the objectives of two pair investigative activities using computer simulations. The study involved 180 first-year high school students from a federal public school in Belo Horizonte, through a quantitative research approach. Our findings indicate that students with more advanced epistemological beliefs about the nature of science have a better understanding of the activities' objectives and recognize experimentation as a way to test hypotheses. In contrast, students with less sophisticated epistemological beliefs had greater difficulty in expressing the objectives of the activities, tending to believe that experimentation aimed to prove hypotheses. Based on the results, we discuss educational implications and propose further research opportunities in this area.

KEYWORDS: epistemological conceptions, investigative activities, science education.

¹ ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9095-5270>. Doutor em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professor adjunto na Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), São João del-Rei, Minas Gerais, Brasil. Praça Dom Helvécio, 74, DCNAT, Campus Dom Bosco, 36301-160, São João del-Rei, Minas Gerais, Brasil. E-mail: alessandrogomes@ufsj.edu.br.





1 Introdução

Ao longo dos anos, os trabalhos nas áreas da filosofia, história e sociologia da ciência vêm tentando caracterizar os produtos e as práticas dos cientistas. Para Leach (1998), tais trabalhos buscam respostas às perguntas do tipo: (i) Quais os propósitos da ciência e quais as questões abordadas? (ii) Como o conhecimento científico é gerado e como ele se relaciona com os fenômenos naturais? (iii) Quais são as características das práticas dos cientistas? (iv) Como o trabalho dos cientistas se relaciona com atividades e preocupações sociais mais amplas? (v) Como se dá a interação entre os cientistas em seu trabalho cotidiano?

Tais perguntas se relacionam, primordialmente, com duas áreas de estudo da ciência. A primeira é a epistemologia da ciência – ou seja, a teoria do conhecimento, a área da filosofia da ciência que lida com problemas do tipo: “o que é o conhecimento?”; “o que podemos conhecer?”; “qual é a origem do conhecimento?”; e “como justificamos as nossas crenças?”. A segunda área é a sociologia da ciência, que estuda o modo como a atividade científica é social e institucionalmente organizada, bem como as relações entre as comunidades de cientistas e a sociedade.

McComas Olson (1998) realizaram uma análise qualitativa dos documentos que regulamentam e estabelecem as diretrizes educacionais para o ensino de ciências em diversos países. Os autores concluíram que há quatro disciplinas que contribuem, em maior ou menor grau, para compor o que conhecemos como natureza da ciência (NdC). As disciplinas seriam a filosofia, a história, a sociologia e a psicologia da ciência. Portanto,

a natureza da ciência é uma arena híbrida e fértil que mistura aspectos de várias áreas das ciências sociais incluindo a história, a sociologia e a filosofia da ciência combinada com a pesquisa na área das ciências cognitivas como a psicologia, numa descrição rica sobre o que é a ciência, como ela funciona, como os cientistas se comportam como grupo social e como a sociedade, ao mesmo tempo, direciona e reage à atividade científica. (MCCOMAS; CLOUGH; ALMAZORA, 1998, p. 4).

Atualmente, a compreensão da natureza da ciência é um componente central no currículo básico de ciências na maioria dos países, inclusive no Brasil (BRASIL, 2018; MCCOMAS; OLSON, 1998; NRC, 2013). Tais movimentos curriculares se baseiam na premissa de que possuir uma compreensão mais sofisticada sobre a NdC e como o conhecimento científico é produzido e validado é fundamental para se tornar um indivíduo cientificamente alfabetizado, podendo fornecer ferramentas para avaliar criticamente as informações disponíveis e viver num mundo em rápido desenvolvimento.

Driver e colaboradores (1996), baseados em uma ampla revisão da literatura, resumiram por meio de cinco argumentos de naturezas diferentes, as razões para que se procure desenvolver uma melhor compreensão da NdC. Segundo eles, os argumentos são:

- Um argumento utilitarista: uma compreensão da natureza da ciência é necessária para as pessoas entenderem a ciência e interagirem com os objetos e processos tecnológicos que encontram no seu dia a dia;



- Um argumento democrático: uma compreensão da natureza da ciência é necessária para as pessoas compreenderem os assuntos sociocientíficos e participarem dos processos que envolvem decisões ligadas à ciência e tecnologia;
- Um argumento cultural: uma compreensão da natureza da ciência é necessária para se apreciar a ciência como a maior conquista da cultura contemporânea;
- Um argumento moral: aprender sobre a natureza da ciência pode ajudar a desenvolver uma preocupação sobre o processo de construção do conhecimento científico, em particular as normas da comunidade científica, incluindo aspectos morais e éticos, que são de grande importância; e
- Um argumento de aprendizagem: uma compreensão da natureza da ciência pode oferecer um suporte mais eficiente para a aprendizagem dos conteúdos e dos métodos da ciência.

