



Artigo

A Natureza da Ciência: Conhecimento dos Alunos do Ensino Básico, Secundário e Superior

Ana Maia Fernandes

Universidade da Beira Interior
ana.maia.fernandes@ubi.pt | ORCID 0000-0002-1448-4419

Cristina Raposo

cristina.raposo@agml.pt

Sandra Soares

Departamento de Física, Faculdade de Ciências, Universidade da Beira Interior
Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas
Centro de Matemática e Aplicações, Faculdade de Ciências, Universidade da Beira Interior
shsoares@ubi.pt | ORCID 0000-0002-6401-5290

Resumo

A inclusão da Natureza da Ciência (cujo acrónimo em Inglês é “NOS”) tem sido alvo de preocupação nos currículos das disciplinas de Ciências dos últimos anos, à medida que os académicos vão conhecendo mais acerca do modo como se aprende. Neste estudo pretendeu-se investigar o conhecimento da NOS, no que diz respeito ao conhecimento processual da Ciência, nomeadamente no controlo das variáveis independentes. Participaram numa primeira fase, 163 alunos dos ensinos básico, secundário e superior, partindo de uma questão de escolha múltipla, adaptada da prova de aferição de Português e Estudo do Meio de 2018, do 2.º ano do 1.º Ciclo do Ensino Básico (CEB). Numa segunda fase participaram os 47 alunos do 7.º ano de escolaridade, que responderam a uma



questão sobre o *design* experimental de uma investigação em Química, envolvendo também as variáveis independentes. Para além desta técnica de recolha de dados, de testagem, foram registadas algumas notas de campo. Os resultados da análise estatística realizada em SPSS®, indicam uma correlação entre o ano de escolaridade e a opção correta na questão de escolha múltipla. Os resultados revelam, contudo, que apenas 45% dos alunos do 7.º ano de escolaridade do 3.º CEB optaram pela afirmação correta. Os resultados da segunda etapa revelam que apenas 12,8% dos alunos responderam corretamente. Os resultados obtidos vão ao encontro de outras investigações realizadas no nosso país que indicam lacunas no conhecimento, por parte dos professores, bem como o facto ensinarem, a NOS de forma limitada, o que poderá justificar as dificuldades dos alunos, neste estudo, nomeadamente nos do 3.º CEB.

Palavras-chave: Natureza da Ciência; NOS; Variáveis independentes; Prova de aferição; Ensino das ciências.

Abstract

The inclusion of the Nature of Science (NOS) has been a concern in science curricula in recent years, as academics have been learning learnt more about how it is learnt. The aim of this study was to investigate knowledge of the NOS in relation to procedural knowledge of science, particularly in what concerns the control of independent variables. 163 students from primary, secondary and higher education took part in a first exploratory study, using a multiple-choice question adapted from the 2018 Portuguese and Environmental Studies benchmark test from the 2nd year of primary education. In addition to this data collection technique, some field notes were recorded. The results of the statistical analysis carried out in SPSS® indicate a correlation between the year of schooling and the correct option in the multiple-choice question. The results show, however, that only 45 % of students in the 7th grade chose the correct statement. In a second phase, 47 students from the 7th grade took part, answered a question about the experimental design of an investigation in Chemistry, also involving the independent variables, in which only 12.8% answered correctly. The results agree with results from other research developed in our country, showing gaps that teachers teach the concept of NOS in a limited way, which explains the students' difficulties, especially those in the 3rd cycle of basic education.

Keywords: Nature of Science; NOS; independent variables; Benchmarking test; Science education.

Introdução

Atualmente parece existir um consenso em torno de ensinar Ciência através de processos



ativos, o que se traduz num envolvimento e reflexão por parte dos alunos, em vez de uma mera memorização e reprodução de factos (Jiménez-Aleixandre e Crujeiras, 2019). Com efeito, ao longo das últimas décadas, têm sido conduzidas várias reformas, no sentido que o currículo vá ao encontro de um ensino das Ciências, que se traduza a jusante numa maior literacia científica por parte dos alunos (American Association for the Advancement of Science, 2000). O conceito de literacia científica (que acompanha a ideia de uma mundivisão mais alargada por parte dos alunos) é aqui subentendido como o conhecimento da Ciência, mas também a capacidade de utilizar esse conhecimento para tomar decisões a nível pessoal e social, envolvendo componentes científicas e não científicas. (Lederman et al., 2013). A capacidade de tomar decisões é, aliás, uma importante competência que deve ser trabalhada com os alunos desde tenra idade nas aulas experimentais de Ciências (Acevedo et al., 2015). Espera-se que uma pessoa literada, cientificamente seja capaz de, por exemplo, analisar diferentes aspetos científicos e tomar uma decisão informada, como por exemplo, não fumar ou vacinar os seus filhos (Virtič, 2022).

