



ALEXANDRIA

ALEXANDRIA

Revista de Educação em Ciência e Tecnologia

Noções de Estudantes a respeito dos Aspectos da Natureza da Ciência e de uma Investigação Científica

Student Notions on the Aspects of the Nature of Science and Scientific Inquiry

Francisco Brenzam Filho^a; Mariana A. Bologna Soares de Andrade^a

^a Departamento de Biologia geral, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Brasil - brenzam@gmail.com, mariana.bologna@gmail.com

Palavras-chave:

Natureza da ciência.
Investigação científica.
Ensino de ciências.

Resumo: O objetivo deste artigo é analisar as noções de estudantes acerca dos aspectos da Natureza da Ciência (NdC) e da Investigação Científica (IC). Referimo-nos à Natureza da Ciência (NdC) como as características do conhecimento científico e à Investigação Científica (IC) como as características dos processos por meio dos quais o conhecimento científico é desenvolvido. A partir de uma disciplina investigativa desenvolvida com os alunos do oitavo ano do ensino fundamental II, utilizamo-nos de dois questionários (inicial e final) e entrevistas para coleta e posterior análise dos dados. Como resultado, os 29 estudantes apresentaram, de maneira geral, noções pouco significativas em relação à Natureza da Ciência e à Investigação Científica. Mesmo assim, respostas como, por exemplo, a diferença entre leis e teorias científicas, o uso da criatividade por parte dos cientistas e o início de uma investigação científica com uma pergunta, foram evidenciadas em suas respostas.

Keywords:

Nature of science.
Scientific inquiry.
Science teaching.

Abstract: The aim of this article is to analyze the notions of students about the Nature of Science (NOS) and Scientific Inquiry (SI). We refer to the Nature of Science (NOS) as the characteristics of scientific knowledge and Scientific Inquiry (SI) as the characteristics of the processes through which scientific knowledge is developed. From a research discipline developed with eighth grade students of elementary school II, we used two questionnaires (initial and final) and interviews to collect and later analyze the data. As a result, the 29 students presented in general, little notions regarding the Nature of Science and Scientific Inquiry. Even so, answers such as the difference between laws and scientific theories, the use of creativity by scientists, and the beginning of a scientific inquiry with a question were highlighted in their answers.



Esta obra foi licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Introdução

O mundo passa por grandes transformações científicas e tecnológicas que multiplicam as informações, dispersam conhecimento e influenciam os sistemas políticos, econômicos e sociais (MORAES, 2000). Desenvolver conhecimentos e habilidades científicas básicas na escola permitiria à população compreender tais transformações e as implicações que elas geram.

Com relação à escola, especificamente ao Ensino de Ciências, é possível considerar que as mudanças políticas, econômicas, sociais e culturais influenciaram e influenciam os diferentes objetivos e tendências de ensino.

Por exemplo, durante o período dos anos de 1960, na escola a ciência era concebida como uma atividade neutra e o objetivo até então era formar grupos privilegiados (KRASILCHIK, 2000). O Ensino de Ciências baseava-se na memorização, embora já houvesse, segundo Nascimento (2008), esforços de renovação. Cabia portanto ao professor, a transmissão de conceitos e conteúdos enquanto que, para o aluno, a memorização dos mesmos (MORAES, 2015). As aulas eram principalmente expositivas e o ensino era um aglomerado de técnicas que auxiliavam na memorização (AZEVEDO, 2008).

No final da década de 1960, segundo Krasilchik (2000), uma perspectiva cognitivo-construtivista passa a ter um papel central no processo de ensino e aprendizagem. Neste período, o Ensino de Ciências é acompanhado por visões construtivistas que enfatizam o aluno como o responsável pela sua aprendizagem (VASCONCELOS et al., 2003). Esta perspectiva, portanto, possibilitou o desenvolvimento de novos caminhos que reposicionaram, aos poucos, o papel do professor e do aluno, ou seja, o professor passa a ser um facilitador e o aluno o responsável pela construção de seu conhecimento.

Considerando essas novas perspectivas, uma das abordagens de pesquisa e metodologia de ensino que situa o aluno no centro do processo de ensino e aprendizagem é o ensino por investigação. De acordo com Almeida (2014), o ensino por investigação fundamenta-se em atividades didáticas que auxiliam os alunos no desenvolvimento de habilidades com relação à cultura científica e proporciona um espaço para a construção do conteúdo conceitual da disciplina.

Sasseron (2015) caracteriza o ensino por investigação como uma abordagem didática em que o professor tenha o objetivo de fazer com que seus alunos se envolvam em discussões, questionem fenômenos naturais, resolvam problemas, desenvolvam práticas e exercícios de comparação, análise e avaliação. Essa caracterização do ensino investigativo está de acordo com a proposta de Azevedo (2008), que salienta que ao refletir, questionar, discutir e relatar, os alunos acrescentam em seus trabalhos características de uma investigação científica.

De acordo com Carvalho (2011), a atividade proposta para o aluno deve ser iniciada a partir de uma problematização contextualizada, introduzindo-o ao assunto esperado, dando-lhe oportunidade de reflexão para lidar com as variáveis relevantes do fenômeno científico estudado.

A ação do estudante como idealizador do seu conhecimento está relacionada à maneira de como a ciência é concebida. De acordo com Ferraz (2015), a ciência é constituída de processos de investigação que fazem parte da epistemologia do conhecimento científico. Entendemos porém que, assim como Martins (2015), a ciência por se tratar de um empreendimento social complexo não deve ser reduzida a apenas alguns aspectos ou a uma caracterização única, conforme veremos a seguir.

De acordo com Miner et al. (2010), a prática investigativa tem ligação com o termo internacional “inquiry”, referindo-se a três categorias diferentes de atividades: a primeira atividade é “*o que os cientistas fazem*”, a segunda refere-se a situações de ensino que usam metodologias apoiadas em investigação e é chamada “*como os alunos aprendem*”. Nessa categoria, o estudante constrói o conhecimento de maneira ativa por meio de ações e reflexões a respeito de um fenômeno ou um problema. A terceira categoria é a “*abordagem pedagógica*”, utilizada pelos professores que planejam ou utilizam sequências de ensino que permitam investigações amplas junto aos estudantes. Essas três categorias podem estar relacionadas e o desenvolvimento delas depende dos objetivos pretendidos pela escola e pelos professores.

O ensino por investigação não significa que se deseja construir um novo conhecimento científico em sala de aula ou desenvolver novas teorias científicas, mas inserir características da natureza das ciências, mesmo sendo de forma implícita nas atividades escolares (BRICCIA, 2013).

De acordo com Ferraz (2015), o Ensino de Ciências por meio da investigação tem se mostrado eficaz aos estudantes em relação a *fazer ciência* e refinar suas compreensões em relação aos diferentes fatores que fazem parte da natureza do conhecimento científico.

A epistemologia do conhecimento científico refere-se às características do próprio conhecimento derivadas de como ele é desenvolvido e, portanto, refere-se às características da Natureza da Ciência (NdC) (LEDERMAN, 2006). Os processos de investigação científica tratam da maneira como os cientistas realizam o seu trabalho, bem como o conhecimento científico resultante é gerado e aceito (LEDERMAN *et al.*, 2014).

Salientamos porém que, acerca da NdC, várias críticas emergem da literatura desde questões pertinentes ao próprio termo (ALLCHIN, 2011) até a sua visão consensual (MATTHEWS, 2012). Algumas críticas serão brevemente apresentadas, pois entendemos as

limitações das visões adotadas neste trabalho em relação à NdC. Ressalta-se também que o objetivo não é encontrar a melhor definição para o termo NdC e sim fazer uso de aspectos propostos por alguns autores.

Por exemplo, Irzik e Nola (2011) afirmam que ao adotar uma perspectiva consensual pressupõe-se a existência de uma essência da ciência o que, segundo os autores, é algo problemático porque existem diferenças dentro das ciências inseridas em um processo de construção histórica. Portanto, para eles, considerar um consenso em relação à NdC seria desconsiderar as particularidades das diversas áreas da ciência.

Existem autores, como Duschl e Grandy (2013), que preferem aproximar a NdC da investigação científica. Segundo eles, a NdC não abrangeria somente a natureza do conhecimento científico, mas também um saber sobre a pesquisa. Desse modo, assumindo uma visão mais naturalizada da ciência, se compreenderia a NdC por meio da experiência de “fazer ciência”.

