



Influência da participação em um acampamento de ciências na compreensão da natureza das ciências

Influence of participation in a science camp on understanding the nature of science

Natália Cândido Vendrasco

Pontificia Universidad Católica de Chile, [ORCID](#), natalia.candido@uc.cl

David Santibáñez Gómez

Universidad Finis Terrae, [ORCID](#), dsantibanez@uft.cl

Resumo

Este estudo busca esclarecer a influência da participação em um acampamento de ciências sobre a compreensão da Natureza da Ciência (NOS) por um grupo de estudantes chilenos. A amostra é composta por 39 alunos, com idades entre 15 e 18 anos, provenientes de escolas municipais da Região Metropolitana. Os acampamentos incluíram oficinas explícitas e reflexivas sobre a NOS e o desenvolvimento de uma investigação científica. As opiniões dos alunos sobre a NOS foram coletadas antes e depois da intervenção usando o questionário VNOS-D e entrevistas. Os resultados indicam que os alunos desenvolveram entendimentos mais informados sobre a maioria dos aspectos da NOS após a participação no acampamento; no entanto, alguns aspectos foram mais resistentes à mudança.

Palavras-chaves: natureza da ciência, acampamentos de ciências, educação não formal

Abstract

This study seeks to clarify the influence of participation in a scientific camp in the understanding about Nature of Science (NOS) of a group of Chilean students. The sample consists of 39 students, aged 15 - 18, who come from municipal schools in the Metropolitan Region. The camps included explicit and reflective workshops on NOS and the development of scientific research. Student visions of NOS were collected before and after the intervention using the VNOS-D questionnaire and interviews. The results indicate that students developed more informed understandings of NOS aspects after camp participation, however, some aspects were more resistant to change.

Keywords: nature of science, science camps, non-formal education

1 Introdução

Sabe-se que, se os alunos compreenderem a origem, as implicações e as limitações do conhecimento científico, eles estarão mais bem preparados para tomar decisões



informadas sobre problemas pessoais e sociais com base científica (LEDERMAN, 2013; SJÖSTRÖM, 2024). Ou seja, compreender a natureza da ciência (NOS) é essencial para a alfabetização científica (PIMENTEL, 2024; LEDERMAN et al., 2024).

No entanto, vários estudos apontam que ainda há uma falha ao abordar com os alunos os conhecimentos mais importante da NOS (COFRÉ et al., 2019; LEDERMAN et al. 2013; GARCÍA-CARMONA, VÁZQUEZ, MANASSERO, 2012; KHISHFE E LEDERMAN, 2007), portanto, algumas publicações recentes sugerem a necessidade de considerar a alfabetização científica e o ensino da NOS não apenas no ensino formal, mas também em espaços e atividades educacionais não formais, afirmando que essas instâncias podem facilitar o aprendizado de ciências pelos participantes (CÂNDIDO, PUGLIESE, 2024; LEBLEBICIOĞLU et al., 2019; HENRIKSEN et al., 2015; SCHWEINGRUBER, FENICHEL, 2010; SHOUSE et al., 2010).

Nesse contexto, um exemplo de educação não formal cada vez mais utilizado no Chile são os acampamentos científicos, que consistem em um espaço de contato entre cientistas e estudantes, por meio de muitas atividades possíveis que promovem o relacionamento e a cooperação mútua entre os atores mencionados em um ambiente externo (HALONEN, AKSELA, 2018; LINDNER, KUBAT, 2014; FOSTER, SHIEL-ROLLE, 2011; FIELDS, 2009). Apesar da popularidade e do potencial para o ensino e a aprendizagem de ciências, um número limitado de estudos foi relatado com o objetivo de identificar a aprendizagem e as mudanças geradas a partir da aplicação dessas atividades (FIELDS, 2009).

Considerando o exposto acima, este estudo busca caracterizar a influência de um acampamento de ciências na compreensão da NOS apresentada por um grupo de alunos chilenos do ensino médio que participaram da intervenção.

2 Marco teórico

O conceito de Natureza da Ciência (NOS pelas siglas em inglês) tem diferentes definições dentro da pesquisa em educação científica e em outras áreas do conhecimento, nesse sentido, várias divergências relacionadas à sua definição continuam a existir entre profissionais de diferentes áreas (LEDERMAN et al., 2013; GARCÍA-CARMONA et al., 2012; MCCOMAS, CLOUGH, ALMAZROA, 2002; DUSCHL, 2000).



Apesar das inúmeras definições existentes, Lederman et al. (2013) consideram que a falta de consenso sobre o significado de NOS não é relevante para o ensino de ciências em nível escolar. Nesse sentido, há um nível aceitável de generalidade e consenso em relação à NOS que é acessível tanto para alunos do ensino fundamental quanto do ensino médio e é importante em suas vidas diárias (MCCOMAS, 2020; LEDERMAN et al., 2013; GARCÍA-CARMONA et al., 2012; ABD-EL-KHALICK et al., 1998)

Lederman et al. (2013) especificam que, dentro desse nível de generalidade, os aspectos importantes da NOS definem que o conhecimento científico é: provisório (é durável, mas sujeito a mudanças), empírico, subjetivo ou orientado por teorias, precisa da imaginação e da criatividade do pesquisador e está inserido na cultura e na sociedade. Outros dois aspectos importantes são a diferença entre observações e inferências e as funções e a relação entre teorias e leis científicas.

Apesar da importância da NOS para a alfabetização científica, as pesquisas sugerem que um grande número de alunos e professores não tem uma compreensão adequada da NOS (COFRÉ, PARRAGUEZ, 2022; COFRÉ et al., 2014; LEDERMAN, 2007; ABD-EL-KHALICK, LEDERMAN, 2000a). Algumas pesquisas sugerem que visões ingênuas da NOS se devem, pelo menos em parte, à falta de experiência dos alunos em instâncias autênticas de investigação científica (SCHWARTZ, CRAWFORD, 2004).

