



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

FRANCISCO BRENZAM FILHO

**CONCEPÇÕES DE ESTUDANTES DO ENSINO
FUNDAMENTAL ACERCA DA INVESTIGAÇÃO
CIENTÍFICA E DA NATUREZA DA CIÊNCIA**

Londrina
2017

FRANCISCO BRENZAM FILHO

**CONCEPÇÕES DE ESTUDANTES DO ENSINO
FUNDAMENTAL ACERCA DA INVESTIGAÇÃO
CIENTÍFICA E DA NATUREZA DA CIÊNCIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PECEM), da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

Orientador: Profa. Dra. Mariana Aparecida Bologna
Soares de Andrade

Londrina
2017

FRANCISCO BRENZAM FILHO

**CONCEPÇÕES DE ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL
ACERCA DA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA E DA NATUREZA DA
CIÊNCIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PECEM), da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Profa. Dra. Mariana A. Bologna Soares
de Andrade
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profa. Dra. Irinéa de Lourdes Batista
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Profa. Dra. Lúcia Helena Sasseron
Universidade de São Paulo – USP

Londrina, 12 de junho de 2017.

A todos aqueles que, em algum momento,
fizeram parte da minha história.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Sueli Gomes Brenzam e Francisco Brenzam (*in memoriam*), pela constante presença, apoio e carinho.

À minha esposa, Jéssica A. Santos de Mello Brenzam pelo amor, suporte, compreensão e por não me deixar desistir.

À minha orientadora, professora Mariana A. Bologna Soares de Andrade, pela competência, amizade, paciência e empenho.

À minha irmã Michele Gomes Brenzam e meu cunhado Flaviano André Dena pelo incentivo e apoio.

Às minhas sobrinhas, Flávia Brenzam Dena, Marcela Brenzam Dena e Fernanda Brenzam Dena, por me proporcionarem momentos de descontração e alegria.

Aos meus amigos pela presença, descontração e amizade.

BRENZAM FILHO, Francisco. **Concepções de estudantes do ensino fundamental acerca da Investigação Científica e da Natureza da Ciência**. 2017. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

RESUMO

A alfabetização científica está diretamente relacionada à compreensão dos conceitos científicos, dos processos de Investigação Científica (IC) e da Natureza da Ciência (NdC). Refere-se à Investigação Científica (IC) como as características dos processos pelos quais o conhecimento científico é desenvolvido e aceito e a Natureza da Ciência (NdC) como as características do conhecimento científico. O presente trabalho teve por objetivo investigar as compreensões dos estudantes a respeito dos processos de Investigação Científica (IC) e também analisar se eles apresentam concepções acerca dos aspectos da Natureza da Ciência (NdC). Trata-se de um estudo de caso, em que selecionamos 29 estudantes que cursavam o 8º ano do Ensino Fundamental em uma escola particular. Esses estudantes, durante o ano letivo, participaram de uma disciplina obrigatória de pesquisa intitulada “Iniciação à Pesquisa”, cujo principal objetivo era desenvolver projetos científicos para serem divulgados em uma feira científica. Para a coleta dos dados, utilizamos um questionário inicial relacionado aos aspectos da Natureza da Ciência (NdC) e um questionário final relacionado à Investigação Científica (IC). O segundo instrumento de coleta de dados foi a entrevista realizada com 5 representantes de cada grupo. O questionário inicial e a entrevista foram analisados segundo Bardin (2004), e o questionário final foi analisado segundo a proposta dos autores do questionário (LEDERMAN *et al.*, 2014). Conforme a análise dos 29 estudantes, 18 foram categorizados como “ingênuos” por apresentarem concepções equivocadas ou superficiais em relação à Investigação Científica (IC). O restante (11) dos estudantes foi classificado com concepções “mistas” por apresentarem uma visão parcialmente explicativa a respeito da Investigação Científica (IC). Em relação aos aspectos da Natureza da Ciência (NdC), notamos que 15 alunos possuem compreensões das diferenças entre leis científicas e teorias científicas, entretanto consideram que leis são fixas e teorias são provisórias. Encontramos também nas respostas de 16 estudantes que os cientistas fazem uso da criatividade para solucionar problemas ou para novas descobertas. Por fim, identificamos em 19 respostas dos estudantes uma visão empirista da ciência, na qual esta está ligada à comprovação. A partir dos dados, consideramos que este trabalho possibilita as discussões acerca da inserção de disciplinas científicas no Ensino Fundamental e Médio como parte do processo de formar cidadãos cientificamente alfabetizados.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Investigação Científica. Natureza da Ciência.

BRENZAM FILHO, Francisco. **Conceptions of elementary school students about Scientific Inquiry and the Nature of Science.** 2017. 113 p. Dissertation (Masters in Science Education and Mathematics Education) - University of Londrina, Londrina, 2017.

ABSTRACT

Scientific literacy is directly related to the comprehension of scientific concepts, Scientific Inquiry (SI) process and the Nature of Science (NOS). It is referred to Scientific Inquiry (SI) how the characteristics of the processes by which the scientific knowledge is developed and accepted and the Nature of Science (NOS) how the characteristics of scientific knowledge. The main aim of this research is to investigate the student's understanding of the Scientific Inquiry (SI) as well as to analyse if they have presented concepts about the aspects of Nature of Science (NOS). It is a case study, in which we selected 29 students who attended the 8th year of Elementary School in a private school. These students, during the school year, participated in a compulsory research class entitled "Research Initiation", whose main objective was to develop scientific projects in order to be disclosed in a scientific fair. In order to collect data, a initial questionnaire related to the Nature of Science (NOS) was used and a final questionnaire related to science inquiry (SI). The second tool used to collect data was an interview which involved 5 representatives from each group. The initial questionnaire and the results of the interviews were analyzed according to Bardin (2004) and the final questionnaire was analyzed according to the proposal of the questionnaire's authors (LEDERMAN *et al.*, 2014). According to the analysis of the 29 students, 18 of them were categorized as "naïve" due to the fact that they presented misconceptions or superficial concepts about Scientific Inquiry (SI). The rest of the group, 11 students were classified with "mix" conceptions because they presented a partial explanatory view of Scientific Inquiry (SI). Regarding the aspects of Nature of Science (NOS), we note that 15 students have understood the differences between scientific laws and scientific theories, however they consider that laws are fixed and theories are provisional. We have also noticed in the response of 16 students that scientists make use of creativity to solve problems or for new discoveries. Finally, we identified that in the answers of 19 students there was an empiricist view of science in which science is tied to evidence. Based on these data, we can consider that this research opens a discussion about the insertion of scientific subjects in Elementary and High School education as part of the process of forming scientifically literate students.

Keywords: Science teaching. Scientific Inquiry. Nature of Science.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Evolução da situação mundial, segundo tendências no Ensino 1950-2000	14
Quadro 2 – Resumo analítico de pressupostos do ensino por investigação	23
Quadro 3 – As variantes no ensino e aprendizagem por investigação	26
Quadro 4 – Aspectos da Investigação Científica correspondentes às questões do questionário.	70
Quadro 5 – Análise geral dos estudantes classificados dentro das unidades.	71
Quadro 6 – Análise das questões referentes aos aspectos da Investigação Científica	71
Quadro 7 – Análise das questões referentes aos aspectos da Investigação Científica	72
Quadro 8 – Análise das questões referentes aos aspectos da Investigação Científica	73
Quadro 9 – Exemplos de respostas dos estudantes dentro dos oito aspectos da Investigação Científica	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Princípios que fundamentam o PBL	25
Figura 2 – Exemplo da análise das respostas	47

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO 1	13
1.1 HISTÓRICO DO ENSINO DE CIÊNCIAS	13
1.2 METODOLOGIAS ATIVAS	19
CAPÍTULO 2	29
2.1 A INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA E A NATUREZA DA CIÊNCIA	29
2.1.1 Aspectos da Natureza da Ciência	31
2.1.2 Aspectos da Investigação Científica	35
CAPÍTULO 3	40
3.1 METODOLOGIA DE PESQUISA	40
3.2 A DISCIPLINA DE INICIAÇÃO À PESQUISA	40
3.3 COLETA DOS DADOS	46
3.4 REFERENCIAL DE ANÁLISE	47
CAPÍTULO 4	49
4.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO INICIAL	49
4.1.1 Dimensão: Leis e Teorias Científicas	49
4.1.1.1 Unidade 1: Diferenças entre lei e teoria científica.	49
4.1.1.2 Unidade 2: Mudança de teorias	51
4.1.2 Dimensão: Criatividade	54
4.1.2.1 Unidade 3: Ciência e Arte	55
4.1.2.2 Unidade 4: Criatividade na Ciência.....	59
4.1.3 Dimensão: Conhecimento Científico e Senso Comum	62
4.1.3.1 Unidade 5: Ciência e Senso Comum	62
4.1.4 Dimensão: Diferentes Conclusões no Âmbito da Ciência	65
4.1.4.1 Unidade 6: Conclusões Científicas.....	66
4.2 ANÁLISE GERAL	68
4.3 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO FINAL	69
4.4 ENTREVISTAS	76
4.4.1 Primeira Pergunta: Por que o seu grupo escolheu esse assunto para investigar?	77
4.4.1.1 Unidade 1: Visão Construtivista.....	78

4.4.1.2	Unidade 2: Visão Empirista	78
4.4.1.3	Unidade 3: Não responderam à questão	79
4.4.2	Segunda Pergunta: Qual era o problema de investigação do seu grupo? Como vocês o formularam?	79
4.4.2.1	Unidade 1: Formulação de um problema	80
4.4.2.2	Unidade 2: Problema de investigação	80
4.4.2.3	Unidade 3: Não responderam à questão	80
4.4.3	Terceira Pergunta: Vocês levantaram hipóteses em relação ao seu problema?	81
4.4.3.1	Unidade 1: Levantaram hipóteses	81
4.4.3.2	Unidade 2: Não levantaram hipóteses	82
4.4.4	Quarta Pergunta: Como vocês executaram as atividades experimentais?	82
4.4.4.1	Unidade 1: Atividades desenvolvidas no laboratório	82
4.4.4.2	Unidade 2: Atividades desenvolvidas em campo	84
4.4.5	Quinta Pergunta: Como vocês analisaram e discutiram os dados?	85
4.4.5.1	Unidade 1: Com parâmetros de análise	85
4.4.5.2	Unidade 2: Não responderam à pergunta	86
4.4.6	Sexta Pergunta: Como vocês elaboraram a conclusão do projeto?	86
4.4.6.1	Unidade 1: Com base nos resultados	86
4.4.6.2	Unidade 2: Não responderam à questão	87
4.4.7	Sétima Pergunta: Explique por que vocês realizaram a pesquisa bibliográfica.	88
4.4.7.1	Unidade 1: Embasamento teórico	88
4.4.7.2	Unidade 2: Não responderam à questão	89
4.5	CONCLUSÕES	90
 CAPÍTULO 5		92
5.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
 APÊNDICES		106
Apêndice 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido		107
Apêndice 2 – Questionário Inicial para os Alunos		108
Apêndice 3 – Questionário: Visão sobre Investigação Científica		109
Apêndice 4 – Entrevistas		113

INTRODUÇÃO

A iniciação científica sempre foi um tema que nos despertou um grande fascínio. Acreditamos que, para um bom desenvolvimento acadêmico, o estudante deva ter uma aproximação com a pesquisa científica a fim de desenvolver potencialidades e habilidades desde o ensino fundamental.

Esta pesquisa nasceu de um interesse, proveniente da nossa prática docente, de compreender se os estudantes, ao cursarem uma disciplina específica intitulada “Iniciação à Pesquisa” dentro da grade curricular, conseguiam compreender os processos de Investigação Científica (IC) e da Natureza da Ciência (NdC). Ao lecionar essa disciplina, percebemos que muitos estudantes demonstravam interesse em realizar um trabalho científico, mas que não sabiam por onde começar a desenvolvê-lo. Verificamos também que as atividades científicas se concentravam apenas nas feiras de ciências voltadas para realização de experiências e que isso estava instituído nas concepções dos alunos. O projeto das feiras de ciências era realizado em curto prazo, sem investigação prévia dos alunos e com assuntos que, muitas vezes, não eram do interesse deles. Com isso, precisamos recriar a imagem das feiras de ciências para depois desenvolver um projeto científico.

Os currículos científicos devem ensinar não somente o que é conhecido em ciência mas incluir como a ciência chegou a um determinado conhecimento. Ensinar como a ciência chegou a um conhecimento é ensinar a respeito da ciência (ALMEIDA; FARIAS, 2011).

O processo de investigação caracteriza-se como parte da aprendizagem acerca da Natureza da Ciência (NdC ou NOS, sigla em inglês para *Nature of Science*). Currículo ou disciplinas que abordem a NdC podem ser diferenciadas entre meios e fins. A investigação como meio refere-se a uma abordagem de ensino destinada a ajudar os alunos a desenvolverem a compreensão dos conteúdos científicos. A NdC como fim refere-se a resultado de instrução, pois os estudantes aprendem a fazer investigação no contexto do conteúdo específico e desenvolvem entendimentos epistemológicos a respeito da NdC juntamente com habilidades relevantes (identificação de problemas que geram questões de investigação, concepções de investigação, formulação e defesa de hipóteses, modelos e explicações) (ABD-EL-KHALICK, 2004).

De acordo com o *National Science Education Standards* (1996) a IC refere-se

[...] às diversas maneiras pelas quais os cientistas estudam o mundo natural e propõem explicações baseadas na evidência derivada de seu trabalho. A

investigação científica também se refere às atividades por meio das quais os alunos desenvolvem o conhecimento e a compreensão das ideias científicas, bem como uma compreensão de como os cientistas estudam o mundo natural (NSES, 1996 p. 23, *tradução nossa*)

Assim sendo, levantamos a questão norteadora desta investigação: Atividades de pesquisa científica favorecem o desenvolvimento de noções de NdC e IC nos alunos? Por isso os objetivos deste trabalho são investigar se os estudantes possuem uma compreensão acerca dos processos de IC e analisar as concepções dos estudantes em relação à NdC.

Para isso, esta pesquisa contou com a participação de 29 estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental que, durante o ano, tiveram uma disciplina especial dentro da sua carga horária chamada de Iniciação à Pesquisa. Durante a disciplina, os alunos responderam a dois questionários, um visando conhecer as concepções dos estudantes em relação à NdC e outro a respeito dos processos de IC e foram também submetidos a entrevistas. Com base nisso, o presente estudo está organizado em cinco capítulos.

No primeiro capítulo, apresentamos uma síntese do histórico do ensino de ciências no Brasil e no mundo e uma síntese em relação às aprendizagens ativas.

No segundo capítulo, apresentamos as referências a respeito da NdC e os processos de IC.

No terceiro capítulo, relatamos a metodologia da pesquisa, o processo de obtenção dos dados, em que são apresentados os sujeitos de pesquisa, o contexto em que a pesquisa se desenvolveu e os procedimentos para tratamento dos dados.

No quarto capítulo, são apresentadas a análise e a discussão dos dados.

O quinto e último capítulo contempla considerações preliminares com a retomada dos propósitos iniciais da pesquisa e os principais resultados obtidos.

CAPÍTULO 1

1.1 HISTÓRICO DO ENSINO DE CIÊNCIAS

Apresentaremos neste tópico um breve histórico das modificações que ocorreram no Ensino de Ciências, bem como algumas pesquisas desenvolvidas nessa área.

Em relação ao Ensino de Ciências, tomando como referência o ano de 1950 até os dias atuais, é possível observar movimentos que refletem os objetivos de educação modificando-se ao longo do tempo em função das transformações políticas, econômicas e sociais (KRASILCHIK, 2000).

De acordo com a autora,

[...] na medida em que a Ciência e a Tecnologia foram reconhecidas como essenciais ao desenvolvimento econômico, cultural e social, o ensino das ciências em todos os níveis passou a ser valorizado, tornando-se objeto de inúmeros movimentos de transformação do ensino (KRASILCHIK, 2000 p. 85).

Após o lançamento do primeiro satélite artificial desenvolvido pela Rússia em 1957, o *Sputnik*, inicia-se, principalmente nos Estados Unidos, uma política de estímulo ao ensino de ciências nas escolas com o surgimento de projetos como o *Physical Science Study Committee* (PSSC) e o *Biological Science Curriculum Study* (BSCS) (BORGES, 2010). Esses projetos repercutiram em todo o mundo, inclusive no Brasil, pois aqui também existia a necessidade de formar elites voltadas às carreiras científicas, de maneira a impulsionar o desenvolvimento do país em fase de industrialização (FOGAÇA, 2011). Portanto, nessa época, houve uma reestruturação do Ensino de Ciências motivada pelos avanços observados na ciência e pela inquietação com o nível de desenvolvimento científico e tecnológico desenvolvido pela URSS (União das Repúblicas Socialistas Soviéticas) (NARDI, 2005).

De acordo com Fracalanza (1993), a origem dos estudos em relação ao Ensino de Ciências no Brasil teve relação com esses movimentos de reforma do ensino.

Existiu um consenso entre os pesquisadores de que os primeiros projetos de ensino surgiram no Brasil no final da década de 50 e início da década de 60, o que levou à criação de uma área de estudos denominada *Educação em Ciências* (NARDI, 2005).

De acordo com o quadro 1, elaborado por Krasilchik (2000), é possível observar os diferentes enfoques da educação científica e as tendências de ensino desde o ano de 1950 até o ano de 2000.

Quadro 1– Evolução da situação mundial, segundo tendências no Ensino 1950-2000

Situação Mundial			
Tendências no Ensino	1950	1970	1999 2000
	Guerra Fria	Guerra Tecnológica	Globalização
Objetivo do Ensino	Formar Elite Programas Rígidos	Formar cidadão-Trabalhador Propostas Curriculares Estaduais	Formar cidadão- trabalhador-estudante Parâmetros Curriculares Federais
Concepção de Ciência	Atividade Neutra	Evolução Histórica Pensamento Lógico-crítico	Atividade com implicações sociais
Instituições Promotoras da Reforma	Projetos Curriculares Associações Profissionais	Centro de Ciências, Universidades	Universidades e Associações Profissionais
Modalidades Didáticas Recomendadas	Aulas Práticas	Projetos e Discussões	Jogos: Exercícios no computador

Fonte: Baseado em Krasilchik (2000).

Identifica-se, portanto, que os objetivos do ensino de ciências, as concepções de ciências, as instituições promotoras da reforma e as modalidades didáticas foram marcados por eventos históricos e sofrem modificações até nos dias de hoje, demonstrando que o ensino se modifica de acordo com os aspectos políticos, sociais e econômicos da época.

Após a guerra fria, houve um momento de mudança na concepção do papel da escola que deixou de formar apenas grupos privilegiados e passou a ser responsável pela formação de todos os cidadãos (KRASILCHIK, 2000).

A Lei 4.024 - Diretrizes e Bases da Educação (LDB da Educação), de 21 de dezembro de 1961, alterou o currículo brasileiro de ciências de maneira a integrar, desde o 1º ano do ginásio, a participação das ciências. Também houve um aumento da carga horária das disciplinas de Física, Química e Biologia (KRASILCHIK, 2000). Essas disciplinas passaram a fazer parte da Iniciação à Ciência que “tinha como função preparar o cidadão para pensar lógica e criticamente, exercitar o método científico e tomar decisão com base em informações e dados” (KRASILCHIK, 2000, p. 86). Após promulgada a LDB 4024/61, o ambiente escolar estava submetido ao ensino de ciências meramente memorístico, em que cabia aos professores a transmissão do conhecimento por meio, principalmente, de aulas expositivas e, no caso dos alunos, a simples absorção das informações. Dentro desse ambiente, o conhecimento científico era visto como neutro, pois a verdade científica nunca fora questionada (NASCIMENTO, 2008).

Pela imposição da ditadura militar em 1964, houve transformações políticas e

sociais no país, modificando também o papel da escola, que deixa de dar ênfase na cidadania e passa a almejar a formação do trabalhador, considerando-o como peça fundamental para o desenvolvimento econômico do país (KRASILCHIK, 2000).

Por se tratar da mesma década (60), de acordo com Munford e Lima (2008), surge em relação ao Ensino de Ciências uma referência do ensino por investigação, proposta pelo biólogo e educador Joseph Schwab, devido a uma série de trabalhos nos quais analisou o conhecimento científico. Essa prática de ensino, será abordada em um capítulo específico nas próximas páginas.

Os primeiros programas de pós-graduação em Educação, a partir do fim da década de 60 e início da década de 70, foram se tornando um eixo de geração de pesquisas no meio universitário (TEIXEIRA; MEGID-NETO, 2006). As seções ou secretarias de ensino de associações científicas, como por exemplo, a Sociedade Brasileira de Física (SBF), a Sociedade Brasileira de Química (SBQ) e a Sociedade Brasileira de Astronomia (SBA), juntamente com grupos de pesquisadores da área, foram responsáveis pelo início de eventos nacionais específicos na área de pesquisa em ensino durante a década de 70 (NARDI, 2005). Esses eventos reúnem professores, alunos, pesquisadores e interessados na divulgação de pesquisas, evidenciando a importância do movimento no âmbito acadêmico e científico (TEIXEIRA; MEGID-NETO, 2006). Segundo os mesmos autores, a área de pesquisa conta com periódicos produzidos para disseminar os resultados das investigações e questões significativas à Educação em Ciências no Brasil e no mundo, como a Revista Ciência e Educação (Unesp-Bauru); Cadernos Brasileiros de Ensino de Física (UFSC); Revista Ensaio (UFMG); Investigações em Ensino de Ciências (UFRGS); entre outros.

A partir dessa década (70), segundo Nardi e Gatti (2004), houve um grande empenho por parte dos pesquisadores em Ensino de Ciências em estudar as noções trazidas pelos estudantes para a sala de aula.

Segundo Megid Neto (1999), o ano de 1972 marca os primeiros trabalhos defendidos na área de Ensino de Ciências, com três teses de doutorado defendidas na USP e mais seis dissertações de mestrado provenientes de quatro instituições diferentes: UFSM; PUC-RJ; UnB; e UFRGS.

Marcado por uma grande crise econômica no final dos anos 70, o país passa a exigir uma redemocratização. Preconizava-se uma reformulação do sistema educacional brasileiro, garantindo que as escolas promovessem conhecimentos básicos aos cidadãos, colaborando com a formação de uma elite intelectual, visando enfrentar os desafios impostos pelo desenvolvimento (NASCIMENTO, 2010).

De acordo com Nascimento, Fernandes e Mendonça (2008),

O desenvolvimento industrial desenfreado, e a conseqüente degradação ambiental, resultaram em nova ênfase nos currículos escolares, no final dos anos de 1970. As implicações sociais desse desenvolvimento científico e tecnológico tornar-se-iam objeto de estudo na escola, mais tarde, a partir da abertura política (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA 2008, p. 37).

A educação, no início dos anos 80, passou a ser compreendida como uma prática social relacionada com os sistemas políticos e econômicos (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2008). O Ensino de Ciências, portanto, aproximou-se das Ciências Humanas e Sociais, reforçando a ideia de que a ciência é uma construção humana e não uma verdade natural (BRASIL, 1998).

Emancipação, crítica e educação como prática social eram manifestadas na preocupação com a reconstrução da sociedade democrática nessa época, repercutindo em uma gama de projetos desenvolvidos em relação ao Ensino de Ciências (OLIVEIRA, 2009).

De acordo com Borges (2010), no ano de 1983, um subprograma intitulado Educação para Ciência (SPEC), que faz parte do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), fortalece iniciativas de professores e pesquisadores em todo o país, buscando inovações no ensino e divulgação da ciência. Iniciou-se no ano de 1983 com apoio da CAPES- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ensino Superior e encerrou-se no ano de 1997 (GURGEL, 2002). Ele visava à superação do modelo tradicional de ensino, caracterizado por abordagens fragmentadas, memorização e descontextualização do saber científico (GURGEL, 2002), e levou a área de Ensino de Ciências a transformar-se em uma importante área acadêmica (NARDI, 2005).

Em 1996, a nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação, Lei nº 9.394/96, estabelece que a educação escolar deverá integrar-se ao mundo do trabalho e à prática social (KRASILCHIK, 2000).

O Ministério da Educação e Cultura (MEC), no final dos anos 1990, disponibilizou para a comunidade escolar os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) como proposta de reorganização curricular coerente com a Lei das Diretrizes e Bases da Educação (LDB 9394/96).

Segundo Krasilchik (2005, p. 20):

O impacto dos PCNs foi relevante no currículo teórico elaborado por

entidades oficiais e autores de livros, entre outros. O reflexo em sala de aula ainda está para ser avaliado, embora dados preliminares indiquem que os professores criticam tanto a tentativa da homogeneização, como o seu distanciamento das discussões da elaboração do material e de um projeto amplo que envolva todas as ações da escola (KRASILCHIK, 2005, p. 20)

Na primeira década dos anos 2000, os problemas ambientais, o consumo excessivo dos recursos naturais e uma “emergência planetária” ganham atenção no sistema de educação em ciências, que passa a desenvolver uma relação de educação para a sustentabilidade (CACHAPUZ *et al.*, 2005). Os objetivos do Ensino de Ciências concentram-se na formação de cidadãos conscientes da consequência e do caráter global dos problemas ambientais, das relações entre ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA), favorecendo a sua participação na tomada fundamentada de decisões (BORGES, 2010).