Allchin (2011) afirma que ao adotar uma visão consensual com princípios listados da NdC, elas seriam “inerentemente incompletas e insuficientes para uma alfabetização científica funcional” (ALCHIN, 2011, p. 524).

Martins (2015) salienta que, ao invés de trabalhar com princípios da NdC, seria interessante oportunizar temas que preservariam a sabedoria construída e partilhada pela pesquisa na área e, ao mesmo tempo, buscaria superar algumas dessas críticas. Apesar dessa falta de consenso, é necessário reconhecer que o conteúdo a ser ensinado deve passar por uma série de ajustes até chegar à sala de aula (MARTINS, 2015) inclusive relacionados à NdC.

Ainda que existam as críticas, o presente trabalho adotou uma visão da NdC que não necessariamente está defendendo uma visão essencialista e reducionista da ciência e sim por um viés adotado por alguns referenciais, o qual para nossa realidade atendeu às proposições feitas pelos autores.

Segundo Schwartz et al. (2004), a NdC refere-se “aos valores e pressupostos subjacentes que são intrínsecos ao conhecimento científico, incluindo as influências e limitações que resultam da ciência como um empreendimento humano” (SCHWARTZ et al., 2004, p. 611, *tradução nossa*).

Apesar de existir controvérsias entre os filósofos da ciência a respeito das características da Natureza da Ciência, como já relatado, Lederman (2006) assim como Niaz (2009) afirmam que existe um certo grau de consenso da comunidade científica. As características aqui compartilhadas por eles são: o conhecimento científico depende de observações, evidências, argumentos racionais e ceticismo; as observações são teóricas; não existe uma única sequência para se fazer ciência, ou seja, não existe um passo a passo; leis

científicas são diferentes de teorias científicas; diferentes cientistas podem interpretar os mesmos dados de mais de uma maneira; o conhecimento científico é provisório; os cientistas são criativos e muitas vezes fazem uso de imaginação; as ideias científicas são afetadas pela sua cultura social e histórica e o conhecimento científico é uma construção humana (NIAZ, 2009; LEDERMAN, 2006).

As teorias científicas são explicações para os fenômenos observáveis ou regularidades (LEDERMAN, 2007). Já as hipóteses possuem um papel de diálogo entre teorias servindo de referência à própria investigação (PRAIA et al., 2002). As teorias científicas não são fixas, ou seja, elas sofrem modificações conforme novas pesquisas. De fato, como apresenta Lederman (2007), novas teorias podem ser formadas a partir de avanços tecnológicos.

Dentro do âmbito da ciência, um aspecto que também precisa ser considerado é o papel da criatividade sem adotarmos uma perspectiva Kuhniana¹. Essa noção está de acordo com o trabalho de Liu e Lin (2014), na qual salientam que os cientistas, de fato, utilizam a criatividade para chegar a novas descobertas ou para resolver problemas.

Outro ponto a ser considerado refere-se ao papel da experimentação. De fato, a experimentação faz parte do conhecimento científico, porém não somente ela. Emerge-se uma posição construtivista da ciência na qual a mesma é construída pela inteligência humana, em um contexto social, levando em conta o conhecimento vigente e os atos criativos em que uma teoria procede uma observação (MELLADO; CARRACEDO, 1993). Esta visão construtivista é apresentada pelos autores citados na frase anterior como uma superação da concepção dicotômica da ciência empírica, na qual o conhecimento é construído por meio dos dados fornecidos pela experiência e pelo racionalismo, corrente filosófica na qual a razão e os conceitos criados pela mente são a base para o conhecimento científico.

De acordo com Lederman *et al.* (2014), “[...] as investigações são orientadas pelo conhecimento atual e as conclusões, derivadas de dados empíricos, são adicionalmente informadas por investigações anteriores e conhecimentos científicos aceitos” (LEDERMAN *et al.*, 2014, *tradução nossa*).

Segundo o *National Research Council – NRC* (2012), os cientistas fazem uso de uma grande quantidade de ferramentas de análise de dados, como por exemplo, tabulação, interpretação gráfica e análise de estatística.

Tais aspectos complementam as ideias relacionadas à NdC mas não as findam, uma vez que, como já salientamos, não é propósito da epistemologia estabelecer todos os possíveis

¹ De acordo com a perspectiva Kuhniana, a atividade científica pode tanto fazer uso da imaginação e criatividade como pode ser habitual e pouco criativa.

aspectos da NdC. Tal posição já se colocaria contrária à ideia do constante movimento do conhecimento científico.

Mesmo que não haja um consenso entre a comunidade científica, consideramos significativa a ideia de que esses aspectos são gerais, transitórios e limitados tanto pela dinâmica da ciência e suas modificações como, e principalmente, pelas próprias concepções epistemológicas dos autores que as elaboram. Considerando que essas características e aspectos da NdC fazem parte das discussões e propostas para o ensino investigativo, Matthews (2012) aponta que ainda precisam ser refinadas e desenvolvidas filosoficamente e historicamente para serem mais eficazes aos propósitos da educação científica.

Com relação à Investigação Científica (IC), Schwartz (2004) a caracteriza como os processos pelos quais o conhecimento científico é desenvolvido, desde suas convenções, sua aceitação e utilidade.

De acordo com o NRC (2012), a Investigação Científica inclui oito aspectos que podem ser considerados práticas a serem realizadas pelos estudantes da educação básica: realizar perguntas e definir problemas, desenvolver e utilizar modelos, planejar e realizar investigações, analisar e interpretar dados, uso de matemática e raciocínio computacional, construir explicações e desenvolver soluções, engajar-se ao argumento de provas, avaliar e comunicar informações. Deixamos claro que fizemos uso dos relatórios produzidos pelo NRC por se tratarem de documentos internacionais importantes para o desenvolvimento de atividades científicas. Entendemos, porém, que são propostas de práticas científicas desenvolvidas dentro de uma realidade e que não as configuramos como únicas.

Essas práticas, assim como outros documentos, complementaram o trabalho de Lederman *et al.* (2014), o que resultou em oito aspectos sobre a Investigação Científica que os alunos deveriam compreender segundo os pesquisadores. Os aspectos apresentados por Lederman, *et al.* (2014) são:

- A investigação científica começa com uma questão que não necessariamente testa uma hipótese. Esse aspecto envolve a compreensão de que a investigação científica não começa pela observação pura, ou seja, a observação precisa estar atrelada a um conhecimento específico; outro ponto é que a investigação envolve elaborar e responder a perguntas além de compará-las com o que os cientistas já conhecem ou sabem; o terceiro ponto desse aspecto é que a investigação, não necessariamente, envolve postular uma hipótese, existem outros delineamentos de pesquisas;
- Não há uma única sequência de etapas a ser seguida em uma Investigação Científica. Segundo Lederman *et al.* (2014), os alunos precisam entender a necessidade do alinhamento entre a pergunta e o método de investigação, pois a pergunta determinará o método. Segundo

os autores, a validade das reivindicações do cientista é reforçada pelo alinhamento do método de pesquisa com a questão da pesquisa;

– Os procedimentos de investigação são guiados por uma pergunta. Mesmo que os cientistas elaborem diferentes procedimentos para responder a uma mesma questão, invariavelmente esses procedimentos têm que responder à pergunta da pesquisa;

– Os mesmos procedimentos podem não obter os mesmos resultados. Os dados científicos podem ser interpretados de várias maneiras e “os cientistas podem vir a ter diferentes interpretações dos mesmos dados” (OSBORNE *et al.*, 2003, p. 708). Isso acontece, em parte, pelo referencial teórico adotado pelo cientista, pelo que ele considera como evidência e a maneira como os dados anômalos são tratados (LEDERMAN *et al.*, 2014);

– Processos de investigação podem influenciar nos resultados. A operacionalização das variáveis, os métodos de coleta de dados e a forma como essas variáveis são analisadas, influenciam as conclusões alcançadas pelo pesquisador;

– Conclusões de pesquisas devem ser coerentes com os dados recolhidos. As conclusões de pesquisa devem ser apoiadas por evidências derivadas dos dados coletados. De acordo com os autores, o conhecimento científico é baseado empiricamente e, portanto, as explicações são ancoradas pelos dados que facilitam o desenvolvimento dessas explicações;

– Dados científicos não são iguais a evidências científicas. Deve-se lembrar que dados são observações recolhidas durante a investigação e que as evidências são frutos da interpretação dos dados;

– Explicações são desenvolvidas a partir de uma combinação de dados coletados e o que já é conhecido. As explicações científicas são construídas a partir de uma base sólida de dados com a qual os cientistas buscam formular uma melhor explicação para os fenômenos, considerando-

-se o que já se sabe e os novos dados atribuídos a ela (NRC, 2012).