A maioria dos estudos mencionados foi desenvolvida no ambiente escolar ou universitário e isso reflete a realidade dos estudos na área; entretanto, sabe-se que a escola não é o único lugar onde ocorre o aprendizado e que ela não pode assumir sozinha as funções educacionais na sociedade (CÂNDIDO, PUGLIESE, 2024; PÉREZ, MOLINÍ, 2004). Portanto, a alfabetização científica e, conseqüentemente, a compreensão da NOS devem ser entendidas como um continuum que engloba a educação formal e não formal ao longo da vida (MACEDO, KATZKOWICZ, 2005).

Algumas publicações afirmam que a educação não formal pode aprimorar o aprendizado de ciências, aumentar o interesse dos alunos pela ciência e, em última análise, melhorar a compreensão dos participantes sobre a NOS (SCHWEINGRUBER, FENICHEL, 2010; SHOUSE, et al., 2010; STOCKLMAYER, RENNIE, GILBERT, 2010; FEDER et al., 2009). De acordo com Burgin e Sadler (2016), as experiências de ensino fora da escola oferecem um contexto de aprendizado único e autêntico com o potencial de afetar a compreensão dos alunos sobre as vertentes epistemológicas da



ciência.

Nesse contexto, um exemplo popular de aprendizagem não formal, que atualmente está ganhando importância no Chile, são os acampamentos científicos, definidos como programas em que os alunos passam um curto, mas intenso, intervalo de tempo realizando diferentes atividades sobre vários tópicos científicos (HALONEN, AKSELA, 2018; LEBLEBICIOĞLU et al. 2019; FIELDS, 2009).

Lindner e Kubat (2014) definem algumas dessas características como: local, equipe, duração, programação, entretenimento e colaboração com universidades e centros de pesquisa. Os acampamentos também podem proporcionar um espaço de contato com cientistas por meio de mentoria e palestras, bem como uma oportunidade de realizar pesquisas científicas em campo, discussões sobre temas científicos e sobre o conhecimento científico em geral, entre outras atividades ao ar livre (HALONEN, AKSELA, 2018; FOSTER, SHIEL-ROLLE, 2011; FIELDS, 2009).

Considerando que o contexto de investigações científicas autênticas parece ser importante para o aprendizado sobre a natureza da ciência e para a alfabetização científica (SCHWARTZ, CRAWFORD, 2004), os acampamentos poderiam, portanto, constituir um espaço em potencial para a alfabetização científica e a compreensão da NOS (LEBLEBICIOĞLU et al. 2019).

Apesar de sua popularidade entre os alunos e de seu potencial para o ensino e a aprendizagem de ciências, poucos estudos foram realizados para identificar as mudanças conceituais e de aprendizagem geradas nessas instâncias e há uma falta de apoio empírico para a eficácia dessas experiências na aprendizagem de ciências (ANTINK-MEYER et al., 2016, FIELDS, 2009).

No entanto, é possível encontrar alguns trabalhos anteriores que procuraram descrever o efeito da participação em um acampamento de ciências nas visões dos alunos sobre a NOS, na investigação científica e nas visões dos alunos sobre os cientistas (ANTINK-MEYER et al., 2016; METIN, LEBLEBICIOĞLU, 2012; FOSTER, SHIEL-ROLLE, 2011; LEBLEBICIOĞLU et al., 2011). O estudo conduzido por Leblebicioğlu et al. (2011) na Turquia, por exemplo, envolveu 34 alunos do ensino fundamental e mostrou que os alunos que participaram de um acampamento de ciências com intervenções NOS explícitas melhoraram sua compreensão em pelo menos aspectos como a natureza empírica e experimental da ciência e o uso da criatividade e da imaginação.



Os autores atribuem essa mudança ao fato de os acampamentos proporcionarem instâncias de aprendizagem com cientistas, atividades de investigação na natureza, investigações científicas, reflexões explícitas sobre a NOS, entre outros fatores. Assim, parece que o fator-chave para que os acampamentos sejam um espaço em potencial para a compreensão da NOS é a interação entre a realização de pesquisas científicas em contextos autênticos, o contato com cientistas e as instâncias de trabalho e reflexão sobre a NOS.

Entretanto, como todos os estudos mencionados anteriormente que investigaram a influência dos acampamentos de ciências foram realizados em países orientais e esses países têm contextos e culturas de ensino muito diferentes, não seria possível generalizar seus resultados para o contexto cultural e educacional chileno. Considerando o exposto, parece claro que há necessidade de estudos que busquem elucidar como a participação em diferentes atividades de aprendizagem não formal pode contribuir para a compreensão dos alunos sobre a NOS. Portanto, o objetivo deste estudo é caracterizar a influência dos acampamentos científicos na compreensão dos alunos chilenos do ensino médio sobre a natureza da ciência.

3 Metodologia

Estrutura e amostra

O estudo considera uma estrutura de pré-teste/pós-teste, com o objetivo de estabelecer e analisar as ideias dos alunos sobre a NOS antes e depois do acampamento, o que nos permite estimar a influência da participação em um acampamento de ciências sobre a compreensão da NOS pelos alunos participantes.

A pesquisa foi realizada em campo com uma amostra de oportunidade não probabilística de 39 alunos chilenos do ensino médio, com idades entre 15 e 18 anos, de escolas municipais da região metropolitana do Chile, que participaram de um acampamento de ciências organizado pela Fundación Ciencia Joven (Fundação Ciência Jovem). Os alunos tiveram a oportunidade de escolher entre os dois acampamentos temáticos (Biologia/Química ou Física/Engenharia), sendo que 24 alunos participaram do acampamento de biologia e química e 15 alunos participaram do acampamento de física e engenharia. Deve-se observar que as características dos alunos eram homogêneas antes



de participarem da intervenção, portanto, um único grupo é considerado nas análises.

Elaboração e implementação do programa

A pesquisa foi realizada no contexto de dois acampamentos científicos organizados pela Fundación Ciencia Joven na região metropolitana de Santiago do Chile, cada um com duração de três dias. Os acampamentos ofereciam aos alunos atividades relacionadas aos temas específicos de cada acampamento, que eram orientadas por cientistas da área, atividades que buscavam aprimorar a liderança, workshops explícitos e reflexivos sobre o NOS (sem contexto) e, por fim, a conclusão de uma pesquisa de campo científica proposta pelos próprios alunos em conjunto com uma instância de reflexão sobre o NOS em todos os estágios da pesquisa, todas as atividades eram realizadas, pelo menos em parte, em áreas externas.