Apesar de o ensino e a aprendizagem de aspectos relacionados à NdC serem desejosos e previstos nos currículos, professores, materiais didáticos e práticas pedagógicas permanecem, muitas vezes, moldados à tradição de transmissão de fatos e dos produtos finais da atividade científica (conhecimento científico na forma de leis, definições, teorias e conceitos). Portanto, segundo McComas, Clough e Almazroa (1998), mesmo após quase 70 anos de interesse explícito pela introdução da NdC nos currículos, pouca ou nenhuma mudança significativa se fez sentir dentro da sala de aula. Questões relativas à NdC eram e ainda são relegadas a alguns poucos parágrafos no início dos livros de ciências. Além disso, a imagem da ciência apresentada nesses textos é, geralmente, incorreta, pitoresca e simplista.

Porém, pesquisadores defendem a hipótese de que as compreensões dos estudantes sobre a NdC, especialmente suas crenças epistemológicas, podem afetar, de forma decisiva, suas ações e decisões durante atividades didáticas diversas (DENG et al., 2011; LISING; ELBY, 2005). Alguns autores especulam, por exemplo, que o fraco desempenho dos estudantes durante a realização de atividades práticas e a dificuldade de reconhecer os reais objetivos das atividades são fruto de uma visão inadequada sobre a ciência e o papel da experimentação na produção do conhecimento científico (GOMES, 2009; MILLAR et al., 1994). Nesse sentido, a seguinte questão norteadora guiou esta pesquisa: qual a relação entre a devida compreensão do objetivo da atividade e as concepções epistemológicas sobre NdC desenvolvidas pelos estudantes?

Pesquisas indicam que estudantes enfrentam dificuldades de identificar corretamente os objetivos ao realizarem diversas atividades pedagógicas (HART et al., 2000; KEYS, 2009). Tal realidade se agrava quando consideramos resultados indicando que a compreensão dos objetivos está diretamente relacionada às ações e ao desempenho dos estudantes em atividades investigativas e/ou atividades que envolvam resolução de problemas (GOMES; BORGES; JUSTI, 2008; RODRIGUES; BORGES, 2007; SCHAUBLE et al., 1995; SCHAUBLE; KLOPFER; RAGHAVAN, 1991).



2 A pesquisa sobre a natureza da ciência

A NdC pode ser entendida como um conjunto de elementos que trata da construção, do estabelecimento e da organização do conhecimento científico, abrangendo desde questões internas (método científico e relação entre teoria e experimento) até questões externas (influência de elementos sociais, culturais, religiosos e políticos na aceitação ou rejeição de ideias científicas).

Por meio de uma extensa revisão dos trabalhos publicados na área, Deng e colaboradores (2011) afirmam que há dez aspectos-chave sobre a NdC mais comumente investigados por diferentes autores. Cada um dos dez aspectos pode ser conceituado em dez dimensões que variam em um espectro, desde perspectivas mais positivistas/empiristas a construtivistas/relativistas. As dez dimensões, segundo os autores, são:

- A fonte do conhecimento científico varia desde o conhecimento transmitido por figuras de autoridade (por exemplo, cientistas, livros didáticos e professores) até o conhecimento construído por indivíduos.
- A natureza imaginativa/criativa da ciência varia desde o conhecimento científico livre de imaginação/criatividade humana até como um produto fruto da imaginação e criatividade dos cientistas.
- A natureza carregada de teoria da ciência varia desde a ciência não ser afetada pelos históricos pessoais dos cientistas até ser influenciada por suas teorias/vieses existentes.
- A natureza empírica do conhecimento científico varia desde o conhecimento científico baseado em lógica/fé até ser derivado de observações e dados.
- A natureza do método científico varia desde reconhecer um método científico universal passo a passo até apreciar múltiplos métodos para resolver problemas científicos.
- A natureza e distinção entre observação e inferência varia desde uma incapacidade de coordenar teoria e evidência até uma consciência da diferença entre elas.
- A natureza e relação entre teorias e leis varia desde assumir uma relação hierárquica entre teorias e leis até tratá-las como dois tipos de representações de conhecimento independentes entre si.
- A natureza mutável do conhecimento científico varia desde o conhecimento científico como inalterado até ser tentativo (mas relativamente estável).
- A natureza coerente do conhecimento científico varia desde o conhecimento científico como uma coleção de peças isoladas até um sistema unificado de conceitos e princípios inter-relacionados.
- A natureza social e culturalmente inserida da ciência varia desde ser irrelevante para a sociedade e cultura até ser afetada por fatores sociais e culturais. (DENG et al., 2011, p. 970-971).

Diversas pesquisas evidenciam, de forma consistente, que os estudantes (de todos os níveis de ensino) expressam, em sua maioria, concepções empírico-indutivista e ateóricas, visões rígidas, aproblemáticas e ahistóricas, visões exclusivamente analíticas, visões de crescimento acumulativo linear do conhecimento científico e visões individualistas, elitistas e socialmente neutras da ciência (ABD-EL-KHALICK, 2006; LEDERMAN, 2007; SANTOS; ROSA; HOFFMANN, 2018).