O caminho desejado por Lederman (2017) tem sido, por um lado, ensinar Ciência num contexto construtivista e holístico – a Ciência depende da Filosofia, da Sociologia e até da História, e por outro, reforçar o carácter conceptual da Ciência – que se baseia em processos de causa efeito, processos cíclicos, de equilíbrio, entre outros. Estas ideias transcendem o carácter individual de cada uma das Ciências e devem ser explorados com os alunos, já que geram resultados educativos importantes (Lederman et al., 2013). Assim, os alunos aprendem os valores e os processos pelos quais a Ciência é construída, para além da mera memorização de conhecimentos nas distintas Ciências (Schwartz, Lederman e Crawford, 2002).

Revisão de Literatura

Conceptualização da NOS

A Natureza da Ciência cujo acrónimo em língua inglesa é “NOS” (Nature of Science), e irá ser utilizado doravante, diz respeito aos valores intrínsecos ao conhecimento científico, ou seja, os fatores que o influenciam e que o limitam, isto é, a própria epistemologia da Ciência, levando em linha de conta que se trata de uma atividade humana (Schwartz et al., 2002). Lederman (2019) vai ainda mais além, diferenciando o conceito da NOS de NOSK, acrónimo em língua inglesa de “Nature



Of Scientific Knowledge”, que se traduz por natureza do conhecimento científico. Enquanto a NOS se debruça sobre a compreensão de como a Ciência funciona enquanto disciplina, associada às práticas científicas, a NOSK trata das características do conhecimento científico que resulta desse processo, ou seja, as práticas epistémicas.

Não existe apenas uma definição de NOS, pois não há total consenso entre os filósofos ou historiadores da Ciência, face à complexidade do próprio conceito. Allchin (2017) argumenta que a visão simplificada da NOS, ensinada nas escolas, não capta a complexidade do processo científico, que envolve incertezas, debates, erros ou revisões. Para este autor é importante que a educação científica inclua estas nuances, proporcionando uma compreensão mais realista da Ciência. Algumas características da NOS são, contudo, “consensuais” segundo Lederman, (2013). Princípios como o facto de a Ciência ser sujeita a mudança; com um carácter empírico (baseada na observação da realidade); subjetiva (baseada em teorias e leis); dependente da inferência humana; envolvendo a criatividade e a imaginação e ser intrinsecamente ligada a aspetos sociais e culturais. As autoras salientam a importância da compreensão por parte dos alunos da diferença entre a observação e a inferência. Quando um objeto é deixado cair ao chão, o movimento é acessível aos nossos sentidos, contudo a gravidade apenas foi compreendida com base numa inferência. Uma outra observação igualmente relevante é a diferença entre teoria e lei – esta última é uma relação entre variáveis observáveis, enquanto a teoria é uma inferência das próprias leis que explica o porquê dos acontecimentos. Na área da Física são exemplos a Lei da Gravitação Universal (que Newton não soube dar resposta ao porquê de assim ser) e a Teoria Geral da Relatividade de Einstein. Um terceiro aspeto também importante é o carácter humano da NOS, isto é, a relação com a criatividade e imaginação. De referir também a importância da subjetividade da Ciência e o facto de os cientistas serem influenciados pelo seu referencial cultural. Por último, a característica de incerteza da Ciência, ou seja, nenhuma lei é totalmente absoluta para sempre (Lederman, 2013).

Outros autores, como Gadalfi (2024), defendem ainda uma reconciliação mais holística da visão “consensual” da NOS, no ensino das ciências, com os aspetos sociais, nomeadamente de justiça social e sociopolíticos, para que os futuros cidadãos possam responder aos desafios globais de injustiça social, como as mudanças climáticas, a ascensão do neofascismo ou o racismo no



século XXI.

Karisan e Zeidler (2017) referem-se também à literacia científica do ponto de vista sociocultural. Uma visão utilitária da Ciência, por exemplo, requer que os alunos manipulem objetos tecnológicos do dia a dia ou novos processos que se destinem a melhorar a qualidade de vida das pessoas. Assim os vários princípios da NOS, poderão ser explorados no contexto de desenvolvimento de soluções para problemas sociais, como as alterações climáticas.

A NOS no contexto do currículo

Na Educação em Ciências, o estudo da NOS por parte dos investigadores, iniciou-se após II Guerra Mundial, nos anos 50' do século XX. Até aos anos 80' foi um período que constituiu mudanças significativas na forma como se deveria ensinar a NOS em Educação em Ciências, acompanhada por inovações nos campos da Psicologia e Filosofia das Ciências, respetivamente pelos trabalhos de Piaget e Vigotsky, e Kuhn (Duschl e Grandy, 2013). Assim, a Educação em Ciências deve compreender a aprendizagem *das* Ciências (conhecimento dos referenciais teóricos), aprendizagem *do fazer Ciência* (conhecimento dos processos científicos e resolução de problemas) e aprendizagem *sobre* Ciência (compreensão da NOS) (Torres et al., 2013). Dito de outra forma, na educação científica, tanto as práticas epistémicas como as científicas devem ser integradas para proporcionar uma visão. Ao envolver os estudantes em ambas, eles podem entender o processo investigativo ao mesmo tempo que têm a possibilidade de refletir criticamente sobre o conhecimento gerado. Isso promove uma aprendizagem mais complexa, que vai para além das atividades científicas, mas também pretendendo contribuir para a construção do próprio conhecimento.