Nos dias de acampamento, os alunos participaram de atividades por aproximadamente oito horas por dia, o que permitiu tempo suficiente para workshops, pesquisa científica e reflexão sobre ambos. Os alunos trabalharam durante os três dias em grupos de cinco pessoas, cada grupo foi acompanhado por um monitor de uma especialidade associada ao tema dos acampamentos, e todos tiveram o apoio dos professores responsáveis, que também conduziram as oficinas e as orientações de pesquisa. Deve-se observar que os dois acampamentos tiveram exatamente o mesmo programa, considerando oficinas e atividades idênticas, e a única diferença entre eles consistiu no tema escolhido pelos alunos para o desenvolvimento da pesquisa, portanto, os alunos de ambos os acampamentos são considerados como um único grupo para a análise dos resultados.

O programa do acampamento é apresentado a seguir (tabela 1):

Tabela 1 Programa geral do acampamento

Hora	Dia 1	Dia 2	Dia 3
8:00	Chegada e inscrição	Café da manhã	Café da manhã
8:30			
9:00		Caminhada: Pesquisa Científica	Módulo Pesquisa
9:30	Boas-vindas		
10:00	Aplicação DAST e VNOS /		
10:30	Entrevistas		



11:00	Intervalo		
11:30	Mystery Bones		Palestra Cientistas
12:00			
12:30			
13:00	Almoço	Almoço	Almoço
13:30	Actividade: The Hole Picture	Actividade: Trick and Tracks	Apresentações
14:00			
14:30			
15:00	Intervalo	Intervalo	
15:30	Módulo Pesquisa	Módulo Pesquisa	Intervalo
16:00			
16:30			
17:00			
17:30			
18:00			
18:30			
19:00			
19:30			Fotos e certificados
20:00	Jantar	Jantar	Retorno
20:30			
21:00	Liderança	Liderança	
21:30	Reflexão diária	Reflexão diária	
22:00			
22:30	Dormir	Dormir	

Descrição das atividades educacionais

As atividades utilizadas para trabalhar os aspectos da NOS de forma explícita e reflexiva foram “Mystery Bones” (Ossos Misteriosos), “The Hole Picture” (A Imagem do Buraco) e “Trick and Tracks” (Truque e Trilhas), que são atividades livres de contexto (independentes de conteúdos específicos) propostas por Lederman e Abd-El-Khalick (1998) e adaptadas para aplicação nesse contexto, utilizando as ferramentas educacionais específicas para o trabalho ao ar livre e no contexto chileno. As adaptações consistiram principalmente no acréscimo de novas atividades, conforme detalhado a seguir.

A primeira atividade focada na NOS realizada no acampamento foi a “Mystery



Bones” (Ossos Misteriosos), uma atividade sem contexto que busca introduzir e refletir sobre os aspectos de subjetividade, tentativa, criatividade e imaginação. A adaptação feita à atividade “Mystery Bones” consistiu em trabalhar com os alunos algumas das notícias sobre o Chilesaurus após o término da atividade, com o objetivo de aproximar os aspectos discutidos ao contexto dos alunos, ou seja, uma investigação recente, realizada no Chile e que contou com a participação de uma criança de idade semelhante à deles.

A segunda atividade foi “The Hole Picture”, também sem contexto, que buscou elucidar e refletir sobre aspectos de subjetividade, tentativa, criatividade e imaginação, a natureza empírica da ciência e as diferenças entre observação e inferência.

A terceira e última atividade explicitamente elaborada para trabalhar aspectos da NOS foi “Trick and Tracks”, uma atividade sem contexto que busca refletir e discutir principalmente sobre as diferenças entre observação e inferência, bem como o aspecto da subjetividade.

A adaptação feita nessa atividade foi que os alunos realizaram uma atividade no campo, onde em grupos tiveram que fazer uma lista de observações e inferências sobre as espécies de animais e plantas encontradas na floresta. Em seguida, apresentaram suas observações para todo o grupo e seus colegas tiveram de fazer inferências sobre as observações apresentadas; depois, o grupo apresentou as inferências que havia proposto e o professor conduziu uma discussão sobre por que as inferências poderiam ser diferentes apesar de terem as mesmas evidências e se isso poderia acontecer com os cientistas. O objetivo dessa adaptação foi aproveitar o espaço diferenciado onde os acampamentos são realizados e preparar os alunos para fazer observações e inferências no campo para a pesquisa a ser realizada posteriormente.

Como pode ser visto nas descrições, essas atividades foram usadas para trabalhar os aspectos de subjetividade, tentativa, criatividade, a natureza empírica da ciência e as diferenças entre observação e inferência com base em discussões explícitas sobre esses aspectos e o desenvolvimento de guias com perguntas voltadas para a reflexão sobre eles, portanto, esses serão os cinco aspectos considerados na análise.

Em seguida, foi realizada uma atividade de pesquisa científica que consistiu em um processo de investigação aberta, ou seja, os alunos puderam escolher sua questão de pesquisa dentro dos temas do acampamento, definir sua metodologia de pesquisa, coletar e analisar dados e comunicar seus resultados. Todo o processo de pesquisa foi orientado



pelos monitores do grupo, juntamente com os professores responsáveis pelo acampamento.

Durante a atividade de pesquisa científica, foram geradas instâncias de discussão e reflexão com cada grupo, identificando aspectos da NOS em sua própria pesquisa, por exemplo, os alunos explicaram em que pontos de sua pesquisa tiveram que usar a criatividade e a imaginação, quais de suas evidências eram observações e quais eram inferências, se acreditavam que o conhecimento gerado por sua pesquisa poderia mudar no futuro, entre outros. Todas as reflexões foram orientadas pelo pesquisador e acompanhadas pelos monitores do grupo.

Instrumentos, coleta e análise de dados

Com base na revisão da literatura, definiu-se que a melhor maneira de coletar dados para responder à pergunta da pesquisa seria a aplicação do questionário aberto “Views of Nature of Science - Form D” (VNOS-D).