A concepção empírico-indutivista e ateórica da ciência consiste em atribuir completamente a essência da atividade científica à experimentação, desconsiderando o papel das hipóteses e teorias já existentes, que são fundamentais para orientar as investigações. Creem em uma visão restrita do método científico, como sendo um conjunto de etapas rígidas a serem seguidas mecanicamente. A ciência é



encarada como um corpo de conhecimento imutável, infalível e exato, não podendo apresentar qualquer incerteza ou provisoriedade, sem espaço para qualquer disputa por pontos de vista ou interpretações concorrentes.

Quanto às visões aproblemáticas e ahistóricas da ciência, os autores as retratam como a transmissão dos conhecimentos como definitivos, já elaborados, sem a preocupação de mostrar os problemas que lhes deram origem, sua evolução, as dificuldades encontradas e as limitações e perspectivas do conhecimento científico atual. Por sua vez, a visão exclusivamente analítica consiste na crença da divisão, simplificação e limitação dos estudos, esquecendo-se de que há campos de conhecimento em que divisões e limitações não são, necessariamente, possíveis.

Já a visão acumulativa de crescimento linear se refere à forma como o desenvolvimento científico é visto: fruto de um crescimento linear, completamente acumulativo, sem considerar crises, revoluções ou remodelações sofridas ao longo do tempo. Tem-se, também, a visão elitista e individualista da ciência, em que se ignora o trabalho colaborativo e coletivo dos cientistas, grupos e equipes de pesquisa. Assim, a ciência aparenta ser resultado somente de esforços de gênios isolados, quase sobre-humanos, com mentes brilhantes. E, por fim, a visão socialmente neutra da ciência, na qual são esquecidas

as complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade (CTS) 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 (GIL-PÉREZ et al., 2001, p. 133).

Diversos trabalhos fornecem evidências de que concepções sobre a NdC, especialmente as crenças epistemológicas, estejam relacionadas à cognição, metacognição, motivação, aprendizagem e compreensão, influenciando direta ou indiretamente as estratégias de resolução de problemas e o desempenho dos estudantes em diversas atividades (BARZILAI; ZOHAR, 2014; CÂNDIDO; SILVA; BATISTA, 2023; CAREY; SMITH, 1993; LISING; ELBY, 2005; STATHOPOULOU; VOSNIADOU, 2007). Um dos motivos para essa influência seria que as crenças epistemológicas poderiam influenciar a forma como os estudantes compreendem os objetivos das atividades, exatamente o que foi pesquisado neste trabalho.

3 Aspectos metodológicos

Participaram de todas as etapas da pesquisa 180 alunos de sete turmas do primeiro ano do ensino médio de uma escola pública federal de Belo Horizonte, com idades variando entre 15,1 e 18,3 anos e média de 16,2 anos.

Os procedimentos de pesquisa atenderam aos preceitos éticos recomendados pela Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (ANPED, 2019), especialmente quanto à autodeclaração de princípios éticos (MAINARDES; CARVALHO, 2019). A pesquisa foi apresentada ao diretor da escola e aos professores que auxiliariam no processo de coleta de dados. Após obter a autorização junto à direção e ao corpo docente envolvido, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi enviado aos pais e/ou responsáveis de todos os alunos de todas as turmas do primeiro ano do ensino



médio da escola. O TCLE explicava detalhadamente os objetivos gerais da pesquisa, as atividades a serem desenvolvidas pelos alunos, os possíveis riscos e benefícios, além de ressaltar a garantia da integridade física e moral dos participantes, deixando claro que não se tratava de uma atividade escolar e que, portanto, a participação dos alunos era voluntária e não obrigatória. Os alunos entregaram o canhoto do TCLE assinado.

A pesquisa também foi detalhada aos alunos antes do processo de coleta de dados. Foram esclarecidos os detalhes sobre a justificativa, os objetivos, os métodos, os possíveis riscos e benefícios da pesquisa e, em seguida, colheu-se o assentimento dos alunos. Todos os alunos concordaram em participar. Logo no início do processo de tratamento dos dados, o nome de cada aluno foi substituído por um número geral. Cada dupla também recebeu um código. Dessa forma, a identidade dos participantes foi preservada durante todo o processo de análise dos dados.

Os participantes responderam ao questionário em relação às suas crenças epistemológicas. O instrumento, apresentado na Figura 1, é composto de três questões dissertativas que indagam os alunos acerca de aspectos específicos sobre experimentos científicos. As questões utilizadas nesse questionário foram inspiradas em instrumentos de pesquisas anteriores (CAREY et al., 1989; LIN, 2018, SMITH; WENK, 2006).