Com relação às pesquisas, devido ao aumento da produção científica na área de Ensino de Ciências e à criação de mais de vinte programas de mestrado e doutorado, houve a instalação de um novo Comitê dentro da CAPES, *Comitê de Ensino de Ciências e Matemática* (NARDI, 2005).

Como os conhecimentos dentro da área de Ensino de Ciências aumentaram, surge uma preocupação com o mapeamento e organização dessa produção científica, o que impulsionou a criação, por exemplo, de um acervo de *Teses e Dissertações sobre Ensino de Ciências* do CEDOC – *Centro de Documentação sobre o Ensino de Ciências*, junto ao Grupo Formar-Ciências da Faculdade de Educação da UNICAMP (NARDI, 2005).

Um estudo desenvolvido por Cachapuz *et al.* (2008) teve por objetivo analisar as tendências de pesquisa em Educação em Ciências em três revistas científicas no período de 1993 até 2002. Ao fazerem a análise, as linhas de pesquisa dominantes foram a aprendizagem de conceitos (23,1%), a filosofia da ciência (19,5%) e a linguagem (12,4%). As linhas de baixa ocorrência foram relacionadas ao trabalho prático, à resolução de problemas e aos estudos que focam as tecnologias de informação e comunicação.

Com o objetivo de estabelecer o estado da arte da pesquisa acadêmica a respeito do Ensino de Ciências na primeira fase do Ensino Fundamental, Fernandes (2009) fez a análise do conjunto de teses e dissertações defendidas no Brasil no período de 1972 até 2005. Como resultado, a autora destaca que a maioria das pesquisas concentram-se em aspectos metodológicos e curriculares do processo de ensino e aprendizagem. Em se tratando de estado da arte, uma importante contribuição para o ensino, especificamente de química, está no trabalho de Schnetzler (2003), no qual a autora se propôs a apresentar um panorama acerca da pesquisa em ensino de química, analisando uma série de dados, desde resumos de teses e

dissertações até artigos publicados em revistas.

Slongo e Delizoicov (2006) realizaram uma investigação, cujo objetivo foi analisar a produção acadêmica em Ensino de Biologia em programas nacionais de Pós-Graduação. Foram analisadas 130 pesquisas desenvolvidas no período de 1972 a 2000. Como resultado, os autores concluíram que, até meados da década de 80, as pesquisas centravam-se em temas como formação de professores, método, currículo e programas. Com o passar do tempo, as pesquisas passaram a incorporar pressupostos construtivistas decorrentes de pesquisas em outros países, o que levou a estudos envolvendo concepções espontâneas, representações dos professores, História e Filosofia da Ciência e CTS.

Alguns trabalhos, dentre muitos, desenvolvidos por Krasilchik (1972, 1980, 1985, 2000) foram e continuam sendo importantes contribuições para as discussões a respeito das transformações do Ensino de Ciências. No trabalho publicado no ano de 2000, a autora faz uma revisão histórica das propostas de reforma do Ensino de Ciências no período de 1950 a 2000. Em relação às áreas de pesquisa, a autora salienta que as investigações referem-se

[...] às relações professor-alunos, enfatizando vários aspectos do trabalho em laboratório, discussão de problemas e o papel das perguntas em classe, efeito de atividades para aperfeiçoamento de professores na mudança de atitude e aquisição de conhecimentos e o papel dos centros e museus da Ciência [...] (KRASILCHIK, 2000, p. 92).

Outro importante pesquisador que contribuiu para as discussões a respeito do Ensino de Ciências foi Roberto Nardi. Em seu trabalho intitulado *A área de Ensino de Ciências no Brasil: fatores que determinaram sua constituição e suas características segundo pesquisadores brasileiros*, Nardi (2005) objetivou analisar quais fatores, na visão de pesquisadores da área, contribuíram para a constituição da área de Ensino de Ciências no Brasil.

Em relação à temática *formação de professores*, Nardi e Almeida (2013) salientam que, de acordo com o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências realizado no final de 2011, dos 1.235 trabalhos separados em 14 linhas temáticas, 385 eram relativos à formação de professores.

Ao realizarem uma investigação a respeito das pesquisas acadêmicas brasileiras no Ensino de Biologia, Teixeira e Megid Neto (2006) analisaram dissertações e teses de 1973 até 2003. Os autores destacam que, até 1990, as problemáticas das investigações versavam com relação aos professores (formação, concepções e práticas), alunos (características, concepções, outros), currículos e programas, recursos didáticos, métodos, entre outros. Destacam também

que surgem novas temáticas ligadas a temas interdisciplinares, linguagem e comunicação e História e Filosofia da Ciência.

Segundo Dentz e Truccolo (2010), as pesquisas acerca do ensino de ciências durante as últimas décadas têm focado diversos elementos relacionados à prática de ensino. Podemos citar, dentre eles,

[...] os estudos em relação ao papel das atividades práticas, o livro didático, as diferentes formas de abordar os conteúdos, as atividades experimentais, as novas metodologias de ensino, as dificuldades de aprendizagem, as novas metodologias de ensino, os conhecimentos prévios e alternativos de professores e alunos, a relação entre os saberes científicos e populares na escola, as concepções de professores e alunos e a ação pedagógica, a formação de professores, o currículo, a avaliação, as novas tecnologias educacionais, entre outros (DENTZ; TRUCCOLO, 2010, p. 91).

De acordo com o que vimos nesse breve traçado histórico, é possível destacar que ocorreram transformações ao longo da história do ensino, passando das diretrizes oficiais para a instauração de propostas ao Ensino de Ciências. Percebemos que a ênfase, inicialmente, era bastante tecnicista, calçada no modelo de ensino e que, depois de alguns acontecimentos, dá-se importância ao reconhecimento de aspectos culturais ligados à produção do conhecimento científico.

Tendo em vista que os desafios da educação são complexos, o Ensino de Ciências deve ser analisado e discutido a partir da ideia da pluralidade metodológica e de propostas de ensino que atendam aos mais diversificados objetivos (BASTOS; NARDI, 2009). Uma dessas propostas de ensino são as metodologias ativas.

1.2 METODOLOGIAS ATIVAS

Ao analisarmos o histórico do Ensino de Ciências no Brasil, percebemos algumas tendências de ensino de acordo com o desenvolvimento político, social e econômico.

Durante o ano de 1960, o ambiente escolar era determinado por práticas educativas voltadas ao professor, cuja função era a simples transmissão de conceitos e conteúdos (MORAES, 2015). As aulas eram predominantemente expositivas e o ensino era um conjunto de técnicas que auxiliavam na memorização (AZEVEDO, 2008). Cabia, portanto, ao aluno, a função de receber os conteúdos e memorizá-los (MORAES, 2015).

No final da década de 60, uma perspectiva cognitivista-construtivista passa a ter um papel central no processo ensino-aprendizagem (KRASILCHIK, 2000). Nesse período, o

Ensino de Ciências é conduzido por visões construtivistas dando ênfase ao aluno como construtor do seu conhecimento e sujeito responsável pelas suas aprendizagens (VASCONCELOS *et al.*, 2003).

Colocar o aluno no centro do processo de ensino e aprendizagem faz parte dos pressupostos do ensino por investigação (SOLINO; FERRAZ; SASSERON, 2015). Esse ensino, também conhecido como *inquiry*, recebeu bastante influência de um dos grandes filósofos pragmáticos, John Dewey (ZOMPERO, 2012).

John Dewey apresentou-se contrário às pedagogias tradicionais de ensino e ficou conhecido como símbolo da pedagogia progressista na educação científica surgida nos Estados Unidos (WONG; PUGH, 2001). Essa pedagogia tinha como foco o ensino voltado à atividade, unindo teoria e prática com a participação ativa do aluno no processo de aprendizagem (ZOMPERO, 2012). A ideia era desempenhar um papel instrumentalista na construção do conhecimento, baseando-se em um método científico formado por etapas a serem seguidas pelos estudantes. Vale ressaltar que a educação científica possuía foco no ensino de fatos e pouco incentivo ao desenvolvimento de raciocínio e habilidades cognitivas dos estudantes (FERRAZ, 2015).

Ao mencionar o Ensino de Ciências por investigação, Munfor e Lima (2008) sugerem uma imagem diferente daquelas comuns nas escolas, em que o professor faz anotações no quadro e, em seguida, explica e os estudantes anotam e o ouvem dissertar a respeito do assunto.

O ensino por investigação consiste em atividades didáticas que visam desenvolver nos estudantes habilidades com relação à cultura científica e também oferecer-lhes o espaço para a construção do conteúdo conceitual da disciplina (ALMEIDA, 2014). Partindo dessas premissas, a atividade deve ser iniciada a partir da problematização contextualizada introduzindo o estudante no assunto almejado, dando-lhe condições para que reflita e lide com as variáveis relevantes do fenômeno científico a ser estudado (CARVALHO, 2011).

A formação de conceitos é um processo criativo decorrente de uma complexa operação orientada à resolução de problemas (VYGOTSKY, 2008). Apesar de Vygotsky e Dewey possuírem diferentes tendências de ensino, ambos discutem a importância da resolução de problemas. Por essa razão é que os incluímos neste texto. Em uma de suas falas, Vygotsky (2008) estabelece uma relação entre situação-problema e o desenvolvimento intelectual do indivíduo:

[...] se o meio ambiente não os coloca perante tais tarefas, se não lhes fizer

novas exigências e não estimular o seu intelecto, obrigando-os a defrontar-se com uma sequência de novos objetivos, o seu pensamento não conseguirá atingir os estágios de desenvolvimento mais elevados, ou irá atingi-los apenas com grande atraso (VYGOTSKY, 2008, p. 60).

De acordo com Azevedo (2004, p. 21), o ensino por investigação propõe que a ação do aluno

[...] não se limite apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho características de uma investigação científica (AZEVEDO, 2004, p. 21).

Essa ação do educando está diretamente ligada à maneira como a ciência é construída. A ciência é composta de processos de investigação que fazem parte da epistemologia do conhecimento científico (FERRAZ, 2015). Refere-se a processos de observação, inferência, previsão, dedução, questionamentos, interpretação e análise de dados, raciocínio lógico e posicionamento crítico. Esses processos e a ação do aluno foram encontrados nos trabalhos de Lederman (2006) quando fazia uma análise dos objetivos apresentados em reformas curriculares norte-americanas em relação à ideia do fazer ciência em sala de aula

Fazer ciência é certamente um começo, mas os alunos precisam refletir em relação ao o que é que eles estão fazendo. Eles precisam estar envolvidos em discussões de por que as investigações científicas são planejadas de certas maneiras. Os estudantes precisam discutir os pressupostos inerentes a qualquer investigação científica e as implicações que esses pressupostos têm para os resultados obtidos. Além disso, os estudantes precisam discutir o fato de que a ciência é feita por humanos e as implicações que isso tem para o conhecimento que é produzido (LEDERMAN, 2006, p. 315, *tradução nossa*).

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 (FERRAZ, 2015).

Segundo Sasseron (2015), o ensino por investigação

[...] caracteriza-se por ser uma forma de trabalho que o professor utiliza na intenção de fazer com que a turma se engaje com as discussões e, ao mesmo tempo em que travam contato com fenômenos naturais, pela busca de resolução de um problema, exercitam práticas e raciocínios de comparação, análise e avaliação bastante utilizadas na prática científica (SASSERON, 2015, p. 58).

Conforme Harlen *et al.* (2006), o Ensino de Ciências baseado na investigação oportuniza a visão da ciência como prática, incluindo componentes de um conjunto de atividades, como, por exemplo, modos especializados de falar, escrever, argumentar, modelar e descrever dados e fenômenos científicos.

De acordo com Miner (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.

As atividades investigativas estão presentes nas “Orientações Curriculares para o Ensino Médio” do Ministério da Educação (BRASIL, 2006), na forma de temas estruturantes, nas quais eles devem criar situações de aprendizagem que permitam o desenvolvimento de competências como

[...] saber comunicar-se, saber trabalhar em grupo, buscar e organizar informações, propor soluções, relacionar os fenômenos biológicos com fenômenos de outras Ciências, construindo, assim, um pensamento orgânico. Não se trata simplesmente de mudar o planejamento para que a ação pedagógica se enquadre nos temas estruturadores, e sim de utilizar esses temas biológicos como instrumentos para que a aprendizagem tenha significado, de forma que o aluno seja capaz de relacionar o que é apresentado na escola com a sua vida, a sua realidade e o seu cotidiano (BRASIL, 2006, p. 21).

Nos PCN (2002), existem também referências às atividades investigativas no ensino, sendo propostos alguns objetivos para a aprendizagem relativos ao Ensino Médio:

- Identificar em dada situação problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-las.
- Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações, identificar regularidades invariantes e transformações (BRASIL, 2002, p. 32).

Existem diferentes abordagens metodológicas orientadas pelo termo “ensino por investigação”. São abordagens diferentes, dependendo do autor, embora todas elas comecem com uma problematização ou situação-problema. Dessa maneira, evidenciamos algumas

abordagens de ensino que já foram amplamente discutidas na literatura e estão apresentadas no Quadro 2, adaptado de Rodriguez e León (1995).

Quadro 2 – Resumo analítico de pressupostos do ensino por investigação

Momentos do processo	Del Carmen (1988)	Olivera (1992)	Zabala (1992)	Gil-Perez (1993)	Garcia (1993)
Escolha do objeto do estudo e do problema	Planejamento e clarificação do problema	Escolha do objeto de estudo	Explicitação de perguntas	Situação problemática precisar o problema	Contato inicial, formulação do problema
Expressão das ideias dos alunos. Emissão de hipóteses.	Definição, hipóteses de trabalho	Definição de hipóteses	Hipóteses, respostas intuitivas	Construção de modelos e hipóteses	Interação com as informações dos alunos
Planejamento da investigação	Planejamento da investigação e instrumentos	Planejamento da investigação	Fontes de informações, tomada de dados		Elaboração de estratégias para incorporar novas informações
Nova informação	Aplicação de instrumentos de investigação	Materiais e instrumentos	Tomada de dados	Realização de atividades	Interação da informação nova e pré-existente
Interpretação dos resultados e Conclusões	Comunicação, discussão, valoração	Comunicação da investigação, publicação de trabalhos	Seleção, classificação de dados e conclusão	Interpretação dos resultados, relação, hipóteses e corpo teórico	
Expressão e comunicação dos resultados	Comunicação, discussão e valoração	Comunicação da investigação, publicação dos trabalhos	Expressão, comunicação	Comunicação intercambio entre equipes	Elaboração da informação existente. Recapitulação
Recapitulação e síntese	Sínteses, identificação, modelos explicativos			Sínteses, esquemas, mapas conceituais	
Aplicação a novas situações			Generalização	Possibilidade de aplicações	Aplicação, generalização
Metacognição					Reflexão sobre o processo

Atuação no meio		Proposta de intervenção, ações			
-----------------	--	--------------------------------	--	--	--

Fonte: Adaptado de Rodriguez e León (1995, p. 12).

Como observamos no quadro, os autores ressaltam que um problema deve começar ou nortear os caminhos a serem investigados dentro das propostas investigativas, levantamento de hipóteses, planejamento do percurso investigativo e a interpretação das informações.

As atividades mediadas pela investigação devem abarcar o uso de evidência, uso da lógica e a imaginação na elaboração de explicações a respeito do mundo natural (NEWMAN *et al.*, 2004).

De acordo com Carvalho (2006), para permitir a construção do conhecimento, os professores devem submeter aos alunos questões desafiadoras para que, ao resolverem, eles mesmos possam conhecer a ótica própria da cultura científica de maneira a promover um processo de enculturação. Essa mesma autora também destaca que ensinar os alunos por meio da investigação permite-lhes serem capazes de construir suas próprias hipóteses, elaborando suas ideias, organizando-as, proporcionando, assim, habilidades para atuar consciente e racionalmente também fora do ambiente escolar (CARVALHO, 2011).

Em relação ao papel dos professores no processo de ensino, Vygotsky (2008) afirma que o professor é o responsável pela apresentação de um problema legítimo aos alunos e também pela mediação deles no procedimento de construção do conhecimento. O professor, portanto, torna-se o mediador das interações e orientador do processo didático-pedagógico (SOLINO; FERRAZ; SASSERON, 2015).

De acordo com Carvalho e Perez (2001),

É preciso que os professores saibam construir atividades inovadoras que levem os alunos a evoluírem, nos seus conceitos, habilidades e atitudes, mas é necessário também que eles saibam dirigir os trabalhos dos alunos para que estes realmente alcancem os objetivos propostos (CARVALHO; PEREZ, 2001, p. 114).

O ensino por investigação não significa que se deseja construir conhecimento científico em sala de aula ou desenvolver novas teorias científicas, mas inserir características da natureza das ciências, mesmo sendo de forma implícita (BRICCIA, 2013). A UNESCO também defende o ensino e a aprendizagem por meio da investigação e ressalta que a função da escola é “propor atividades que envolvam os seus alunos nas aprendizagens a partir de

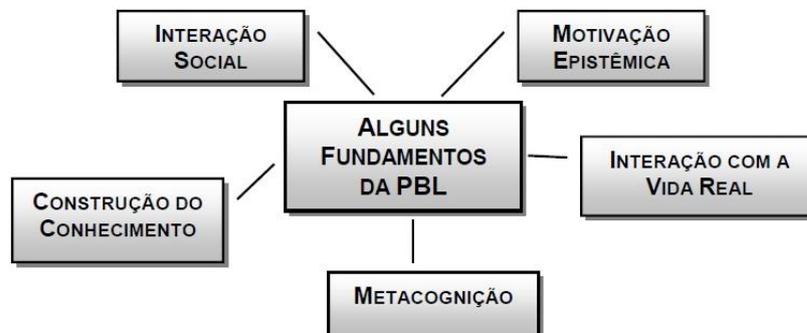
situações-problema” e favorecendo a busca de soluções a partir de temas de interesse próprio e com distinção social (UNESCO, 2005). Vale ressaltar que o Ensino de Ciências por meio da investigação deve preocupar-se para não tornar os conceitos discutidos com os alunos como construções não passíveis de questionamentos, sem problemas e que foram formulados por uma pequena elite intelectual (FERRAZ, 2015).

Adotando Carvalho (2011; 2013) como um referencial para o ensino por investigação, percebe-se que a autora, utilizando ideias propostas por Piaget, Vygotsky e Bachelard, demonstra que a estrutura com que se concebe o ensino por investigação está interligada com os pressupostos construtivistas e sociointeracionistas. Por exemplo, Piaget estudou como o indivíduo constrói entendimento em relação ao conhecimento científico em nível individual; já Vygotsky salienta como o indivíduo constrói conhecimento em nível social, de maneira a interagir com os estudantes em sala de aula para a construção de conceitos científicos. Por fim, em relação aos trabalhos de Bachelard, a autora salienta elementos relacionados à epistemologia do conhecimento científico. Por exemplo, dentro da abordagem por investigação, temos o levantamento e o teste de hipóteses, etapas e raciocínios de uma experimentação científica e questões envolvidas na compreensão da linguagem da ciência.

O ensino por investigação está relacionado à aprendizagem baseada em problemas (PBL – *problem based learning*) porque ambos possuem um problema. Como já mencionado, uma das referências teóricas dessa abordagem encontra-se nos trabalhos de John Dewey.

Os princípios que fundamentam o PBL encontram-se descritos abaixo, conforme a Figura 1.

Figura 1 – Princípios que fundamentam o PBL.



Fonte: Ribeiro (2005, p. 34).

Sakai e Lima (1996, p. 145) apresentam o PBL como sendo

[...] o eixo principal do aprendizado teórico do currículo de algumas escolas de Medicina, cuja filosofia pedagógica é o aprendizado centrado no aluno. É baseado no estudo de problemas propostos com a finalidade de fazer com que o aluno estude determinados conteúdos. Embora não constitua a única prática pedagógica, predomina para o aprendizado de conteúdos cognitivos e integração de disciplinas. Esta metodologia é formativa à medida que estimula uma atitude ativa do aluno em busca do conhecimento e não meramente informativa como é o caso da prática pedagógica tradicional.

Trata-se de uma metodologia de ensino que tem como característica o uso de problemas, elaborados de acordo com a realidade do estudante, objetivando o desenvolvimento de habilidades para a sua resolução, bem como o pensamento crítico, além da aprendizagem de conceitos da área de conhecimento (JACOB, 2012). Portanto, o aprendizado fica centrado no aluno, o que possibilita a discussão dos problemas e as possíveis soluções (KIRSTEN, 2006).

De acordo com Ribeiro (2005), os problemas utilizados no desenvolvimento no PBL delimitam os rumos que o curso deve tomar, ou seja, quais conteúdos serão abordados e qual a sua abrangência. Corroborando essa ideia, o grau de complexidade do problema deve estar relacionado diretamente com o conhecimento prévio do estudante, permitindo, assim, a interdisciplinaridade, considerando o conteúdo programático, para que alcance as habilidades esperadas para aquele módulo (ESCRIVÃO FILHO; RIBEIRO, 2009, p. 28).

Seguindo esse mesmo pensamento, Crawford (2014) afirma que os problemas são tipicamente complexos e os alunos devem trabalhar em grupo para chegar a uma solução. Dessa maneira, os alunos são envolvidos na aprendizagem de conceitos científicos, abordando problemas do mundo real, reunindo toda informação científica necessária e refletindo acerca das experiências.

Na tentativa de desvendar os muitos significados de investigação, parece que, em todos os casos, deve haver uma questão central que conduz à investigação e à exploração. Além dessa pergunta, existem variantes no ensino e aprendizagem por investigação. Algumas dessas variantes são assim caracterizadas: baseada em projetos, baseada em problemas, ciência do cidadão, baseada em modelos e ciência autêntica (CRAWFORD, 2014). Essas variações estão descritas no Quadro 3 abaixo.

Quadro 3 – As variantes no ensino e aprendizagem por investigação

Principais Componentes de variação	Expectativa
<u>Baseada em projeto</u> - pergunta norteadora, a colaboração, a utilização de novas tecnologias, artefatos autênticos.	Os alunos realizam investigações significativas como um meio de aprender fatos e princípios científicos.

<u>Baseada em problemas</u> - resolvendo complexos problemas do mundo real.	Estudantes aumentam as habilidades para resolver problemas; desenvolvem a motivação intrínseca e aprendizagem autodirigida.
<u>Ciência autêntica</u> - práticas científicas alinhadas de perto com o trabalho dos cientistas; dados reais significativos para os outros.	Os estudantes ganham uma compreensão da natureza da investigação científica e aspectos da natureza da ciência.
<u>Ciência do cidadão</u> - A colaboração entre cientistas e voluntários; professores ajudam os alunos a seguirem os protocolos na recolha de dados científicos.	Estudantes contribuem com dados para os cientistas, que, em seguida, analisam os dados como parte de uma investigação científica real.
<u>Baseada em modelos</u> - Geração, teste e revisão de modelos científicos.	Os alunos aprendem a raciocinar em relação aos dados e fenômenos usando modelos, criam modelos e os usam.

Fonte: Baseado em Crawford (2014).

O Quadro 2, mencionado anteriormente, trouxe uma discussão teórica em relação aos aspectos de um ensino investigativo e o Quadro 3 está relacionado com propostas metodológicas para o ensino por investigação. Podemos reparar que ambos apresentam aspectos em comum em relação ao ensino por investigação, como, por exemplo, resolução de problemas, construção de modelos e outros.

A ciência baseada em projeto envolve o aluno na construção ativa dos conceitos e princípios da ciência por meio da realização de investigações em colaboração com outros (CRAWFORD, 2014).

Em relação à ciência autêntica, a ideia é se aproximar mais do trabalho do cientista do que os exercícios de laboratório de ciências das escolas tradicionais. Dessa maneira, ao envolver os alunos na ciência autêntica, presume-se que eles irão aprender mais em relação às práticas científicas (NRC, 2012).

Outra variante do ensino por investigação envolve a ciência do cidadão (popular). Nesse caso, existe a colaboração entre cientistas e voluntários, os quais recolhem dados que serão usados pelos cientistas (COHN, 2008). Na sala de aula, ao participarem da ciência do cidadão, as crianças podem aprender a respeito da prática científica e natureza da investigação científica (CRAWFORD, 2014).

Por fim, o ensino por investigação baseado em modelos tem por objetivo ajudar as crianças a aprenderem como desenvolver explicações justificáveis da maneira como o mundo funciona. Assim, elas propõem e testam um modelo para tentar observar o mundo natural do melhor ângulo (CRAWFORD, 2014).