O questionário VNOS-D consiste em sete perguntas de desenvolvimento que buscam evidenciar a compreensão dos sete aspectos da NOS, conforme definido por Lederman (2007), e foi aplicado no início (pré-teste) e no final (pós-teste) do acampamento. A validade desse instrumento foi estabelecida em estudos anteriores com base em sua análise por especialistas de diferentes áreas (LEDERMAN et al., 2002a). Levando em conta que o estudo foi realizado em um país de língua espanhola, foi usada uma versão traduzida previamente validada nesse idioma (COFRÉ et al., 2014).

Na aplicação do instrumento, os alunos tiveram uma hora para preencher o questionário e todos os alunos conseguiram terminá-lo dentro do limite de tempo. No início da aplicação, o pesquisador esclareceu os objetivos da aplicação do instrumento e incentivou os alunos a escreverem tudo o que sabiam sem se preocuparem com respostas corretas ou incorretas, enfatizando que o instrumento era usado para descobrir suas ideias e não para atribuir notas. Somente foram aceitas dúvidas sobre a interpretação das perguntas e vocabulário que não influenciavam as respostas. O mesmo protocolo foi repetido para o pós-teste.

A análise dos dados foi realizada com base nas categorias existentes propostas por Lederman et al. (2002b), que consistem em: visão informada, visão ingênua e visão mista. Nesse sentido, foi atribuída a cada aluno uma das três categorias para cada um dos cinco



aspectos da NOS considerados aqui.

É importante deixar claro na análise que as perguntas do questionário VNOS-D não apontam cada uma para um aspecto específico da NOS, mas que a visão sobre o mesmo aspecto pode ser expressa em mais de um item do questionário e a análise conjunta das respostas de todo o instrumento permite categorizar a visão dos alunos sobre cada item.

Nesse sentido, o aluno foi considerado como tendo uma “visão informada” sobre um determinado aspecto da NOS quando, em todas as respostas em que esse aspecto foi mencionado, ele demonstrou uma visão satisfatória e coerente com o consenso atual. O participante foi considerado como tendo uma “visão ingênua” de um determinado aspecto da NOS quando, em todas as respostas em que um determinado aspecto da NOS foi mencionado, ele demonstrou uma visão desinformada. Por fim, considerou-se que o aluno tinha uma “visão mista” de um determinado aspecto da NOS quando ele apresentava uma mistura de respostas que mostravam visões informadas, visões ingênuas e/ou visões mistas.

As respostas do questionário (pré e pós-teste) foram analisadas por um pesquisador, independentemente, que também categorizou as respostas dos alunos. O coeficiente de concordância Kappa de Cohen foi então aplicado para medir o grau de concordância entre os dois pesquisadores, a fim de garantir a confiabilidade da categorização. Foi obtido um Kappa de Cohen de 0,81 no pré-teste e de 0,85 no pós-teste. Por fim, as categorias designadas por ambos os pesquisadores foram comparadas e chegou-se a um consenso sobre os aspectos em que havia discrepâncias entre os avaliadores. Em seguida, os perfis de consenso dos alunos classificados como informados, mistos ou ingênuos para cada aspecto foram comparados entre o pré-teste e o pós-teste com base na porcentagem de alunos classificados em cada categoria para cada aspecto. Além disso, o teste McNemar foi usado para determinar se as proporções de alunos classificados como conhecedores de cada aspecto da NOS diferiam entre o pré e o pós-teste (por exemplo, COFRÉ et al., 2014).

Por fim, como parte do protocolo de aplicação do instrumento, foram realizadas entrevistas não estruturadas após a aplicação do VNOS-D (pré e pós-teste) com uma amostra de 20% dos alunos participantes, definida de acordo com a categorização prévia e selecionada com base em suas respostas aos questionários, seja por respostas



incompletas ou ambíguas. As entrevistas consistiram basicamente em retomar as perguntas do questionário e o significado das respostas escritas pelos alunos, com o objetivo de esclarecer algumas das respostas obtidas no questionário e aprofundar suas visões (LEDERMAN, comunicação pessoal, 2016). Os resultados de ambos os instrumentos foram triangulados durante a análise.

4. RESULTADOS

O objetivo desta seção é caracterizar a influência da participação no acampamento sobre a compreensão da NOS pelos alunos. A partir da análise do pré-teste e pós-teste da VNOS-D (n = 39) e das entrevistas associadas, foram obtidas as classificações dos alunos para cada aspecto da NOS.

Com base na análise, observa-se que a maioria dos alunos se enquadra na categoria ingênua e mista em todos os aspectos do pré-teste, conforme apresentado na tabela 2:

Tabela 2 Porcentagem de participantes que tinham opiniões ingênuas, mistas e informadas sobre cada aspecto no pré e pós-teste (n=39).

Aspecto de NOS	Ingênuo (%)		Misto (%)		Informado (%)	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
Tentatividade	13	13	79	69	8	18
Subjetividade	46	36	31	44	23	21
Observação e inferência	67	28	26	38	8	33
Empírico	5	3	72	23	23	74
Criatividade	13	5	72	64	15	31

As seções a seguir elucidam os resultados encontrados para cada aspecto.

Tentativa de conhecimento científico. As evidências das opiniões dos alunos



sobre esse aspecto foram coletadas nas segunda e terceira perguntas do questionário VNOS-D.

A Tabela 3 mostra que, no pré-teste, 79% dos alunos tinham uma visão mista sobre esse aspecto. Os alunos conseguiram identificar que a ciência está sujeita a mudanças, mas a maioria mencionou que isso depende dos avanços tecnológicos e/ou da descoberta de novas evidências e não reconhece que a ciência também pode mudar com uma nova interpretação das evidências existentes:

“Sim, ela pode mudar porque todos os dias novas coisas são descobertas, novos métodos são conhecidos para estudar as coisas ou mais eventos são formados” (Aluno 27, pré-teste).

Por outro lado, no pós-teste, observa-se que 69% dos alunos ainda apresentam uma visão mista desse aspecto; no entanto, o número de alunos que apresentam uma visão informada aumenta (8% no pré-teste para 18% no pós-teste). Isso indica que alguns alunos são capazes de reconhecer que as mudanças no conhecimento científico podem ocorrer por uma série de razões, seja por avanços na tecnologia, pelo surgimento de novos dados ou evidências, mas também pela interpretação dos mesmos dados de uma maneira diferente:

“Acredito que esse conhecimento pode mudar porque a ciência não é exata e sempre surgirão novas perguntas e evidências que podem modificar o resultado de uma inferência. Para saber o que realmente poderia ter acontecido” (Aluno 17, pós-teste).