Figura 1 – Instrumento para identificação das concepções epistemológicas.

Nome: _____ Turma: _____
1) O que você entende por um experimento científico?
2) Quando podemos considerar que um experimento científico é um bom experimento?
3) Os cientistas realizam experiências. Qual seria os objetivos deles ao realizar um experimento?

Fonte: autoria própria.

Em seguida, os participantes realizaram as atividades investigativas por meio de simulações computacionais.

Definimos simulações relevantes para utilização na educação científica como modelos algorítmicos, dinâmicos e, muitas vezes simplificados, de fenômenos reais ou hipotéticos que contém características que não apenas permitem, mas também promovem a exploração de ideias, manipulação de parâmetros, observação de eventos e teste de perguntas. (RENKEN et al., 2016, p. 6).

As simulações utilizadas foram desenvolvidas pelo autor, especialmente para fins de pesquisa². De interface amigável, compatível com o ambiente Windows, as simulações se mostraram facilmente

² Disponíveis em: https://drive.google.com/drive/folders/1g_HGC5D0WUi8H8Th8XYHXg1iZiew4whv.



entendidas e utilizadas pelos participantes da pesquisa. Os estudantes tinham aulas semanais da disciplina informática, e, por isso, a utilização do computador em si não os ofereceu dificuldade específica.

Foram desenvolvidas simulações abordando dois temas (termologia/equilíbrio térmico e movimento acelerado/plano inclinado), mas com configurações experimentais semelhantes. O objetivo de cada investigação foi o de estabelecer quais das variáveis independentes exerciam influência sobre uma determinada variável dependente. Para a comunicação com os alunos, os objetivos das atividades foram tratados de forma mais coloquial e de fácil compreensão para eles: (i) determinar quais os fatores influenciam sobre o tempo que as esferas gastam para percorrer a rampa e (ii) determinar quais os fatores influenciam na temperatura final do sistema. Dentre as variáveis independentes, havia aquelas causais (que influenciam na variável dependente) e uma não causal (que não tem influência sobre a variável dependente). No Quadro 1 estão descritas as principais características das atividades investigativas desenvolvidas.

Quadro 1 - Características das atividades investigativas.

Investigação	Objetivo	Fatores/Variáveis	Tipo de variáveis
Problema do plano inclinado (PPI)	Determinar quais fatores influenciam o tempo que as esferas gastam para percorrer a rampa.	Atrito Distância Inclinação Massa da esfera	Discreta (6 níveis) Contínua Nominal (3 níveis) Discreta (20 níveis)
Problema do equilíbrio térmico (PET)	Determinar quais fatores influenciam na temperatura final do sistema.	Área superf. do bloco Massa do bloco Temperatura do líquido Tipo do líquido	Discreta (20 níveis) Discreta (10 níveis) Contínua Nominal (3 níveis)

Fonte: autoria própria.

A coleta de dados ocorreu no início do segundo semestre letivo, durante o horário normal das aulas de física. Ressalta-se que os conteúdos abordados já haviam sido estudados pelos alunos, conforme o currículo regular da escola, sem qualquer ligação com a pesquisa. Após responderem, individualmente, ao questionário para identificação das crenças epistemológicas, os alunos foram conduzidos pelo professor à sala de informática. Os alunos foram orientados a se sentarem em duplas, com liberdade para escolha do(a) colega. Cada dupla operou um computador. Antes dos alunos iniciarem cada investigação, o autor da pesquisa explicava o funcionamento da simulação e dirimia eventuais dúvidas.

As simulações eram bastante interativas. Na tela inicial da simulação computacional (que os alunos foram instruídos a ler cuidadosamente) havia a descrição da atividade e todas as informações necessárias para sua realização. Foi solicitado aos alunos que inserissem os seus nomes. Ao clicarem no botão 'Começar', era exibida a tela principal. Na figura 2 são apresentadas as telas das duas simulações utilizadas na pesquisa. As simulações permitiram o estabelecimento de um ambiente desafiador, no qual os alunos assumiram a responsabilidade de explorar as situações propostas, tendo a liberdade intelectual de manipular as variáveis disponíveis da forma como bem entendessem, características essenciais de uma atividade investigativa (ALMEIDA; MALHEIRO, 2022).