A compreensão da NOS é uma componente chave para desenvolver a literacia científica nos alunos (Hacıeminoğlu, Yılmaz-Tüzün e Ertepinar, 2014), já que esta implica o desenvolvimento de capacidades, como a explicação dos fenómenos científicos, o *design* de investigações e a interpretação de dados, para além do conhecimento e atitudes (Virtič. 2022).

Em Portugal, os documentos orientadores refletem o paradigma inscrito no parágrafo acima acerca do desenvolvimento da literacia científica, tanto ao nível do Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO) (DGE, 2017), como das Aprendizagens Essenciais dos vários Ciclos do Ensino Básico e Secundário. A disciplina de Estudo do Meio, inicia-se no 1º ano do Ciclo



do Ensino Básico (CEB), visa desenvolver um conjunto de competências em Física, Química, Biologia, Geologia, História e Tecnologia, cujas metodologias são aprendidas pelos alunos contribuindo para um conhecimento mais vasto da sociedade numa perspetiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). As Aprendizagens Essenciais de Estudo do Meio (DGE, 2018) referem como ações estratégicas do 1º CEB, “utilizar processos científicos simples na realização de atividades experimentais”, revelando-se importante “valorizar a natureza da Ciência, dando continuidade ao desenvolvimento da metodologia científica nas suas diferentes etapas”. No que diz respeito ao 7º ano do 3º CEB, há uma continuidade na estratégia das Aprendizagens Essenciais que se verifica nas disciplinas de Físico-química e Ciências Naturais, respetivamente (DGE, 2018):

“A disciplina de Físico-Química, no Ensino Básico, visa contribuir para o desenvolvimento da literacia científica dos alunos, despertando a curiosidade acerca do mundo que nos rodeia e o interesse pela Ciência. Visa também desenvolver uma compreensão geral e alargada das principais ideias e estruturas explicativas da Física e da Química, bem como da metodologia da Ciência. (...) “[o professor tenha em conta] a natureza da Ciência, procurando, sempre que possível, adotar estratégias que evidenciem o processo de construção do conhecimento científico explorando as inter-relações entre a Ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente (CTSA)”. (DGE, 2018, pág.2)

Ao nível do Ensino Secundário, as Aprendizagens Essenciais de Biologia e Geologia (DGE, 2018), referem que “os alunos devem compreender metodologias utilizadas pelos especialistas”. E acrescenta-se:

“com a disciplina de Biologia e Geologia pretende-se que os alunos não só aprendam conceitos, teorias, leis e princípios no âmbito destas duas áreas científicas, mas que também compreendam como os cientistas trabalham e que fatores (metodológicos, históricos e sociológicos) influenciam a construção do conhecimento científico. (...) Neste contexto, é exetável que os alunos compreendam as metodologias de investigação utilizadas pelos cientistas, levando a cabo pesquisas em sala de aula e que desenvolvam as competências necessárias para intervir de forma fundamentada em questões de natureza técnica e científica que se colocam à sociedade, numa perspetiva de cidadania democrática.”. (DGE, 2018, pág. 2)

Atualmente, em termos de conhecimento da NOS por parte dos alunos, Portugal acompanha o panorama internacional (Torres e Vasconcelos, 2021). Apesar de não existir na literatura nenhuma abordagem sistemática e universal que permita desenvolver competências processuais da Ciência,



as recomendações têm vindo a ser realizadas no sentido de ser ensinada através da aprendizagem por investigação, quer aos alunos, quer aos futuros professores, de modo que estes possam fazer observações, colocar hipóteses, planear investigações, interpretar os dados, fornecendo explicações (Schwartz et al., 2002). Portanto, tudo se inicia com uma observação (um fenómeno ou um problema) para a qual se coloca uma hipótese testável; se formula de seguida o *design* experimental com a variação das variáveis independentes e a medição da variável dependente e, por último, se analisa os dados disponíveis (Arnold et al., 2018).