Subjetividade do conhecimento científico. As evidências das opiniões dos alunos sobre esse aspecto foram coletadas da primeira, terceira e quarta perguntas do questionário VNOS-D.

A Tabela 3 mostra que, no pré-teste, 46% dos alunos tinham uma visão ingênua da subjetividade. Os alunos entendiam a ciência como totalmente objetiva:

“Uma investigação deve ser 100% objetiva e eles não devem deixar que aquilo em que acreditam interfira” (Aluno 36, pré-teste).

Por outro lado, o pós-teste mostra que 44% dos alunos têm uma visão mista desse aspecto e 21% têm uma visão informada. Isso sugere que alguns alunos são capazes de reconhecer que a ciência não é totalmente objetiva e que é influenciada pelas experiências e pelo conhecimento prévio dos cientistas:

“A ciência é mais do que um ramo ou uma disciplina, a ciência é a descoberta, a crença, a imaginação e a criatividade com as quais a pessoa consegue se expressar. A ciência não é



objetiva, é uma maneira subjetiva de ver as mudanças e as maravilhas do mundo. É descoberta e não tem limites” (Aluno 34, pós-teste).

Diferenças entre observação e inferência. As evidências das opiniões dos alunos sobre esse aspecto foram coletadas principalmente na terceira pergunta do questionário VNOS-D.

A Tabela 3 mostra que, no pré-teste, 67% dos alunos tinham uma visão ingênua sobre as diferenças entre observação e inferência. A maioria dos alunos apresentou a observação como a única forma de coletar e interpretar dados:

“Os cientistas sabem que os dinossauros existiram por causa das evidências em todo o planeta, dos ossos enterrados, dos fósseis encontrados” (Aluno 6, pré-teste).

O pós-teste mostra que 38% dos alunos têm uma visão mista desse aspecto e 33% têm uma visão informada. Isso aponta para o fato de que alguns alunos são capazes de reconhecer a presença de inferências no conhecimento científico:

“Os cientistas usaram suas habilidades intelectuais e criativas para produzir inferências sobre a aparência dos dinossauros há milhões de anos” (Aluno 11, pós-teste).

Caráter empírico do conhecimento científico. As evidências das opiniões dos alunos sobre esse aspecto foram coletadas principalmente na terceira pergunta do questionário VNOS-D.

A Tabela 3 mostra que, no pré-teste, a maioria dos alunos tinha uma visão mista sobre o caráter empírico da ciência (72%) e que, no pós-teste, a maioria (74%) estava em uma categoria informada sobre esse aspecto. Isso leva ao fato de que os alunos geralmente entendem que a ciência é, pelo menos em parte, baseada em observações do mundo natural:

Eles sabem disso por meio de suas observações encontradas na natureza e de sua capacidade de inferir sobre o que aconteceu há milhões de anos. As observações são os fósseis (Aluno 11, pós-teste).

Uso da criatividade e da imaginação. As evidências das opiniões dos alunos sobre esse aspecto foram coletadas principalmente na quarta pergunta do questionário VNOS-D.

A Tabela 3 mostra que, no pré-teste, a maioria dos alunos apresentou uma visão mista sobre o uso da criatividade e da imaginação na ciência (72%). Os alunos afirmam que os cientistas usam a criatividade em seu trabalho, mas não entendem que isso ocorre em todos os estágios da geração do conhecimento científico.

Os cientistas usam a criatividade na parte da hipótese e na descoberta do problema, pois precisam ter um tipo de pensamento criativo que lhes permita propor novas ideias para a comunidade (Aluno 15, pré-teste).



No pós-teste, a maioria (64%) ainda está em uma categoria mista em relação a esse aspecto, mas há um aumento no número de alunos na categoria relatada (15% no pré-teste e 31% no pós-teste). Isso aponta para o fato de que apenas alguns alunos conseguem entender o uso da criatividade e da imaginação em todas as etapas de uma investigação:

“Se eles usam a imaginação, eles a usam em todos os estágios da pesquisa, mesmo antes de começar, eles idealizam o que querem e começam a produzir uma investigação” (Aluno 11, pós-teste).

De modo geral, observa-se que, em todos os aspectos, o número de alunos classificados como ingênuos diminuiu e o número de alunos classificados como informados aumentou. Os aspectos em que mais alunos desenvolveram uma visão informada após o acampamento foram o caráter empírico, as diferenças entre observação e inferência e o uso da criatividade. O teste de McNemar confirmou essa afirmação, pois mostrou que os aspectos observação e inferência, caráter empírico e uso da criatividade tiveram mudanças significativas ($p < 0,05$).

5. DISCUSSÃO

O presente estudo busca responder se os alunos do ensino médio que participaram de um acampamento de ciências melhoraram sua compreensão da NOS e quais aspectos foram enriquecidos após sua participação. Os resultados sugerem que, apesar da curta duração da intervenção, houve mudanças no entendimento dos alunos sobre a Natureza da Ciência.

A princípio, os resultados indicam que, de acordo com pesquisas anteriores, a maioria dos alunos possuía uma visão ingênua de todos os aspectos da NOS antes da intervenção (BURGIN, SADLER, 2016; SCHWARTZ, LEDERMAN, CRAWFORD, 2004, LEDERMAN, WADE, BELL, 2002). No contexto do estudo, isso pode ser explicado pela maneira incompleta com que a NOS é abordada no currículo chileno (COFRÉ, 2012) e também porque a maioria dos professores de ciências, no Chile e em outros países, também tem uma visão ingênua da NOS e a transmite a seus alunos (COFRÉ et al., 2014; LEDERMAN, WADE, BELL, 2002; ABD-EL-KHALICK, 2001; ABD-EL-KHALICK, LEDERMAN, 2000a).