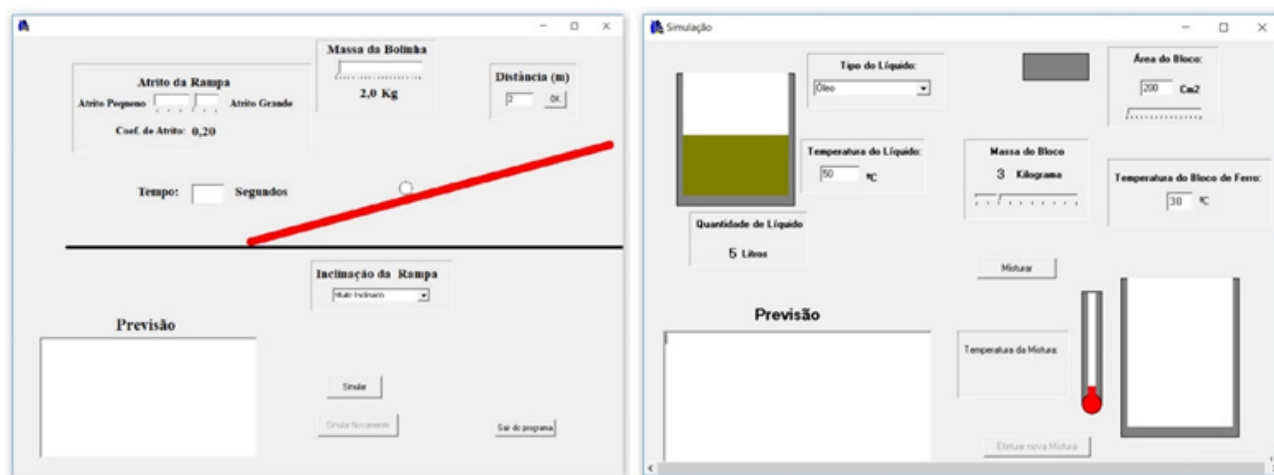


Ao longo da atividade, as duplas preencheram os valores das variáveis independentes justificando, em um espaço apropriado, os motivos de suas ações. Ao clicar em ‘simular’, o resultado era fornecido, mostrando uma breve animação. Em seguida, era solicitado à dupla que redigisse um comentário sobre o resultado obtido. Ao finalizar o comentário, a dupla tinha a opção de continuar com a investigação ou sair do programa. Se a dupla clicasse em ‘simular novamente’, os valores atribuídos às variáveis retornavam aos valores iniciais e a dupla poderia simular novamente. Se a dupla clicasse em ‘sair do programa’, todas as informações eram gravadas e armazenadas em um arquivo de extensão ‘.txt’, que permanecia disponível para análise. Nesse arquivo era possível verificar todos os dados fornecidos para as variáveis, além das justificativas, previsões e comentários sobre os resultados, permitindo analisar e avaliar o desempenho experimental e o raciocínio das duplas durante execução da atividade.

Cada turma realizou as atividades da pesquisa em duas aulas de 100 minutos cada, uma para cada investigação ao longo de uma semana. A ordem do tema da investigação variou de turma para turma. Portanto, os alunos de determinadas turmas realizaram as atividades relativas ao PET na primeira aula e as atividades do PPI na outra, mantendo-se as mesmas duplas. Para outras turmas, ocorreu o inverso.

A última atividade da pesquisa consistiu em responder, individualmente, sobre o objetivo das atividades investigativas. A pergunta feita após a realização das duas atividades investigativas foi: *Você acabou de realizar uma atividade por meio de uma simulação computacional. Diga, com suas palavras, qual era o objetivo da atividade de simulação que você realizou.*

Figura 2 – Telas das simulações utilizadas na pesquisa



Fonte: autoria própria

4 Resultados e discussão

Para avaliar as crenças epistemológicas dos participantes, as respostas dos alunos no questionário foram avaliadas em conjunto e categorizadas em duas categorias, segundo quatro critérios, construídos a partir de trabalhos como os de Carey e Smith (1993) e de Smith e Wenk (2006): (i) característica geral das



respostas; (ii) o papel atribuído à experimentação científica; (iii) a relação teoria e experimentação; e (iv) o objetivo da ciência. O Quadro 2 apresenta os critérios, descrevendo-os conforme as categorias.

As respostas dos alunos foram categorizadas de forma independente por dois pesquisadores. A porcentagem de concordância foi de 91,8%, com os 15 casos em que houve discordância de categorização sendo dirimidos após uma conversa e se alcançar um consenso entre os pesquisadores.

Do total de participantes, 119 (66%) tiveram suas respostas categorizadas como ingênuas e 61 (34%) como adequadas. Esse resultado endossa resultados de pesquisas anteriores as quais afirmam que grande parte dos estudantes da educação básica, em diversos países, apresenta crenças ingênuas e fragmentadas sobre a NdC e o processo de produção e desenvolvimento do conhecimento científico (KHISHFE, 2022; LEDERMAN; LEDERMAN, 2014).

Quadro 2 – Critérios para a categorização das respostas dos participantes.