Uma das justificativas para o ensino investigativo nas salas de aula refere-se ao fato de que a investigação é um meio de compreender como a ciência é feita. De acordo com Bybee

et al. (2006, p. 46),

Para entender a ciência, os alunos precisam fazer ciência por meio da participação em atividades, realizando projetos, investigando questões e debatendo leituras interativas. Com esse modelo de como os cientistas fazem seu trabalho, os alunos desenvolvem uma melhor compreensão do processo de investigação científica (BYBEE, *et al.*, 2006, p. 46)

De acordo com o que apresentamos, é possível perceber que as abordagens das metodologias ativas se apresentam como uma forma eficaz de ensino, a qual preza pelo papel ativo do aluno na busca da construção do conhecimento. Ao fazer uso dessa abordagem, o papel desta pesquisa é saber se, por meio delas, os alunos conseguem compreender os aspectos ligados à Investigação Científica e à NdC. Para isso, é necessário entender o que são os processos envolvidos com a Investigação Científica e a NdC.

CAPÍTULO 2

2.1 A INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA E A NATUREZA DA CIÊNCIA

A ciência é rica e dinâmica e as disciplinas científicas são bastante variadas ao ponto de que parece não haver um conjunto de características que seja comum a todas elas e compartilhado apenas por elas. Concorda-se com Irzik e Nola (2011) que o desafio é fazer justiça à sua riqueza, ao seu caráter multifacetado e à variedade dessas disciplinas científicas para o Ensino de Ciências.

As compreensões dos conceitos científicos, dos processos de IC e NdC estão diretamente ligadas à alfabetização científica que, sucintamente, corresponde à capacidade de tomar decisões informadas acerca das questões científicas e de base tecnológica (BELL *et al.*, 2003).

O cruzamento dos domínios de conhecimento (NdC, IC e a matéria científica tradicional), juntamente com a compreensão, para o indivíduo e a sociedade, em relação a utilidade desse conhecimento, representa a base conceitual para cidadãos cientificamente alfabetizados (SCHWARTZ, 2004).

Com uma visão mais ampla, a NdC engloba uma série de práticas, metodologias, metas, valores e normas sociais que devem ser identificados ao ensinar ciências. Sendo assim, dentro do contexto da ciência escolar, não se deve restringir a NdC a um conjunto de ideias em relação à Natureza do Conhecimento Científico (ERDURAN; DAGHER, 2014).

De acordo com Schwartz, Lederman e Crawford (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” (LEDERMAN; CRAWFORD, 2004, p. 611, *tradução nossa*). Embora essa concepção seja adotada neste trabalho, é importante conhecer que existem outras visões quanto à NdC.

Segundo Duschl e Grandy (2012), existem diferentes abordagens quanto à caracterização da NdC. A primeira visão concentra-se no uso de princípios heurísticos baseado em um consenso geral em relação aos aspectos de sua natureza. A ideia é que os professores, em sua prática, vinculem explicitamente as declarações de consenso às características e atividades da ciência (DUSCHL; GRANDY, 2012). A segunda visão da NdC defende que a ciência deve ser conceituada em termos de práticas cognitivas, epistêmicas e sociais. De acordo com essa visão, os alunos devem se envolver em práticas científicas específicas, encontradas na medição, observação e argumentação a partir de evidências e explicações (DUSCHL;

GRANDY, 2012) de maneira a focalizar a atenção no modelo de construção do conhecimento científico.

Outra abordagem da caracterização da NdC é descrita no trabalho de Erduran e Dagher (2014) discutindo principalmente os trabalhos desenvolvidos por Irzik e Nola (2011) os quais ilustram um relato abrangente acerca da ciência de acordo com uma “abordagem de semelhança familiar”. Essa abordagem visa a uma consideração sistêmica dos sistemas epistêmicos, cognitivos e social da ciência. Como um sistema cognitivo-epistêmico, a ciência envolve processos de investigação, objetivos e valores, métodos e regras metodológicas e conhecimento científico. Em relação à ciência como um sistema sócioinstitucional, ela engloba atividades profissionais, certificação social, divulgação do conhecimento científico e valores sociais (ERDURAN; DAGHER, 2014).

A caracterização da NdC será discutida no próximo tópico de maneira detalhada. A partir de agora, assim como fizemos uma descrição das diferentes abordagens a respeito da NdC, faremos uma discussão acerca da investigação científica.

Conforme Schwartz (2004, p. 8), a abordagem da

[...] investigação científica refere-se às características dos processos através dos quais o conhecimento científico é desenvolvido, incluindo as convenções envolvidas no seu desenvolvimento, aceitação e utilidade do conhecimento científico (SCHWARTZ, 2004, p. 8, *tradução nossa*).

A IC e a NdC são frequentemente utilizadas como termos sinônimos. Embora ambas interajam de formas importantes e não sejam independentes, existe uma diferença entre elas (LEDERMAN *et al.*, 2014). A NdC refere-se às características do conhecimento científico que são necessariamente derivadas de como o conhecimento é desenvolvido (LEDERMAN, 2006). Já a IC são os processos de como os cientistas fazem o seu trabalho e como o conhecimento científico resultante desses processos é gerado e aceito (LEDERMAN *et al.*, 2014). Dependendo da área de conhecimento e do tema de estudo, esses processos são diferentes.

A IC está embutida no construtivismo e no construtivismo social e ajuda os alunos a observarem como os cientistas constroem seus conhecimentos científicos por meio do processo de investigação. Portanto, a investigação fundamenta-se na capacidade de pensamento, competências e habilidades (TSENG *et al.*, 2012).

De acordo com pesquisas (SCHWARTZ *et al.*, 2002; LEDERMAN; LEDERMAN, 2004; LEDERMAN *et al.*, 2014), assim como em relação à NdC, tanto professores quanto

alunos não apresentam compreensões adequadas da IC. Quanto à NdC, Akerson e Abd-El-Khalick (2005) concordam que os alunos do Ensino Fundamental não desenvolvem compreensões adequadas dela. Faz-se necessário, então, apresentar quais são os aspectos da NdC e da IC.

2.1.1 Aspectos da Natureza da Ciência

Apesar da complexidade das questões da NdC e a controvérsia entre os próprios filósofos da ciência, Niaz (2009), assim como Abd-El-Khalick (2012) e Lederman *et al.* (2002), afirma que “um certo grau de consenso foi alcançado dentro da comunidade da educação científica [de modo que] a NdC pode ser caracterizada, entre outros, pelos seguintes aspectos” (NIAZ, 2009, p. 33):

- 1- O conhecimento científico depende muito, mas não inteiramente, de observações, evidência, argumentos racionais e ceticismo.
- 2- As observações são teóricas.
- 3- A ciência é tentativa / falível.
- 4- Não há uma maneira de fazer ciência e, portanto, não existe uma receita, um passo a passo do método científico que seja universal para ser encontrado.
- 5- As leis e as teorias possuem papéis diferentes na ciência e conseqüentemente as teorias não se transformam leis mesmo com evidência adicional.
- 6- O progresso científico é caracterizado pela competição entre teorias rivais.
- 7- Diferentes cientistas podem interpretar os mesmos dados experimentais em mais de uma maneira.
- 8- O desenvolvimento de teorias científicas às vezes baseia-se em fundações inconsistentes
- 9- Os cientistas exigem manutenção de registros precisos, revisão por pares e replicabilidade.
- 10- Os cientistas são criativos e muitas vezes recorrem à imaginação e especulação.
- 11- As ideias científicas são afetadas pela sua cultura social e histórica.

O conhecimento científico é provisório, empírico ou não, e, ao contrário do que pensam, não é uma atividade sem vida, podendo ser racional e ordenado. De fato, o empirismo e o racionalismo fazem parte do conhecimento científico, porém os filósofos da ciência destacam que emerge uma posição construtivista na qual

[...] o conhecimento científico é construído pela inteligência humana, em um contexto geralmente social, tendo em conta o conhecimento existente e atos criativos em que a teoria precede observação. Todas as teorias científicas têm temporariamente uma coerência interna, e correspondem-se com um certo corpo de experiência (MELLADO; CARRACEDO, 1993, p. 336, *tradução*)

nossa).

As observações feitas da natureza e as pesquisas realizadas em laboratório pelos cientistas são filtradas pelo seu aparato perceptual e interpretadas a partir de referenciais teóricos elaborados e quase sempre mediadas por vários pressupostos que fundamentam o funcionamento dos instrumentos científicos (LEDERMAN, 2002). Essa é uma subjetividade inevitável que possibilita à ciência progredir e permanecer sólida, mas também auxilia para a mudança na ciência quando a evidência anterior é investigada a partir do ponto de vista do novo conhecimento. Valores, pessoas, agendas e experiências anteriores narram o que e como os cientistas conduzem seu trabalho (SCHWARTZ, 2004).

Em se tratando de observações, Lederman (2007) salienta que existe um pequeno equívoco tanto dos professores quanto dos alunos, pois confundem observação com inferência. É necessário, portanto, fazer uma distinção entre elas. De acordo com esse mesmo autor, as observações são

[...] afirmações descritivas em relação aos fenômenos naturais que são diretamente acessíveis aos nossos sentidos (ou extensões dos sentidos) e acerca do qual os observadores podem chegar a um consenso com relativa facilidade (LEDERMAN, 2007, p. 833, *tradução nossa*).

Já as inferências são declarações que não são diretamente acessíveis aos nossos sentidos (LEDERMAN, 2007).

As observações são motivadas e guiadas por questões ou problemas. Essas questões ou problemas são derivados de dentro de perspectivas teóricas. Muitas vezes hipóteses e testes de modelos servem como um guia para as investigações científicas (LEDERMAN, 2007).

Em relação às hipóteses, Praia *et al.* (2002) salientam que elas

[...] têm um papel de articulação e de diálogo entre as teorias, as observações e as experimentações, servindo de guia à própria investigação. Condiciona fortemente os dados a obter num percurso descontínuo, ainda que balizado por um fundo teórico que lhe dá plausibilidade, intervindo ativamente nas explicações posteriores dos resultados (PRAIA, *et al.*, 2002, p. 254)

Assim como existe esse equívoco em relação à observação e à inferência, há também uma confusão entre leis científicas e teorias científicas. Ambas fazem parte dos aspectos da NdC e são importantes para a compreensão do conhecimento científico. As leis são declarações ou descrições das relações existentes entre fenômenos observáveis (LEDERMAN, 2007). De acordo com Abrantes *et al.* (2011), as leis científicas “referem-se àquelas

regularidades do mundo natural que são conhecidas por nós e que foram colocadas em apropriadas formas linguísticas” (ABRANTES *et al.*, 2011, p. 59). Outra definição que se aproxima dessa está expressa em Koche (2011) e refere-se às leis como “[...] uma reprodução conceitual das regularidades existentes nas relações entre características observáveis de um universo limitado dos fenômenos da realidade, geralmente expressas através de um só enunciado” (KOCHE, 2011, p. 92).

As teorias científicas são explicações deduzidas para os fenômenos observáveis ou regularidades nesses fenômenos (LEDERMAN, 2007). Ao contrário do pensamento do senso comum, elas são bem-estabelecidas, fundamentadas e consistentes com um sistema de explicação. As teorias científicas são responsáveis por um conjunto de observações que geram questões e problemas de pesquisa sendo guia das futuras investigações (ABD-EL-KHALICK, 2012).

De acordo com Sayão (2001), as teorias são criações humanas que pertencem ao mapa conceitual próprio da realidade humana e, portanto, são limitadas. Sendo assim, elas não podem ser consideradas verdades absolutas e definitivas (GEWANDSZNAJDER, 2010)

Uma definição bem estabelecida de teoria científica pode ser encontrada no trabalho de Batista (1999, p. 32)

[...] uma elaboração que seja coerente com os aspectos empíricos com os quais ela se relaciona, com o maior grau de abrangência – no sentido de explicar os dados experimentais já conhecidos e quaisquer outros novos que vierem a existir – e que seja coerente segundo uma lógica escolhida, seja ela clássica ou heterodoxa, em sua estrutura sintática (lógico-matemática ou linguística), no seu domínio de aplicabilidade e com um conjunto de regras que permitam conectar a teoria com a estrutura sintática e com o domínio empírico estabelecido, quando aplicável (BATISTA, 1999, p. 32).

Comumente, as pessoas apresentam uma visão muito simplória e hierárquica da relação das teorias e leis, pois acreditam que as teorias se tornam leis, dependendo da quantidade de elementos de prova. O resultado desse tipo de pensamento é a ideia de que as leis científicas detêm um estatuto mais elevado do que as teorias científicas. Essas duas noções são equivocadas porque leis e teorias são diferentes tipos de conhecimento, não se transformando uma em outra (LEDERMAN, 2007). De maneira geral, as leis descrevem regularidades e as teorias procuram explicar essas regularidades (GEWANDSZNAJDER, 2010).

O conhecimento científico é subjetivo e baseado em teorias. Os cientistas são influenciados pelas suas crenças, experiências, conhecimentos prévios e outros fatores que

influenciam na maneira como conduzem as suas observações e na maneira de interpretá-las (LEDERMAN, *et al.*, 2014). Assim, essa individualidade ou também coletividade explica o papel da teoria no desenvolvimento do conhecimento científico. Ao mesmo tempo, a geração do conhecimento científico envolve a imaginação e a criatividade humana (LEDERMAN, *et al.*, 2014).

De acordo com Liu e Lin (2013), os cientistas precisam ser criativos para chegar a novas ideias a fim de explicar um fenômeno ou desenvolver formas inovadoras para resolver um problema. A criatividade é um aspecto epistêmico da ciência que ajuda no processo de alfabetização científica. Dessa forma, é uma característica do conhecimento científico (LEDERMAN, 2007).

Assim como a criatividade, a imaginação é considerada uma habilidade importante para os cientistas para inventar e para descobrir novas coisas (MUN; MUN; KIM, 2015). Os mesmos autores já relataram que os cientistas levantam novas questões científicas e desenvolvem procedimentos de pesquisa usando a imaginação (MUN; MUN; KIM, 2013).

Em relação ao uso da criatividade e da imaginação, é possível estabelecer um vínculo com as artes. Conforme Massarani (2006), a ciência e a arte

[...] ambas nutrem-se do mesmo hùmus, a curiosidade humana, a criatividade, o desejo de experimentar. Ambas são condicionadas por sua história e seu contexto. Ambas estão imersas na cultura, mas imaginam e agem sobre o mundo com olhares, objetivos e meios diversos. O fazer artístico e o científico constituem duas faces da ação e do pensamento humanos, faces complementares mas mediadas por tensões e descompassos, que podem gerar o novo, o aprimoramento mútuo e a afirmação humanística (MASSARANI, 2006, p. 10).

De acordo com Morin (2008), uma das “pernas” da ciência com toda a sua complexidade é a imaginação, juntamente com o empirismo, o racionalismo e a verificação.

Um aspecto mencionado por Lederman (2007) é que a ciência pelo seu caráter multifacetado e complexo é fruto do empreendimento humano e, portanto, afeta e é afetada por vários elementos da nossa cultura, como fatores socioeconômicos, estruturas de poder, filosofia, religião *etc.*

Segundo Gil Pérez (2001), o método científico não é um conjunto de regras mecânicas que, impreterivelmente, devem ser seguidas independentemente do domínio de investigação. Ao ser tratado assim, o método científico dá a impressão de ser exato e infalível (HEERDT, 2014). De acordo com Fernández *et al.* (2002), uma das deformações mais comuns do Ensino de Ciências é reconhecer que a atividade científica tem uma visão rígida e que o

método científico se apresenta como um conjunto de etapas a serem seguidas mecanicamente. Essa observação também é vista nos trabalhos de Lederman (2002), nos quais o autor salienta que não existe um único método para fazer ciência nem uma única sequência de atividades que irá levar a respostas ou soluções válidas.

A pluralidade metodológica é defendida por Lacey (2012, p. 425). Segundo o autor, “[...] a ciência deveria ser pensada como uma investigação empírica sistemática, [...] conduzida mediante o uso de quaisquer estratégias metodológicas que sejam apropriadas à obtenção do entendimento dos objetos investigados”.

O conhecimento científico não é absoluto ou certo. Os fatos, as teorias e as leis são provisórios e estão sujeitos a alterações (LEDERMAN, 2007). À medida que surgem novos dados, por meio dos avanços de teorias e tecnologias, são exercidas a respeito das teorias ou das leis existentes, a reinterpretação ou a mudança na direção dos programas de investigação (LEDERMAN, 2007).

Portanto, o ponto de vista que partilhamos em relação à ciência baseia-se na ideia de que a ciência é fruto do empreendimento humano e que, por isso, aqueles que a praticam sofrem influências internas e externas, o que direciona o caminho da investigação. Salientamos também que os cientistas utilizam criatividade e imaginação durante a atividade científica, o que descarta somente a visão de uma atividade racional e ordenada da ciência. Por último, destacamos que não existe uma única sequência de passos a serem seguidos ao longo do percurso investigativo e que o conhecimento científico não é absoluto e sim provisório. A seguir caracterizaremos os aspectos de uma investigação científica.

2.1.2 Aspectos da Investigação Científica

De acordo com o *National Research Council* (NRC) (2012), a IC inclui oito práticas: 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.

O *National Research Council* é uma organização científica dos Estados Unidos que produz relatórios e promove a busca pela ciência, engenharia e medicina. Os relatórios publicados nos anos de 2000, 2011 e 2012 estão sendo utilizados nesta pesquisa por se tratarem de documentos internacionais importantes para o desenvolvimento de atividades científicas.

A seguir, elencaremos os aspectos da IC com base nas práticas propostas pelo NRC

(2012). A primeira abordagem acerca dos aspectos de uma IC encontra-se na realização de perguntas. De acordo com o NRC (2012), ao começar com uma pergunta acerca de um fenômeno, o cientista procura desenvolver teorias que podem fornecer respostas explicativas. Portanto, a prática básica do cientista é formular perguntas que exigem respostas conforme os fenômenos. Essa proposta é também defendida por Lederman *et al.* (2014), que salienta que o começo de uma IC deve ser feito com uma pergunta em relação ao mundo e a como ele funciona. Essa questão não necessariamente deve conduzir a um levantamento de hipóteses como é prescrito pelo método científico. Anteriormente a esses autores, Johansson (2003) já salientava que o ponto de partida para uma investigação poderia ser uma questão ou um problema.

Desenvolver e construir modelos na ciência é o segundo aspecto proposto pelo NRC (2012) como prática científica.

A ciência muitas vezes envolve construção e uso de uma grande variedade de modelos e simulações para ajudá-la a desenvolver explicações a respeito dos diversos fenômenos naturais. Os modelos possibilitam ir além dos fatores observáveis imaginando um mundo ainda não visto. Eles também permitem previsões com objetivos de testar explicações hipotéticas (NRC, 2012).

De acordo com Batista (2004),

[...] um modelo é uma entidade natural ou artificial, relacionada de alguma forma à entidade sob estudo ou a alguns de seus aspectos. Esse modelo é capaz de substituir o objeto (entidade) em estudo (isto é, de servir como uma ‘quasi-entidade’ relativamente independente), e de produzir (sobre essa investigação) certos conhecimentos mediados concernentes à entidade sob estudo (BATISTA, 2004, p. 466).

Os cientistas constroem modelos mentais e conceituais de fenômenos. Ambos servem ao objetivo de ser uma ferramenta para pensar com, fazer previsões e dar sentido à experiência (NRC, 2011). Segundo Flor (2004), os modelos estão vinculados a teorias e leis que fazem a ligação entre o conhecimento científico e o mundo real. Na medida em que os cientistas procuram relações entre as abstrações e os dados empíricos necessitam-se a construção e a utilização de modelos (PIETROCOLA, 2001).

O próximo aspecto proposto pelo NRC (2012) é o planejamento e a realização das investigações.

A IC pode ser realizada em campo ou em laboratório. A prática científica consiste em planejar e realizar uma investigação sistemática, requerendo a identificação do que está

sendo investigado e, se for o caso, o que está sendo tratado como variáveis dependentes e independentes (controle de variáveis) (NRC, 2012). Segundo Yang e Liu (2016), favorecer oportunidades autênticas para que os alunos se envolvam em uma IC proporciona a eles aumentar suas habilidades para desenvolver explorações racionais e explicações de seu mundo (YANG; LIU, 2016).

Em relação a análise e interpretação dos dados, os cientistas podem realizar os mesmos procedimentos para responder a uma questão comum, porém chegarão a diferentes resultados (LEDERMAN *et al.*, 2014). Os dados científicos podem ser interpretados de várias maneiras e “os cientistas podem vir a 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).

Sobre os dados científicos, eles devem ser analisados de maneira a obter um significado. Geralmente não falam por si só, obrigando o cientista a utilizar uma variedade de ferramentas, como tabulação, interpretação gráfica e análise estatística para identificar características significativas e padrões nos dados (NRC, 2012).

Em relação aos dados, faz-se necessário compreender que, durante a IC, dados científicos e evidências científicas não são a mesma coisa. Os dados científicos são observações recolhidas pelos cientistas durante o curso da investigação podendo assumir várias formas (números, descrições, fotografias, áudio...). As evidências científicas são produtos de procedimentos de análise de dados e interpretação posterior ligada diretamente a uma questão específica (LEDERMAN *et al.*, 2014). Embora não sejam a mesma coisa, Buffler *et al.* (2009) afirmam que entender a relação entre dados e evidências científicas é fundamental para a visão de como o conhecimento científico é gerado.

Em ciência, matemática e computação são usadas para uma variedade de tarefas, como construção de simulações, análise estatística dos dados e o reconhecimento e aplicação de relações quantitativas. As técnicas estatísticas são de grande valor para avaliar a importância de padrões e relações (NRC, 2012). O uso da computação e da matemática também é apontado pelo NRC (2012) como uma atividade voltada à prática científica.

O objetivo da ciência é a construção de teorias que podem fornecer descrições explicativas das características do mundo. A teoria se torna aceita quando demonstra ser superior a outras explicações na amplitude de fenômenos. As explicações científicas são aplicações explícitas da teoria para uma situação ou fenômeno específico, talvez com o intermediação de um modelo baseado em teoria para o sistema em estudo (NRC, 2012). A

construção e explicação também são práticas relevantes dentro de uma IC.

Engajar-se ao argumento de provas como descrito pelo NRC (2012) é uma prática científica importante tanto para uma fundamentação quanto para a comunicação da investigação. A prática científica essencial para identificar os pontos fortes ou fracos de uma linha de raciocínio e conseqüentemente encontrar uma melhor explicação para um fenômeno natural são o raciocínio e o argumento. Os cientistas precisam defender suas explicações, formular evidências baseadas em uma base sólida de dados, examinar seu próprio entendimento à luz de provas e observações dos outros e colaborar com os colegas na busca de melhores explicações para os fenômenos (NRC, 2012).

A ciência não pode avançar se os cientistas são incapazes de comunicar claramente suas conclusões ou para aprender em relação aos resultados dos outros, sendo que a ciência precisa dessa coletividade para o seu desenvolvimento. A prática científica está na comunicação de ideias e resultados, oralmente ou por escrito, com utilização de tabelas, diagramas, gráficos e equações juntamente com discussões alargadas com seus pares científicos. Dessa maneira, a ciência requer a capacidade de analisar os significados a partir de textos científicos para avaliar a validade científica das informações assim adquiridas e integrar essa informação (NRC, 2012).

Outro aspecto da IC é que não existe uma única sequência de etapas a ser seguida durante a investigação. Os cientistas utilizam diferentes tipos de investigação e métodos dependendo das perguntas que eles estão tentando responder (NRC, 2000), porém, esses diferentes processos de investigação influenciam seus resultados. O processo operacional de variáveis, desde quando são medidas e analisadas, e os métodos de coleta dos dados influenciam nas conclusões alcançadas pelo pesquisador (LEDERMAN *et al.*, 2014).

Em relação às conclusões, elas devem estar coerentes com os dados recolhidos durante a investigação. O conhecimento científico é provisório, empírico ou não, e, portanto, o alinhamento do método de pesquisa com a questão da investigação garante a validade da conclusão do cientista ancorada pelos dados coletados (LEDERMAN *et al.*, 2014).

As investigações científicas são guiadas pelo conhecimento prático, as conclusões derivadas de dados empíricos são embasadas nas investigações anteriores e o conhecimento científico é aceito. Por isso os cientistas devem reconhecer quando conclusões bem fundamentadas diferem do conhecimento científico aceito, ou tem “maior poder explicativo dos fenômenos do que teorias anteriores” (NRC, 2011, p. 52, *tradução nossa*).

Sendo assim, as práticas científicas discutidas neste capítulo não devem ser vistas de maneira isolada e sim como uma complementação que, juntamente com os aspectos da NdC, colaboram para o desenvolvimento de uma alfabetização científica.

Portanto, neste capítulo, apresentamos os referenciais adotados relacionados aos aspectos da NdC e IC que servirão de base para a análise e a discussão dos dados nos próximos capítulos. Para isso, construímos este referencial que permeia os aspectos da NdC e da IC que contribuem para a prática escolar, bem como para o desenvolvimento de aspectos da alfabetização científica.

Diante dos referenciais adotados neste trabalho, salientamos que existe uma relação entre a NdC e a IC porque ambas fazem parte de um dos objetivos da educação científica, que é alcançar a alfabetização científica. Entendemos que a ciência é uma forma de conhecimento e que esse conhecimento é derivado de uma construção humana. As características desse conhecimento fazem parte da compreensão da NdC e os processos envolvidos nessa construção fazem parte dos aspectos ligados à IC.