No Brasil, a prática investigativa como componente curricular está presente em alguns currículos de escolas da rede particular e pública e também é desenvolvida individualmente por professores de ciências, caracterizando práticas muito diversas. Entretanto, consideramos que tais propostas sejam significativas para o desenvolvimento de habilidades e raciocínio crítico em relação à Ciência, mesmo que ainda de maneira insipiente. Nesse sentido, emerge uma questão: propostas investigativas podem possibilitar que estudantes compreendam aspectos da Natureza da Ciência e da Investigação Científica? Para tal, o objetivo deste trabalho foi o de analisar as noções acerca da Natureza da Ciência e da Investigação Científica que emergem de estudantes a partir de uma proposta científica.

Metodologia da pesquisa

A metodologia da pesquisa adotada é de caráter qualitativo buscando alcançar uma visão mais geral do fenômeno (BOGDAN; BIKLEN, 1982). Os sujeitos da pesquisa foram um grupo de estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental que durante o ano participaram de uma disciplina específica de pesquisa intitulada “Iniciação à Pesquisa”. Essa disciplina contava com uma aula semanal e era ministrada pelo pesquisador desta investigação. A caracterização da disciplina, bem como dos sujeitos participantes, será apresentada na sequência.

A disciplina de Iniciação à Pesquisa

A disciplina de Iniciação à Pesquisa tinha por objetivo principal desenvolver projetos científicos para serem apresentados em feiras científicas. Além disso, tinha por objetivo secundário introduzir aspectos básicos de uma Investigação Científica. As aulas eram ministradas uma vez por semana com duração de 45 minutos.

O grupo participante desta investigação já havia cursado essa disciplina no ano de 2014 (7º ano) e a fizeram novamente no ano de 2015 (8º ano). No total participaram da pesquisa 29 estudantes com idades entre 12-13 anos.

Para uma melhor caracterização da disciplina, resolvemos dividi-la em três momentos.

O primeiro momento correspondeu aos meses de fevereiro, março e abril de 2015. Nesse período o professor propôs várias atividades para que os alunos pesquisassem e discutissem em sala de aula. Uma das atividades propostas foi para que os alunos pesquisassem sobre o que é uma pesquisa científica e quais são seus diferentes tipos. A seguir, os alunos expunham para a sala e a discussão ficava centrada em suas pesquisas.

Outra atividade proposta foram as leituras de anais de feiras científicas anteriores para que os alunos pudessem enxergar a proporção das pesquisas desenvolvidas por outros estudantes que estavam na mesma época escolar. Vale destacar que durante essa atividade os estudantes eram sempre confrontados com perguntas relacionadas aos aspectos metodológicos dos trabalhos lidos para que eles pudessem visualizar outras maneiras de testar as hipóteses levantadas.

Questionamentos envolvendo a visão dos alunos em relação aos cientistas, o trabalho de um cientista, a possibilidade de os alunos serem cientistas e a importância dos cientistas foram feitos para os sujeitos durante esse momento.

O segundo momento envolveu os meses de maio, junho e julho. Dentre as atividades propostas pelo professor estavam a observação de fenômenos naturais, o levantamento de problemas, o levantamento de hipóteses e o teste de hipóteses. Para o levantamento de problemas, por exemplo, os alunos tinham que levantar os problemas de um bosque

localizado ao lado da escola e propor soluções para eles. Ao mesmo tempo, eles buscavam levantar hipóteses relacionadas aos problemas e sugeriam maneiras de testá-las. Uma questão importante nesse momento foram as ferramentas que os alunos utilizaram para levantar os problemas como a elaboração de questionários e entrevistas.

Nesse mesmo período os alunos entraram em contato com as normas científicas para a elaboração de trabalhos, os elementos que compõem a estrutura de um trabalho científico e a caracterização dos mesmos. Um dos elementos bastante discutidos nesse momento foram os aspectos metodológicos de um trabalho.

O último momento correspondeu aos meses de agosto e setembro. As atividades desenvolvidas estavam relacionadas à apresentação de dados, usos do laboratório para realização de experimentos e elaboração dos projetos pelos alunos. Com relação a essa última atividade, os alunos ficaram responsáveis por elaborarem um projeto científico e apresentarem na feira do colégio no final do ano. Nesse momento, o papel do professor era o de auxiliar no desenvolvimento das atividades que já tinham sido estabelecidas pelos próprios alunos em seus projetos científicos.

Por questões internas da escola, a disciplina de Iniciação à Pesquisa teve que ser interrompida no final do mês de setembro e, muitos alunos, sabendo dessa interrupção, não completaram seus projetos. Mesmo assim, um grupo de 13 alunos se propôs a terminar os projetos até o final do ano. A partir do término da disciplina o desenvolvimento dos projetos com o auxílio do professor ocorreu em períodos extraclasse. As entrevistas feitas para este artigo ocorreram com alguns desses alunos que terminaram seus trabalhos.

O objetivo de discussão de aspectos da NdC e da Investigação Científica com os alunos permeou a disciplina ao longo dos meses de sua existência. Nesse sentido não era objetivo que os alunos incorporassem um discurso teórico acerca de aspectos do trabalho e construção científica, mas que percebessem em suas atividades o fazer científico.

Coleta e análise dos dados

Como o objetivo do trabalho era analisar as noções dos estudantes acerca de aspectos da NdC e da IC, foram utilizados dois questionários e uma entrevista. O primeiro questionário (inicial) foi adaptado de Lederman *et al.* (2002) e aplicado para os alunos no mês de março. A adaptação feita foi no número de questões e na ordem das mesmas. O questionário original continha 10 questões, das quais 6 foram utilizadas. As respostas a esse questionário foram analisadas por meio da análise de conteúdo de Bardin (2004). Para a análise das respostas foram estabelecidas *a priori* quatro dimensões de análise. Tais dimensões englobaram as seis questões do questionário e refletiram discussões que ocorreram ao longo da disciplina. As

dimensões também refletem discussões teóricas de aspectos da NdC. As dimensões são: (1) Leis e teorias científicas (questões 1 e 2); (2) criatividade (questões 3 e 4); (3) Conhecimento científico e senso comum (questão 5); e, (4) Diferentes conclusões no âmbito da ciência (questão 6). Desta forma, considera-se significativo no âmbito da NdC discussões que diferenciem a natureza e função de leis e teorias científicas; que parte da construção do conhecimento científico dá-se por meio do conhecimento teórico e pela criatividade de pesquisadores; que o conhecimento científico difere de opiniões individuais; e, que a ciência pode ter diferentes conclusões no estudo de fenômenos. As dimensões apresentam uma ou duas unidades relacionadas às questões. Na apresentação dos dados, há quadros com as dimensões e as respectivas questões que compõem as unidades. A seguir, as respostas dos estudantes foram agrupadas e deram origem a subunidades, definidas *a posteriori* à medida que as respostas foram analisadas.

O segundo questionário (final) foi o VASI, elaborado por Lederman e colaboradores (2014). Esse questionário foi aplicado no mês de outubro e teve por objetivo avaliar as noções dos alunos em relação à IC. Ele consiste de questões abertas de cunho interpretativo, pois requer dos estudantes que se analise situações que envolvam conhecimento de aspectos da IC. A análise dos dados seguiu a metodologia apresentada pelos autores. As questões estavam agrupadas em 8 aspectos de análise, conforme a descrição: 1. A investigação científica começa com uma questão que não necessariamente testa uma hipótese; 2. Não há uma única sequência de etapas a ser seguida em uma investigação científica; 3. Os procedimentos de investigação são guiados por uma pesquisa; 4. Os mesmos procedimentos podem não levar aos mesmos resultados; 5. Processos de investigação podem influenciar nos resultados; 6. Conclusões de pesquisas devem ser coerentes com os dados recolhidos; 7. Dados científicos não são iguais a evidências científicas; e, 8. Explicações são desenvolvidas a partir de uma combinação de dados coletados e o que já é conhecido.