Por outro lado, as evidências sugerem que os participantes desenvolveram uma compreensão mais informada sobre três dos cinco aspectos da NOS abordados: caráter empírico, diferenças entre observação e inferência, uso da criatividade e imaginação. Esses aspectos foram trabalhados em pelo menos duas atividades explícitas e reflexivas durante o acampamento e, além disso, foram discutidos durante o acampamento, e também foram discutidos durante as etapas da pesquisa, portanto, eram esperadas mudanças significativas na compreensão dos alunos. As seções a seguir apresentam uma reflexão sobre os resultados de cada aspecto:

Caráter empírico do conhecimento científico. Esse foi o aspecto que apresentou a maior



mudança entre os resultados antes e depois da intervenção. No pré-teste, apenas 23% dos alunos foram classificados como conhecedores e, no pós-teste, essa classificação subiu para 74% dos alunos. Um dos fatores que pode ter influenciado a compreensão desse aspecto por parte dos alunos foi o desenvolvimento de uma investigação guiada, em que eles tiveram que fazer observações do mundo natural para desenvolver suas pesquisas, desde a formulação de perguntas, coleta de dados até as conclusões de seus estudos e também em todas as instâncias do trabalho foi reforçada a importância delas na geração do conhecimento científico. Esse resultado foi semelhante ao encontrado por Khishfe e Abd-El-Khalick (2002), em que uma intervenção explícita e reflexiva gerou uma melhor compreensão do aspecto empírico da NOS, aumentando a porcentagem de alunos que tinham uma visão informada de 6% no pré-teste para 48% no pós-teste. Além disso, os resultados são consistentes com o estudo de Leblebicioğlu et al. (2011), que utilizou como intervenção um acampamento de ciências com atividades que expunham os alunos aos aspectos empíricos da NOS e reconheceu um aumento no número de alunos que tinham uma visão informada do caráter empírico de 53% no pré-teste para 71% no pós-teste.

Diferenças entre observações e inferências. Esse aspecto também teve uma mudança significativa entre os resultados antes e depois da intervenção. No pré-teste, 8% dos alunos tinham opiniões informadas sobre esse aspecto e, no pós-teste, 33% dos alunos estavam nessa categoria. Os resultados são diferentes dos encontrados por Leblebicioğlu et al. (2011), que afirmaram que a intervenção do acampamento científico não gerou mudanças na compreensão dos alunos sobre esse aspecto. Uma possível explicação para essa diferença é o número de atividades explícitas e reflexivas que foram usadas para trabalhar esse aspecto, no presente estudo foram usadas três atividades que permitiram a discussão e a reflexão sobre esse aspecto, enquanto no estudo de Leblebicioğlu et al. (2011) foi usada apenas uma. Essa melhora também pode ser explicada pelo fato de que, além das atividades explícitas e reflexivas sobre esse aspecto, esse aspecto foi trabalhado durante as investigações propostas pelos alunos, onde a todo momento foram discutidas as diferenças entre observações e inferências em seus dados e enfatizada a importância de ambas para suas investigações e para a geração de conhecimento científico.

Uso da criatividade e da imaginação. Os resultados observados para esse aspecto mostram um aumento no número de alunos que se classificam como conhecedores antes e depois da intervenção. 15% dos alunos se classificam como conhecedores no pré-teste e 31% no pós-teste. Essas observações se assemelham aos resultados de Leblebicioğlu et al. (2011), pois eles também identificaram uma melhoria na compreensão dos alunos sobre esse aspecto. É importante mencionar que, em ambos os estudos, os alunos conseguiram entender a importância do uso da criatividade e da imaginação, no entanto, no estudo de Leblebicioğlu et al. (2011), a maioria ainda



não entende que elas estão envolvidas em todas as etapas da pesquisa científica. Na presente pesquisa, mais alunos conseguiram compreender essa dimensão. Esse resultado foi possivelmente influenciado pela experiência dos alunos em suas pesquisas, em que perceberam que precisavam usar a criatividade em todas as etapas do trabalho, desde a formulação da pergunta até a apresentação dos resultados.

Subjetividade do conhecimento científico. Esse aspecto foi trabalhado em três atividades explícitas e reflexivas e observa-se que após a intervenção houve um aumento no número de alunos que tinham uma visão mista sobre a subjetividade, no pré-teste 31% dos alunos tinham uma visão mista e no pós-teste 44% dos alunos estão classificados nessa categoria. As mudanças nesse aspecto parecem ser o resultado dos workshops criados para esse fim, mas também complementadas pelas discussões durante o desenvolvimento de suas pesquisas, em que os monitores e professores os questionaram sobre o conhecimento prévio de cada aluno que havia influenciado sua pesquisa e se eles acreditavam que alguma das ideias de seus colegas era melhor do que as outras, gerando uma discussão sobre a subjetividade no conhecimento científico e o papel do conhecimento prévio dos pesquisadores. Esses resultados podem ser comparados com os achados de Khishfe e Lederman (2007), que observaram que, após uma intervenção com oficinas NOS explícitas e reflexivas, os alunos melhoraram suas visões sobre subjetividade.

Tentativa. A maioria dos alunos tinha uma visão mista sobre esse aspecto antes da intervenção, sendo que 79% dos alunos se enquadravam nessa categoria. A tentatividade foi trabalhada de forma explícita e reflexiva em pelo menos dois workshops projetados especificamente para trabalhar aspectos da NOS, e foi observado um aumento no número de alunos na categoria relatada, que era de 8% no pré-teste e aumentou para 18% no pós-teste. O estudo conduzido por Metin e Leblebicioğlu (2012) procurou determinar a influência dos acampamentos científicos no aspecto da tentativa e postulou que as categorias ingênua, mista e informada eram insuficientes para entender as opiniões dos alunos sobre esse aspecto. Em seu estudo, os resultados apontam para uma melhora na compreensão da tentatividade, porém os alunos não alcançam uma categoria informada, pois a maioria deles entende que o conhecimento científico pode mudar no futuro, porém os argumentos mencionam a existência de novos dados, avanços na tecnologia, novas pesquisas, mas poucos contemplam que os mesmos dados podem ser interpretados de uma perspectiva diferente, gerando mudanças no conhecimento. Nesse sentido, destaca-se que os alunos participantes deste estudo desenvolveram suas visões de provisoriedade em relação às suas visões iniciais, porém, a maioria deles também não conseguiu desenvolver uma visão informada que considera as mudanças de perspectiva e interpretação como uma causa de mudança no conhecimento científico.