Apesar da inscrição da NOS no currículo formal, a literatura refere que os estudantes, e até mesmo os professores, detêm lacunas importantes ao nível do conhecimento da NOS, devido ao facto de terem um conhecimento insuficiente ou conceções alternativas acerca da mesma. Aparentemente, os professores parecem não valorizar o ensino da NOS da mesma forma que o fazem em relação aos conteúdos programáticos (McComas e Kampurakis, 2015). Caramaschi et al. (2022) referem-se ainda a outra preocupação: o facto de a interpretação do currículo formal poder fazer com que ensino da NOS não seja explícito (e apenas implícito), o que, segundo os autores, significa que não se pode esperar que a participação (dos alunos) em atividades científicas resulte no entendimento da NOS. Hacieminoğlu et al. (2014) referem também a importância do ensino explícito da NOS face ao ensino implícito.

A literatura revela outras dificuldades inerentes à aprendizagem da NOS por parte dos alunos. Hacieminoğlu et al. (2014) referem que no momento de tomada de decisão sociocientífica, muitos estudantes dão mais valor aos dados que suportam as suas crenças do que à qualidade científica das provas e dos factos que têm ao seu dispor. Relativamente a este aspeto, Abd-El-Khalick, Waters e Le (2007) referem que manuais escolares de Química do ensino secundário (Estados Unidos da América) não refletem o avanço no campo da NOS.

A literatura não é unânime no que diz respeito à relação do género com o conhecimento da NOS. Hacieminoğlu et al. (2014) referem não existir diferença estatisticamente significativa entre rapazes e raparigas, contudo a questão de como o género afeta o conhecimento da NOS, continua a ser controversa, como afirmam Toma, Gréca e Gómez (2019). Os mesmos autores, na sua investigação afirmam que os rapazes possuem uma visão mais *naïve* da NOS. Quanto ao nível de ensino, a investigação é igualmente controversa. Enquanto alguns autores referem que à medida



que evolui a escolaridade, melhora o conhecimento em relação à NOS, outros referem que alunos mais avançados têm menor capacidade criativa que alunos mais novos. Çelikdemir (2006) refere que os alunos do ensino médio (que corresponde em Portugal ao 3º CEB) revelam um conhecimento muito incipiente sobre a NOS, nomeadamente no que diz respeito aos aspetos sociocientíficos. As lacunas existentes em alunos universitários no conhecimento da NOS registam-se a vários níveis: a maioria dos alunos acreditam que com uma única medição científica irá obter-se um resultado exato. Muitos acreditam que a situação ideal consiste em realizar apenas uma medição “muito cuidadosa”. Também, a maioria dos alunos entende a atividade experimental apenas como validação das “verdades” ou factos provados (Buffler, Lubben e Ibrahim, 2009). Hacieminoğlu et al. (2014) afirmam que 60% dos estudantes americanos acreditam que o conhecimento científico não se altera. Os mesmos autores referem que este tipo de concepções alternativas é transversal a alunos de todo o mundo (há investigações realizadas em países localizados no continente europeu, americano, asiático e australiano). Sobretudo, sublinha, os alunos desenvolvem o conceito da NOS em tenra idade, sendo sempre uma tarefa difícil fazer alterar estas concepções alternativas posteriormente.

Esta problemática enunciada nos parágrafos anteriores, nomeadamente a questão do controlo das variáveis independentes, e o facto da mesma não se encontrar totalmente explanada no nosso país, conduziu o propósito desta investigação. A questão problema poderá enunciar-se como “o conhecimento da NOS, no que diz respeito ao conhecimento processual da Ciência, nomeadamente no controlo das variáveis independentes, varia ao longo da escolaridade?”

Materiais e Métodos

Contexto do estudo

Em Portugal, os documentos orientadores do percurso da escolaridade obrigatória, sejam eles as Aprendizagens Essenciais do Ensino Básico ou Secundário, ou o Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória, recomendam o desenvolvimento de competências relacionadas com a NOS (DGE, 2017 e DGE, 2018). Contudo, a literatura nacional, refere que alunos e professores parecem mostrar lacunas neste conhecimento e utilização no contexto de sala de aula. Em parte, a explicação reside numa preparação insuficiente nos cursos de formação de professores (Torres e



Vasconcelos, 2021). Por outro lado, a frequência de cursos de 1º Ciclo do Ensino Superior, em áreas científicas, parece não ter influência no conhecimento e atitudes relacionadas com a NOS (Figueiredo e Paixão, 2011).

Com estes aspetos em mente, as autoras consideraram importante aprofundar e investigar a compreensão da NOS, no que diz respeito ao conhecimento processual da Ciência, concretamente ao nível do controlo das variáveis independentes, por parte dos alunos do Ensino Básico, Secundário e Superior.

Participantes

A amostra é constituída por 207 alunos do ensino básico, secundário e superior, todos eles a frequentar um estabelecimento de ensino público. Participaram na primeira fase do estudo, 163 alunos – 51 alunos do 7º ano de escolaridade (3º CEB), 44 alunos do 9º ano de escolaridade (3º CEB), 19 alunos do 11º ano (Ensino Secundário), 24 alunos do 12º ano cuja disciplina de opção é Biologia (Ensino Secundário) e 25 alunos do 3º ano do curso de licenciatura na área das Ciências (Ensino Superior). Na segunda fase do estudo, participaram 47 alunos do 3º CEB, que haviam participado na primeira.