Para cada aspecto de Lederman *et al.* (2014), as respostas dos estudantes poderiam ser inseridas em uma das três categorias, a saber: informado, misto ou ingênua. Se o aluno fornecesse uma resposta consistente, isto é, congruente com um determinado aspecto da IC, a resposta era considerada “informado” (*informed*). Se, por outro lado, o aluno fornecesse uma resposta parcial, portanto, não consistente com a resposta específica ou mesmo uma contradição, ele era classificado como “misto” (*mixed*). Uma resposta contraditória com um aspecto particular, ou que não fornece nenhuma evidência de congruência com os aspectos da IC, é classificada como “ingênua” (*naïve*). Na análise dos nossos dados consideramos necessária uma quarta categoria denominada “pouco claro” (*unclear*) para respostas que não estavam claras ou fugiam do tema da pergunta.

Os questionários tiveram como objetivo analisar aspectos da NdC e da IC por meio de instrumentos já utilizados por diferentes pesquisas, como por exemplo, nos trabalhos de Durban (2012), El-Hani et al. (2004) e Yang *et al* (2017). Com o intuito de aproximar as ideias teóricas que os alunos poderiam ter de NdC e IC, com o trabalho que desenvolveram ao longo do ano escolar, elaboramos uma entrevista na qual os estudantes poderiam falar sobre suas pesquisas e, assim, poderíamos identificar, também, aspectos tanto da NdC como da IC.

O segundo instrumento de coleta dos dados foi uma entrevista que teve por objetivo investigar as ideias dos alunos em relação à prática científica no contexto dos projetos desenvolvidos por eles. Como a disciplina terminou antes do fim do ano, selecionamos apenas um estudante de cada grupo que finalizou os projetos, totalizando 5 alunos. Os dados foram analisados por meio da análise de conteúdo de Bardin (2004). Baseado nas discussões e no desenvolvimento dos trabalhos ao longo do ano, foram elaboradas questões dentro das dimensões que englobavam aspectos da atividade de pesquisa. Assim, foram elaboradas *a priori* seis dimensões: formulação da questão ou objetivo da pesquisa (questões 1 e 2); levantamento de hipótese (questão 3); diferentes espaços para o desenvolvimento de pesquisas (questão 4); análise de dados (questão 5), elaboração da conclusão (questão 6); e, papel do referencial teórico em uma pesquisa (questão 7). As questões estão apresentadas no quadro de análise. As unidades das dimensões referiam-se às questões e as subunidades foram após a leitura das respostas dos alunos.

Apresentação e discussão dos dados

Neste item será apresentada a análise dos questionários e posteriormente a análise da entrevista.

Questionário inicial: Natureza da Ciência

Analisamos o questionário inicial e definimos quatro dimensões, conforme os aspectos da NdC. São elas: Leis e Teorias Científicas; Criatividade; Conhecimento Científico e Senso comum e Diferentes Conclusões no âmbito da Ciência. Essas dimensões foram baseadas nos aspectos da NdC e estavam diretamente ligadas às perguntas. A primeira dimensão relacionava--se com a pergunta 1 e 2, a segunda dimensão com a pergunta 3 e 4, a terceira dimensão com a quinta pergunta e a última dimensão com a sexta pergunta. Essas perguntas foram incluídas dentro de unidades de análise.

Conforme analisávamos as respostas dos estudantes definimos, *à posteriori*, a divisão das unidades em subunidades. Essa unitarização pode ser acompanhada conforme os quadros abaixo. O primeiro quadro é referente à primeira dimensão.

Quadro 1– Análise da dimensão referente aos aspectos da Natureza da Ciência

DIMENSÃO	UNIDADE	SUBUNIDADE	EXEMPLOS	QUANTIDADE DE RESPOSTAS
LEIS E TEORIAS CIENTÍFICAS	1) Existe diferença entre uma teoria científica e uma lei científica? Dê um exemplo para ilustrar sua resposta	1.a) Existe diferença entre leis e teorias.	<i>ALUNO 9: Sim, uma teoria científica (como por exemplo a do big bang) é uma maneira de tentar explicar alguma coisa, já uma lei científica (como a da gravidade) é um fato que ajuda a desenvolver teorias.</i>	15
		1.b) Existe diferença, porém as concepções estão equivocadas.	<i>ALUNO 13: Teoria é o que eles acham, a lei já está escrita decretada.</i>	12
		1.c) Não existe diferença entre leis científicas e teorias científicas.	<i>ALUNO 3: Não, pois é a mesma coisa.</i>	2
	2) Depois que os cientistas desenvolvem uma teoria, ela nunca muda? Se você acredita que as teorias mudam, explique por que se preocupar em ensinar teorias científicas. Defenda sua resposta com exemplos.	2.a) As teorias científicas mudam conforme novas descobertas.	<i>ALUNO 2: Acho que com o desenvolvimento da pesquisa e ciência podem ser descobertos novos fatores que irão interferir no resultado atual da teoria, modificando-a.</i>	23
		2. b) As teorias mudam conforme aspectos naturais.	<i>ALUNO 3: Depende da teoria se algo natural do mundo mudar.</i>	2
		2. c) Não mudam.	<i>ALUNO 17: Eu acho que as teorias nunca mudam, pois sempre vai ter outra àquele respeito.</i>	4

Fonte: os próprios autores

Ao analisar as respostas dessas subunidades, percebemos que a maioria dos alunos compreende que as teorias científicas não são fixas e que sofrem mudanças, por meio de novas descobertas, pesquisas científicas e aspectos naturais. Podem-se observar ainda ideias distorcidas em relação à ideia de como as teorias científicas se diferenciam das leis. O quadro 2 é referente à segunda dimensão, a criatividade.

Quadro 2 – Análise da dimensão referente aos aspectos da Natureza da Ciência

DIMENSÃO	UNIDADE	SUBUNIDADE	EXEMPLOS	QUANTIDADE DE RESPOSTAS
CRIATIVIDADE	3) Como a ciência e as artes são similares? Como elas são diferentes?	3.a) Ambas utilizam a criatividade.	<i>ALUNO 1: A ciência e as artes exigem que as pessoas o façam, pois não vão se fazer sozinhas. Porém, nas artes é muito usada a relação do sentimento e opinião, e na ciência para se comprovar algo precisa de uma prova, não é sua opinião que conta. As duas usam muito a criatividade.</i>	6
		3.b) A ciência e a arte se assemelham por possuírem enigmas.	<i>ALUNO 6: Acho que ciência e artes se assemelham por conter suposições, enigmas. Se diferenciam por seus conteúdos e seus diferentes focos. Os cientistas utilizam a criatividade e artistas também.</i>	3
		3.c) Não sabem a diferença ou a semelhança entre a arte e a ciência	“Não sei”	11
	4) Os cientistas realizam experiências-investigações ao tentar resolver problemas. Diferentemente	4.a) Os cientistas utilizam a criatividade.	<i>ALUNO 25: Sim, por exemplo: para descobrir o início da vida na Terra (um período onde não existiam seres vivos que podiam fornecer um registro) os cientistas</i>	16

do planejamento e da forma desses experimentos de investigação, os cientistas usam sua criatividade e imaginação durante e após a coleta de dados? Por favor, explique a sua resposta fornecendo exemplos.		<i>usar um pouco da imaginação para propor o que aconteceu lá.</i>	
	4.b) Os cientistas não utilizam a criatividade.	<i>ALUNO 7: Não, pois não pode usar a criatividade nem a imaginação, tem de ser como é a realidade sem mudar.</i>	7
	4.c) Respostas confusas.	<i>ALUNO 5: Sim “A pesquisa X nos forneceu dados e concluímos...”. Sinônimos: acreditamos, se supõe, indica que não é certeza.</i>	6

Fonte: os próprios autores

Ao fazer a análise das respostas, percebemos que 9 alunos não foram categorizados na unidade 3 por não apresentarem respostas expressivas em relação à pergunta. Como podemos perceber, os alunos compreendem que a criatividade e a imaginação fazem parte dos processos de IC.

O quadro 3 é referente à terceira dimensão, conhecimento científico e senso comum.