Em função das discussões apresentadas, buscou-se elaborar um percurso metodológico que possibilitasse identificar alguns desses aspectos e analisar potencialidades e limites que atividades que envolvem a iniciação científica apresentam na Educação Básica. Dessa forma, apresentaremos a metodologia da pesquisa bem como a caracterização dos sujeitos pesquisados.

CAPÍTULO 3

3.1 METODOLOGIA DE PESQUISA

A metodologia de pesquisa adotada é de perfil qualitativo do tipo estudo de caso. Essa abordagem surgiu contrária às pesquisas quantitativas nas quais se preocupavam em dividir a realidade em unidades mensuráveis de maneira a estudá-las isoladamente (ANDRÉ, 1995). Na abordagem quantitativa, os pesquisadores procuram alcançar uma visão mais geral do fenômeno e por isso se preocupam com o contexto da investigação, que são os principais instrumentos de coleta, e a preocupação com o processo é muito maior do que com o produto (BOGDAN; BIKLEN, 1982).

Segundo Merriam (1988), o estudo de caso constitui-se em observação cuidadosa de um indivíduo ou contexto, de uma única fonte de documentos ou de um episódio específico.

De acordo com Bogdan e Biklen (1982), o plano geral de um estudo de caso se assemelha a um funil, em que a parte mais larga está relacionada com a observação do investigador de locais ou pessoas que possam fazer parte da investigação. Ao avistar algo interessante, o investigador busca mensurar as fontes de dados para os seus objetivos. O próximo passo é recolher os dados revendo-os e explorando-os de maneira a tomar decisões em relação ao objeto de trabalho. O aprofundamento dos aspectos que o pesquisador deseja investigar bem como a escolha das pessoas entrevistadas fazem parte dos próximos passos. Ao conhecer melhor o tema de estudo, o investigador é capaz de tomar decisões específicas em relação a contexto, indivíduos ou fonte de dados que irá pesquisar.

O objeto de estudo desta pesquisa concentrou-se em um grupo de estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental de uma escola particular 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.

3.2 A DISCIPLINA DE INICIAÇÃO À PESQUISA

No ano de 2014 fomos convidado pela escola para assumir uma disciplina de pesquisa que já fazia parte do currículo e já havia sido ministrada por outros professores nos anos anteriores. Essa disciplina tinha por objetivo, de acordo com a escola, introduzir aspectos básicos de uma IC para que os estudantes pudessem desenvolver projetos científicos no Ensino

Fundamental e Médio. Esses projetos deveriam ser expostos em feiras científicas promovidas pela própria escola ou por outras escolas ou grupos. A disciplina foi ministrada para turmas do 6º ano do Ensino Fundamental ao 2º ano do Ensino Médio.

Os referenciais que fundamentaram o desenvolvimento da disciplina durante o ano foram retirados de livros de metodologia científica (SEVERINO, 2007; LAKATOS; MARCONI, 2003) e de artigos científicos na Internet (PÉREZ *et al.*, 2002; AULER; DELIZOICOV 2001, 2006). As feiras científicas (FEBRACE, FICIÊNCIAS) das quais os alunos da escola deveriam participar também disponibilizaram materiais auxiliares para ajudar os alunos na execução de um projeto científico. Por fim, o curso intitulado Pesquisar na Escola: a investigação científica na Educação Básica ofertado pela Universidade Federal da Fronteira Sul para professores também contribuiu com materiais de leitura que auxiliaram na elaboração da disciplina.

Nas turmas do 6º ano, o objetivo da disciplina era mais simples em relação às turmas dos anos seguintes por serem mais novos e inexperientes com pesquisas. Devido a isso, a disciplina tinha por objetivo que os alunos desenvolvessem atividades práticas no laboratório para serem apresentadas no final do ano na feira do escola. Essas atividades foram baseadas em sites de experiências, como por exemplo, o Manual do Mundo, eram guiadas pelo professor e foram definidas pelos próprios alunos. Durante a escolha das experiências e a sua apresentação na feira, a disciplina de iniciação à pesquisa introduzia aspectos básicos de metodologia de pesquisa, por exemplo, como escrever um projeto. No caso dos alunos desse ano especificamente, a ideia era descrever a atividade prática de acordo com as normas científicas, ou seja, introdução, metodologia, resultados, conclusão e referências. Neste último item, os alunos contaram com uma aula específica do que são as referências, como escrevê-las e quais as melhores fontes para uma pesquisa. Portanto, os alunos não realizaram somente a experiência, mas contaram como a experiência foi desenvolvida até a sua conclusão por meio de um projeto escrito.

Nas turmas do 7º ano, o objetivo era que eles pudessem desenvolver um projeto científico, o que não necessariamente envolve uma experimentação no laboratório como na turma anterior. A descrição mais detalhada da disciplina de Iniciação à Pesquisa realizada com os alunos do 7º ano será em função de que, neste trabalho, esses alunos compuseram a turma escolhida para fazer parte dessa pesquisa. As atividades relacionadas à pesquisa ocorreram quando os estudantes estavam cursando o 8º ano. Dessa maneira, os participantes da pesquisa já tinham cursado 2 anos da disciplina de Iniciação Científica.

Nas turmas do 7º ano, a disciplina iniciou-se com a tentativa de desmistificar a ideia

das feiras de ciências. Isso acontece porque, antigamente, as feiras de ciências eram eventos que aconteciam no final do ano e os alunos eram submetidos a temas pelos quais, muitas vezes, não se interessavam, e a maior parte do procedimento era realizada pelos professores na última hora. A ideia agora era também realizar uma feira no final do ano, mas que os próprios alunos pudessem definir o que queriam pesquisar e que esse projeto fosse desenvolvido durante o ano todo.

No mês de fevereiro, foram apresentados o objetivo da disciplina, a importância de realizar uma investigação e os métodos de avaliação. Em março, os alunos pesquisavam em diferentes fontes, como Internet, livros e revistas, o que é uma pesquisa científica e como poderiam realizá-la. No final das pesquisas, cada grupo, escolhido a partir da vontade própria, apresentava as suas considerações para os demais.

No mês de abril, os alunos participaram de uma investigação a fim de demonstrar possíveis caminhos para o começo de um projeto. O experimento foi de fototropismo, no qual uma semente de feijão era plantada no algodão dentro de um recipiente e introduzida em uma caixa de sapato com alguns furos na parte superior para deixar entrar somente uma porção da luz. Ao montar o experimento, os alunos responderam os seguintes questionamentos: Será que o feijão vai crescer? Ele depende da luz? O que pode influenciar no seu crescimento? A partir dessas perguntas, elaboraram hipóteses para respondê-las e registraram em seus diários de bordo. Durante um mês e meio, os alunos visitavam o laboratório para regar o feijão e medir, com a ajuda de uma régua, o quanto ele tinha crescido. Vale destacar que muitos registravam com foto e depois colavam no diário de bordo. No término do projeto, os alunos observaram os resultados e foram questionados para ver se as hipóteses levantadas no início da atividade coincidiam com os que eles esperavam.

O próximo passo foi descrever a metodologia e os materiais utilizados. Durante essa descrição, discutiu-se o que seria metodologia e como deve ser escrita nos mais ricos detalhes. A discussão acerca da análise de resultados, da discussão e da conclusão foram temas das aulas seguintes. Os alunos, então, tiveram a oportunidade de escrever um pequeno relatório de pesquisa a respeito do experimento como parte da avaliação da disciplina.

Nas aulas seguintes, foram questionados a pensar quais seriam os temas interessantes que eles poderiam pesquisar. Nessas aulas, trabalhamos com levantamento de problemas. Apresentaram-se alguns problemas, como, por exemplo, as pombas em Londrina, diabetes, dengue, lixo, para os quais os alunos deveriam pensar soluções ou tentar entender melhor esses problemas. Esse procedimento foi muito difícil, pois eles não estavam com muitas ideias e tiveram dificuldade em apresentar propostas. A partir desse levantamento, os alunos

deveriam escolher temas os quais gostariam de pesquisar e apresentar para o professor. Cada grupo foi instruído a procurar um orientador e um co-orientador para ajudá-los com a pesquisa durante os meses seguintes. Os professores da própria escola, de várias áreas, contribuíram com orientações aos grupos de acordo com a procura dos estudantes.

Durante as investigações realizadas, as aulas de pesquisa foram dedicadas a orientações a respeito dos projetos, de sua escrita, normas da ABNT e fontes bibliográficas.

No final do ano, os alunos apresentaram seus projetos em uma feira organizada pela própria escola e foram avaliados por professores e alunos convidados da Universidade Estadual de Londrina (UEL) nos quesitos apresentação, relevância e coerência.

No ano de 2015, a disciplina iniciou-se com a maioria dos alunos do ano anterior e com três novos estudantes. O objetivo do 8º ano também era desenvolver um projeto científico. Além de apresentar no final do ano na feira da escola, eles deveriam também tentar apresentar em outras feiras, como a FICIÊNCIAS (Foz do Iguaçu, PR) e FEBRACE (São Paulo, SP). A disciplina de Iniciação à Pesquisa a partir do 8º ano, com esse objetivo, foi trabalhada com as turmas do 9ª ano, 1º e 2º ano do Ensino Médio.

Como a maioria dos estudantes já havia passado pela disciplina, a introdução de sua importância e as formas de avaliação foram feitas em apenas uma aula. O próximo passo foi deixar os estudantes escolherem equipes de no máximo 3 alunos, pois esse é o número máximo exigido nas grandes feiras já citadas. Na aula seguinte, os alunos foram confrontados em relação a o que é ser um cientista. Para isso, eles se depararam com uma imagem no quadro de um pesquisador de cabelos brancos, usando jaleco e com alguns recipientes na mão. Os questionamentos feitos pelo professor foram os mais variados: O que faz um cientista? Como é um cientista? Como é o trabalho de um cientista? Todos podem ser cientistas? Muitos acreditavam que o cientista era somente aquele pesquisador da universidade que trabalha horas e horas isoladamente e que realizava experimentos de laboratório. Com as nossas discussões, eles puderam perceber que eles, os alunos, podiam fazer pesquisa também no Ensino Fundamental e que não necessariamente precisavam de um laboratório para realizar experimentos.

O próximo passo foi pedir que os alunos realizassem uma pesquisa para entender melhor o que é uma pesquisa científica e quais são seus diferentes tipos. Cada grupo ficou responsável por apresentar um tipo de pesquisa: pesquisa exploratória, experimental, de campo, teórica, etc. Um destaque importante foi que os alunos apresentaram a pesquisa bibliográfica. Com essa aula, eles puderam conhecer os locais confiáveis para pesquisa e embasamentos das suas atividades.

No mês abril, os alunos foram submetidos a leituras dos resumos presentes nos anais das feiras anteriores para terem uma noção da dimensão de uma pesquisa e para terem ideias de projetos. Destaca-se que, durante a leitura dos anais, questionamos se era possível, no sentido metodológico, explorar esses problemas de pesquisa de outras maneiras. Com isso, as discussões foram bastante proveitosas e muitos alunos já definiam o tema e o caminho que iriam seguir.

A atividade seguinte relacionava-se ao levantamento de problemas. Para isso, utilizou-se o bosque localizado na rua Pará. A ideia era fazer um levantamento dos problemas encontrados no bosque e investigá-los. Para fazer esse levantamento, vários grupos fizeram uso de questionário a fim de saber a opinião das pessoas em relação ao bosque. Os questionários foram aplicados aos funcionários da escola, às turmas do Ensino Médio e a alguns professores. Vale ressaltar que cada grupo formulou suas próprias perguntas fazendo uso da criatividade e imaginação. Após a coleta dessas informações, os alunos montaram um gráfico com a utilização do laboratório de informática e apresentaram seus dados para a turma. Essa atividade gerou discussões interessantes, pois os alunos conseguiram visualizar quais eram os problemas, de acordo com a opinião de outras pessoas, e assim propor soluções para resolvê-los. A partir dessa atividade, vários grupos definiram o problema de pesquisa e começaram a traçar seus projetos. Essa atividade foi realizada no mês de maio de 2015.

No mês de junho, a atividade se concentrou na elaboração de problemas de pesquisa para que as equipes definissem seus percursos metodológicos. Os alunos, então, selecionavam temas de interesse e na forma de ramificação e a partir desses temas surgiam os problemas. Com a ajuda do professor, eles conseguiram definir problemas e deram seguimento ao projeto. Após a definição de problemas, temas que viraram projetos foram surgindo: a utilização de plantas aquáticas para a limpeza do chorume, a contaminação das buchas de cozinha por bactérias, asfalto ecológico, métodos de conservação das frutas, entre outros.

A seleção de orientador e co-orientador também foi uma atividade exigida para que os alunos, dependendo da área, pudessem ter um direcionamento específico nas suas investigações. Destacamos aqui que alguns alunos relataram a falta de interesse e “tempo” por parte dos professores nessa tarefa de orientação. O papel do orientador e do co-orientador é fundamental para o caminhar da pesquisa. Eles desempenham a função de orientação, direcionamento e correção do estudante durante a sua investigação. As orientações eram feitas fora do horário de aula e ficou a cargo de cada equipe escolher um orientador.

Os alunos, agora, estavam com temas definidos, percursos metodológicos traçados e já podiam elaborar um cronograma de atividades. A próxima atividade se concentrou na

coleta dos dados e foi feita nos meses de agosto e setembro. Utilizando o exemplo dos problemas do bosque, os alunos foram orientados que o próximo passo seria coletar dados para dar continuidade aos seus projetos. Cada grupo, dependendo do tema, ficou responsável por coletar dados dentro da escola, como, por exemplo, utilizando o laboratório, ou fora, entrevistando pessoas. A partir dessa atividade, os grupos durante as aulas ficaram encarregados de cumprir o cronograma formulado e coube ao professor orientá-los na execução das tarefas.

A próxima atividade desenvolvida estava relacionada à escrita do projeto. O professor trouxe alguns artigos científicos retirados do Google Acadêmico para que os alunos observassem os padrões de escrita e o que cada elemento representava. Primeiro, os grupos leram os artigos e depois contaram o que cada um continha na introdução, objetivo, metodologia, resultados e conclusão. Essa atividade foi uma forma de estimular o aluno para a leitura científica e, ao mesmo tempo, foi uma maneira de explicar os elementos textuais. Nessa atividade também discutíamos as normas científicas (ABNT) para a escrita do projeto.

No final do mês de setembro de 2015, a escola decidiu, por questões internas, que a feira de exposição dos trabalhos não iria acontecer no final do ano. A disciplina de iniciação à pesquisa deveria seguir por outros caminhos orientados pela escola. Durante as aulas, os alunos deveriam cumprir projetos propostos pelo próprio material didático. Muitos alunos, sabendo dessa mudança, decidiram interromper suas pesquisas, pois sentiram que tudo que tinham feito fora em vão. Por essa razão, a apresentação dos trabalhos não aconteceu e muitos projetos de investigação foram abandonados. Apesar disso, alguns grupos (4) resolveram levar os projetos até o fim para que pudessem concorrer a uma chance de participar das feiras de outros lugares. Assim, os grupos continuaram as suas investigações fora do horário da aula e puderam contar com orientações do professor e dos orientadores. Para a inscrição nas feiras, foi necessário escrever um relatório de pesquisa a respeito de todas as atividades desenvolvidas para a realização do projeto. Como os alunos já haviam passado por isso durante as nossas aulas, eles mesmos o fizeram e se inscreveram nas feiras de que gostariam de participar. Por fim, três projetos foram selecionados para participar da FICIÊNCIAS e, além do relatório final de pesquisa, eles tiveram que levar o diário de bordo juntamente com o *banner* da investigação.

Apesar dessa disciplina envolver pesquisa na educação básica, sabemos o quanto ela foi limitada em relação às questões teóricas da NdC e IC. As discussões acerca das concepções epistemológicas da NdC e da IC não foram discutidas, portanto, as respostas dos alunos são provenientes da prática e dos aspectos implícitos a elas.

3.3 COLETA DOS DADOS

Para a autorização da coleta dos dados, os responsáveis legais dos alunos assinaram um termo de consentimento livre-esclarecido (Apêndice 1) no qual autorizam a coleta, análise e divulgação dos resultados da pesquisa.

Selecionamos os seguintes instrumentos de coleta de dados: questionários (inicial e final) e entrevistas.

O questionário inicial (Apêndice 2) é composto de seis questões abertas relacionadas aos aspectos da NdC baseado no questionário VNOS-C (*Views of the Nature of Science, Form C*), elaborado e validado por Lederman *et al.* (2001, 2002). Ele foi aplicado no início do ano nas aulas de iniciação à pesquisa com duração de 45 minutos. Por achar necessário e para evitar problemas que pudessem interferir na análise, invertemos as questões 1 e 2.

O questionário final (Apêndice 3) é composto de sete questões abertas, inclusive com letras “a” e “b”, por exemplo, buscando avaliar a visão dos alunos em relação à ciência e à IC. Esse questionário foi baseado no questionário VASI (*Views About Scientific Inquiry*) elaborado por Lederman *et al.* (2014). Também foi aplicado nas aulas de Iniciação à Pesquisa com duração de 45 minutos. Vale ressaltar que nenhum dos questionários aplicados teve a interferência do professor. Os alunos ficaram livres para responder com suas próprias palavras ou para não responder.

O segundo instrumento de coleta utilizado foram as entrevistas. Segundo Ludke e André (1986, p. 34), a entrevista “permite a captação imediata e corrente da informação desejada, praticamente com qualquer tipo de informante e sobre os mais variados tópicos”.

Como mencionado, muitos alunos, sabendo que não iriam participar da feira da escola no final do ano, abandonaram seu projeto de pesquisa. Por conta disso, selecionamos para a entrevista apenas aqueles grupos que foram com o projeto até o final. No total, foram 13 alunos dos quais sorteamos aleatoriamente um representante de cada grupo para realizar a entrevista. As entrevistas estruturadas foram realizadas no laboratório da própria escola, fora do horário de aula e longe de interferência externa. Ela continha 8 perguntas (Apêndice 4) semiestruturadas que englobaram desde a escolha do assunto até a conclusão do projeto.

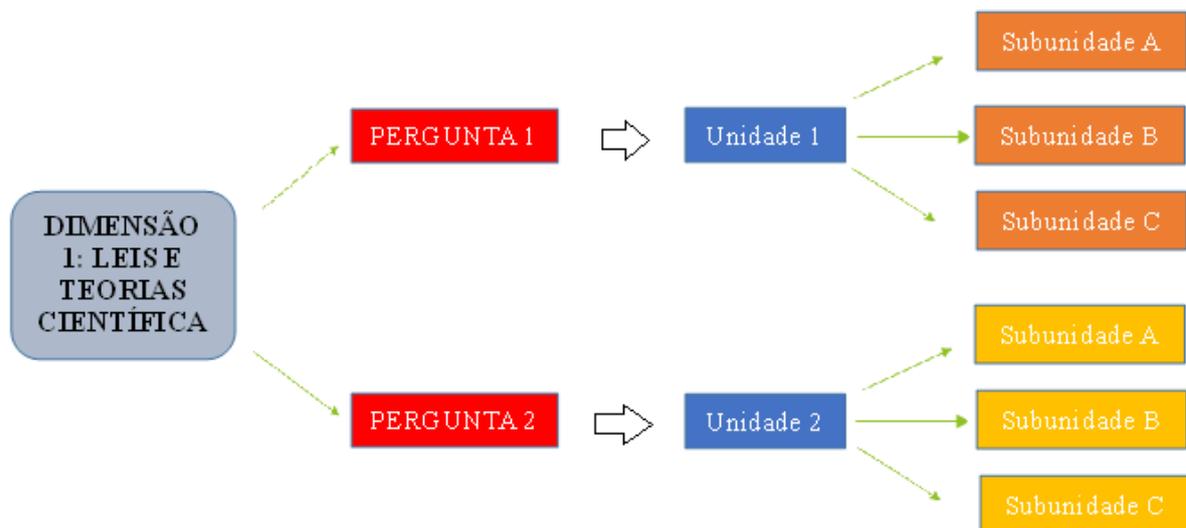
3.4 REFERENCIAL DE ANÁLISE

Para analisar o questionário inicial e as entrevistas, utilizamos uma técnica conhecida como análise de conteúdo, que podemos definir como

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações [...], que visa obter, [...] por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens. (BARDIN, 2004, p. 37).

No questionário inicial, definimos *a priori* quatro aspectos da NdC que chamamos de dimensões. A seguir, as respostas dos estudantes foram agrupadas em unidades de análise, também definidas *à priori* com base nas questões do questionário, e deram origem a subunidades, definidas *a posteriori* à medida que as respostas foram analisadas, conforme o exemplo da figura 2.

Figura 2 – Exemplo da análise das respostas



Fonte: O autor.

As entrevistas também foram agrupadas em unidades de análise.

Para analisar o questionário final desta pesquisa, foi utilizada a proposta de Lederman *et al.* (2014). Ao avaliar cada aspecto da IC, Lederman *et al.* (2014) criaram as categorias de análise. De acordo com os autores, se o aluno fornecer uma resposta consistente, isto é, congruente com um determinado aspecto da IC, ele é considerado “informado” (*informed*). Se, por outro lado, o aluno fornecer uma resposta parcial, portanto, não consistente

com a resposta específica ou mesmo uma contradição, ele é 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*). Respostas incompreensíveis, ininteligíveis ou que não indicam relação com um aspecto particular são categorizada como “pouco claras” (*unclear*). Ao observar as respostas dos estudantes, decidimos criar uma categoria para aquelas respostas que não responderam à pergunta.

CAPÍTULO 4

4.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO INICIAL

Antes de analisar os dados, nos baseamos em quatro aspectos da Natureza da Ciência (NdC) que chamamos de dimensões. São elas: leis e teorias científicas, criatividade, conhecimento científico e senso comum e diferentes conclusões no âmbito da ciência.

4.1.1 Dimensão: Leis e Teorias Científicas

Agrupamos nesta dimensão as questões referentes às leis e às teorias científicas, bem como as suas unidades e subunidades. A primeira questão do questionário refere-se às diferenças existentes entre as leis e as teorias científicas. A questão dois envolveu o fato de uma teoria científica mudar ou não ao longo do tempo. As duas questões são destacadas a seguir:

- 1) Existe diferença entre uma teoria científica e uma lei científica? Dê um exemplo para ilustrar sua resposta.
- 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.

A partir da análise, a primeira questão originou uma unidade que foi dividida em 3 subunidades. A segunda questão também deu origem a uma unidade dividida em 3 subunidades.

4.1.1.1 Unidade 1: Diferenças entre lei e teoria científica.

Adotamos o referencial mencionado por Lederman (2007), o qual salienta que as teorias científicas são um conjunto de explicações para os fenômenos que não necessitam de testes e que as leis científicas são descrições das relações entre os fenômenos naturais.

- a) Existe diferença entre as leis e as teorias científicas.

Nesta subunidade, observamos que 15 alunos responderam que existe diferença

entre as leis e as teorias científicas com concepções coerentes com os referenciais adotados. Seleccionamos alguns exemplos para discussão conforme destacados abaixo.

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.

ALUNO 19: Sim, a lei da gravidade e a teoria da evolução humana.

ALUNO 15: Sim, teoria não é uma coisa fixa e lei é. Teoria: Big Bang. Lei: Gravidade.

ALUNO 29: Sim, uma teoria é algo que os cientistas desenvolvem, porém, não pode ser totalmente correta; já uma lei científica é comprovada.

ALUNO 12: Sim, porque a teoria muitas vezes ela muda e a lei não ela não muda.

ALUNO 22: Sim, teoria pode mudar e lei não. Teoria: criação espontânea do mundo. Lei: o mundo foi criado.

ALUNO 16: Teoria: pode ou não estar correto; Lei: está correto.

Como podemos perceber, o aluno 9 salienta que a teoria tenta “*explicar alguma coisa*”, o que de fato está de acordo com a definição apontada por Lederman (2007) de que as teorias são explicações para os fenômenos observáveis. Em relação à lei científica, o mesmo aluno respondeu que “*ajuda a desenvolver teorias*”. Sendo assim, a partir de uma lei, ou seja, uma regularidade, os cientistas podem desenvolver teorias. Os alunos 19 e 15 apresentaram exemplos pertinentes que diferenciam as leis das teorias científicas. Salientamos ainda que o aluno (15) respondeu, assim como os alunos 12 e 22, que as teorias não são fixas e que podem mudar, diferentemente das leis.

b) Existe diferença, porém as concepções estão equivocadas.

Agrupamos nesta subunidade as respostas de 12 alunos que, mesmo respondendo que existe diferença entre as leis e as teorias científicas, apresentaram conceitos equivocados nas respostas. Seleccionamos algumas delas conforme listadas abaixo.

ALUNO: 13: Teoria é o que eles acham, a lei já está escrita decretada.

ALUNO 20: Teoria- pesquisa, algo descoberto que tem que ser explicado. Lei – As regras que tem que ser cumpridas para que possa realizar a pesquisa....