Os participantes da investigação foram selecionados por questões de conveniência das investigadoras. Por outro lado, o estudo não envolveu a recolha de dados sensíveis, os participantes não foram expostos a riscos, e foram garantidos a confidencialidade e o anonimato.

Procedimento e instrumentos

Foi elaborado um *design* de investigação constituído por duas etapas. A primeira fase constituiu-se como um estudo exploratório cujos resultados permitiram desenvolver o *design* da segunda fase.

O instrumento de recolha de dados utilizado no estudo exploratório consistiu num teste anónimo, realizado através da plataforma *Mentimeter*[®], com adaptação de uma questão de escolha múltipla da prova de aferição do 2º ano do 1º CEB de Português e Estudo do Meio de 2018 (IAVE, 2018). A questão, relacionada com o crescimento das plantas (variável dependente), relaciona diversas variáveis independentes (quantidade de água, horas de exposição ao sol), devendo



manter-se constante a quantidade de poluente (e implicitamente o número de girassóis), tal como mostra a Figura 1. Não foi alterada a ordem das opções. Foram ainda registadas algumas notas de campo.

Figura 1

Questão usada na primeira fase do estudo (adaptação da Prova de 2º ano do 1º CEB, IAVE, 2018))

O Luís e a Mia estavam a conversar sobre produtos que poluem o solo.



As crianças planificaram a experiência na tabela seguinte.

Vasos com girassóis	Quantidade de água	Horas de exposição ao sol	Quantidade de poluente
		12	
		12	
		12	
		12	



Assinala com X a opção correta.

A Ema fez este comentário, porque

- A a quantidade de água deitada em cada planta deve ser a mesma.
 B o número de horas de exposição ao sol de cada planta deve ser diferente.
 C a quantidade de poluente adicionada ao solo de cada planta deve ser a mesma.

Como instrumento de análise de dados, foi usada a estatística descritiva e inferencial, através do Programa SPSS®. A segunda fase da investigação decorreu passado três meses, tendo sido utilizado uma questão de uma avaliação escrita, baseada no domínio “Materiais – substâncias e misturas” do 7º ano de escolaridade, de Química. Este instrumento de recolha de dados relacionou as variáveis independentes (temperatura da água, quantidade de açúcar e água) e a dependente (tempo de dissolução do açúcar), tal como mostra a Figura 2. Para a análise dos resultados à



questão utilizada (adaptada de Januário, 2021) utilizou-se a técnica de análise de conteúdo com categorização em rubricas, e análise estatística descritiva, pretendendo-se que os alunos partissem de uma hipótese dada e elaborassem o procedimento, invocando as variáveis independentes que deveriam manter constantes e fazer variar. Um sistema de rubricas fornece aos professores, informação acerca do que estes têm de ensinar. Nesta investigação tornou-se particularmente útil por constituírem um elemento descritivo, para além de avaliativo (Fernandes, 2021) para o critério “procedimento experimental e relação com as variáveis”.

Figura 2

Questão utilizada na segunda fase do estudo (adaptada de Januário, 2021).

A Sofia, a Teresa e a Maria, sob orientação da sua professora de FQ, decidiram realizar uma experiência para responder à questão problema “será que o açúcar se dissolve mais rapidamente em água fria ou água quente?”. O material utilizado foi:

- Açúcar
- Vareta de vidro
- Cronómetro
- Água
- Gobelets



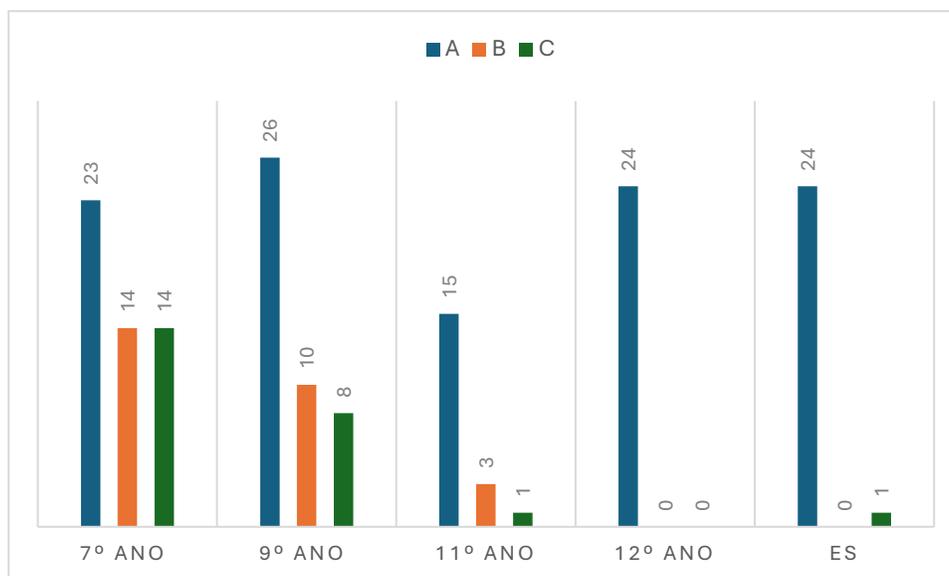
Refere-te às variáveis experimentais que deves manter constantes e aos que deves fazer variar, planeando um procedimento que permita responder à questão-problema.