Quadro 3 – Análise da dimensão referente aos aspectos da Natureza da Ciência

DIMENSÃO	UNIDADE	SUBUNIDADE	EXEMPLOS	QUANTIDADE DE RESPOSTAS
CONHECIMENTO CIENTÍFICO E SENSO COMUM	5) Existe uma diferença entre o conhecimento científico e a opinião? Dê um exemplo para ilustrar sua resposta.	5. a) Sim, o conhecimento científico está ligado à comprovação e o senso comum, não.	<i>ALUNO 1: Sim. Na opinião você acha o que você sabe, o que você aprendeu, o que você sente. E no conhecimento científico, você descobriu algo pesquisando de uma forma “correta”, de uma forma que é considerada “certa” por todos, através das pesquisas de outras pessoas.</i>	19
		5. b) O conhecimento é algo que já sabemos e o senso comum, não.	<i>ALUNO 5: Sim. Conhecimento indica algo que eu já sei, enquanto uma opinião é algo que eu suponho que seja, não é certeza.</i>	4
		5. c) Alunos que responderam sim, mas a resposta ficou confusa.	<i>ALUNO 10: Sim, pois o conhecimento de informações normais é uma coisa simples, já o científico é mais específico.</i>	5

Fonte: os próprios autores

Conforme a análise, uma parte bastante expressiva de respostas relaciona o conhecimento científico a algo “comprovado” ou “imutável” e o senso comum relacionado a opiniões e crenças. A imutabilidade do conhecimento é um ponto importante, pois o conhecimento científico é mutável e a ideia de comprovação relaciona-se ao empirismo científico.

O próximo Quadro (4) refere-se à última dimensão: Diferentes conclusões no âmbito da ciência. Por não apresentarem respostas significativas, 5 alunos não foram categorizados nesta dimensão.

Quadro 4 – Análise da dimensão referente aos aspectos da Natureza da Ciência

DIMENSÃO	UNIDADE	SUBUNIDADE	EXEMPLOS	QUANTIDADE DE RESPOSTAS
DIFERENTES CONCLUSÕES NO ÂMBITO DA CIÊNCIA	6) Alguns astrônomos acreditam que o universo está se expandindo, enquanto outros acreditam que ele está diminuindo; outros ainda acreditam que o universo está parado (estático), sem qualquer expansão ou contração. Como essas diferentes conclusões possíveis acontecem se todos os cientistas estão olhando para as mesmas experiências e dados?	6. a) Os cientistas possuem opiniões diferentes.	<i>ALUNO 1: Porque cada cientista tem seu ponto de vista e o conhecimento científico é o mesmo, mas cada um tem a sua opinião, devido a cada um ser uma pessoa diferente, por cada um pensar da sua maneira.</i>	18
		6. b) Diferentes interpretações.	<i>ALUNO 23: Cada um interpreta de uma forma e formula uma teoria, nesse caso não é possível saber se as teorias são verdadeiras ou não.</i>	4
		6. c) Erros metodológicos e conceituais.	<i>ALUNO 27: pode ser falho os instrumentos para estudo 2- ocorre tudo isso mas em pontos diferentes. 3- uma teoria está certa e as outras são falhas.</i>	2

Fonte: Próprio autor

De acordo com a análise, um número considerado de estudantes acredita que, por possuírem opiniões diferentes, os cientistas chegam a conclusões diferentes.

Os pontos mais importantes levantados com esta análise em relação à NdC foram: a confusão entre leis e teorias científicas, o uso da criatividade na ciência, o conhecimento científico ligado à comprovação e exatidão, o uso da opinião em uma atividade científica e o equívoco entre teorias e hipóteses.

O uso da criatividade foi o segundo ponto importante desta análise. Conforme as respostas dos alunos, muitos acreditam que os cientistas fazem uso da criatividade para solucionar problemas ou para novas descobertas. Este aspecto mostra-se significativo, pois evidencia que os estudantes já conseguem identificar aspectos além do que normalmente se fala em relação à ciência.

No que se refere à relação da comprovação, notamos que muitos alunos possuem uma visão empirista da ciência, pois enxergam que o conhecimento científico é derivado de uma comprovação, ou seja, uma experimentação.

O uso da opinião levantou uma questão de difícil análise. Conforme a terceira dimensão (senso comum e conhecimento científico), notamos que os alunos separam o conhecimento científico da opinião, ou seja, os cientistas não utilizam a opinião em uma atividade científica. Vale ressaltar que os cientistas são pessoas que sofrem influências de fatores internos e externos ao meio científico e que a opinião também faz parte da sua rotina. Porém, na dimensão seguinte (diferentes conclusões no âmbito da ciência), os alunos

responderam que os cientistas podem chegar a conclusões diferentes porque possuem opiniões diferentes. Portanto, os alunos entraram em contradição, o que dificultou saber realmente se eles entendem a participação da opinião nas atividades científicas.

Um segundo questionário foi aplicado aos alunos e sua análise pode ser conferida a seguir.

Questionário final: Investigação Científica

Esse questionário continha 7 questões relacionadas aos aspectos de uma Investigação Científica e foi elaborado e validado por Lederman *et al.* (2014). Conforme já citado, os autores também criaram categorias de análise que foram utilizadas neste trabalho. As categorias foram: “informado” (*informed*), “misto” (*mixed*), “ingênuo” (*naïve*) e “pouco claro” (*unclear*). Conforme analisávamos as respostas dos alunos, adicionamos mais uma categoria “não responderam à pergunta”.

O primeiro passo foi analisar as respostas dos alunos classificando-as dentro das categorias definidas pelos autores. Em uma análise geral aos aspectos da IC, 18 estudantes foram classificados com concepções ingênuas e 11 com concepções mistas.

Além da classificação geral dos estudantes, também foi realizada análise em relação aos oito aspectos da Investigação científica proposto por Lederman *et al.* (2014). Esta análise está no Quadro 5.

Quadro 5 – Análise das questões referentes aos aspectos da Investigação Científica

Questões	Aspectos	Informado	Misto	Ingênuo	Não respondeu	Pouco claro
1a, 1b, 2	1- Investigação Científica começa com uma questão	2,29%	52,87%	44,82%	-	-
1b, 1c	2- Não há uma sequência de passos em todas as investigações	1,72%	36,20%	58,62%	3,44%	-
3a	3- Os mesmos procedimentos podem não obter os mesmos resultados	-	41,38%	58,62%	-	-
5	4- Os procedimentos de investigação são guiados por uma pergunta	3,44%	24,13%	58,62%	-	13,79%
4	5- Dados científicos não são iguais a evidências científicas	-	37,93%	62,02%	-	-
7a, 7b	6- As explicações são desenvolvidas a partir de uma combinação de dados coletados e o que já é conhecido		46,55%	53,44%	-	-
3b	7- Processos de investigação podem influenciar nos resultados	3,44%	48,27%	48,27%	-	-
6	8- Conclusões de pesquisa devem ser coerentes com os dados recolhidos	3,44	10,34%	86,20%	-	-

Fonte: os próprios autores

Excetuando-se os aspectos 1 e 8, em todos os outros aspectos a maioria das respostas dos estudantes foi classificada na categoria ingênuo².

² Como o questionário que permitiu esta análise não pode ser apresentado neste artigo pela sua extensão, sugerimos que busquem o artigo original de Lederman *et al.* (2014) e consultem o quadro apresentado no Anexo 1 deste trabalho, no qual oferecemos exemplos de respostas que foram classificadas em cada uma das categorias (ingênuo, misto e informado). Como o questionário traz questões contextualizadas, os exemplos apresentados só terão significado caso o questionário seja lido.

O fato de as respostas serem categorizadas como ingênuas não significa necessariamente que os estudantes desconhecem todos os aspectos, mas que apresentam ideias e explicações ainda muito simples do trabalho científico.

Consideramos significativas as porcentagens apresentadas na categoria mista dos aspectos, uma vez que os estudantes não tiveram discussões teóricas específicas desses aspectos.

O aspecto que apresentou o menor índice na categoria mista foi o de número 8 – conclusões de pesquisa devem ser coerentes com os dados recolhidos. No questionário foi solicitado aos estudantes que justificassem o que seria necessário ter como base para solucionar uma dúvida em relação ao corpo de um dinossauro. Os estudantes não conseguiram apontar que conhecimentos científicos poderiam colaborar para solucionar o problema.

O aspecto mais significativo foi o de número 1, no qual mais de 52% dos estudantes conseguiram identificar que uma situação de pesquisa começa por uma questão.