ALUNO 5: Sim. Teoria: o cientista supõe que aconteça/há/ existe alguma coisa. Lei: que é regra (ex: lei da gravidade).

ALUNO 17: Sim, uma teoria é tipo uma coisa que você acha e os outros não e a lei é uma coisa que já é comprovada.

ALUNO 25: Teoria: uma hipótese, como uma ou mais pessoas acham que algo aconteceu. Lei científica: algo que não vai mudar diante do olhar dos cientistas. Como dois compostos químicos juntos formam outro e isso não vai mudar. Exemplo: $A + B: C$ (não vai mudar).

ALUNO 26: Sim, a teoria é a parte maior da pesquisa e a Lei é a parte em que se diz que o que está escrito é o certo.

Analisando as respostas dos alunos, destacamos que os estudantes 13, 5 e 17 entendem que uma teoria baseia-se em uma suposição ou achismo. Consideramos que os alunos confundiram teorias com hipóteses científicas, pois elas sim, as hipóteses, são suposições para os problemas pesquisados. As teorias científicas são bem fundamentadas, pré-estabelecidas e consistentes com um conjunto de explicações (LEDERMAN, 2007). A hipótese foi citada pelo aluno 25 e ele mesmo destaca que uma teoria é “*como uma ou mais pessoas acham*”.

Os alunos 20 e 26 responderam que existe diferença entre elas, porém as suas respostas não foram sustentadas pelos argumentos. Entendemos que ambos não compreendem a diferença entre as leis e as teorias científicas.

c) Não existe diferença entre leis científicas e teorias científicas.

Nesta subunidade observamos que dois alunos responderam que não existe diferença entre as leis e teorias científicas.

ALUNO 3: Não pois é a mesma coisa.

ALUNO 18: Acho que não, pois todos são científicos.

Ao fazer a análise em relação às respostas dos alunos, percebemos que muitos compreendem que as leis científicas são fixas e que as teorias podem sofrer mudanças. De fato, uma lei científica é uma descrição de regularidade de um fenômeno que pode sofrer alterações. Em relação às teorias, elas, sim, podem mudar ao longo do tempo.

4.1.1.2 Unidade 2: Mudança de teorias

Esta unidade está relacionada com a segunda pergunta do questionário, a qual teve por objetivo conhecer as respostas dos estudantes em relação à mudança, ou não, das teorias científicas. Por meio da análise, ela deu origem a 3 subunidades discutidas a seguir.

a) As teorias científicas mudam conforme novas descobertas.

Nesta subunidade, agrupamos 23 respostas de alunos que consideram que as teorias científicas mudam e que, para isso, são necessárias novas descobertas. Seleccionamos algumas respostas e as destacamos abaixo.

ALUNO 1: Eu acredito que sim que as teorias mudam, porque estamos sempre descobrindo novas coisas e acho importante ensinar as teorias para que as pessoas possam aprender como se chegou a teoria atual e o que pensávamos antes de descobrir a verdadeira teoria.

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.

ALUNO 10: Não, pois quanto mais recursos mais informações mais descobertas e mais formas de desenvolver outra teoria em cima dessas outras.

ALUNO 13: Elas mudam, porque se a teoria é velha provavelmente eles vão fazer novas pesquisas e também com isso novas descobertas.

ALUNO 20: Muda, porque sempre os cientistas acabam descobrindo novos complementos para suas pesquisas, e assim vão mudando as teorias e suas explicações....

ALUNO 23: Dependendo da teoria acho que sim, pois conforme se aprofundam os estudos ela pode mudar. Por exemplo: se um dia descobrirem algo novo sobre a evolução podem aprimorar a teoria da seleção natural.

ALUNO 25: Sim as teorias mudam, porque o cientista pode perceber que algo está errado ou descobre novas coisas e acrescentar isso à teoria. Ensina-se as teorias para que o aluno veja diferentes formas de ver o problema e ele pode acabar fornecendo alguma informação crucial.

Salientamos que, como essa questão foi elaborada na negativa, tanto as respostas “sim” quanto as “não” foram agrupadas, desde que a explicação fosse coerente com o fato de os alunos dizerem que existe, sim, a modificação da teoria.

De acordo com as respostas dos estudantes, percebemos que eles acreditam que as teorias sofrem mudanças conforme novas descobertas. Esse fato é apontado por Lederman (2007), pois o autor destacou que, conforme os avanços tecnológicos permitam novas

descobertas, as teorias são reinterpretadas de maneira a sofrerem mudanças que dão novos direcionamentos aos programas de investigação.

b) As teorias mudam conforme aspectos naturais.

Selecionamos duas respostas de alunos que dizem que uma teoria só muda se algo do mundo natural mudar.

ALUNO 3: Depende da teoria se algo natural do mundo mudar.

ALUNO 22: Depende da teoria, porque alguns temas mudam com o tempo. Aí a teoria feita irá servir como base para os cientistas. Exemplo: Radiação solar no Brasil, esse tema muda.

É necessário lembrar que uma teoria é uma construção humana e que, portanto, é limitada. Entendemos nessas respostas que, na concepção dos estudantes, se as teorias são explicações para o fenômenos observáveis e se esses fenômenos sofrem mudanças, a consequência seria a mudança da teoria, por isso, esta subunidade é diferente da anterior. Talvez o que mude aqui seja a percepção dos cientistas em relação ao fenômeno natural devido a suas crenças, objetivos e até mesmo novas descobertas. A partir dessa mudança é que a teoria pode mudar.

c) Não mudam.

Nesta unidade agrupamos as respostas de quatro alunos que afirmam que as teorias não mudam.

ALUNO 8: Na minha opinião ele não muda, ele tem que pensar bem, antes de começar a desenvolver a teoria.

ALUNO 17: Eu acho que as teorias nunca mudam pois sempre vai ter outra aquele respeito.

ALUNO 18: Acho que nunca mudam, pois se quiser mudar tem que colocar outras em seu lugar.

ALUNO 19: Sim, ela nunca muda.

Por meio da análise dessas, nota-se a ideia de que mudar a explicação seria construir

outra teoria acerca de um determinado fenômeno. Por essas falas, pode-se considerar que não está presente a ideia de construção, apenas de mudança de teoria.

Ao analisar as respostas dessas subunidades, percebemos que a maioria dos alunos compreende que as teorias científicas não são fixas e que sofrem mudanças, que por meio de novas descobertas, pesquisas científicas e aspectos naturais. Podem-se observar ainda concepções distorcidas em relação à ideia de como as teorias científicas se diferenciam das teorias. Tais distorções caracterizam aspectos a serem discutidos com os estudantes em sala de aula.

4.1.2 Dimensão: Criatividade

O uso da criatividade está relacionado à capacidade de chegar a novas descobertas e resolução de problemas (LIU; LIN, 2013), e a imaginação é uma habilidade utilizada pelos cientistas para inventar, descobrir, levantar questões e desenvolver procedimentos de pesquisa (MUN; MUN; KIM, 2015).

Agрупamos nesta dimensão as questões referentes ao uso da criatividade e da imaginação por parte dos cientistas, pois ambas são importantes na construção do conhecimento científico. Por se tratar do uso de criatividade e imaginação, a questão referente às diferenças e semelhanças entre as ciências e as artes também fez parte desta dimensão. As duas questões são apresentadas abaixo:

- 3) Como a ciência e as artes são similares? Como elas são diferentes?
- 4) Os cientistas realizam experiências-investigações ao tentar resolver problemas. Diferentemente 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.

Ao analisar as respostas dos alunos, a terceira questão deu origem a uma unidade com sete subunidades, e quarta, a uma unidade com três subunidades. A seguir discorreremos acerca delas.

4.1.2.1 Unidade 3: Ciência e Arte

a) Ambas utilizam a criatividade.

Nesta subunidade, agrupamos seis respostas dos alunos que responderam que arte e ciência utilizam a criatividade, porém a arte está voltada para sentimento e opinião, já a ciência relaciona-se com provas e comprovações sem opinião dos cientistas. A seguir, selecionamos algumas delas.

ALUNO 1: A ciência e as artes exigem que as pessoas o façam, pois não vão se fazer sozinhas. Porém, nas artes é muito usado 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.

ALUNO 5: Ambas envolvem a área da criatividade e imaginação, a diferença é que a arte serve para praticamente tudo, menos para o estudo de coisas não comprovadas, que é o que a ciência faz.

ALUNO 9: Nas duas, a pessoa que as faz tem que ser esperta e inovadora, porém, na ciência, isso tem um resultado exato e nas artes não.

ALUNO 14: Elas são diferentes, pois ciência estuda, mais complexos e artes é mais liberal, expressar sentimentos.

ALUNO 25: Ambas buscam expressar alguma coisa, mesmo que coisas diferentes.

Ao analisar as questões, notamos que os alunos compreendem que tanto a ciência como a arte requerem doses de imaginação e criatividade por parte dos cientistas. Em relação às diferenças, a principal questão observada é fato de a arte ser a expressão de sentimentos e opiniões e a ciência não, ou seja, ela relaciona-se mais com comprovações que não envolvem a participação de sentimentos e opiniões.

Por se tratar de uma construção humana inserida em uma cultura, os cientistas não são neutros em relação às suas crenças e objetivos, sofrem influências internas e externas. Por mais ordenado e racional que o conhecimento científico seja, os cientistas podem expressar opiniões acerca do objeto investigado.

Outra resposta incluída nesta subunidade é a do aluno 25, na qual ele destaca que ambas buscam “expressar alguma coisa”. Ao dizer isso, de maneira implícita e aos nossos olhos, tanto os cientistas quanto os artistas buscam expressar seus relatos, experiências, teorias utilizando a criatividade e a imaginação.

b) Resposta contraditórias.

Nesta subunidade agrupamos as respostas dos alunos que afirmam que a arte e a ciência exigem criatividade, porém suas respostas não permitem afirmar isso.

ALUNO 7: A arte tem como semelhança com a ciência o fato de inventar coisas novas, e a diferença de não poder usar a criatividade na ciência e na arte sim.

ALUNO 13: Arte é a renovação. Ciência pega aquilo que é antigo e renova a teoria. Ciência são experimentos e arte não.

ALUNO 19: Uma você pinta e a outra você estuda muito. São coisas que a pessoa precisa estudar para saber.

Percebemos que as respostas dos alunos são confusas porque a segunda resposta contradiz a primeira no que diz respeito ao uso da criatividade. Por exemplo, ao “inventar coisas novas”, os cientistas estão fazendo uso da criatividade, mas, ao mesmo tempo, o aluno afirma que criatividade não faz parte do trabalho da ciência.

c) Ciência e arte expressam as mesmas ideias.

Nesta subunidade, o aluno entende que a arte e a ciência não diferem, pois ambas expressam as mesmas ideias.

ALUNO 2: As duas podem expressar as mesmas ideias sobre vários aspectos como a “vida”.

Ao analisar a resposta, entendemos que o aluno não enxerga diferença entre a arte e a ciência, porém a palavra “podem” sugere que existe a possibilidade de semelhança entre elas. Por isso, de fato, não conseguimos perceber se o aluno entende as relações e as diferenças entre elas.

d) Ciência e arte se complementam, a diferença está no objeto de estudo.

Agrupamos as respostas dos alunos que afirmam que a ciência e a arte se complementam e que a diferença está no objeto de estudo.

ALUNO 21: A ciência, ela tem paisagem usada nas artes. São 2 matérias com conteúdos diferentes.

ALUNO 12: Porque a ciência muitas vezes estuda sobre aquilo e são diferentes porque às vezes a ciência estuda uma coisa diferente das artes.

ALUNO 10: Pois os dois têm laços, quando os cientistas estudam o passo eles procuram, pinturas, cartas, etc. E a diferença é que a ciência estuda fatos e a arte o corpo, entre outros.

*ALUNO 22: Similares: Uma depende da outra.
Diferentes: Assuntos diferentes.*

Nota-se que os alunos percebem que a arte e a ciência podem estar envolvidas, porém elas diferem no objeto de estudo.

O aluno 21 relacionou as duas com diferentes matérias, dando a entender que a compreensão dele em relação às duas limita-se às matérias separadas no currículo escolar. Pode ser que por parte do aluno exista uma incompreensão do que é ciência ou essa lacuna foi decorrente das aulas de iniciação à pesquisa.

O aluno 10 compreende que a ciência estuda fatos e a arte estuda o corpo, o que não é necessariamente verdadeiro. Tanto a ciência quanto a arte estudam fatos no sentido de acontecimentos ou corpo tanto na pintura quanto nas características fisiológicas.

e) A ciência e a arte se assemelham por possuírem enigmas.

Nesta subunidade, agrupamos as respostas dos alunos que acreditam que a ciência e a arte se assemelham, pois ambas possuem dúvidas, enigmas.

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.

*ALUNO 20: Similares – a apreciação, e as dúvidas...
Diferentes – cada uma tem seu fundamento, significados...*

ALUNO 4: Porque pela arte você também consegue decifrar algumas coisas da história, a arte e uma base para os cientistas.

Como é possível perceber, os alunos responderam que a semelhança entre a ciência e a arte está nas dúvidas, incertezas e enigmas que ambas possuem. Essas respostas demonstram que eles possuem um conhecimento coerente em relação à arte e à ciência. Tanto a arte como a

ciência tentam buscar respostas para as dúvidas e incertezas. São essas dúvidas e incertezas que direcionam o caminho de uma investigação.

f) A arte relaciona-se à expressão e a ciência, à descoberta.

Esta subunidade consiste da resposta do aluno que entende que a arte associa-se à expressão e a ciência, com a descoberta.

ALUNO 28: Os dois são maravilhosos, algo emocionante, se expressar por meio da arte e descobrir novas coisas com ciência. São diferentes pelo fato da ciência estudar algo que está acontecendo, aconteceu ou virá a acontecer. As artes retratam algo.

Por meio da análise, notamos que o aluno faz uma separação entre ciência e arte por meio da expressão e da descoberta. Sabemos que tanto a arte quanto a ciência são formas de expressão e que ambas são fontes de descobertas. Tanto a ciência quanto a arte são um retrato de algo e isso não ficou claro na resposta do estudante.

g) Não sabem a diferença ou a semelhança entre a arte e a ciência

Analisando as respostas dos estudantes, percebemos que onze deles não souberam as diferenças ou semelhanças entre a arte e a ciência respondendo muitas vezes “não sei”.

Conforme a análise das respostas, compreendemos que os alunos relacionaram a arte e a ciência com o uso da criatividade. Como já citado, o uso da criatividade é uma característica do conhecimento científico (LEDERMAN, 2007) e, portanto, faz parte da ciência assim como a imaginação. A aproximação da ciência com a arte é plausível na medida em que ambas exigem sensibilização, inovação e descobertas. Além disso, conforme Massarani (2006), a ciência e a arte

[...]nutrem-se do mesmo húmus, a curiosidade humana, a criatividade, o desejo de experimentar. Ambas são condicionadas por sua história e seu contexto. Ambas estão imersas na cultura, mas imaginam e agem sobre o mundo com olhares, objetivos e meios diversos. O fazer artístico e o científico constituem duas faces da ação e do pensamento humanos, faces complementares mas mediadas por tensões e descompassos, que podem gerar o novo, o aprimoramento mútuo e a afirmação humanística (MASSARANI, 2006, p. 10).

A expressão e a opinião, de acordo com a resposta dos alunos, estão voltadas à arte, e a comprovação e a exatidão, à ciência. Deve-se ressaltar que o conhecimento científico não é absoluto. Embora exista o rigor científico, ele não é, necessariamente exato. Talvez essa exatidão encontrada nas respostas esteja relacionada com a compreensão de um método científico, porém não podemos afirmar isso de acordo com a análise. Os cientistas também expressam opiniões que ou não são fundamentadas por teorias ou são influenciadas pela cultura em que estão inseridas.

Outro fato que nos chamou a atenção está na subunidade em que os alunos relacionam a ciência com as artes por possuírem enigmas e dúvidas. De fato, os enigmas, as dúvidas e as incertezas são caminhos que permeiam essas duas manifestações de pensamento.

4.1.2.2 Unidade 4: Criatividade na Ciência

a) Os cientistas utilizam a criatividade.

Nesta subunidade, agrupamos 16 respostas dos estudantes que afirmaram que os cientistas fazem uso da criatividade durante o desenvolvimento da investigação. Tomamos como referencial a criatividade como a capacidade de chegar a novas ideias para explicar um fenômeno ou o desenvolvimento de formas inovadoras para resolver um problema (LIU; LIN, 2013). Complementando essa ideia, a definição de criatividade pode ser entendida por “Faculdade ou capacidade para criar, inventar ou inovar” (RAMOS, 2011, p. 235)

A seguir, selecionamos algumas respostas dos estudantes para análise.

ALUNO 1: Sim. Porque, por exemplo, conforme ele vai coletando os dados, ele vai aprendendo e formulando uma possível resposta para o seu problema, e após a coleta ele tem o que necessita para achar a resposta para o problema. Eles estão sempre utilizando sua criatividade.

ALUNO 3: Para descobrir algo novo.

ALUNO 4: Eu acho que para você solucionar os problemas precisa da criatividade, agora para você achar não.

ALUNO 16: Fazem investigações utilizando experiências para resolver diferentes tipos de casos.

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 examinam ambientes e outras coisas, mas como não há registros

para serem analisados os cientistas são obrigados a usar um pouco da imaginação para propor o que aconteceu lá.

ALUNO 26: Sim pois eles precisam de inspiração e pensamentos para fazer pesquisas assim fazendo muitas perguntas e procurar as respostas.

ALUNO 27: Sim, tipo você quando procura um problema de certa forma você tem que utilizar a criatividade e imaginação para resolvê-lo.

ALUNO 29: Sim, eles usam a criatividade para criar um novo projeto inovador.

Ao analisar as respostas, percebemos que os alunos compreendem que o uso da criatividade pelos cientistas está ligado a inovação, descobertas e solução de problemas.

b) Os cientistas não utilizam a criatividade.

Nesta subunidade estão as respostas dos alunos que consideram que a criatividade não é utilizada pelos cientistas e que, portanto, não faz parte do processo científico.

ALUNO 2: Acho que não usam sua imaginação pela necessidade de mostrar a verdade as pessoas.

ALUNO 7: Não, pois não pode usar a criatividade nem a imaginação tem de ser como é a realidade sem mudar.

ALUNO 8: Eu acho que não é criatividade e imaginação para resolver um problema, e sim, ver o que precisa melhorar e através disso, tentar fazer alguma coisa para mudar para melhor.

ALUNO 9: Não, os cientistas usam fatos, comprovados pela ciência, e pesquisas, não a imaginação.

ALUNO 11: Na verdade não, porque os dados não exigem criatividade. Quando exige a busca de dados ela tem que ser "certa".

ALUNO 17: Não, só se for um louco porque ele já tem tudo nas mãos e depois inventa outra coisa.

ALUNO 23: Não, pois eles não podem criar o que vem na imaginação, a ciência é muito sério, é verídico muitas vezes.

Uma importante questão observada nas respostas dos alunos está no fato de que eles acreditam que os cientistas não utilizam a criatividade nas investigações científicas, pois o uso dela não garante a legitimidade de uma pesquisa. Dessa maneira, os alunos compreendem que, ao fazer uso da criatividade e imaginação, os cientistas podem perder a precisão científica. A

criatividade está ligada ao uso da imaginação, que, segundo as respostas, não faz parte da ciência, pois a ciência é baseada em fatos comprovados.

Entretanto, é sabido que os cientistas fazem uso da criatividade e da imaginação para solucionar problemas, chegar a novas ideias, para inovar e para o desenvolvimento de procedimentos de pesquisa.

c) Respostas confusas

Nesta subunidade, agrupamos as respostas dos alunos que não souberam formular suas ideias e, por isso, suas respostas ficaram confusas. A seguir, selecionamos algumas delas.

*ALUNO 5: Sim “A pesquisa X nos forneceu dados e concluímos...”
Sinônimos: acreditamos, se supõe, indica que não é certeza.*

ALUNO 6: Sim, há as suposições. Conforme “ditam” os dados eles seguem imaginando Um exemplo é a teoria da extinção dos dinossauros por cometa.

ALUNO 10: Durante, pois eles têm que imaginar como tudo isso ocorreu. Passado e presente.

ALUNO 13: Eles coletam e vem o que pode dizer se é verdade.

ALUNO 20: Sim, eles também têm seus estudos, e novas teorias de acordo com que eles sabem, e as relacionam, com também sua criatividade.

ALUNO 28: Muitas vezes não. Tem coisas que usam a criatividade para solucionar ou inventar algo.

Com a análise das respostas, percebemos que o aluno 13 não soube formular a sua resposta e por isso esta ficou bem confusa. Os alunos 5 e 20, embora tenham respondido que os cientistas utilizam a criatividade, a forma como responderam não permite tal constatação. O aluno 10 respondeu: “*imaginar como tudo isso ocorreu...*”, mas o que seria tudo isso? A investigação? O aluno não especificou, logo concluímos que a sua resposta foi superficial. A resposta do estudante 28 também nos chamou a atenção. Ele respondeu que muitas vezes os cientistas não utilizam a criatividade, porém completou dizendo que “*tem coisas que usam a criatividade para solucionar ou inventar algo*” e justamente, conforme o referencial adotado, os cientistas utilizam a criatividade para solucionar ou inventar algo. A que tipo de coisas ele está se referindo? Portanto, sua resposta foi agrupada nesta subunidade.

De maneira geral, os alunos compreendem que a criatividade e a imaginação fazem parte do processo de IC. Outro ponto que nos chamou a atenção foi o fato de 7 alunos

responderem que os cientistas não fazem uso da criatividade porque a ciência é baseada em fatos e comprovações e o uso dela não seria científico. Vale destacar que o conhecimento científico não é uma atividade sem vida, racional e ordenado. Os cientistas realizam observações que são filtradas pela sua percepção, e a sua interpretação depende da imaginação e da criatividade (LEDERMAN, 2015). O uso da criatividade, portanto, não torna ilegítima uma investigação.

4.1.3 Dimensão: Conhecimento Científico e Senso Comum

Relacionamos esta dimensão com a questão 5 do questionário que se refere à diferença ou não entre o conhecimento científico e a opinião conforme destacado abaixo:

- 5) Existe uma diferença entre o conhecimento científico e a opinião? Dê um exemplo para ilustrar sua resposta.

A partir da análise, a questão originou uma unidade (5) que foi dividida em 5 subunidades.

4.1.3.1 Unidade 5: Ciência e Senso Comum

- a) Sim, o conhecimento científico está ligado à comprovação e o senso comum, não.

Nesta subunidade agrupamos 19 respostas dos alunos que acreditam que, sim, o conhecimento científico é diferente do senso comum por apresentar fatos, pesquisas e comprovação. Já o senso comum está ligado ao sentimento, ao que acha que sabe. Dessa maneira selecionamos algumas respostas para elucidar e permitir as discussões.

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.

ALUNO 2: Sim. Conhecimento científico: algo que já foi comprovado com pesquisas e estudos. Ex: o coração é revestido por tecido. Opinião: varia de pessoa para pessoa e no que elas acreditam. Ex: ser contra ou a favor do homossexualismo.

ALUNO 3: Sim. Exemplo: opinião é o que você acha.

ALUNO 6: Sim, o conhecimento científico se baseia em provas, já a opinião é uma suposição, não há provas. Ex: por que os homens são bípedes? Conhecimento científico pois estes apresentam fêmur reto, coluna encaixada no crânio, pelve larga e curta. Opinião: pois acho que estes têm coluna ereta.

ALUNO 8: Na minha opinião existe sim. A opinião é algo que você particularmente acha sobre determinado assunto e o conhecimento científico é o que realmente é.

ALUNO 9: Sim, conhecimento científico é comprovado e opinião, é o que a pessoa pensa e afirma sobre o assunto.

ALUNO 11: Sim, a opinião é o que cada um pensa de algo. E o conhecimento científico é o que é certo de cada trabalho ou estudo.

ALUNO 29: Sim, o conhecimento científico é comprovado e a opinião é algo que você acha. Ex: as nuvens são feitas de vapor de água (conhecimento científico) mas algumas pessoas acham que elas são feitas de algodão doce.

Segundo as respostas dos alunos, a diferença entre conhecimento científico e senso comum é que ciência faz uso de fatos e comprovações e o senso comum está ligado à opinião, ou seja, é apenas o que se acha ou o que se sabe. De fato, o conhecimento científico é muitas vezes empírico, podendo ser racional e ordenado (LEDERMAN, 2002), e essas características podem estar envolvidas nas respostas dos alunos quando eles afirmam que o conhecimento é “certo” ou “comprovado”. Por ser como um conjunto de regras mecânicas, o método da ciência pode dar a impressão de ser exato e infalível (HEERDT, 2014), porém, de acordo com Lederman (2007), o conhecimento científico é provisório e está sujeito a alterações.