Discussão de Resultados

No estudo exploratório, a análise estatística descritiva revela que em todos os anos de escolaridade, a opção correta foi a mais frequentemente selecionada (opção A) (Figura 3).

**Figura 3**

Respostas dos alunos por nível de escolaridade – questão do estudo exploratório (frequência).



Ao analisar-se as respostas corretas dos alunos em percentagem (Figura 4), verifica-se que, à exceção do 7º ano do 3º CEB (45,1% de respostas certas *versus* 54,9% de respostas erradas), em todos os outros anos de escolaridade, a percentagens de respostas erradas (opção B e C) é inferior à percentagem de respostas corretas – no 9º ano de escolaridade a percentagem de respostas incorretas é cerca de 41%, no 11º ano de escolaridade cerca de 21% e no 12º ano de escolaridade não existem respostas incorretas. No 3º ano do curso de licenciatura existe uma resposta incorreta.

A análise inferencial estatística confirma a análise dos resultados obtidos na estatística descritiva, conforme mostram as figuras 3 e 4. Realizando o teste de Qui-quadrado de Pearson, entre as variáveis “ano de escolaridade” e “opção selecionada”, obtém-se um valor de significância inferior a 0,01, ou seja, demonstrando uma correlação estatisticamente significativa entre o ano de escolaridade e a opção selecionada para um nível de confiança de 99%, rejeitando-se assim a hipótese nula de independência das variáveis. Portanto, à medida que o ano de escolaridade avança



a percentagem de alunos com a resposta correta aumenta.

Figura 4

Respostas dos alunos por nível de escolaridade – questão do estudo exploratório (percentagem).

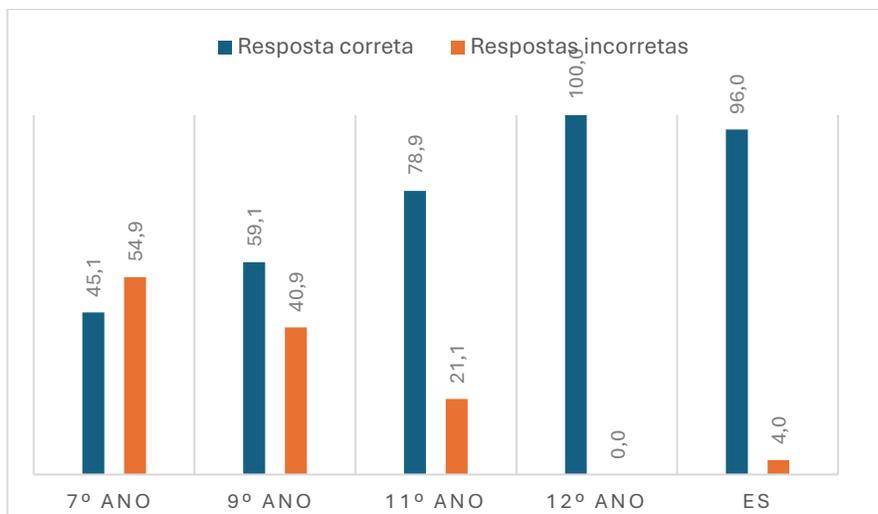


Figura 5

Resultados do Teste de Qui-quadrado de Pearson, com recurso ao programa SPSS®

		ano de escolaridade	opção selecionada
ano de escolaridade	Correlação de Pearson	1	-,406**
	Sig. (2 extremidades)		<,001
	N	163	163
opção selecionada	Correlação de Pearson	-,406**	1
	Sig. (2 extremidades)	<,001	
	N	163	163

** . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

Foram retiradas algumas notas de campo paralelamente à recolha de dados dos alunos do 7º ano do 3º CEB. À questão colocada pela professora “O que é a Ciência?”, os alunos têm bastante



dificuldade em responder, ficando reticentes e respondendo em surdina. Algumas respostas como; “A Ciência serve para inventar coisas novas para a nossa vida”, “Ciência é fazer novas descobertas!” ou “A Ciência são as novas tecnologias”, vão ao encontro da definição de Ciência como algo utilitário, mas não relativamente ao conceito da Ciência como processo.