Entretanto, consideramos significativos os resultados aqui obtidos, pois este instrumento já foi utilizado pelos pesquisadores deste trabalho com outro grupo de estudantes do Ensino Fundamental. Na referida pesquisa (ANDRADE; LEVORATO, 2017) o questionário foi respondido por 169 estudantes de escolas públicas e particulares do Paraná, sendo que um número alto de estudantes sequer respondeu às questões. Pode-se considerar que há indícios que ao participarem da disciplina os estudantes já desenvolveram ideias referentes ao trabalho científico.

A entrevista

Para completar a análise, apresentamos os dados referentes à entrevista final. Esta entrevista foi realizada com os grupos que finalizaram seus projetos, totalizando 5 equipes. Dessas 5, selecionamos aleatoriamente (sorteio) um representante de cada para participar da entrevista. Ela foi realizada no laboratório da escola no período do contraturno.

A fim de facilitar a identificação e a relação das respostas com os trabalhos, os temas dos projetos desenvolvidos pelos alunos foram: Grupo 1 – Métodos alternativos para conservação de frutas; Grupo 2 – Sistema biológico para filtragem do chorume; Grupo 3 – Análise microbiológica de esponja de cozinha e a transferência de microrganismos para utensílios domésticos; Grupo 4 – S.O.S Vida animal.

A entrevista continha 7 perguntas semiestruturadas que englobaram desde a escolha do assunto até a conclusão do projeto de pesquisa. Os sujeitos participantes foram identificados pelo termo “entrevistado” seguido de um número cardinal (exemplo: entrevistado 1, entrevistado 2...).

Ao fazer uma pré-análise das respostas dos estudantes, percebemos que o entrevistado 3 não soube responder a muitas perguntas referentes ao seu projeto e por conta disso resolvemos adicionar um outro participante do seu grupo. Portanto, os entrevistados 3 e 4 são do mesmo grupo.

Fizemos a unitarização das entrevistas de acordo com as respostas dos alunos. Cada pergunta deu origem a unidades de análise diferentes apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6 – Análise da dimensão: formulação do problema ou objetivo da pesquisa

Dimensão	Unidades	Subunidades	Exemplos	Quantidade de respostas
Construção do problema ou objetivo da pesquisa	1- Por que o seu grupo escolheu esse assunto para investigar?	Visão construtivista	<i>ENTREVISTADO 1: “É, eu acho que é porque a gente viu uma pesquisa na internet que falava sobre índice de consumo de frutas e aí que aumentou o consumo no Brasil [...]”.</i>	1
		Visão Empirista	<i>ENTREVISTADO 2: “Bom, é, primeiro a gente escolheu problemas que a sociedade tinha. A gente selecionou e anotou eles e primeiro a gente começou assim a área que a gente queria ver, né? Biológicas. Então, a gente viu que o problema do lixo né? e também da crise hídrica e nós começamos a pesquisar então nós decidimos o tema e continuamos o trabalho”.</i>	1
		Não respondeu	-	3
	2- Qual era o problema de investigação do seu grupo? Como vocês o formularam?	Tentativa de formulação	<i>ENTREVISTADO 1: “Ah, acho que foi do nada assim, a que tal a gente fazer alguma coisa assim que ajuda a população porque as frutas são muito saudáveis com muitos nutrientes, mas a maioria não compra porque estraga muito rápido [...]”.</i> <i>ENTREVISTADO 5: “O nosso problema era procurar pessoas e fazer alguma coisa que elas conseguem ver que a gente está fazendo, alguma coisa para ajudar e fazer elas também [para] ajudar os animais e esse é um grande problema”.</i>	2
		Não respondeu	-	3

Fonte: os próprios autores

A dimensão construção do problema ou objetivo da pesquisa envolveu as questões 1 e 2, apresentadas no Quadro 6. Com relação à primeira questão, um aluno apresentou uma resposta com visão construtivista sendo que reflete uma ideia de que a construção do conhecimento científico ocorre pela interlocução entre o conhecimento já disponível e os resultados de uma nova investigação, a que foi realizada pelo grupo.

Já na resposta do entrevistado 2, não foi possível identificar a relação entre conhecimentos científicos prévios e o interesse no problema da pesquisa. Apesar de o

estudante compreender que o ponto de partida para a escolha do tema de pesquisa foi baseado em questões do cotidiano, sua resposta foi categorizada com uma visão empirista porque, para ele, o conhecimento científico seria construído a partir de uma ação, da pesquisa do grupo.

Quanto à escolha do problema (segunda pergunta), identificamos que os estudantes não conseguiram informar qual seria o problema de pesquisa.

Nas respostas dos entrevistados 1 e 5 foi apresentado um problema relativo à pesquisa, mas não um problema investigativo, uma pergunta.

Os três outros entrevistados não souberam identificar o problema nem como eles o formularam. Essa foi uma evidência que nos chamou a atenção, visto que os cientistas iniciam uma investigação com base em problemas ou perguntas.

A segunda dimensão abordava o levantamento de hipóteses, de acordo com o Quadro 7.

Quadro 7 – Análise da dimensão: levantamento de hipóteses

Dimensão	Unidades	Subunidades	Exemplos	Quantidade de respostas
Levantamento de hipóteses	3- Vocês levantaram hipóteses em relação ao seu problema?	Levantaram hipóteses	ENTREVISTADO 4: <i>“Se era possível através de utensílios da nossa cozinha transmitir microrganismos através da bucha, né?”</i>	3
		Não levantaram hipóteses	-	2

Fonte: os próprios autores

Segundo a análise, 3 entrevistados apresentaram as hipóteses do trabalho. No exemplo apresentado pode-se identificar a hipótese que guiou o trabalho dos alunos, uma vez que eles fizeram atividades para responder a esse questionamento. Assim, como apresentado na introdução do trabalho, um trabalho científico não necessita obrigatoriamente de uma hipótese, entretanto, nesta análise o que nos chamou a atenção foi o fato de que, além da hipótese, os grupos também não apresentaram questões de pesquisa.

As atividades metodológicas foram tema da terceira dimensão representadas no Quadro 8.

Quadro 8 – Análise da dimensão: diferentes espaços para o desenvolvimento da pesquisa

Dimensão	Unidades	Subunidades	Exemplos	Quantidade de respostas
Diferentes espaços para o desenvolvimento da pesquisa	4- Como vocês executaram as atividades experimentais?	No laboratório	ENTREVISTADO 2 <i>“Bom, nós executamos no laboratório da escola junto com a nossa orientadora. Nós fizemos toda uma metodologia antes, fizemos pesquisas para poder saber como é que tudo, o método que nós íamos utilizar e[...]”.</i>	3
		Em campo	ENTREVISTADO 5 <i>“Nós fizemos em um sábado com essas lembrancinhas também... no bairro para procurar alguns animais e para mostrar para as pessoas como é fácil e também que os animais têm muito medo e que provavelmente sofreram na mão dos humanos”.</i>	2

Fonte: os próprios autores

De acordo com a análise, 3 alunos desenvolveram suas atividades experimentais em laboratório e dois em campo. Tal questão pode ser considerada mais fácil de ser respondida pelo fato de se referir a espaços físicos, entretanto, consideramos significativo o fato de que os trabalhos dos alunos tiveram outros lugares além do laboratório como espaço para o desenvolvimento da pesquisa. Neste aspecto evidenciamos como a proposição de diferentes atividades na escola pode trazer aos estudantes maior naturalidade em relação aos diferentes locais e propostas metodológicas de pesquisa.

Quadro 9 – Análise da dimensão: análise dos dados

Dimensão	Unidades	Subunidades	Exemplos	Quantidade de respostas
Análise dos dados	5- Como vocês analisaram e discutiram os dados?	Com parâmetros de análise	ENTREVISTADO 2 <i>Nós analisamos os dados... nós fizemos o experimento e depois mandando para a análise laboratorial e nós fazíamos comparações dos resultados das análises</i>	3
		Não respondeu	-	2

Fonte: os próprios autores

Com relação à análise e discussão dos dados (Quadro 9), presentes na questão 5, três entrevistados disseram que fizeram a análise com base em parâmetros, conforme o exemplo apresentado. Tal resposta evidencia aspectos positivos do trabalho desenvolvido pelos estudantes, uma vez que ao adotarem parâmetros de análise estão desenvolvendo uma investigação metodológica e teoricamente significativa.