Por meio das respostas dos estudantes, percebemos uma visão empirista da ciência, na qual o conhecimento científico está ligado à comprovação. O empirismo faz parte da ciência, mas pensar somente que o conhecimento científico deriva de uma comprovação é um erro. Outro equívoco que encontramos nas respostas é acreditar que o senso comum, ou seja, a expressão da opinião, não faz parte do trabalho de um cientista. Devemos ressaltar que a ciência não é neutra que e os cientistas são influenciados por suas crenças e experiências. A opinião também faz parte do processo investigativo.

b) O conhecimento é algo que já sabemos e o senso comum, não.

Nesta subunidade agrupamos as respostas dos alunos que também acreditam que existe diferença entre o conhecimento e o senso comum, pois o conhecimento é algo que já sabemos e o senso comum é incerto.

ALUNO 5: Sim. Conhecimento indica algo que eu já sei, enquanto uma opinião é algo que eu suponho que seja, não é certeza.

ALUNO 20: Conhecimento – o que foi estudado, o que esta sendo “investigado”, o que se conhece.

Opinião – o que outras pessoas acham sobre o que está sendo “investigado”, e acrescentar ideias.

ALUNO 26: Sim conhecimento é quando você conhece e sabe e esta escrito opinião apenas um achado ou palpite sobre determinado assunto.

ALUNO 27: Sim, conhecimento é o que já temos e sabemos sobre algo, opinião não é o que achamos que é certo mas pode estar errado diferente do conhecimento que enquanto não quebrarem essa teoria ela estará correta.

Nesta subunidade, os alunos afirmaram que existe diferença entre conhecimento e opinião, porém, de acordo com as suas respostas, surgiram algumas dúvidas que não podem ser respondidas com esses dados: A qual tipo de conhecimento eles estão se referindo? Conhecimentos prévios ou científicos? Observamos que muitas respostas remetem ao conhecimento que eles já sabem, ou seja, aos conhecimentos prévios, o que não é igual ao conhecimento científico. Embora façam parte dos processos de IC dentro da NdC, esses conhecimentos são diferentes. Os conhecimentos prévios interferem nos conhecimentos científicos, mas vale destacar essa diferença aqui. Portanto, considerando a pergunta e analisando as respostas dos alunos, não é possível inferir que sabem diferenciá-los.

c) O conhecimento científico não é diferente do senso comum.

Nesta subunidade, encontramos a resposta de um estudante que acredita que não existe diferença entre o conhecimento científico e o senso comum.

d) Alunos que responderam sim, mas a resposta ficou confusa.

Nesta subunidade, agrupamos as respostas dos alunos que responderam que existe diferença entre o conhecimento científico e a opinião, porém as suas respostas foram confusas.

ALUNO 10: Sim, pois o conhecimento de informações normais é uma coisa simples, já o científico é mais específico.

ALUNO 12: Sim, porque pessoas com conhecimento maiores e mais avançados têm uma opinião diferente da pessoa que tem mais conhecimento.

ALUNO 15: Um pouco.

ALUNO 17: Sim, é como uma teoria e uma lei.

ALUNO 22: Sim, o ser humano é pluricelular. O ser humano é perfeito.

Conforme a análise, os alunos responderam que o conhecimento científico é diferente do senso comum, porém as suas respostas não permitiram uma apuração precisa em relação a em que aspectos elas são diferentes, além do que, muitas respostas ficaram confusas, gerando várias dúvidas. Por exemplo, o aluno 17 apresentou um exemplo da diferença entre conhecimento científico e opinião, porém não designou a qual estava se referindo na resposta, assim como o aluno 22 que apresentou um exemplo e não se pode concluir a qual ele estava se referindo. Destaca-se também que o aluno 12 apresentou em sua resposta que o conhecimento interfere na opinião, o que corrobora a subunidade “c” apresentada acima.

De modo geral, conforme a análise, os alunos responderam que o conhecimento científico é diferente do senso comum por se tratar de fatos, verdades e comprovações. Embora a diferença exista, o conhecimento científico também está carregado de opiniões e crenças por parte daqueles que o praticam. Outro ponto importante é o fato de a ciência estar relacionada com a verdade, levando a entender que o conhecimento científico é imutável. Conforme já mencionamos, ele é subjetivo e depende da interpretação dos cientistas, portanto, depende também de sua opinião.

4.1.4 Dimensão: Diferentes Conclusões no Âmbito da Ciência

Esta dimensão originou-se de uma análise inicial das questões do questionário. Trata-se de uma dimensão que teve por finalidade compreender o que os alunos entendem em relação à pluralidade metodológica e às diferentes conclusões dos cientistas para um mesmo objeto de estudo conforme coloca a pergunta:

- 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?

A partir da análise das respostas, esta dimensão deu origem a uma unidade que foi

subdividida em quatro subunidades.

4.1.4.1 Unidade 6: Conclusões Científicas

a) Os cientistas possuem opiniões diferentes.

Na subunidade a, agrupamos 18 respostas que afirmam que, mesmo os cientistas olhando para os mesmos dados e experiências, eles terão resultados diferentes devido à variedade de opiniões. Selecionamos algumas delas para discussão.

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.

ALUNO 2: Cada um apresenta uma opinião diferente com base no resultado de suas pesquisas.

ALUNO 5: Todas essas teorias surgiram dos mesmos dados, mas de OPINIÕES diferentes, sendo possível criar várias teorias com base nos mesmos dados.

ALUNO 13: Cada um pode ter uma opinião diferente uma teoria.

ALUNO 16: Pois cada um tem uma opinião.

De acordo com a análise, os estudantes afirmam que, mesmo com os mesmos dados coletados, os resultados podem ser diferentes, pois cada cientista possui uma opinião e um ponto de vista. De fato, os cientistas sofrem influências internas e externas e por isso poderão ter opiniões diferentes acerca dos mesmos dados. Por possuírem diferentes visões científicas, em parte, pelo referencial teórico (LEDERMAN *et al.*, 2014), os resultados podem ser diferentes, mas isso não significa que todos eles serão diferentes ou que cada um pensa de um jeito diferente. A opinião pessoal faz parte da vida de um cientista, porém, pelas respostas, entendemos que os alunos relacionam somente a opinião com o fato de os cientistas chegarem a diferentes resultados, o que, de fato, não é verdade.

b) Diferentes interpretações.

Nesta subunidade, agrupamos as respostas dos alunos que afirmaram que os cientistas podem chegar a conclusões diferentes, pois possuem diferentes interpretações.

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.

ALUNO 20: Cada um tem sua dúvida, sua teoria, sua criatividade, de acordo com o que estudaram e viram, e também o que acreditam.

ALUNO 15: É a criatividade deles.

ALUNO 24: Pois cada um tem um jeito de interpretar seus dados.

Como observamos nas respostas dos estudantes, os cientistas chegam a diferentes conclusões realizando as mesmas experiências e com os mesmos dados devido ao fato de que cada um possui uma interpretação diferente. Em relação a uma interpretação diferente, devemos salientar que podem não ser totalmente diferentes, pois os cientistas podem compartilhar dos mesmos referenciais teóricos e podem chegar a conclusões parecidas. O fato aqui é que não podemos generalizar que eles chegam a conclusões diferentes em todos os momentos devido somente às suas interpretações.

Entendemos também que a interpretação está ligada a criatividade e imaginação e esses fatores também influenciam nos resultados diferentes.

c) Respostas confusas.

Na subunidade c, agrupamos as respostas dos alunos que não souberam responder adequadamente, dificultando a análise.

ALUNO 7: Pois os astrônomos acreditam que o conhecimento também aumenta o mundo.

ALUNO 10: Sim, pois todas essas pesquisas estão estudando o universo.

ALUNO 4: Porque cada um vai pegando as coisas de uma maneira, imaginar as coisas de uma maneira.

ALUNO 25: O universo é enorme (infinito) e ninguém o explorou por completo, então é impossível saber tudo sobre ele. Eles examinam os mesmos dados, mas esses dados são muito “vazios” então como não se sabe praticamente nada cada um tira suas conclusões.

Observamos que os alunos não souberam interpretar a pergunta e como consequência não souberam elaborar as suas respostas.

O aluno 25 respondeu à pergunta dentro do exemplo citado na questão. Analisando

a sua resposta, concluímos que para ele os dados examinados são muito “vazios” em se tratando do universo. Nesse caso, seria muito difícil tirar conclusões, pois o assunto discutido não é muito acessível dentro das observações feitas e possui poucos dados. Embora ele tenha respondido a questão, a sua visão foi outra e a pergunta influenciou na sua resposta.

d) Erros metodológicos e conceituais.

Nesta subunidade agrupamos as respostas dos alunos que consideram que algum procedimento nas etapas de uma pesquisa foram falhos e que por isso os cientistas chegam a diferentes conclusões.

ALUNO 9: Os cientistas, muitas vezes, acabam errando e misturando opiniões com leis científicas e errando o resultado.

*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.*

Esses dois afirmam que os cientistas chegam a diferentes conclusões devido a falhas nos procedimentos. O aluno 9 afirma que os cientistas cometem erros por confundir opiniões com leis científicas e por isso os resultados são diferentes. O erro está na comparação entre opiniões e leis científicas que são bastante diferentes. Talvez o que ele gostaria de dizer fosse a mistura entre leis e teorias como já citado anteriormente. O aluno 27 afirma que os instrumentos de pesquisa podem ter sido falhos e que isso pode ter alterado o resultado da pesquisa.

O aluno 3 deixou a resposta em branco e não foi categorizado.

4.2 ANÁLISE GERAL

De acordo com os dados, levantamos alguns pontos interessantes em relação às concepções dos estudantes da NdC. Acerca das leis e teorias científicas, constatamos que 12 alunos confundem leis e teorias científicas: as teorias são confundidas com hipóteses a serem testadas e as leis científicas são comprovadas e imutáveis. De fato, as leis científicas descrevem regularidades do mundo natural (GEWANDSZNAJDER, 2010), porém confundir teorias com hipóteses é um ponto importante.

Segundo Praia *et al.* (2002), as hipóteses são “um processo complexo que pode ter origem na imaginação fértil, inspiradora, porventura em ideias especulativas, à qual subjaz um

fundo reflexivo” (PRAIA *et al.*, 2002, p. 254). Esses mesmos autores salientam que as hipóteses têm um papel de diálogo entre as teorias, as observações e as experimentações, o que serve de referência à própria investigação. Já as teorias científicas são explicações para os fenômenos observáveis ou regularidades nesses fenômenos (LEDERMAN, 2007). Outra questão interessante observada foi que os estudantes afirmam que as teorias científicas podem sofrer modificações a partir de novas descobertas ou pesquisas. De fato, como salienta Lederman (2007), novas teorias podem ser formadas a partir dos avanços tecnológicos que dão novas direções para os programas de investigação. O uso da criatividade também foi um aspecto encontrado nas respostas dos alunos. Na maioria das respostas (16), notamos que os estudantes entendem que os cientistas fazem uso da criatividade e da imaginação dentro da ciência. Notamos também que os alunos ainda observam a ciência com uma visão de exatidão na qual os cientistas não expressam as suas opiniões, pois a ciência é feita de fatos e comprovações. Essa visão está equivocada porque a ciência é fruto de um empreendimento humano que sofre influências externas e internas, o que, conseqüentemente, não torna a ciência neutra. O conhecimento científico não é estático e sofre modificações à medida que novas descobertas são feitas.

Apesar de os alunos responderem que a opinião não faz parte de uma IC, encontramos várias respostas que afirmam que os cientistas chegam a diferentes resultados de pesquisa utilizando os mesmos dados e mesmas experiências por possuírem opiniões diferentes. Podemos concluir que, embora os alunos respondessem que existe diferença entre senso comum e conhecimento científico as suas respostas não foram condizentes com a realidade.

4.3 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO FINAL

Como já mencionado, para analisar os dados obtidos com o segundo questionário, utilizamos os aspectos propostos por Lederman e colaboradores (2014).

Os aspectos da IC foram relacionadas com as sete perguntas do questionário (VASI – Questionário das visões da NdC) conforme o quadro (4) abaixo (LEDERMAN *et al.*, 2014).

Quadro 4 – Aspectos da Investigação Científica correspondentes às questões do questionário.

Aspectos da Investigação Científica	Questões do VASI
1. A investigação científica começa com uma questão que não necessariamente testa uma hipótese	1a, 1b, 2
2. Não há uma única sequência de etapas a ser seguida em uma investigação científica	1b, 1c
3. Os procedimentos de investigação são guiados por uma pergunta	5
4. Os mesmos procedimentos podem não obter os mesmos resultados	3a
5. Processos de investigação podem influenciar nos resultados	3b
6. Conclusões de pesquisas devem ser coerentes com os dados recolhidos	6
7. Dados científicos não são iguais a evidências científicas	4
8. Explicações são desenvolvidas a partir de uma combinação de dados coletados e o que já é conhecido	7

Fonte: Lederman *et al.* (2014).

Cada questionário foi nomeado com a letra “A” seguido de um número (1,2,3...) referente à ordem de início e ao número de alunos.

Os questionários foram analisados de acordo com as unidades citadas acima o que permitiu a construção de quadros que serão apresentados a seguir. No final, apresenta-se um quadro geral (9) que fornece exemplos das respostas dos alunos em relação a essas unidades.

Analisamos as sete questões de cada estudante classificando-as de acordo com as unidades citadas. No final, contamos quais unidades aparecem de maneira mais expressiva e classificamos o estudante como “informado”, “ingênuo”, “misto”, “pouco claro” ou “não respondeu à pergunta”. Esses dados podem ser vistos no Quadro 5.

Quadro 5 – Análise geral dos estudantes classificados dentro das unidades.

Categoria	Ingênuo	Misto	Informado	Pouco claro e não respondeu
Alunos	A2, A3, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A14, A16, A17, A18, A20, A21, A27, A29	A1, A4, A13, A15, A19, A22, A23, A24, A25, A26, A28		
Total	18	11	0	0

Fonte: Próprio autor

O primeiro passo foi analisar cada questão referente aos aspectos da IC. Os resultados permitiram a construção de quadros (6,7 e 8).

Quadro 6 – Análise das questões referentes aos aspectos da Investigação Científica

	Investigação Científica começa com uma questão	Não há uma sequência de passos em todas as investigações	Os mesmos procedimentos podem não obter os mesmos resultados
	1a, 1b, 2	1b, 1c	3ª
Não respondeu		3,44%	
Ingênuo	44,82%	58,62%	58,62%
Misto	52,87%	36,20%	41,38%
Informado	2,29%	1,72%	-
Pouco claro	-	-	-

Fonte: Próprio autor

A IC inicia-se com uma questão empírica. A partir dela, o cientista procura desenvolver teorias que possam explicá-la (NRC, 2012). Dessa forma, de acordo com as respostas dos estudantes, podemos observar que 52,87% deles afirmam, embora na categoria mista, que os cientistas começam com uma questão. Essa é uma das práticas centrais da IC, permitindo que os cientistas determinem o rumo da investigação.

Não existe uma única sequência de etapas a serem seguidas durante a investigação. Dependendo da pergunta inicial, os cientistas utilizam diferentes métodos para tentar respondê-la (NRC, 2000). Esse aspecto foi relacionado com as questões 1b e 1c do questionário. Conforme a análise, 58,62% dos estudantes foram categorizados como “ingênuos” devido ao fato de não fornecerem respostas relacionadas aos aspectos da IC. Após esse resultado, 36,20% apresentam uma certa congruência com os aspectos e por isso foram classificados como

“mistos”. Somente 1,72% fornecem concepções corretas em relação à IC. Com esse resultado, podemos concluir que os estudantes não compreendem esse aspecto da IC.

De acordo com Lederman *et al.* (2014), os cientistas podem realizar os mesmos procedimentos de investigação e chegar a resultados diferentes devido a sua interpretação dos dados. Esse aspecto da investigação foi relacionado à questão 3a do questionário. Segundo a análise, os estudantes (58,62%) também apresentam concepções ingênuas em relação a esse aspecto. O restante, 41,38%, apresentou concepções mistas. Pelo visto os alunos não compreendem que os cientistas são influenciados pelos referenciais adotados e que a interpretação deles influencia nos resultados.

Quadro 7 – Análise das questões referentes aos aspectos da investigação científica

	Os procedimentos de investigação são guiados por uma pergunta	Dados científicos não são iguais a evidências científicas	As explicações são desenvolvidas a partir de uma combinação de dados coletados e o que já é conhecido
	5	4	7a, 7b
Não respondeu	-	-	-
Ingênuo	58,62%	62,06%	53,44%
Misto	24,13%	37,93%	46,55%
Informado	3,44%	-	-
Pouco claro	13,79%	-	-

Fonte: Próprio autor

Os procedimentos de investigação são guiados por uma pergunta. Esse aspecto estava relacionado com a questão 5. Conforme a análise, 58,62% dos estudantes apresentam concepções ingênuas em relação a esse aspecto, o que demonstra que eles não compreendem que a pergunta determinará o rumo da investigação e dos processos pelos quais ela será desenvolvida. Apenas 3,44% dos estudantes apresentaram concepções coerentes com o aspecto da investigação.

Os dados científicos e as evidências científicas não são a mesma coisa. Esse aspecto foi relacionado com a questão 4. Conforme a análise, 62,06% dos estudantes apresentaram equívocos com esses dois conceitos e por isso foram rotulados de ingênuos. Deve-se lembrar que dados são observações recolhidas durante a investigação e que as evidências são frutos da interpretação dos dados (LEDERMAN *et al.*, 2014).

As investigações científicas são desenvolvidas a partir de uma combinação de dados

coletados com o que já é conhecido. Esse aspecto estava presente nas questões 7a e 7b. Analisando os dados, percebemos que os estudantes (53,44%) apresentaram concepções ingênuas quanto a isso. 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).

Quadro 8 – Análise das questões referentes aos aspectos da Investigação Científica

	Processos de investigação podem influenciar nos resultados.	Conclusões de pesquisa devem ser coerentes com os dados recolhidos
	3b	6
Não respondeu		
Ingênuo	48,27%	86,20%
Misto	48,27%	10,34%
Informado	3,44%	3,44
Pouco claro	-	-

Fonte: Próprio autor

Os processos de investigação podem influenciar nos resultados obtidos. Esse aspecto da investigação científica estava presente na questão 3b. Conforme a análise, 48,27% dos estudantes foram classificados como ingênuos ou mistos. Esses dados nos mostram a dificuldade dos alunos em entender que, dependendo dos processos utilizados pelos cientistas durante a investigação, os resultados podem ser diferentes. De acordo com Lederman *et al.* (2014), os métodos de coleta e análise dos dados influenciam nas conclusões obtidas pelos pesquisadores. Apenas 3,44% dos alunos apresentaram concepções coerentes com os processos de investigação.

O último aspecto analisado estava relacionado com as conclusões de pesquisa, que devem ser coerentes com os dados recolhidos. Esse aspecto estava presente na questão 6. De acordo com a análise, 86,20% dos estudantes foram classificados como ingênuos devido a não apresentarem respostas satisfatória para esse aspecto. Uma conclusão científica deve estar ancorada por dados coletados e alinhada com o método de pesquisa garantindo a validade da investigação (LEDERMAN *et al.*, 2014). Conforme a análise, os estudantes não compreenderam esse aspecto. Por essa razão as suas respostas foram classificadas como ingênuos.

Conforme citado, reunimos alguns exemplos das respostas dos estudantes com as suas respectivas categorias conforme o quadro (9).

Quadro 9 – Exemplos de respostas dos estudantes dentro dos oito aspectos da Investigação Científica

Colunas1	Colunas2	Colunas3	Colunas4
Aspectos da Investigação Científica	Explicações ingênuas	Explicações mistas	Explicações informadas
1. A investigação científica começa com uma questão	<i>A2: Sim, porque primeiro você procura uma "pergunta", um meio que você acha melhor na sociedade.</i>	<i>A8: Sim, pois para uma investigação científica fazer sentido, deve sempre começar com uma questão científica, tornando assim uma investigação completa</i>	<i>A1: O estudante que disse "sim", pois todo trabalho devemos ter como base uma pergunta.</i>
2. Não há uma sequência de passos em todas as investigações	<i>A12: Sim. Aplicar e pesquisar</i>	<i>A5: Sim, você pode fazer um experimento, questionário, etc...</i>	<i>A1: Não, pois ela não procurou "testar" a sua hipótese</i>
3. Os procedimentos de investigação são guiados por uma pergunta	<i>A4: 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>	<i>A23: Equipe A (Melhor ideia): procura ver qual pneu é mais resistente. Equipe B: quer ver qual rua é melhor para aquele pneu.</i>	<i>A1: 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	<i>A27: Sim, Porque eles pesquisaram a mesma coisa e a tendencia é ter o mesmo resultado.</i>	<i>A23: 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	<i>A5: Não, pois cada um fez de um jeito</i>	<i>A1: Não, pois os procedimentos podem levar a diferentes resultados.</i>	<i>A3: Não, pois eles tem modos e pensamentos diferentes de entenderem as propostasm cada um com um ponto de vista diferente.</i>
6. Conclusões de pesquisa devem ser coerentes com os dados recolhidos	<i>A6: 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>	<i>A19: 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>	<i>A1: 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: Próprio autor

Ao fazer uma análise geral dos dados, observamos que, dos 29 estudantes, 18 apresentaram concepções “ingênuas” em relação aos aspectos da IC. Os 11 restantes foram classificados na categoria “mista” por apresentarem concepções parcialmente explicativas em relação à IC. Essa foi uma análise geral e nos mostra um dado preocupante a respeito das concepções dos estudantes em relação aos aspectos de uma IC. As respostas dos estudantes foram classificadas como ingênuas devido a apresentarem conceitos superficiais e muitas vezes equivocados em relação à IC. Vamos analisar um exemplo de uma resposta referente ao quarto aspecto da IC. O aluno 27 respondeu:

Sim, porque eles pesquisaram a mesma coisa e a tendência é ter o mesmo resultado.

De acordo com a sua resposta, é possível observar um equívoco conceitual em relação a esse aspecto. O aluno responde “sim”, mas a sua resposta não está correta ao afirmar que os pesquisadores chegam aos mesmos resultados pesquisando o mesmo objeto. Ele não está levando em consideração que o cientista, dependendo do referencial adotado, sofre influências externas e internas podendo chegar a resultados diferentes com o mesmo objeto. Outro erro bastante expressivo está relacionado ao sétimo aspecto da investigação. Os alunos confundem dados e evidências conforme a resposta:

A2: Dados: seria os resultados obtidos. Evidências: seria um resultado possível.

A segunda categoria na qual os estudantes estavam bastante presentes refere-se à categoria “mista”. Nessa categoria, os estudantes revelam ter conhecimentos pouco congruentes com os aspectos da investigação, porém mais consistentes que a categoria anterior. Um exemplo é a resposta do aluno em relação ao quarto aspecto da investigação

A23: Se for do mesmo assunto, não, pois cada um interpreta os seus dados de uma maneira diferente.

Observa-se que o aluno responde de maneira equivocada, mas a sua resposta está congruente com as características da IC ao dizer que os cientistas interpretam de maneiras diferentes. Outro aspectos levantados aqui foi o baixíssimo índice de respostas que foram agrupadas na categoria “informado”. Esses dados nos mostram que poucos estudantes apresentam conhecimentos relacionados aos aspectos da IC. Um exemplo encontra-se na resposta de um estudante acerca do terceiro aspecto da investigação.

A1: A equipe A é melhor que a equipe B, pois ela respondeu ao problema de pesquisa que foi criado.

O aluno compreendeu que, de acordo com os dados fornecidos, uma equipe foi melhor do que a outra porque respondeu ao problema de pesquisa apresentado.

Podemos observar que esse mesmo estudante compreende que um projeto de investigação deve começar com uma pergunta:

A1: O estudante que disse "sim", pois todo trabalho devemos ter como base uma pergunta.

De acordo com os trabalhos de Lederman *et al.* (2014), os alunos não apresentam concepções adequadas acerca dos aspectos da IC, fato corroborado pelos dados analisados nesta pesquisa.

O próximo passo da pesquisa foram as entrevistas realizadas com os alunos. Com elas, esperamos conseguir identificar aspectos que nos permitam relacionar as características da NdC com a IC para que se possa contribuir com evidências e aumentar a confiabilidade desta pesquisa.

4.4 ENTREVISTAS

De acordo com o que já foi relatado, muitos alunos sabendo que não iriam mais participar da feira da escola no final do ano abandonaram seus projetos de pesquisa. Por conta disso, para as entrevistas, selecionamos apenas os quatro grupos que realizaram o projeto até o final ou que quase o concluíram. Os temas dos trabalhos foram:

- Grupo 1: Métodos alternativos para conservação de frutas
- Grupo 2: Sistema biológico para a 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.