Critérios	Categorias	
	Ingênuas	Adequadas
Característica geral das respostas	As respostas são pouco elaboradas e vagas.	As respostas são mais organizadas, mais bem construídas.
Experimentação científica	A experimentação é vista apenas como uma forma de provar ou comprovar o que o cientista já conhece ou descobriu.	A experimentação é vista como a maneira pela qual os cientistas testam suas ideias ou hipóteses.
Relação teoria x experimentação	Não demonstra preocupação com o papel das ideias dos cientistas no processo científico.	Reconhece e faz uma distinção explícita entre ideias e experimentação, considerando a teoria dos cientistas importante para a experimentação.
Objetivo da ciência	A ciência é encarada como sendo o meio para resolver problemas, fazer descobertas, aprender coisas novas e/ou descobrir como algo funciona.	A ciência é vista como um meio para explicar fenômenos naturais, avaliar e testar ideias, hipóteses e teorias.

Fonte: autoria própria.

As respostas dos estudantes à pergunta sobre o objetivo da atividade foram avaliadas de forma dicotômica, ou seja, foi considerado se o participante acertou ou errou ao identificar o objetivo da investigação realizada. Dos 180 respondentes, 107 identificaram corretamente o objetivo da atividade e 73 o fizeram de forma incorreta. Esse resultado causa preocupação, pois mesmo após a realização de duas atividades com objetivos semelhantes, cerca de 40% dos alunos erraram quando questionados sobre o objetivo da atividade que haviam acabado de fazer.

Vale a pena ressaltar que essa dificuldade dos alunos em relação ao entendimento dos objetivos já havia sido detectada durante o desenvolvimento das atividades. Conforme explicado, na tela inicial da simulação computacional havia a descrição da atividade, com todas as informações necessárias para sua realização, inclusive o objetivo. Contudo, mesmo com a tela de apresentação e as explicações fornecidas oralmente por quem conduziu a pesquisa, muitas duplas, após a realização de algumas coletas de dados, ainda perguntavam sobre o objetivo da atividade.



Antes de cada configuração experimental, como descrito na seção anterior, os estudantes deveriam expor seus pensamentos, justificar os valores estipulados para as variáveis e fazer uma previsão sobre o resultado. Em vários históricos, pudemos identificar trechos como: “ver o tempo máximo que a esfera demora para percorrer a rampa”; “maior temperatura possível entre as variáveis” ou “esperamos que faça o percurso mais demorado possível”. Tais trechos apresentam indícios de que os estudantes trataram os problemas segundo o ‘modo de engenharia’, proposto por Schauble, Klopfer e Raghavan (1991), o que ocorreu apesar de o objetivo das atividades ter sido explicitado, tanto de forma oral quanto escrita. Percebe-se, assim, que ao realizarem a atividade investigativa, alguns alunos desconsideram o objetivo previamente proposto e consideram objetivos mais práticos, tais como obter a configuração que proporcionasse o maior/menor tempo necessário para a esfera percorrer a rampa ou a maior/menor temperatura de equilíbrio do sistema.

Um dos motivos apontado pela literatura para explicar o baixo desempenho dos estudantes durante a realização das atividades de laboratório é justamente que, frequentemente, os estudantes não conhecem os propósitos dessas atividades. Tamir (1991) e Hart e colaboradores (2000) afirmam que o objetivo percebido pelos alunos para a atividade prática é diferente do objetivo imaginado pelo professor e que os alunos não conseguem entender a relação entre o propósito da atividade e os procedimentos executados durante a sua realização.

Para buscarmos estabelecer relações entre as concepções epistemológicas dos estudantes e a identificação do objetivo da atividade realizada, elaboramos a Tabela 1, de dupla entrada, apresentada a seguir.

Realizou-se o teste estatístico do chi-quadrado para analisar os dados da Tabela 01. O resultado obtido, $\chi^2(1)=6,16$, $p=0,016$, aponta para uma diferença estatisticamente significativa. Percebe-se que do total de 61 alunos que demonstraram compreensões epistemológicas mais adequadas, 44 (72%) identificaram corretamente o objetivo das atividades. Já no grupo dos 119 alunos que apresentaram compreensões mais ingênuas, 63 (53%) acertaram o objetivo das atividades. Em relação aos 73 estudantes que erraram ao identificar o objetivo das atividades, 56 (77%) apresentaram concepções ingênuas e apenas 17 (26%), concepções mais sofisticadas. Isso indica que os alunos que possuíam concepções epistemológicas mais adequadas tenderam a compreender melhor o objetivo das atividades realizadas.

Tabela 1 – Nível de compreensão epistemológica x identificação do objetivo.

Nível	Identificação do objetivo		Total
	Correta	Incorreta	
Ingênuo	63	56	119
Adequado	44	17	61
Total	107	73	180

Fonte: autoria própria.



Em um trabalho anterior, Gomes, Borges e Justi (2008) categorizaram as respostas, desse mesmo grupo pesquisado, para a pergunta em relação ao objetivo da atividade realizada. Uma das categorias de resposta foi ‘confirmar hipóteses/teorias’, utilizada por 23 dos 73 participantes (31,5%) que erraram o objetivo da atividade. Desses 23 alunos que tiveram suas respostas categorizadas dessa forma, 18 apresentaram compreensões epistemológicas ingênuas acerca da NdC, atribuindo à experimentação científica o objetivo de comprovar as ideias e teorias que os cientistas possuem. Esse resultado reforça os indícios da influência das crenças epistemológicas sobre a compreensão de objetivos de atividades pedagógicas, sobretudo em atividades investigativas.