Quadro 10 – Análise da dimensão: elaboração da conclusão

Dimensão	Unidades	Subunidades	Exemplos	Quantidade de respostas
Elaboração da conclusão	6- Como vocês elaboraram a conclusão do projeto?	Com base nos resultados	ENTREVISTADO 4 “Com base nos resultados e a gente meio que pensou que, com os nossos dados prontos o que isso poderia interferir na sociedade [...]”.	3
		Não respondeu	-	2

Fonte: os próprios autores

A sexta questão relacionou-se com a elaboração da conclusão do projeto (Quadro 10). Como observado, 3 entrevistados disseram que elaboraram a conclusão do seu projeto com base nos seus resultados, como por exemplo, o entrevistado 4. Entretanto, não foi possível evidenciar nas respostas se as conclusões também foram baseadas nas referências da pesquisa.

A última dimensão referente à sétima questão envolveu a razão pela qual os entrevistados realizaram a pesquisa bibliográfica (Quadro 11).

Quadro 11 – Análise da dimensão Papel do referencial teórico

Dimensão	Unidades	Subunidades	Exemplos	Quantidade de respostas
Papel do referencial teórico	7- Explique por que vocês realizaram a pesquisa bibliográfica.	Embasamento teórico	ENTREVISTADO 2 “É porque com a pesquisa bibliográfica nós temos uma base para poder fazer o projeto [...]”.	3
		Não respondeu	-	2

Fonte: os próprios autores

Verificamos que os entrevistados realizam a pesquisa bibliográfica para o embasamento teórico, como citou o entrevistado 2. Três entrevistados foram categorizados nesta unidade, por entenderem que a pesquisa bibliográfica permite o embasamento teórico do projeto. Esse é um aspecto bastante importante, pois dá suporte ao cientista para começar uma investigação além do que permite a ele a interação do assunto na visão de outros cientistas.

Nesta pesquisa buscou-se analisar as noções de estudantes do Ensino Fundamental acerca de aspectos da NdC e da IC, sendo que os sujeitos da pesquisa já tinham cursado e cursavam disciplina de metodologia da pesquisa, além de já terem desenvolvido pequenos projetos investigativos. Não foi objetivo deste trabalho analisar individualmente as ideias de cada estudante, desta maneira, no próximo item apresentamos uma síntese que integra os dados apresentados e discutidos neste trabalho.

Conclusão

O objetivo deste trabalho foi analisar as noções dos estudantes acerca de aspectos da Natureza da Ciência e da Investigação Científica que emergiram de uma proposta científica. Para tal, elencamos aspectos apresentados na literatura assim como referenciais metodológicos que nos possibilitaram estabelecer parâmetros. Entretanto, ao construir o *corpus* teórico do trabalho utilizamos a linguagem e o nível das discussões da epistemologia da ciência. Tal nível de discussão e aprofundamento teórico não estava contemplado na disciplina que os sujeitos da pesquisa cursaram, portanto as respostas dos alunos são provenientes da prática e dos aspectos implícitos a elas.

Desta maneira, consideramos que mesmo em grande parte dos resultados os estudantes apresentarem ideias distorcidas ou simples em relação às concepções da NdC e IC, evidenciamos aspectos positivos da atividade investigativa proposta. Acreditamos, por exemplo, ser importante que os alunos reconheçam as diferenças entre leis e teorias científicas ou que as teorias possam mudar, pois esses aspectos correspondem às características de como a ciência é construída. Assumir que as teorias científicas mudam é uma evidência contrária à visão imutável e dogmática da ciência, portanto, para nós, é mais importante que eles saibam reconhecer isso do que repetir definições epistemológicas.

Iniciar a investigação científica com uma questão não é uma regra dentro das ciências, mesmo porque poderíamos reduzir a atividade da ciência a tal ponto, intenção não compartilhada por nós. Entretanto, julgamos importante as respostas dos alunos que afirmaram que uma investigação científica começa com uma questão porque foi por meio dela que os alunos conseguiram desenvolver seus projetos. Essa visão é compartilhada por Lederman *et al* (2014), na qual salienta que uma investigação científica começa com uma pergunta ou questão. Essa pergunta ou questão, porém, não é aleatória, ou seja, ela é formulada a partir de referenciais teóricos que precedem uma observação.

Assumimos um referencial teórico que propõe que a atividade científica contemple alguns aspectos. Tal escolha dá-se como perfil investigativo para analisar nossa proposta e não reside nela a intenção de delimitar um campo da construção humana tão complexo e constantemente em modificação. Consideramos também que, parte dos instrumentos de análise foi elaborada por pesquisadores de outros países, em que a realidade do Ensino de Ciências é diferente da brasileira, entretanto, nossa análise, considerando o contexto apresentado, pode identificar aspectos significativos para o ensino por investigação.

No que se refere à nossa questão inicial, consideramos que propostas investigativas contribuem para que estudantes desenvolvam conhecimentos relacionados à Investigação Científica e Natureza da Ciência e, portanto, defendemos a inserção de tais abordagens para

que auxiliem na construção de visões mais estruturadas da ciência e de seu processo de elaboração.

Assim, como apontado pela literatura, não existe relação direta entre a investigação científica e o saber sobre a investigação científica. Pela análise dos dados fica evidente que alguns aspectos da NdC e da IC foram melhor contemplados do que outros. Nesse sentido, análises como a aqui proposta podem trazer implicações para o ensino por investigação por possibilitar reflexões acerca de novas propostas e ações, tais como:

– Os conhecimentos desenvolvidos pelos alunos nos mostram que as temáticas não são desconhecidas por eles e que envolvê-los em práticas despertou interesse, uma vez que, mesmo com o fim da disciplina, cinco grupos mantiveram seus projetos até o final.

– Proposta de ensino por investigação deve propor atividades de reflexão acerca das investigações elaboradas pelos alunos. Tal proposta pode aumentar a criticidade dos alunos em relação à construção do conhecimento científico.

– Assim como muitos cientistas não sabem aspectos da NdC e IC, não se espera que estudantes apresentem noções de aspectos totalmente coerentes com a literatura, mas que tais discussões permeiem propostas do ensino por investigação evitando uma visão reducionista destas propostas.

Por fim, consideramos que as ideias propostas e os temas abordados neste trabalho possam ser modificados de acordo com a realidade de cada ambiente e que a inserção de discussões epistemológicas da ciência poderia ter nos fornecido dados mais consistentes em relação à ciência. Salientamos que este trabalho pode fomentar o uso de abordagens científicas tanto no ensino fundamental II quanto no Ensino Médio, objetivando formar cidadãos cientificamente alfabetizados.

Referências

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

ALMEIDA, A. G. F. *As ideias balizadoras necessárias para o professor planejar e avaliar a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa*. Dissertação de Mestrado em Educação – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

ANDRADE, M. A. B. S. de; LEVORATO, A. C. C. S. Brazilian learner's understanding about scientific inquiry. *Enseñanza de las Ciencias*, v. extra, p. 3555-3559, 2017.

AZEVEDO, R. O. M. *Ensino de Ciências e formação de professores: diagnóstico, análise e proposta*. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências – Universidade Estadual do Amazonas, Amazonas, 2008.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2004.

BRICCIA, V. Sobre a natureza da ciência e o ensino. In: CARVALHO, A. M. P. (org.) *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 111-128.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Qualitative research for education: an introduction to theory and methods*. Boston: Allyn and Bacon, 1982.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas. In: LONGHINI, M. D. *O uno e o diverso na educação*. Uberlândia: EDUFU, 2011. p. 253-266.

DURBANO, J. P. M. *Investigação de concepções de alunos de Ciências Biológicas do IB/USP acerca da Natureza da Ciência*. Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

DUSHL, R. A.; GRANDY, R. Two views about explicitly teaching Nature of Science. *Science & Education*, v. 22, n. 9, p. 2109-2139, 2013.

EL-HANI, C. N.; TAVARES, E. J. M.; ROCHA, P. L. B. da. Concepções epistemológicas de estudantes de Biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre História e Filosofia das Ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 9, n. 3, p. 1-27, 2004.

FERRAZ, A. T. *Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas de física*. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

IRZIK, G.; NOLA, R. A family resemblance approach to the nature of science for science education. *Science & Education*, v. 20, n. 7-8, p. 591–607, 2011.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. *São Paulo em Perspectiva*, v. 14, p. 85-93, 2000.