Tabela 1

Resultados do sistema de avaliação de rubricas (segunda fase).

Nível de desempenho					
1	2	3	4	5	
Não responde à questão problema	Refere-se às variáveis experimentais com erros	Elabora o procedimento com erros e não se refere às variáveis experimentais	Elabora o procedimento e refere-se às variáveis experimentais com erros ou de forma incompleta	Elabora o procedimento e refere-se *as variáveis experimentais de forma correta	
23	10	1	7	6	N=47
48,9	21,3	2,1	14,9	12,8	%

Os resultados da segunda fase do estudo mostram que apenas 12,8% dos alunos elaboram corretamente o procedimento, referindo-se às variáveis experimentais corretamente. Quase metade dos alunos inquiridos, cerca de 49%, não responde à questão ou responde à questão problema de uma forma *intuitiva* tal como referem Buffler et al. (2009), como por exemplo, “o açúcar derrete melhor na água quente pois o calor e a humidade derretem o açúcar” ou “deve-se fazer variar os gobelés”. Estas dificuldades vão ao encontro do referido por Acar et al. (2010) que evocam a dificuldade na argumentação científica e na distinção entre os conceitos de dados, predição e opinião.

Conclusões

Nesta investigação, os resultados obtidos apontam para uma relação entre ano de escolaridade e o conhecimento por parte dos alunos acerca do controlo das variáveis independentes



numa investigação científica. Os resultados obtidos para o 7^o ano de escolaridade apontam para que o conhecimento sobre a NOS esteja aquém do esperado. Seria bastante interessante para esta investigação compreender se há algum aspeto da questão que de algum modo não está acessível aos alunos em termos de linguagem, como a expressão “questão-problema”, ou em termos de interpretação da estrutura da questão, sob a forma de tabela.

A literatura já publicada em Portugal vai ao encontro dos dados revelados nesta investigação, registando-se efetivamente lacunas importantes no conhecimento sobre a NOS, entre os alunos do ensino básico. Será interessante compreender de uma forma mais aprofundada quais as causas para esta problemática, que poderão estar associadas a um ensino não explícito da NOS ou a uma preparação insuficiente por parte dos professores. Será interessante também investigar os manuais escolares, especialmente, do 1^o CEB, no que diz respeito às diversas dimensões da NOS.

Existem algumas limitações associadas a este estudo, nomeadamente o facto de a amostra ser bastante reduzida, especialmente entre os alunos do Ensino Secundário e Ensino Superior. Seria interessante, por outro lado, aprofundar os *insights* dados pelas notas de campo, que neste estudo apontam para que os alunos olhem para a Ciência do ponto de vista utilitário e social. Por outro lado, o facto de o estudo exploratório apenas ser constituído por uma questão poderá constituir um viés, já que a NOS tem outras dimensões, para além do controlo das variáveis, que não foram objeto de questão.

Referências Bibliográficas

- Abd-El-Khalick, A.-E.-K., Waters, M., & Le, A.-P. (2008). Representations of Nature of Science in High School Chemistry Textbooks over the Past Four Decades. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), 835–855.
- Acar, O., Turkmen, L., & Roychoudhury, A. (2010). Student Difficulties in Socio-scientific Argumentation and Decision-making Research Findings: Crossing the borders of two research lines. *International Journal of Science Education*, 32(9), 1191–1206. <https://doi.org/10.1080/09500690902991805>
- Acevedo, J. A., Vázquez, A., Paixão, M. F., Acevedo, P., Oliva, J. M., & Manassero, M. A. (2005). Mitos da didática das Ciências acerca dos motivos para incluir a Natureza da Ciência no ensino



- das Ciências. *Ciência & Educação (Bauru)*, 11(1), 1–15. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132005000100001>
- Allchin, D. (2017). Beyond the Consensus View: Whole Science. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 17(1), 18–26. <https://doi.org/10.1080/14926156.2016.1271921>
- American Association for the Advancement of Science. (2000). *Designs for Science Literacy*. Oxford University Press.
- Aprendizagens Essenciais do Ensino Básico, Despacho n.º 6944-A/2018, Direção Geral de Educação (2018). <https://files.diariodarepublica.pt/2s/2018/07/138000001/0000200002.pdf>
- Aprendizagens Essenciais do Ensino Secundário, Despacho n.º 8476-A/2018, Direção Geral de Educação (2018). https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/ESecundario/despacho_ae_secundario.pdf
- Arnold, J. C., Boone, W. J., Kremer, K., & Mayer, J. (2018). Assessment of Competencies in Scientific Inquiry Through the Application of Rasch Measurement Techniques. *Education Sciences*, 8(4), 184. <https://doi.org/10.3390/educsci8040184>
- Buffler, A., Lubben, F., & Ibrahim, B. (2009). The Relationship between Students' Views of the Nature of Science and their Views of the Nature of Scientific Measurement. *International Journal of Science Education*, 31(9), 1137–1156. <https://doi.org/10.1080/09500690802189807>
- Caramaschi, M., Cullinane, A., Levrini, O., & Erduran, S. (2022). Mapping the nature of science in the Italian physics curriculum: From missing links to opportunities for reform. *International Journal of Science Education*, 44(1), 115–135. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.2017061>
- Çelikdemir, M. (2006). *Examining middle school students' understanding of the nature of science*. School of social sciences of middle east technical university.
- Crujeiras-Pérez, B., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2019). Students' Progression in Monitoring Anomalous Results Obtained in Inquiry-Based Laboratory Tasks. *Research in Science Education*, 49(1), 243–264. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9641-3>
- Duschl, R. A., & Grandy, R. (2013). Two Views About Explicitly Teaching Nature of Science. *Science & Education*, 22(9), 2109–2139. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9539-4>
- Fernandes, D. (2021). *Rubricas de Avaliação. Folha de apoio à formação—Projeto de*