Conforme descrito, o objetivo principal do Grupo 1 foi desenvolver um método alternativo de baixo custo capaz de conservar as frutas fora da geladeira por mais tempo. Para isso o grupo fez testes com frutas utilizando a parafina de vela, parafina comestível e um grupo controle sem parafina. O Grupo 2 teve por objetivo desenvolver um filtro caseiro utilizando plantas que fossem capazes de filtrar o chorume de maneira a devolvê-lo ao ambiente livre de contaminantes. Esse grupo contou com a ajuda de um laboratório de análise microbiológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Em relação ao Grupo 3, o objetivo foi analisar as esponjas de cozinha para detectar possíveis microrganismos patogênicos. Para isso, o grupo fez uso de uma metodologia específica (cromogênica) e obteve ajuda de um laboratório na Universidade Estadual de Londrina. O Grupo 4 objetivou conscientizar a população em relação aos animais abandonados na cidade de Londrina. Para as entrevistas, foi selecionado aleatoriamente (por sorteio) um integrante de cada grupo. As entrevistas foram realizadas no laboratório da própria escola no período do contraturno. A entrevista (Anexo 1) continha 8 perguntas semiestruturadas que englobaram desde a escolha do assunto até a conclusão do projeto de pesquisa.

As entrevistas foram analisadas de acordo com a análise de conteúdo de Bardin (2004). Os sujeitos entrevistados foram identificados pelo termo “entrevistado” seguido de um número cardinal (exemplo, entrevistado 1, entrevistado 2...).

Ao fazer uma análise inicial das respostas dos alunos, percebemos que o entrevistado 3 não soube responder muitas perguntas referentes ao seu trabalho e por isso resolvemos entrevistar um outro participante do seu grupo, o entrevistado 4. Portanto, os entrevistados 3 e 4 desenvolveram o mesmo projeto.

Destacamos também que, por se tratar de uma pergunta que não apresentou dados significativos, retiramos da análise a oitava questão referente às fontes de pesquisas utilizadas.

4.4.1 Primeira Pergunta: Por que o seu grupo escolheu esse assunto para investigar?

Esta pergunta teve o objetivo de saber o motivo que levou os alunos a investigarem os seus projetos. Ao fazer a análise desta questão, dividimos as respostas dos estudantes em três unidades: visão construtivista, visão empirista e não responderam a questão.

4.4.1.1 Unidade 1: Visão Construtivista

Apenas o estudante do Grupo 1 conseguiu responder à questão baseando-se em uma visão construtivista da ciência na qual esta se constrói por métodos empíricos diversificados, por questões teóricas que precedem observações em um contexto geral social (MELLADO; CARRACEDO, 1993) conforme a resposta abaixo:

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 e consequentemente o desperdício também aumentou e também por causa do clima que está mudando pouco a pouco, das pragas que está tendo e as frutas estragam muito rápido porque a fruta é um alimento muito frágil e ela acaba estragando rápido e por isso pensamentos em criar um novo método eficaz que a maior parte da população tenha acesso com materiais baratos para conservar por mais tempo essas frutas.”

O motivo que levou a essa questão é o fato de que o estudante desse grupo entendeu que, para investigar algo, é necessário um envolvimento científico, ou seja, um conhecimento científico. Nesse caso, isso foi feito por meio de uma “*pesquisa na internet*”, a partir da qual o grupo discutiu (envolve o senso comum) e pôde decidir o objeto de estudo. Por isso, por meio da análise da resposta, entendemos que os alunos foram autônomos e participantes ativos na escolha do assunto a ser investigado.

4.4.1.2 Unidade 2: Visão Empirista

De acordo com a análise da resposta do estudante do Grupo 2, entendemos que ele possui uma visão empirista do conhecimento científico.

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.”

Essa resposta nos fornece concepções empiristas, pois o estudante afirma que, para a escolha do assunto a ser investigado, eles partiram de problemas da sociedade, ou seja,

partiram do senso comum com uma observação. Extraímos, portanto, que, para ele, tudo começa por uma observação, sem suposição ou sem um conhecimento anterior. Não é que o senso comum não faça parte da ciência, porém entendemos que é necessário chegar aos conhecimentos científicos e isto não foi encontrado em sua resposta.

4.4.1.3 Unidade 3: Não responderam à questão

As respostas dos alunos foram agrupadas aqui, pois eles não responderam à pergunta.

ENTREVISTADO 3:

“Bom, é porque a bucha sendo um dos instrumentos mais utilizados na cozinha apresenta microrganismos e nem todas as pessoas sabem disso que a bucha além de limpar ela também tem microrganismos contidos da pia.”

ENTREVISTADO 4:

“Olha, é a gente lançou para uma coisa que interferisse bastante na saúde pública já que as infecções alimentares são um dos fatores mais preocupantes do governo Brasileiro. Tanto do Brasileiro quanto do governo de outros países. A gente queria uma coisa que estava embaixo dos nossos olhos mas poderia prejudicar as pessoas que estão à nossa volta.”

ENTREVISTADO 5:

“A gente procurou esse trabalho assim para a gente conscientizar as pessoas que os animais precisam de mais ajuda do que os humanos as vezes que eles não tem como se defender na maioria das vezes.”

Os alunos 3, 4 e 5 elaboraram respostas que não responderam à pergunta. Por exemplo, o aluno 3 explicou o seu projeto, mas não informou o motivo pelo qual o seu grupo resolveu escolher esse assunto. Outra observação importante é que, devido ao acompanhamento que tivemos com os alunos, eles (3, 4 e 5) responderam à pergunta baseando-se nos seus resultados, ou seja, eles não levantaram problemas com base nos conhecimentos científicos e não levaram em consideração o senso comum.

4.4.2 Segunda Pergunta: Qual era o problema de investigação do seu grupo? Como vocês o formularam?

Essa pergunta relacionava-se com o problema da investigação. Após a análise, dividimos as respostas em três unidades: Formulação de um problema, Problema de investigação e Não responderam à questão.

4.4.2.1 Unidade 1: Formulação de um problema

Na unidade 1, destacamos a resposta de um aluno que não identifica o problema de investigação, porém dá indícios de como eles o formularam.

ENTREVISTADO 1:

“A, 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 e porque quando a gente vai no mercado, vai comprar uma fruta e ela está com um batido se quer a gente fala não, deixa de lado, desperdício também né, ela pode não ter nada mas a gente acaba evitando.”

A partir da análise, identificamos que o aluno dá alguns indícios de como o grupo formulou o problema porque faz uma relação entre as *“frutas serem saudáveis”* e o *“desperdício”*. Somente pela análise da resposta, não podemos dizer que o grupo soube identificar um problema, mas sim dar alguns sinais de como eles o elaboraram.

4.4.2.2 Unidade 2: Problema de investigação

Por meio da análise, selecionamos a resposta do aluno que identificou um problema de investigação:

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”

O aluno conseguiu identificar o problema da investigação, porém não conseguiu responder como eles conseguiram formular o problema.

4.4.2.3 Unidade 3: Não responderam à questão

ENTREVISTADO 2:

“Bom, o problema era o problema do lixo, o descarte incorreto do chorume que é proveniente da decomposição do lixo orgânico e também a utilização de 70% da água na agricultura.”

“Bom nós formulamos primeiro com uma pergunta, nós utilizamos a questão mas depois passamos para um formato de texto.”

ENTREVISTADO 3:

“Não entendi. É porque.....Ah professor não sei.”

ENTREVISTADO 4:

“Como assim? Ah, que através de utensílios da nossa casa a gente poderia contaminar os alimentos que depois a gente iria consumir.”

De acordo com as respostas dos alunos, percebemos que eles não souberam identificar o problema de investigação do grupo e também como foi formulado. Embora o aluno 2 tenha salientado que existe um *“problema do lixo”*, isso não significa que ele tenha identificado o seu problema.

4.4.3 Terceira Pergunta: Vocês levantaram hipóteses em relação ao seu problema?

De acordo com a análise, separamos as respostas dos estudantes em duas unidades: Levantaram hipóteses e Não levantaram hipóteses.

Conforme Welch (1981,) os estudantes são capazes de elaborar corretamente hipóteses relacionadas a explicações de fenômenos que lhes são familiares, entretanto, quando a tarefa de elaborar uma hipótese se distancia de experiências do cotidiano, esse nível de sucesso cai consideravelmente.

4.4.3.1 Unidade 1: Levantaram hipóteses

Os alunos agrupados nesta unidade relataram que eles levantaram hipóteses para o seu problema conforme ilustram as respostas a seguir.

ENTREVISTADO 1:

“Sim. É que a gente poderia usar materiais mais fáceis, fáceis de envolver a fruta porque a gente fez uma camada para envolver ela mesmo e que seja barato e que tenha em lugares fáceis de encontrar. Não é que nem você ir a um laboratório e pedir essas coisas porque a gente usou a parafina comestível que a gente encontra em loja de doce porque ela é usada em chocolate também tipo um conservante. Então é, a gente come muitas vezes, ela não tem gosto também, ela não altera o sabor da fruta que é uma coisa boa e ela não altera na textura também.”

ENTREVISTADO 2:

“Sim, nós queríamos criar um sistema que fosse... que funcionasse, né? e que nós esperávamos que o chorume pudesse ficar menos tóxico e que ele também pudesse ser descartado de uma forma correta e nós pretendemos ainda irrigar plantas com ele.”

ENTREVISTADO 4:

“Se era possível através de utensílios da nossa cozinha transmitir microrganismos através da bucha, né? Os microrganismos que são prejudiciais a saúde para os utensílios que depois iam ser utilizados na preparação do alimento e ver se era possível o crescimento de bactérias na esponja utilizada para lavar louça.”

Embora agrupados na mesma unidade, existem pequenas diferenças entre as respostas dos alunos. O aluno 1 relata que eles levantaram hipóteses quando responde *“poderia usar materiais fáceis”* ou *“barato”*, porém definimos que na realidade eles apresentaram indícios desse levantamento. O aluno 2 também deu indícios do que poderia ser uma hipótese mas não soube efetivamente responder qual era. Diferentemente, o aluno 4 começa a frase dizendo: *“se era possível através de utensílios da nossa cozinha transmitir [...]”*, ou seja, este aluno soube responder qual era a hipótese do seu problema de investigação.

4.4.3.2 Unidade 2: Não levantaram hipóteses

ENTREVISTADO 3:

“Tipo, é...buchas assim essas coisas....a gente...”

ENTREVISTADO 5:

“Ah nossas hipóteses era que a gente precisava fazer alguma coisa para chamar a atenção e nós fizemos algumas lembrancinhas assim para que elas conseguissem ler e refletir.”

Conforme análise, não conseguimos identificar qual era a hipótese nas respostas desses dois alunos.

4.4.4 Quarta Pergunta: Como vocês executaram as atividades experimentais?

De acordo com a análise dos dados, dividimos as respostas dos alunos em duas unidades: Atividades desenvolvidas no laboratório e Atividades desenvolvidas em campo. Segundo o NRC (2012), as investigações científicas podem ser realizadas em campo ou em laboratório.

4.4.4.1 Unidade 1: Atividades desenvolvidas no laboratório

Os alunos desenvolveram seus projetos nos laboratórios conforme comprovam as respostas a seguir.

ENTREVISTADO 2

“Bom, nós executamos no laboratório do escola junto com a nossa orientadora. Nós fizemos todo uma metodologia antes, fizemos pesquisas para poder saber como é que tudo, o método que nós íamos utilizar e....esse experimento nós pegávamos materiais e nós vínhamos aqui no escola para poder fazer...nós montamos o filtro no caso, com materiais de baixo custo e acessíveis e juntos da nossa orientadora.”

ENTREVISTADO 3

“é... a gente pegou a bucha, colocou em três recipientes ai a gente viu os....a gente tentou analisar os microrganismos ai a gente colocou dentro de um recipiente com água e colocou na geladeira. Assim a gente viu os microrganismos presentes nela.”

ENTREVISTADO 4

“A gente foi no laboratório de Bacteriologia da Universidade Estadual de Londrina e lá a gente ...e antes a gente tinha coletado 5 esponjas de diferentes residências aleatórias de Londrina e a gente pegou essas 5 esponjas e a gente colocou em 5 frascos. O primeiro frasco a gente colocou uma gente utilizou tudo esterilizado para não ter contaminação com o ar , com o ambiente né? E nesses frascos de vidro a gente colocou uma substancia que tinha a função de neutralizar o detergente pois o detergente poderia ter alguma interferência no resultado. Então a gente colocou em cada um desses frascos a bucha e o líquido e nesse líquido tinha tampão fosfato alcalino e tinha sulfato de sódio ai a gente é mexeu por um minuto e depois que a gente tirou essa aguinha a gente colocou em uma cartela. Nessa cartela a gente utilizou a metodologia (). O que que é essa metodologia ?.é uma metodologia cromogênica que é que se tivesse a presença dessa bactéria ia mudar de cor que a gente colocou a aguinha que tinha ficado nessa cartela e na cartela a gente jogou o substrato que se ficasse amarelo significava que tinha a presença dos coliformes totais então as bactérias prejudiciais a saúde. Então a gente colocou dentro dessas cartelas o substrato, a gente selou né para não ter nenhum contato com o ar e a gente colocou em uma estufa por um dia com uma temperatura de mais ou menos 37º graus. E a cartela era bem resistente ela não derreteria e porque os microrganismos, os coliformes totais crescem melhor em altas temperaturas. Então depois que a gente tirou as cartelas estava amarelo então tinha a presença em todas essas buchas em diferentes períodos. Tanto as das 10 dias porque muitas pessoas trocam depois disso e tanto as de 45 dias tinha então varia muito né? Uns tinham mais outros tinham menos mas assim foi mais ou menos 100% quase todas elas.....ai para a gente ver se tinha E coli que é uma bactérias que está dentro dos coliformes totais que ainda é mais prejudicial porque ela causa diarréia e outras coisas a gente passou essas cartelas em uma maquina que utilizava luz ultravioleta e os potinhos que ficasse azul fluorescente indicava que tinha a presença da E.coli e apenas duas buchas (esponjas) tiveram a presença que foram a de maior tempo de uso (45 dias e de 35) E essas duas esponjas não sei....elas eram a gente encontrou essas duas esponjas numa mesma residência então provavelmente a pessoa que estava manipulando essas esponjas não estava....estava armazenando de forma incorreta, tipo molhada , com resíduos de alimentos e isso vai ajudando no crescimento da bactéria. Ai para a gente vê ...nosso próximo passo era ver se poderia ter a transferência dos microrganismos. Então a gente chegou com três tipos de utensílios: um de alumínio, um de vidro e um de plástico. Ai a gente pegou

essas buchas...a gente pegou todas e a gente passou com detergente ...como se estivesse lavando louça mas a gente não enxagou. Ai a gente pegou um swab que é tipo um cotonete grande e a gente colocou no meio de cultura. Ai a gente identificou que só aquelas com E.coli transmitia para os utensílios...os três e a gente viu que teve mais três tipos de bactérias sem ser E.coli e assim para a gente descobrir quais eram elas a gente colocou em uma placa e nela se desse cor diferente a gente sabe que tinha tais bactérias ...e teve a pseudomonas e a outra eu não lembro.”

De acordo com as respostas, percebemos que os alunos desenvolveram as atividades experimentais nos laboratórios, mas entre a respostas existem níveis diferentes da parte metodológica. Por exemplo, o aluno 2 destaca que as atividades foram desenvolvidas no laboratório com a construção de um filtro acessível e de baixo custo. Por se tratar do mesmo tema de pesquisa desenvolvido pelos alunos 3 e 4, agrupamos as suas respostas nesta unidade, embora o aluno 3 não apresente explicitamente que as atividades foram desenvolvidas no laboratório. Por outro lado, destacamos que o aluno 4 apresenta detalhes ricos dos aspectos metodológicos, além de citar que as atividades foram desenvolvidas no laboratório.

4.4.4.2 Unidade 2: Atividades desenvolvidas em campo

ENTREVISTADO 1

“Então, a gente porque não conseguíamos ir no laboratório porque ele ficava fechado e a gente não tinha muito tempo também. Então a gente resolveu fazer na própria casa também, higienizamos bem tudo para não dar bactéria, microrganismo e a gente pegou a parafina comestível, derretemos em banho maria porque é um pouco mais fácil de derreter, ela vira um líquido parece uma cera de vela e a gente fez de várias formas a gente pegou a concha e colocamos em cima, pegou o copo porque é mais fácil também e... para envolver a fruta. Ela seca muito rápido, ela pode estar quente mas ela não esquenta a fruta.”

ENTREVISTADO 5

“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 tem muito medo que é provavelmente sofreram na mão dos humanos.”

Conforme a análise das respostas, extraímos alguns pontos principais para discussão. A primeira questão está relacionada ao experimento desenvolvido pelo aluno 1, que não se realizou em um laboratório. Relacionamos esta resposta com a do aluno 5, que também realizou uma atividade experimental que não envolveu um laboratório. Embora exista essa relação, um outro ponto que nos chamou a atenção está em uma das falas do aluno 1: “*não conseguíamos ir ao laboratório*”. Se eles tivessem conseguido ir ao laboratório, talvez estariam

inseridos na unidade anterior, mas, a partir dessa resposta, surge uma dúvida: Será que ele entende que uma atividade experimental poderia ser realizada em outro local além do laboratório? Essa nossa dúvida não aconteceu com o aluno 5. Sua resposta deixa claro que ele entendeu que a atividade experimental do grupo foi “...*procurar alguns animais...*”. Dessa maneira, não podemos afirmar, por meio da análise da resposta, que o aluno compreende que as atividades podem ser realizadas fora de um laboratório.

4.4.5 Quinta Pergunta: Como vocês analisaram e discutiram os dados?

De acordo com a análise, dividimos as respostas em duas unidades: Com parâmetros de análise e Não responderam à pergunta.

4.4.5.1 Unidade 1: Com parâmetros de análise

ENTREVISTADO 1

“Então é, a gente fez é a gente pegou porque a gente testou a parafina de vela também....porque a fruta inicial era maçã e a gente cobriu uma com a parafina comestível e a outra com a parafina de vela se ela dava algum resultado diferente e uma maçã sem...sem nenhuma cobertura. A gente colocou um grupo dentro da geladeira para ver se tinha alguma alteração porque o ambiente mais frio a temperatura mais baixa então ela abaixa o metabolismo das bactérias então conserva por mais tempo e um grupo fora para ver se tinha alguma diferença. Ai a gente deixou até a maçã sem nada começar a apodrecer. Então a gente tirou depois de um mês, quase dois meses e fora, a parafina de vela ainda estragou ainda mais rápido a maçã por causa que ela é tóxica e ela acaba influenciando no metabolismo da maçã. A que tava sem estava mais mole um pouco de mofo mas com a vela estava bem estragada. A com comestível a gente tirou e ela estava um pouco mole mas comparada com as outras duas estava bem melhor e dentro da geladeira é a maçã com a parafina de vela ela quebrou por causa da temperatura baixa. A parafina comestível conservou por bastante tempo até mais ainda dentro da geladeira então é foi um resultado muito bom e também é porque ela conserva mais porque ela a gente cobre os poros da fruta e com o passar do tempo a fruta ela desde que ela é embrião elaela libera um gás que faz com que ela amadureça. Ai quando ela vai liberando né ela vai apodrecendo. Como a gente fecha esses poros demora mais para sair esses gases, acho que é o gás etileno se não me engano e mas com o passar do tempo a parafina...depois de muito tempo ela vai cedendo porque vai acontecendo uma pressão, por exemplo a maçã, dois meses quase.”

ENTREVISTADO 2

Nós analisamos os dados...nós fizemos o experimento e depois mandando para a análise laboratorial e nós fazíamos comparações dos resultados das análises.

ENTREVISTADO 4

A gente utilizou a metodologia cromogenica que quando mudava de cor identificava que tinha a presença de bactérias.

De acordo com o NRC (2012), os cientistas utilizam uma série de ferramentas para análise dos dados, como, por exemplo, tabulação, interpretação gráfica e análise estatística para identificar características e padrões.

Segundo a análise das repostas, percebemos que os alunos fizeram a análise dos seus dados seguindo parâmetros. Por exemplo, o aluno 1 explica quais foram os parâmetros de análise conforme a descrição dos métodos, apresenta os resultados do experimento e a sua conclusão. O aluno 2 também respondeu que fizeram análise com “*comparações dos resultados das análises*”. O aluno 3 fez menção a uma metodologia específica de análise dos dados. Essa informação é importante porque demonstra que os alunos tiveram um embasamento científico na análise dos dados.

4.4.5.2 Unidade 2: Não responderam à pergunta

ENTREVISTADO 3

Não sei.

ENTREVISTADO 5

A gente fez tipo uma tabelinha com os animais....um gráfico com os animais que ficaram com medo...que conseguiram chegar até nós o até mesmo avançaram.

Conforme a análise, percebemos que o aluno 5 apresenta os resultados da investigação, porém não a maneira como fizeram a análise dos dados, portanto ele não respondeu à pergunta.

4.4.6 Sexta Pergunta: Como vocês elaboraram a conclusão do projeto?

Segundo Lederman (2014), as conclusões de pesquisas devem ser coerentes com os dados recolhidos durante a investigação. Ao analisar as repostas dos alunos, construímos duas unidades: Com base nos resultados e Não responderam à questão.

4.4.6.1 Unidade 1: Com base nos resultados

Analisando as repostas dos alunos, percebemos que eles elaboraram as conclusões

dos seus projetos baseando-se nos resultados.

ENTREVISTADO 1

Então é, o trabalho está em andamento ainda mas o que a gente conseguiu até agora é que a parafina comestível funciona sim ela conserva mais tempo , ela é fácil de tirar da fruta também se você não quiser comer, é claro ela tem uma textura meio desagradável ...ela é bem fácil de tirar, ela sai em pedaços grandes e ela é fácil de preparar de colocar na fruta tudo.

ENTREVISTADO 2

Bom, o nosso trabalho ele ainda não foi terminado nós ainda estamos em uma fase de continuação do trabalho mas nós elaboramos a conclusão através dos dados que nós já temos pela metodologia e principalmente pelos resultados das análises laboratoriais e através desses resultados nós fizemos a conclusão.

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 por exemplo, a gente concluiu que muita gente acha que as infecções alimentares são causadas através só da infecção dos alimentos na agropecuária e isso muitas vezes não acontece, pode ser também mais embaixo dos nossos olhos quando a gente manipula pode contaminar tanto a gente quando as pessoas que vivem na residência.

As três respostas foram agrupadas nesta unidade embora exista uma diferença entre elas. O aluno 1, por exemplo, expõe o resultado do projeto e, com isso, entendemos que ele chegou à conclusão do trabalho por meio da análise do resultado. Os alunos 2 e 4 deixam claro que as conclusões foram com base nos resultados de análises. O que nos chamou a atenção também está na resposta do aluno 4. Além de “*com base nos resultados*”, ele disse: “*a gente meio que pensou*”. Isso nos leva a questionar: Eles pensaram nas conclusões com base na análise dos resultados? Esse pensamento surgiu com base no que eles utilizaram como referência? Será que essa resposta não estaria respaldada por um embasamento científico? Ou simplesmente foi um pensamento aleatório? Com essa resposta não dá para afirmar o significado dessa frase, mas nos levou a esses questionamentos.

Outra questão envolvendo o aluno 4 está no fato de que ele consegue relacionar a conclusão, o campo teórico de trabalho, porém a sua explicação ficou confusa por apresentar problemas teóricos. O aluno não associou que a infecção alimentar tem relação com a infecção agropecuária e que a contaminação acontece em todos os momentos, desde a preparação até o transporte. Parece que, com a resposta dos alunos, essas infecções não interagem.

4.4.6.2 Unidade 2: Não responderam à questão

ENTREVISTADO 3

Que todas as buchas depois do experimento apresentarem E.coli que é um microrganismo que está presente na bucha em contato com a pia.

ENTREVISTADO 5

Nós concluímos que a maior parte das pessoas as vezes não tendem a ajudar elas sentem apenas dó dos animais e elas poderia estar ajudando com o pouco que ganha, pelo menos 1% por mês eles poderiam estar ajudando alguma instituição...alguma ONG..

Conforme a análise das respostas, percebemos que os alunos não responderam à questão. Os alunos 3 e 5 explicaram a conclusão do projeto, porém não como chegaram a ela, por isso entendemos que eles não responderam à questão.

4.4.7 Sétima Pergunta: Explique por que vocês realizaram a pesquisa bibliográfica.

As respostas dos estudantes foram divididas em duas unidades: Embasamento teórico e Não responderam à questão.

4.4.7.1 Unidade 1: Embasamento teórico

Segundo Lakatos e Marconi (2003), o referencial teórico permite investigar o estado do problema a ser investigado, sob os aspectos teóricos e de outros estudos, bem como as pesquisas já realizadas.

Notamos que os alunos responderam que o motivo que os levou a realizar uma pesquisa bibliográfica está no embasamento teórico.

ENTREVISTADO 1

Para ver se teve algum projeto com ideia parecida e usar outros materiais sabe que conservou também. Nós encontramos dois principais que um é de amido e farinha também que conservou, não lembro, só que como ele meio que tem gosto ele pode alterar o sabor da fruta então a gente pensou não...e tem outro que é óleos ...óleos de gergelim que faz a mesma capacidade que a parafina comestível só que ela deixa uma camada, uma película muito mais fina então a gente pensou em deixar uma camada mais grossa para conservar por mais tempo.