LEDERMAN, N. G.; ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, L. R.; 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, p. 497-521, 2002.

LEDERMAN, N. G. Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. In: LEDERMAN, L. B. F. A. N. G. *Scientific inquiry and nature of science*. Heidelberg: Springer, 2006. p. 301-317.

LEDERMAN, N. G. Nature of Science: past, present and future. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. *Handbook of research in science education*. New York: Routledge, 2007. p. 831-873.

- LEDERMAN, J. S.; LEDERMAN, N. G.; BARTOS, S. A.; BARTELS, S. L.; MEYER, A. A.; SCHWARTZ, R. S. Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry: the views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 51, n. 1, p. 65-83, 2014.
- LIU, S. C.; LIN, H. S. Primary Teachers' beliefs about Scientific Creativity in the Classroom Context. *International Journal of Science Education*, v. 36, n. 10, p. 1551-1567, 2014.
- MATTHEWS, M. R. Changing the focus: From Nature of Science (NOS) to Features of Science (FOS). In: KHINE, M. S. (ed.) *Advances in Nature of Science Research*. Springer, Dordrecht, 2012. p. 3-26.
- MARTINS, A. F. P. Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 32, n. 3, p. 703-737, 2015b.
- MELLADO, J. V.; CARRACEDO, D. Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 11, n. 3, p. 331-339, 1993.
- MINNER, D. D.; LEVY, A. J.; CENTURY, J. Inquiry-Based science instruction: what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 47, n. 4, p. 474-496, 2010.
- MORAES, M. C. *O paradigma educacional emergente*. Campinas (SP): Papyrus, 2000.
- MORAES, T. S. V. *O desenvolvimento de processos de investigação científica para o 1º ano do Ensino Fundamental*. Tese de Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- NASCIMENTO, E. G. *O uso da história da ciência e do Vê de Gowin: uma proposta de educação científica para professores das séries iniciais do ensino fundamental*. Dissertação de Mestrado em Educação – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.
- NIAZ, M. *Critical appraisal of physical science as a human enterprise: Dynamics of scientific progress*. Milton Keynes: Springer, 2009.
- NRC – National Research Council. *A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington: Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards, 2012.
- OSBORNE, J.; COLLINS, S.; RATCLIFFE, M.; MILLAR, R.; DUSCHL, R. What “ideas-about science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 40, n. 7, p. 692-720, 2003.
- PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. *Ciênc. educ. (Bauru)*, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002.
- SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Revista Ensaio*, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.

SCHWARTZ, R. S. *Epistemological views in authentic science practices: a cross-discipline comparison of scientists' views of nature of science and scientific inquiry*. Oregon: Oregon State University, 2004.

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.

VASCONCELOS, C., PRAIA, J. F.; ALMEIDA, J. F. Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. *Psicologia Escolar e Educacional*, v. 7, n. 1, p. 11-19, jun. 2003.

YANG, I.; PARK, S. W.; SHIN, J. Y.; LIM, S. M. Exploring Korean Middle School Student's View about Scientific Inquiry. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 2017. ISSN: 1305-8223.

ANEXO 1

Quadro – Exemplos de respostas dos estudantes dentro dos oito aspectos da Investigação Científica

Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4
Aspectos da Investigação Científica	Explicações ingênuas	Explicações mistas	Explicações informadas
1. A investigação científica começa com uma questão	A2: <i>Sim, porque primeiro você procura uma "pergunta", um meio que você acha melhor na sociedade.</i>	A8: <i>Sim, pois para uma investigação científica fazer sentido, deve sempre começar com uma questão científica, tornando assim uma investigação completa.</i>	A1: <i>O estudante que disse "sim", pois todo trabalho devemos ter como base em uma pergunta.</i>
2. Não há uma sequência de passos em todas as investigações	A12: <i>Sim. Aplicar e pesquisar</i>	A5: <i>Sim, você pode fazer um experimento, questionário, etc...</i>	A1: <i>Não, pois ela não procurou "testar" a sua hipótese</i>
3. Os procedimentos de investigação são guiados por uma pergunta	A4: <i>O que determina o procedimento de uma equipe ser melhor do que a da outra, está ligada a forma de raciocínio e de precisão da equipe. Neste caso a equipe B, teve seu procedimento de pesquisa melhor que a equipe A, devido a sua precisão e raciocínio de acordo com o problema a ser "solucionado"...</i>	A23: <i>Equipe A (Melhor ideia): procura ver qual pneu é mais resistente. Equipe B: quer ver qual rua é melhor para aquele pneu.</i>	A1: <i>A equipe A é melhor que a equipe B, pois ela respondeu ao problema de pesquisa que foi criado</i>
4. Os mesmos procedimentos podem não obter os mesmos resultados	A27: <i>Sim, porque eles pesquisaram a mesma coisa e a tendência é ter o mesmo resultado.</i>	A23: <i>Se for do mesmo assunto, não, pois cada um interpreta os seus dados de uma maneira diferente.</i>	
5. Processos de investigação podem influenciar nos resultados	A5: <i>Não, pois cada um fez de um jeito.</i>	A1: <i>Não, pois os procedimentos podem levar a diferentes resultados.</i>	A3: <i>Não, pois eles têm modos e pensamentos diferentes de entenderem as propostas cada um com um ponto de vista diferente.</i>
6. Conclusões de pesquisa devem ser coerentes com os dados recolhidos	A6: <i>A partir dos dados, a alternativa B seria a mais correta, porém, em minha opinião, a luz deve ser moderada e segundo a cada espécie. Acho que os resultados apresentados sobre crescimento não podem estar relacionados à luz do sol.</i>	A19: <i>Letra C. Se a planta receber pouco minuto de sol pode ser afetada no crescimento, e se a planta receber mais luz do sol também pode ser afetada. O ideal é deixar o minuto de sol referente ao crescimento</i>	A1: <i>Eu escolhi a alternativa C, pois ela está mais relacionada com os dados da tabela.</i>

7. Dados científicos não são iguais a evidências científicas	<i>A2: Dados: seria os resultados obtidos. Evidências: seria um resultado possível.</i>	<i>A1: Sim, dados: informações. Evidências: provas.</i>	-
8. As explicações são desenvolvidas a partir de uma combinação de dados coletados e o que já é conhecido	<i>A8: Pois o mais correto de ser um dinossauro, é ter as menores patas na frente, e não atrás</i>	<i>A6: Porque a figura 1 apresenta mais proximidade ao nosso esqueleto. Coluna mais ereta e andar sobre apenas 2 membros.</i>	-

Fonte: os próprios autores

SOBRE OS AUTORES

FRANCISCO BRENZAM FILHO. Licenciado em Ciências Biológicas (2010) pelo Centro Universitário Filadélfia (UNIFIL). Especialista em Ensino de Ciências Biológicas (2014) pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática (2017) pela Universidade Estadual de Londrina. Atualmente é doutorando do Programa de Ensino de Ciências e Educação Matemática (PECEM) pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Professor da rede pública e particular da educação básica nas disciplinas de ciências e biologia. Pesquisador na área de Educação e Ensino de Ciências com ênfase em História, Filosofia e Epistemologia da Ciência, Ensino de Biologia, Epistemologia da Biologia, Resolução de Problemas e Metodologias Ativas na Educação Básica e no Ensino Superior. Membro do grupo GPEEC – Grupo de Pesquisa em Ensino e Epistemologia da Ciência.

MARIANA A. BOLOGNA SOARES DE ANDRADE. Bacharel em Ciências Biológicas (2001) e Licenciada em Ciências Biológicas (2002) pela Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho UNESP/Botucatu. Mestre em Educação para a Ciência (2007) e Doutora em Educação para a Ciência (2011) pela Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho UNESP/Bauru. Atualmente é professora adjunta do Departamento de Biologia Geral do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Londrina, professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática- PECEM-UEL. Pesquisadora na área de Educação e Ensino de Ciências com ênfase em História, Filosofia e Epistemologia da Ciência, Ensino de Biologia, Epistemologia da Biologia, Resolução de Problemas e Metodologias Ativas na Educação Básica e no Ensino Superior. Membro do grupo GPEEC – Grupo de Pesquisa em Ensino e Epistemologia da Ciência.

Recebido: 07 de março de 2018.

Revisado: 10 de setembro de 2018.

Revisado: 10 de fevereiro de 2019.

Aceito: 21 de março de 2019.