Monitorização, Acompanhamento e Investigação em Avaliação Pedagógica (MAIA). Ministério da Educação.

Figueiredo, M., & Paixão, F. (sem data). 5. Opiniões sobre a natureza da Ciência e da tecnologia de estudantes portugueses do ensino superior. *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: una Evaluación de la Comprensión de la Naturaleza de Ciencia y Tecnología*, 5, 85–97.

Gandolfi, H. E. (2024). (Re)considering Nature of Science Education in the Face of Socio-scientific Challenges and Injustices: Insights from a Critical-Decolonial Perspective. *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00536-w>

Hacieminoğlu, E., Yılmaz-Tüzün, Ö., & Ertepinar, H. (2014). Development and validation of nature of science instrument for elementary school students. *Education 3-13*, 42(3), 258–283. <https://doi.org/10.1080/03004279.2012.671840>

Januário, D. N., Correia, E., & Brás, C. (2021). *Experimenta 7*. Porto Editora.

Jiménez-Aleixandre, M., & Crujeiras, B. (2017). Epistemic Practices and Scientific practices in Science Education. *Science Education*, 69–80.

Lederman, N. G. (2019). Contextualizing the Relationship Between Nature of Scientific Knowledge and Scientific Inquiry: Implications for Curriculum and Classroom Practice. *Science & Education*, 28(3–5), 249–267. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00030-8>

Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. (2013). Nature of Science and Scientific Inquiry as Contexts for the Learning of Science and Achievement of Scientific Literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(13), 138–147.

Lee, J., An, T., Chu, H.-E., Hong, H.-G., & Martin, S. N. (2023). Improving Science Conceptual Understanding and Attitudes in Elementary Science Classes through the Development and Application of a Rule-Based AI Chatbot. *Asia-Pacific Science Education*, 1–48. <https://doi.org/10.1163/23641177-bja10070>

McComas, W. F., & Kampourakis, K. (2015). Using the History of Biology, Chemistry, Geology, and Physics to illustrate general aspects of Nature of Science. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 9(1), 47–76.

Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória, Despacho n.º 6478/2017, de 26 de julho, Direção Geral de Educação (2017).



- Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória, Despacho n.º 6478/2017, de 26 de julho, Direção Geral de Educação (2017).
- Prova de Aferição Português e Estudo do Meio 2º ano.* (2018). IAVE.
- Schwartz, R. S., & Lederman, N. G. (2002). “It’s the nature of the beast”: The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science*. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 205–236. <https://doi.org/10.1002/tea.10021>
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610–645. <https://doi.org/10.1002/sce.10128>
- Toma, R. B., Greca, I. M., & Orozco Gómez, M. L. (2019). Attitudes towards science and views of nature of science among elementary school students in terms of gender, cultural background and grade level variables. *Research in Science & Technological Education*, 37(4), 492–515. <https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1561433>
- Torres, J., Moutinho, S., Almeida, A., & Vasconcelos, C. (2013, setembro 9). *Portuguese Science Teachers’ Views about Nature of Science and Scientific Models*. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Girona.
- Torres, J., Moutinho, S., & Vasconcelos, C. (2015). Nature of Science, Scientific and Geoscience Models: Examining Students and Teachers’ Views. *Journal of Turkish Science Education*, 12(4), 3–21.
- Torres, J., & Vasconcelos, C. (2015). Nature of Science and Models: Comparing Portuguese Prospective Teachers’ Views. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(6). <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1407a>
- Torres, J., & Vasconcelos, C. (2021). Models and the Nature of Science: What Mediates Their Implementation in Portuguese Biology and Geology Classes? *Education Sciences*, 11(11), 688. <https://doi.org/10.3390/educsci11110688>
- Vrtič, M. (2022). Teaching science & technology: Components of scientific literacy and insight into the steps of research. *International Journal of Science Education*, 44(12), 1916–1931.