De modo geral, parece que o acampamento, em conjunto com intervenções NOS explícitas e reflexivas, contribui para melhorar a compreensão dos alunos sobre os diferentes aspectos da NOS e que alguns deles são mais influenciados, o que pode ser atribuído ao contexto em que ocorre e à relação entre as diferentes atividades que ocorrem e que podem aumentar a mudança na visão dos alunos sobre os vários aspectos. Tais visões são coerentes com o recomendado por revisões sobre o ensino da NOS em diferentes contextos (COFRÉ et al., 2019; MCCOMAS, 2020)

Conclusões e projeções

As análises dos pré-testes do VNOS-D nos permitiram elucidar as visões pré-acampamento dos alunos, mostrando que a maioria deles tinha visões ingênuas do NOS, semelhantes aos resultados descritos em pesquisas anteriores. Além disso, a comparação entre os instrumentos aplicados antes e depois da intervenção nos permite definir quais aspectos da NOS sofreram grandes mudanças (empírico, observação e inferência e uso da criatividade) e quais sofreram pequenas mudanças (tentativa e subjetividade). Pode-se, então, inferir que a participação em um acampamento de ciências pode melhorar a compreensão dos alunos sobre alguns aspectos da NOS relacionados ao contexto em que ocorre e à interação das diferentes atividades realizadas.

Como projeção, este estudo pode ter implicações para a educação não formal no Chile, pois gerou evidências de que essas atividades e espaços podem contribuir para o ensino da NOS, sendo uma contribuição real para a alfabetização científica no país. Mais especificamente, considerando que os acampamentos de ciências estão se tornando mais conhecidos entre os alunos e que atraem o interesse dos chilenos (CONICYT; 2016), a metodologia deste estudo pode ser usada para a elaboração de programas de acampamento que possam ser eficazes no ensino da NOS e, conseqüentemente, gerar uma abordagem que aproxime os alunos e/ou participantes ao conhecimento científico, que é um dos objetivos dessas instâncias.

Da mesma forma, com relação à natureza da ciência, este trabalho contribui com novas informações para a pesquisa existente, fornecendo evidências de que esse tópico também pode ser trabalhado fora do ambiente escolar para complementar as necessidades levantadas no currículo e também por pesquisadores e educadores. Além disso, considerando que há acampamentos de ciências para professores de ciências no Chile, este trabalho pode contribuir para o desenvolvimento de programas de formação de professores por meio de acampamentos que incluam a NOS, contribuindo para a clara necessidade de incorporar a NOS na formação inicial e contínua dos professores.

Pesquisas futuras devem aprofundar esses resultados acrescentando novos instrumentos e/ou adaptando os instrumentos utilizados para descobrir quais instâncias do acampamento foram



mais importantes para os alunos e quais delas contribuíram para mudar suas visões sobre o NOS. Além disso, devem considerar o acompanhamento dos alunos participantes por meio da aplicação de pós-testes para avaliar se a mudança gerada pela participação no acampamento é duradoura.

Referências

- ABD-EL-KHALICK, F. Embedding nature of science instruction in preservice elementary science courses: abandoning scientism, but... **Journal of Science Teacher Education**, v. 12, n. 3, p. 215–233, 2001.
- ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R. L.; LEDERMAN, N. G. The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. **Science Education**, v. 82, n. 4, p. 417–436, 1998.
- 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, 2000a.
- ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G. The influence of history of science courses on students' views of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 37, n. 10, p. 1057–1095, 2000b.
- ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G.; BELL, R. L.; SCHWARTZ, R. S. **Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS): Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science**. 2001.
- ANTINK-MEYER, A.; BARTOS, S.; LEDERMAN, J. S.; LEDERMAN, N. G. Using science camps to develop understandings about scientific inquiry—Taiwanese students in a US summer science camp. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 14, n. 1, p. 29-53, 2016.
- BURGIN, S. R.; SADLER, T. D. Learning nature of science concepts through a research apprenticeship program: A comparative study of three approaches. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 53, n. 1, p. 31–59, 2016.
- CANDIDO VENDRASCO, N. C.; PUGLIESE, A. **Science learning in non-formal settings**. In: *Rethinking Science Education in Latin-America: Diversity and Equity for Latin American Students in Science Education*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. p. 329–348.
- COFRÉ, H. L. La enseñanza de la naturaleza de la ciencia en Chile: del currículo a la sala de clases. **Revista Chilena de Educación Científica**, v. 11, n. 1, p. 12-21, 2012.
- COFRÉ, H.; VERGARA, C.; LEDERMAN, N. G.; LEDERMAN, J. S.; SANTIBÁÑEZ, D.; JIMÉNEZ, J.; YANCOVIC, M. Improving Chilean In-service Elementary Teachers' Understanding of Nature of Science Using Self-contained NOS



and Content-Embedded Mini-Courses. **Journal of Science Teacher Education**, v. 25, n. 7, p. 759–783, 2014.

COFRÉ, H.; NÚÑEZ, P.; SANTIBÁÑEZ, D.; PAVEZ, J. M.; VALENCIA, M.; VERGARA, C. A critical review of students' and teachers' understandings of nature of science. **Science & Education**, v. 28, n. 3–5, p. 205–248, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00051-3>

COFRÉ, H.; PARRAGUEZ, C. Naturaleza de la ciencia (NOS) en Chile y el mundo: ¿Qué ha pasado en los últimos 10 años? **Revista de Innovación en Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 137–170, 2022.

CONICYT. Resumen ejecutivo “Encuesta nacional de percepción social de la ciencia y la tecnología en Chile 2016”. Santiago, Chile, 2016.

DUSCHL, R. **Making the nature of science explicit**. In: Improving science education: The contribution of research. p. 187–206, 2000.

FEDER, M. A.; SHOUSE, A. W.; LEWENSTEIN, B.; BELL, P. **Learning Science in Informal Environments: People, Places, and Pursuits**. National Academies Press, 2009.