5 Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo estabelecer relações entre a devida compreensão do objetivo das atividades investigativas e as concepções epistemológicas sobre a NdC desenvolvidas pelos estudantes. Os resultados da pesquisa corroboram pesquisas anteriores que apontam para a dificuldade dos estudantes de identificar corretamente os objetivos de atividades práticas realizadas no laboratório escolar (RODRIGUES; BORGES, 2007; SÁ, 2003)

Os resultados também indicam que estudantes com crenças epistemológicas mais adequadas apresentaram maior facilidade para reconhecer adequadamente o objetivo das atividades investigativas. Estudantes com crenças mais ingênuas a respeito da NdC tiveram maiores dificuldades de reconhecer o objetivo correto e tenderam a atribuir às investigações o objetivo de comprovar as ideias do experimentador.

A visão confirmatória do laboratório escolar, ou seja, a atribuição ao objetivo da atividade de comprovar uma determinada hipótese ou teoria foi apresentada por cerca de 30% dos alunos que responderam incorretamente sobre o objetivo das atividades. Isso pode indicar uma forte crença de que as atividades experimentais e até mesmo a atividade científica são realizadas para a verificação de hipóteses ou teorias. Essa visão distorcida do processo de experimentação poderia ser atribuída ao excessivo caráter comprobatório que as atividades normalmente realizadas nas escolas possuem. Atualmente, as atividades desenvolvidas visam, em sua maioria, apenas ilustrar fenômenos estudados na teoria ou ‘demonstrar a veracidade de alguma lei científica’. Por isso, os alunos adquirem a visão de que as atividades sempre ‘funcionarão’ de acordo com a teoria e os resultados que serão obtidos também são previsíveis.

Uma implicação pedagógica da pesquisa realizada é a necessidade da devida explicitação dos objetivos das atividades didáticas. Quando planejam atividades experimentais, os professores devem considerar que os estudantes podem concebê-las conforme objetivos diferentes do desejado e estipulado por eles e, tendo assim um desempenho aquém do esperado. Portanto, é preciso que os professores se esforcem para que os alunos tenham um entendimento claro dos propósitos de cada atividade e do porquê de sua realização. Além disso, é importante que os professores promovam a discussão dos resultados obtidos, tendo em vista os objetivos inicialmente propostos. Isso pode contribuir para que os estudantes



obtenham uma compreensão mais adequada do processo de experimentação e estabeleçam conexões entre os objetivos das atividades, as ações e os procedimentos realizados.

Os resultados também apontam para a necessidade de mais pesquisas que explorem como a natureza da ciência vem sendo abordada em cursos de formação inicial de professores, além de como esse conteúdo é trabalhado em sala de aula na educação básica. Além disso, seria importante pesquisar como as crenças epistemológicas dos estudantes podem afetar suas ações e decisões durante as atividades didáticas, sobretudo durante os processos de experimentação e análise de evidências.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro no desenvolvimento do projeto APQ-00701-18.

Referências

ABD-EL-KHALICK, F. Over and over again: college students' views of nature of science. In: FLICK, L. B.; LEDERMAN, N. G. (Eds.). **Scientific inquiry and nature of science**. Dordrecht: Springer, 2006. p. 389-425.

ALMEIDA, W. N. C.; MALHEIRO, J. M. S. Pressupostos teóricos e diferentes abordagens do ensino de ciências por investigação. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, Santo Ângelo, v. 12, n. 2, p. 71-83, 2022.

ANPED. **Ética e pesquisa em Educação: subsídios**. Rio de Janeiro: ANPEd, 2019. Disponível em: <https://anped.org.br/biblioteca/etica-e-pesquisa-em-educacao-subsidios/>. Acesso em: 20 jun. 2024.

BARZILAI, S.; ZOHAR, A. Reconsidering personal epistemology as metacognition: A multifaceted approach to the analysis of epistemic thinking. **Educational psychologist**, Philadelphia, v. 49, n. 1, p. 13-35, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 20 jun. 2024.

CÂNDIDO, F. P.; SILVA, D.; BATISTA, I. L. Influências da Natureza da Ciências no ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**, Cascavel, v. 7, n. 4, p. 719-737, 2023.

CAREY, S. et al. Na Experiment Is When You Try It and See if It Works”: A Study of Junior High School Students' Understanding of the Construction of Scientific Knowledge. **International Journal of Science Education**, Philadelphia, n. 11, p. 514–529, 1988.



- CAREY, S.; SMITH, C. On understanding the nature of scientific knowledge. **Educational Psychologist**, Philadelphia, v. 28, n. 3, p. 235-251, 1993.
- DENG, F. et al. Students' views of the nature of science: A critical review of research. **Science Education**, Hoboken, v. 95, n. 6, p. 961-999, 2011.
- DRIVER, R.; LEACH, J.; MILLAR, R. **Young people's images of science**. Buckingham: Open University Press, 1996.
- GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- GOMES, A. D. T. **Uma investigação sobre a aprendizagem dos conceitos de evidência no laboratório escolar**. 2009. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2009.
- GOMES, A. D. T.; BORGES, A. T.; JUSTI, R. Students' performance in investigative activity and their understanding of activity aims. **International Journal of Science Education**, Philadelphia, v. 30, n. 1, p. 109-135, 2008.
- HART, C. et al. What is the purpose of this experiment? Or can students learn something from doing experiments? **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, v. 37, n. 7, p. 655-675, 2000.
- KEYS, C. W. Revitalizing instruction in scientific genres: Connecting knowledge production with writing to learn in science. **Science Education**, Hoboken, v. 83, n. 2, p. 115-130, 1999.
- KHISHFE, R. Improving students' conceptions of nature of science: A review of the literature. **Science & Education**, Dordrecht, v. 32, n. 6, p. 1887-1931, 2023.
- LEACH, J. Teaching about the world of science in the laboratory. In: WELLINGTON, J. (Ed.). **Practical work in school science. Which way now?** London: Routledge, 1998. p.52-68.
- LEDERMAN, N. G. Nature of science: Past, present, and future. In ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (Eds.) **Handbook of research on science education**. Mahwah: Erlbaum, 2007, p. 831-879.
- LEDERMAN, N. G.; LEDERMAN, J. S. Research on teaching and learning of nature of science. In: LEDERMAN, N. G.; ABELL, S. K. (Eds.) **Handbook of research on science education**, volume II. London: Routledge, 2014. p. 614-634.
- LIN, F. Characterizing elementary-school students' epistemology of science: Science as collective theory-building process. **The Asia-Pacific Education Researcher**, Cingapura, v. 27, n. 6, p. 487-498, 2018.
- LISING, L.; ELBY, A. The impact of epistemology on learning: A case study from introductory physics. **American Journal of Physics**, College Park, v. 73, n. 04, p. 372-382, 2005.



MAINARDES, J.; CARVALHO, I. C. M. Autodeclaração de princípios e de procedimentos éticos na pesquisa em Educação. In: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação. **Ética e pesquisa em educação: subsídios**. Rio de Janeiro: ANPED, 2019. p. 129-132.

MCCOMAS, W. F.; CLOUGH, M. P.; ALMAZROA, H. The Role and Character of the Nature of Science in Science Education. In: MCCOMAS, W. F. (Ed.) **The nature of science in science education. Rationales and Strategies**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 3-39.

MILLAR, R. et al. Investigating in the school science laboratory: conceptual and procedural knowledge and their influence on performance. **Research Papers in Education**, Philadelphia, v. 9, n. 2, p. 207-248, 1994.

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**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Next Generation Science Standards: For States, By States**. Washington, DC: The National Academies Press, 2013. Disponível em: <https://nap.nationalacademies.org/download/18290>. Acesso em: 20 jun. 2024.

RENKEN, Maggie et al. **Simulations as scaffolds in science education**. Dordrecht: Springer, 2016.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. Qual foi o objetivo da aula hoje? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis. **Anais...** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2007. p.1-12.

SÁ, E. F. de. **Os propósitos de atividades experimentais na visão de alunos e professores**. 2003. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

SANTOS, J. V. A.; ROSA, M. D.; HOFFMANN, M. B. Concepções acerca da natureza da ciência e da ética científica em estudantes e egressos de um curso de Ciências Biológicas. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, Santo Ângelo, v. 8, n. 1, p. 43-58, 2018.

SCHAUBLE, L. et al. Students' understanding of the objectives and procedures of experimentation in the science classroom. **Journal of the Learning Sciences**, Philadelphia, p. 131-166, 1995.

SCHAUBLE, L.; KLOPFER, L. E.; RAGHAVAN, K. Students' transition from an engineering model to a science model of experimentation. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, v. 28, n. 9, p. 859-882, 1991.

SMITH, C. L.; WENK, L. Relations among three aspects of first-year college students' epistemologies of science. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, v. 43, n. 8, p. 747-785, 2006.

STATHOPOULOU, C.; VOSNIADOU, S. Exploring the relationship between physics-related epistemological beliefs and physics understanding. **Contemporary Educational Psychology**, Philadelphia, v. 32, n. 3, p. 255-281, 2007.



TAMIR, P. Practical work in school science: an analysis of current practice. In: WOOLNOUGH, B. E. **Practical Science. The role and reality of practical work in school science**. Philadelphia: Open University Press, 1991. p.13-20.