FIELDS, D. A. What do students gain from a week at science camp? Youth perceptions and the design of an immersive, research-oriented astronomy camp. **International Journal of Science Education**, v. 31, n. 2, p. 151–171, 2009.

FOSTER, J. S.; SHIEL-ROLLE, N. Building scientific literacy through summer science camps: A strategy for design, implementation and assessment. **Science Education International**, v. 22, n. 2, p. 85–98, 2011.

GARCÍA-CARMONA, A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A. Comprensión de los estudiantes sobre naturaleza de la ciencia: análisis del estado actual de la cuestión y perspectivas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 30, n. 1, p. 23–34, 2012.

HALONEN, J. E.; AKSELA, M. K. Non-formal science education: The relevance of science camps. **LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education**, v. 6, n. 2, p. 64–85, 2018.

HENRIKSEN, E. K.; JENSEN, F.; SJAASTAD, J. The role of out-of-school experiences and targeted recruitment efforts in Norwegian science and technology students' educational choice. **International Journal of Science Education, Part B**, v. 5, n. 3, p. 203–222, 2015.

KHISHFE, R.; ABD-EL-KHALICK, F. Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 7, p. 551–578, 2002.



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

LEBLEBICIOĞLU, G.; METIN, D.; YARDIMCI, E.; BERKYÜREK, İ. Teaching the nature of science in the nature: A summer science camp. **İlköğretim Online**, v. 10, n. 3, 2011.

LEBLEBICIOĞLU, G.; ABIK, N. M.; CAPKINOĞLU, E.; METIN, D.; DOĞAN, E. E.; ÇETIN, P. S.; SCHWARTZ, R. Science camps for introducing nature of scientific inquiry through student inquiries in nature: Two applications with retention study. **Research in Science Education**, v. 49, p. 1231–1255, 2019.

LEDERMAN, J.; AKERSON, V.; BARTELS, S.; SCHWARTZ, R. Attention science educators, we have a problem: Lack of global functional scientific literacy. **International Journal of Science Education**, p. 1–5, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2361934>.

LEDERMAN, N. G. **Nature of Science**: Past, present and future. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (Ed.). *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2007. p. 831–879.

LEDERMAN, N. G.; ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R. L.; SCHWARTZ, R. S. Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 6, p. 497–521, 2002.

LEDERMAN, N. G.; LEDERMAN, J. S.; ANTINK, A. 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**, v. 1, n. 3, p. 138–147, 2013.

LEDERMAN, N. G.; WADE, P.; BELL, R. L. **Assessing understanding of the nature of science**: A historical perspective. In: MCCOMAS, W. (Ed.). *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2002. p. 331–350.

LEDERMAN, N. G. **Comunicación personal**, junio de 2016.

LINDNER, M.; KUBAT, C. Science camps in Europe: Collaboration with companies and school, implications and results on scientific literacy. **Science Education International**, v. 25, n. 1, p. 79–85, 2014.

MACEDO, B.; KATZKOWICZ, R. **Alfabetización científica y tecnológica**: Aportes para la reflexión. Chile: PREALC, 2005.

MCCOMAS, W. F.; OLSON, J. K. **The nature of science in international science education standards documents**. In: MCCOMAS, W. (Ed.). *The Nature of Science in*



Science Education: Rationales and Strategies. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 41–52.

MCCOMAS, W.; CLOUGH, P.; ALMAZROA, H. **The role and character of the nature of science in science education.** In: MCCOMAS, W. (Ed.). *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2002. p. 3–29.*

McCOMAS, W. F. **Principal elements of nature of science: Informing science teaching while dispelling the myths.** In: McCOMAS, W. F. (Ed.). *Nature of science in science instruction.* Cham: Springer International Publishing, 2020. p. 35–65.
Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-57239-6_3.

McCOMAS, W. F.; CLOUGH, M. P.; NOURI, N. **Nature of science and classroom practice: A review of the literature with implications for effective NOS instruction.** In: McCOMAS, W. F. (Ed.). *Nature of science in science instruction.* Cham: Springer International Publishing, 2020. p. 67–111. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-57239-6_4.

METIN, D.; LEBLEBICIOĞLU, G. Effect of a science camp on the children's views of tentative nature of science. **Journal of Studies in Education**, v. 2, n. 1, p. 164–183, 2012.

PÉREZ, C. A.; MOLINÍ, A. M. V. Consideraciones generales sobre la alfabetización científica en los museos de la ciencia como espacios educativos no formales. **Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias**, v. 3, n. 3, p. 339–362, 2004.

PIMENTEL, D. R. Learning to evaluate sources of science (mis)information on the internet: Assessing students' scientific online reasoning. **Journal of Research in Science Teaching**, p. tea.21974, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/tea.21974>.

SJÖSTRÖM, J. Vision III of scientific literacy and science education: an alternative vision for science education emphasising the ethico-socio-political and relational-existential. **Studies in Science Education**, p. 1–36, 2024.

SCHWARTZ, R. S.; CRAWFORD, B. A. Authentic scientific inquiry as context for teaching nature of science: Identifying critical elements. In: FLICK, B. L.; LEDERMAN, N. G. (Eds.). **Scientific Inquiry and Nature of Science.** Springer, 2004. p. 331–355.

SCHWARTZ, R. S.; LEDERMAN, N. G.; CRAWFORD, B. A. 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**, v. 88, n. 4, p. 610–645, 2004.

SCHWEINGRUBER, H. A.; FENICHEL, M. **Surrounded by Science: Learning Science in Informal Environments.** National Academies Press, 2010.



SHOUSE, A.; LEWENSTEIN, B. V.; FEDER, M.; BELL, P. Crafting museum experiences in light of research on learning: Implications of the National Research Council's report on informal science education. *Curator: The Museum Journal*, v. 53, n. 2, p. 137–154, 2010.

SMITH, M. U.; LEDERMAN, N. G.; BELL, R. L.; MCCOMAS, W. F.; CLOUGH, M. P. How great is the disagreement about the nature of science: A response to Alters. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 34, n. 10, p. 1101–1103, 1997.

STOCKLMAYER, S. M.; RENNIE, L. J.; GILBERT, J. K. The roles of the formal and informal sectors in the provision of effective science education. *Studies in Science Education*, v. 46, n. 1, p. 1–44, 2010.