ENTREVISTADO 2

É porque com a pesquisa bibliográfica nós temos uma base para poder fazer o projeto então por exemplo, é nós fazíamos a pesquisa para saber realmente o grau de toxicidade do chorume, é nós fazíamos para ter uma sabe realmente

e para ter uma referência para que a gente continuasse o trabalho e fizesse tudo de um modo específico e isso ajudou muito a nossa metodologia principalmente.

ENTREVISTADO 4

Porque muitas pessoas né? Se importam com isso mas elas é...muitas pessoas também não escutam as mesmas e a gente queria ver se havia algum trabalho que tinha alguma relação não tão direta sabe poderia ajudar de alguma forma o nosso trabalho...como a gente analisar porque muitas vezes faz na faculdade e tudo mais...

Os alunos 1 e 4 responderam explicitamente que eles realizaram a pesquisa bibliográfica para saber se havia trabalhos nas áreas de pesquisa:

Aluno 1: “Para ver se teve algum projeto com ideia parecida”

Aluno 4: “[...]queria ver se havia algum trabalho que tinha alguma relação[...].”

O aluno 2 salienta que a pesquisa bibliográfica foi importante para o embasamento teórico do trabalho. Portanto, agrupamos as 3 respostas nesta unidade por entender que todos os alunos fizeram uso de referenciais teóricos na sua pesquisa para dar o suporte necessário à investigação.

4.4.7.2 Unidade 2: Não responderam à questão

ENTREVISTADO 3

Para saber mais do que a gente sabe do assunto.

ENTREVISTADO 5

Assim, a gente realizamos.....é (risos)..... pesquisamos em livros pq eles tem maior fonte e dados sobre o assunto

Os alunos 3 e 5 não responderam à pergunta porque não explicam o porquê de terem realizado uma pesquisa bibliográfica.

4.5 CONCLUSÕES

Conforme a análise dos dados, evidenciamos alguns pontos importantes para discussão.

Quanto às visões dos alunos em relação à ciência, apenas um demonstrou concepções epistêmicas de sua construção, pois relatou que a escolha do assunto a ser investigado baseou-se em fontes de pesquisa para posterior discussão. Esse é um ponto importante que faz a articulação entre conhecimento científico e senso comum. O esperado é que os alunos possam partir, com autonomia, do senso comum até o conhecimento científico sendo classificados como ativos na construção do conhecimento. Um aluno, de acordo com a análise das entrevistas, apresentou uma visão empirista da ciência, o que é preocupante porque a construção científica está além de observação sem fundamentação e da experimentação. A ciência não se constrói apenas por experimentos. Esse resultado pode ser relacionado com as respostas de 19 estudantes, que também demonstraram uma visão empirista da ciência conforme a análise do primeiro questionário.

Em relação à escolha e à formulação de um problema de investigação, o que nos chamou a atenção foi que 3 alunos não souberam responder qual era o problema e como eles formularam. Essa é uma questão delicada porque salientamos que os cientistas iniciam uma investigação com base em problemas ou perguntas. Se os alunos que, nesse caso, realizam uma IC não começaram por identificar um problema ou uma questão, será que de fato eles entendem os aspectos de uma IC? Os outros dois alunos apresentaram respostas mais próximas, porém ou eles identificaram o problema e não mencionaram como ele foi elaborado ou eles não identificaram os problemas, mas mencionaram como ele foi elaborado. Em relação ao levantamento de hipóteses, somente um aluno soube identificar a hipótese do seu trabalho e outros dois apresentaram indícios desse levantamento. Assim como Praia (2002), que salientou que as hipóteses desempenham um papel importante na construção do conhecimento, acreditamos que é significativo que os alunos compreendam a relevância do levantamento de hipóteses para o trabalho científico.

No que tange às atividades experimentais, extraímos aspectos positivos. Encontramos em um aluno um rico detalhamento da parte metodológica, o que, ao nosso ver, é importante, e também que as atividades experimentais não necessariamente devam ser realizadas em um laboratório. Ao analisar as respostas, verificamos que dois alunos desenvolveram atividades experimentais no campo, o que pode diminuir a visão de que os cientistas só são cientistas porque desenvolvem atividades dentro de laboratórios.

A respeito da análise dos dados, concluímos que 3 alunos entenderam que ela foi baseada em parâmetros de análise e de acordo com os resultados. Esse é um ponto importante porque os dados devem estar em congruência com os resultados, assim como a metodologia utilizada. Esse esclarecimento também serve para a conclusão do projeto, da qual extraímos que 3 alunos elaboraram a conclusão baseando-se nos seus resultados de análise. As conclusões devem ser coerentes com os dados recolhidos durante a investigação.

Por fim, em relação ao o levantamento bibliográfico, 3 alunos indicaram que realizaram essa etapa da investigação para o embasamento dos seus trabalhos. Destacamos dois alunos que responderam que realizaram esse levantamento para saber mais em relação ao assunto pesquisado. Esse é um aspecto importante dentro de uma investigação, pois dá suporte para o cientista começar um processos investigativo, além de se inteirar do assunto na visão de outros cientistas.

CAPÍTULO 5

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nestas considerações, faremos uma síntese da investigação, discorrendo acerca da trajetória dos estudantes ao longo da disciplina, e apontaremos os desdobramentos deste estudo.

Os estudantes que participaram da investigação já haviam cursado a disciplina no ano de 2014. Quando iniciamos este trabalho, no ano de 2014, os estudantes não sabiam qual era a proposta da disciplina, nem como ela seria desenvolvida durante o ano, e muitos não demonstravam interesse por ela. Com o passar das aulas, o interesse foi aumentando de tal maneira que muitos já articulavam ideias para continuar os projetos e outros já estavam discutindo novos projetos para o ano seguinte. O fato é que, como professor e pesquisador responsável da disciplina, despertamos a curiosidade deles porque o objeto de investigação partiu dos próprios alunos, ao contrário de uma imposição do professor. Como salientamos, as feiras das quais eles estavam acostumados a participar, muitas vezes, abordavam temas que não faziam sentido para eles e por isso acabavam sem conhecer os aspectos de uma investigação.

Durante o ano de 2015, tivemos uma surpresa: não teríamos mais a chance de abordar a disciplina da maneira como ela estava prevista porque ela tomara outro rumo de acordo com as regras da escola. Muitos alunos estavam no meio do processo de investigação e, ao saberem disso, abandonaram as suas pesquisas, pois não teríamos mais a feira científica no final do ano. Essa foi uma questão que pode ter comprometido parcialmente os dados desta pesquisa porque, a princípio, as entrevistas deveriam ser realizadas com todos os alunos, mas não foi isso que aconteceu. As entrevistas, portanto, foram realizadas somente com aqueles grupos que estavam terminando seus projetos.

O primeiro questionário foi aplicado no começo do ano, quando os alunos estavam empolgados com as pesquisas. O último questionário foi aplicado no mês de outubro e contava com alguns grupos que continuaram as suas pesquisas até o final. As entrevistas foram realizadas no final do ano, após o questionário final.

O presente estudo teve por objetivo analisar se os estudantes possuem uma compreensão acerca dos processos de uma IC. Também objetivou-se analisar se os mesmos estudantes apresentam concepções a respeito da NdC.

Conforme Schwartz (2004), para o desenvolvimento de cidadãos cientificamente alfabetizados, é necessário o entrelaçamento dos conhecimentos a respeito da NdC, da IC e da

matéria científica tradicional. Em relação à NdC, adotamos o referencial que a conceitua como as características do conhecimento científico (Lederman, 2006) e em relação à IC, as características dos processos pelos quais o conhecimento científico é desenvolvido (SCHWARTZ, 2004).

Em referência às concepções acerca da NdC, a análise nos mostra que poucos alunos apresentaram conhecimento congruente com ela e que isso pode estar relacionado com a abordagem da disciplina durante o ano. Talvez a disciplina estivesse muito mais voltada à IC e pouco voltada para a natureza do conhecimento científico. Embora exista relação entre NdC e IC, a abordagem pode ter sido tendenciosa para a IC. Com isso, entendemos que o resultado foi influenciado por essa abordagem, porém, mesmo assim, um dos objetivos desta investigação foi analisar quais concepções emergiam da prática científica acerca da NdC levando à nossa pergunta inicial: Quais concepções acerca da NdC podem emergir de uma prática científica? Essas concepções foram evidenciadas conforme a nossa análise. A maioria (15) dos alunos soube fazer uma distinção entre as leis e as teorias científicas afirmando que as leis são fixas e as teorias provisórias. De fato, a lei descreve uma regularidade que não sofre alteração, diferentemente de teorias que podem mudar e, por esse fato, segundo as respostas dos alunos, as teorias mudam de acordo com novas descobertas. Esse dado é congruente com os apontamentos de Lederman (2007), o qual ressaltou que as teorias mudam à medida que surgem novos dados com os avanços de teorias e tecnologias.

Outro aspecto encontrado nas respostas dos alunos, que é uma característica da NdC, é o uso da criatividade por parte dos cientistas. Os alunos salientam que os cientistas fazem uso da criatividade para solucionar problemas ou para novas descobertas. Essa resposta está de acordo com Liu e Lin (2013) que afirmam que os cientistas precisam ser criativos para chegar a novas ideias ou para resolver um problema.

Um dado que nos chamou a atenção, que faz parte dos aspectos da NdC e que nós enxergamos com preocupação, está ligado ao empirismo na ciência. Muitos alunos relacionaram a ciência com comprovação, ou seja, algo que é verdadeiro e imutável. Entender que todo o conhecimento científico é derivado de uma experimentação, ou seja, pela tentativa e erro, é negar a existência da construção do conhecimento científico. A experimentação faz parte da ciência, porém não é isolada e a única maneira de se fazer ciência.

Outro ponto destacado é a ideia de que o conhecimento científico é imutável e verdadeiro. Entendemos e concordamos com Lederman (2002) que o conhecimento científico não é imutável e sim provisório. Os alunos também não conseguiram associar o uso da opinião por parte dos cientistas na construção do conhecimento. Para eles, a opinião dos cientistas não

faz parte da ciência porque a ciência é baseada em “fatos” e a opinião não é um fato. Vale ressaltar que os cientistas são pessoas que sofrem influências de fatores internos e externos e que a opinião também faz parte da rotina dos cientistas. Embora os alunos tenham respondido que a opinião não faz parte da atividade científica, um número bastante expressivo (18) respondeu que os cientistas chegam a diferentes conclusões de investigação porque apresentam diferentes opiniões. Portanto, alunos entraram em contradição, o que dificultou a nossa análise em saber se realmente eles entendem ou não a participação da opinião nas atividades científicas.

Portanto, apesar de a disciplina estar mais relacionada aos aspectos da IC, ao nosso ver, alguns aspectos da NdC foram contemplados e outros não. Esse é um ponto significativo e importante que nos permite fomentar as discussões de disciplinas de investigação dentro do Ensino Fundamental ou Médio que possam trabalhar também aspectos mais teóricos relacionados à NdC. Talvez seria interessante que, durante as aulas, esses aspectos fossem discutidos com maior frequência, o que possibilitaria uma maior compreensão em relação à natureza do conhecimento científico.

A respeito dos aspectos que compõem uma IC, a maioria (18) dos alunos foi categorizada como “ingênuos” por apresentarem respostas equivocadas ou superficiais dos aspectos da investigação. Embora classificados dentro dessa unidade, observamos traços dos aspectos em algumas respostas. Por exemplo, mais da metade dos alunos entende que uma IC começa com uma questão. Essa resposta está de acordo com os trabalhos de Lederman *et al.* (2014), os quais salientam que o início de uma IC deve ser feito com uma pergunta. Essa pergunta, porém, não é aleatória. Ela é formulada a partir de referenciais teóricos que precedem de uma observação. Podemos fazer uma relação entre a formulação de uma pergunta inicial com o motivo que levou à investigação.

Na entrevista, apenas um aluno respondeu que primeiro o grupo primeiro procurou temas na Internet para depois formular uma questão ou um problema. De fato, a formulação do que investigar é precedida de uma observação baseada em teorias. Apenas um grupo compreendeu esse aspecto. Essa mesma relação serve também para a elaboração de um problema de pesquisa. Por meio da análise das entrevistas, constatamos que apenas um grupo soube identificar o problema de investigação. A análise do questionário mostrou que os alunos souberam responder que a investigação começa com uma questão, porém levantamos uma dúvida quanto a ela: Será que eles entendem que essa questão não é aleatória? Será que entendem que existe uma teoria que embasa essa questão? Também pela análise das entrevistas, notamos que apenas três grupos fizeram uma pesquisa bibliográfica para embasar a investigação.

A respeito da compreensão de que não há uma sequência de passos durante uma investigação, mais da metade dos estudantes foi classificada como “ingênuos”. Esse dado nos remete à ideia do método científico, ou seja, de uma sequência rígida de passos a serem seguidos durante a investigação. Os cientistas utilizam diferentes tipos de investigação e métodos para conseguirem responder às questões (NRC, 2000). Portanto, de acordo com as respostas dos estudantes, esse aspecto não foi muito bem compreendido.

Assim como os alunos foram classificados como “ingênuos” no aspecto anterior, eles também foram categorizados assim em relação aos procedimentos científicos. De acordo com a análise, mais da metade dos estudantes não compreendeu que os mesmos procedimentos de pesquisa podem originar diferentes resultados. Em parte, eles podem chegar a diferentes resultados devido à interpretação dos dados (LEDERMAN *et al.*, 2014).

Em relação às explicações científicas baseadas em uma combinação de dados e o que já é conhecido, podemos associá-las com a análise dos dados das entrevistas. Segundo essa análise, três estudantes elaboraram suas análises de acordo com os dados. De fato, as explicações científicas são construídas a partir de uma base sólida de dados (NRC, 2012), porém, segundo a análise dos questionários, mais da metade dos alunos foi classificada novamente como “ingênuos”.

As conclusões científicas devem ser coerentes com os dados. Mais de 80% das respostas dos alunos foram classificadas como ingênuas. Porém, nas entrevistas, três alunos responderam que elaboraram as conclusões com base nos resultados. Não podemos afirmar que, pela análise das três respostas, os dados foram incoerentes, mas, segundo a análise dos questionários, 3% dos alunos deram respostas coerentes e foram classificados como “informados”. Portanto, entendemos que os alunos, de maneira geral, não compreenderam também esse aspecto.

Uma questão interessante que nos chamou a atenção está no fato de que algumas atividades experimentais foram desenvolvidas fora de um laboratório. Esse é um dado significativo porque um grupo pequeno de estudantes entende que as atividades científicas não necessariamente devam ser realizadas em um laboratório, mas podem ser realizadas em um campo.

Segundo as entrevistas, a formulação de hipóteses aconteceu em três grupos. De acordo com Praia (2002), as hipóteses fazem a articulação entre teorias, observações e experimentações, o que é importante para a investigação.

Por fim, este trabalho foi decorrente de uma disciplina específica de iniciação à pesquisa que tinha por objetivo desenvolver projetos científicos que fossem expostos em feiras

científicas. Portanto, serve para fomentar as discussões a respeito da implantação de disciplinas específicas de pesquisa no Ensino Fundamental e Médio para que os estudantes possam ter uma aproximação das atividades científicas cada vez mais cedo, contribuindo para formar cidadãos alfabetizados cientificamente. Embora os resultados aqui encontrados não sejam satisfatórios em sua totalidade, acreditamos que disciplinas que contemplem processos investigativos possam servir para auxiliar na compreensão dos conteúdos científicos. Este trabalho permite muitas possibilidades, como, por exemplo: Quais resultados acerca dos mesmos assuntos poderíamos extrair de alunos que nunca passaram por atividades investigativas? Será que essas atividades investigativas são desenvolvidas em outras escolas? Como eles as desenvolvem? É possível fazer uma comparação entre os dados obtidos com esses alunos com outros alunos do mesmo ano que desenvolvem esses projetos? São várias possibilidades, as quais temos a intenção de investigar.

REFERÊNCIAS

- ABD-EL-KHALICK, F. Inquiry in science education: internacional perspectives. **Int. J. Sci. Educ.**, v. 38, n. 3, p. 397-419, 2004.
- ABRANTES, P. C. C. A filosofia da Biologia. Porto Alegre, Editora Artmed, 2011, 328 p.
- ALMEIDA, A. V., FARIAS, C. R. O. A Natureza da Ciência na Formação de Professores: Reflexões a partir de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16, n. 3, p. 473-488, 2011.
- ALMEIDA, A. G. F. **As ideias balizadoras necessárias para o professor planejar e avaliar a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa**. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014
- ANDRÉ, M.E.D.A. **Etnografia na prática escolar**. Campinas: Papirus, 1995.
- AZEVEDO, R. O. M. **Ensino de Ciências e formação de professores: diagnóstico, análise e proposta**. 2008. 163 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Estadual do Amazonas, UEA, 2008.
- AKERSON, V. L.; ABD-EL-KHALICK, F. S. “How should I know what scientists do - I am just a kid”: Fourth grade students’ conceptions of nature of science. **Journal of Elementary Science Education**, v. 17, p. 1–11, 2005.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? Ensaio: **Pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, 2001.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Ed. 70, 2004.
- BASTOS, F.; NARDI, R. Polêmicas sobre abordagens para o ensino de ciências: uma análise, com ênfase na ideia da pluralidade metodológica. In: TEIXEIRA, P. M. M.; RAZERA, J. C. C. (Org.). **Ensino de ciências: pesquisas e pontos em discussão**. Campinas: Komedi, 2009. p. 67-89.
- BATISTA, I. L. **A teoria universal de Fermi: da sua formulação inicial à reformulação V-A**. São Paulo, 1999. Tese (Doutorado em Filosofia da Ciência). Departamento de Filosofia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- BATISTA, I. L. O Ensino de Teorias Físicas Mediante uma Estrutura Histórico-Filosófica. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 10, n. 3, p. 461-476, 2004.
- BELL, R. L.; BLAIR, L. M.; CRAWFORD, B. A.; LEDERMAN, N. G. Just do it? Impact of a Science apprenticeship program on high-school students’ understanding of the nature of science and scientific inquiry. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 40, n. 3, p. 487–509, 2003.

BUFFLER, A.; LUBBEN, F.; IBRAHIM, B. The Relationship between Students' Views of the Nature of Science and their Views of the Nature of Scientific Measurement, *International Journal of Science Education*, v. 31, n. 9, p. 1137-1156, 2009.

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

BORGES, R. C. P. **Formação de formadores para o ensino de ciências baseado em investigação**. 2010. 257 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações curriculares para o ensino médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+ Ensino Médio**: Orientações educacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2002.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino de Ciências**. Brasília: MEC, 1998.

BRASIL. **Lei n. 4.024 de 20/12/1961**: fixa as diretrizes e bases da Educação Nacional. São Paulo: FFCL, 1963.

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.

BYBEE, R. W. et al. **BSCS 5E Instructional Model**: Origins, Effectiveness, and Applications. Colorado: Biological Sciences Curriculum Study, 2006.

CAMPOS, M. C.; NIGRO, R. G. **Didática de ciências**: o ensino-aprendizagem como investigação. São Paulo: FTD, 1999.

CACHAPUZ, A. *et al.* (Org.). **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CACHAPUZ, A. *et al.* Do Estado da Arte da Pesquisa em Educação em Ciências: linhas de pesquisa e o caso "Ciência-Tecnologia-Sociedade". **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 27-49, mar. 2008.

CARVALHO, A. M. P. D. C.; PEREZ, D. G. O saber e o saber fazer dos professores. In: PIONEIRA (Ed.). **Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média**. São Paulo, SP: Amélia Domingues de Castro, Anna Maria Pessoa de Carvalho, 2001. p.107-124.

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.

CARVALHO, A. M. P. Las practicas experimentales en el proceso de enculturación

científica. In: GATICA, M. Q.; ADÚRIZ-BRAVO, A. **Enseñar ciencias en el nuevo milenio**: retos e propuestas. Santiago: Universidade Católica de Chile, 2006.

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

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

CRAWFORD, B. A. From Inquiry to scientific practices in the Science Classroom. In: LEDERMAN, N. G.; ABELL, S. K. **Handbook of research on science education**. New York: Routledge, 2014.

TSENG, C. H; TUAN, H, L; CHIN, C. C. How to Help Teachers Develop Inquiry Teaching: Perspectives from Experienced Science Teachers. **Res Sci Educ**, n. 43, p. 809–825, 2013.

DENTZ, V. V.; TRUCCOLO, F. Mapeamento de pesquisas (teses e dissertações) sobre o Ensino de Ciências da Natureza (Física, Química e Biologia) nos níveis fundamental e médio. **RTC**, Florianópolis, SC, v. 2, n. 1, p. 90-99, 2010.

DUSCHL, R. A.; GRANDY, R. Two views about explicitly teaching nature of science. **Science & Education**, v. 22, n. 9, p. 2109-2139, 2012.

DUSCHL, R. Epistemic, and social learning goals science education in threepart harmony: balancing conceptual. **Rev. Res. Educ.**, v. 32, p. 268-291, 2008.

ERDURAN, S.; DAGHER, Z. Reconceptualizing the nature of science for science education: Scientific knowledge, practices and other Family categories. **Science & Education**, v. 25, n. 1-2, p. 147-164, 2014.

ESCRIVÃO FILHO, E.; RIBEIRO, L. R. C. Aprendendo com PBL: aprendizagem baseada em problemas: relato de uma experiência em cursos de engenharia da EESC-USP. **Minerva: Pesq. Tecnol.** v. 6, n. 1, p. 23-30, 2009.

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

FERNANDES, R. C. A. **Tendências da Pesquisa Acadêmica sobre o Ensino de Ciências nas Séries Iniciais da Escolarização (1972-2005)**. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 2009.

GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais**. São Paulo: Ática, 2010.

FOGAÇA, M. **Blog no ensino de ciências**: uma ferramenta cultura influente na formação de identidades juvenis. 2011. 350 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

FRACALANZA, Hilário. **O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de Ciências no Brasil**. 1993. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas, 1993.

GURGEL, C.M.A. Educação para as ciências da natureza e matemáticas no Brasil: um estudo sobre os indicadores de qualidade do SPEC (1983-1997). **Ciênc. Educ.**, v. 8, n. 2, p. 263-276, 2002.

HARLEN, W. et al. **Relatório do grupo de trabalho sobre a colaboração internacional na avaliação dos programas de ensino de ciências baseados na indagação**. 2006. Disponível em: <http://www.ianas.org/Santiago_Report_SE_pt.pdf>. Acesso em: 3 maio 2016.

HEERDT, B. et al. (2014). **Saberes docentes: Gênero, Natureza da Ciência e Educação Científica**. 2014. 240 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

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.

JACOB, N.C.M. **A competência informacional dos estudantes do curso de medicina da Universidade Estadual de Londrina**. 2012. 97 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Gestão da Informação) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2012.

Johansson, L. G. **Introduktion till vetenskapsteorin** [Introduction to theory of science] 2. ed. Stockholm: Thales, 2003.

KIRSTEN, S. A. R. **A metodologia da aprendizagem baseada em problemas dentro do paradigma da complexidade em um programa de aprendizagem do curso de medicina da PUCPR**. 2006. 134 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2006.

KRASILCHIK, M. **O ensino de Biologia em São Paulo – Fases da renovação**. Tese. 184 f. (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1972.

KRASILCHIK, M. Inovação no ensino de Ciências. In: _____. (Org.) **Inovação educacional no Brasil: problemas e perspectivas**. São Paulo: Cortez Editora, 1980, p. 164-180.

KRASILCHIK, M. Comentários sobre a avaliação do Projeto para a Melhoria do Ensino de Ciências e Matemática. **Educação para a Ciência**, Brasília, CAPES, v. 1, n. 1, p. 9-11. Janeiro, 1985.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2005.

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

KÖCHE, José Carlos. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa**. 29. ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

LACEY, H. Pluralismo metodológico, incomensurabilidade e o status científico do conhecimento tradicional. **Scientiæ Zudia**, v. 10, n. 3, p. 425-53, 2012.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. D. Fundamentos de metodologia científica. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

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, J. S. Teaching scientific inquiry: exploration, directed, guided, and opened-ended levels. **National Geographic Science**, p. 8-20, 2009.

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. et al. Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry: the views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. **J. Res. Sci. Teaching**, v. 51, n. 1, p. 65-83, 2014.

LEDERMAN, N. G.; LEDERMAN, J. S. **Project ICAN**: a professional development project to promote teachers' and students' knowledge of nature of science and scientific enquiry. In: PROCEEDINGS OF THE 11TH ANNUAL SAARMSTE CONFERENCE. Cape Town, South Africa, 2004.

LEDERMAN, N. G. et al. Views of nature of Science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **J. Res. Sci. Teaching**, v. 39, p. 497-521, 2002.

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.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; ALMEIDA, C. Para que um diálogo entre Ciência e Arte? **Hist. cienc. Saúde - Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 13, p. 7-10, out. 2006.

MELLADO JIMMÉNEZ, V. CARRACEDO, D. Contribuciones de la filosofía de la ciência a la didáctica de las ciências. **Enseñanza de las Ciéncias**, Barceloma, v. 11, n. 3, p. 331-339, 1993.

MORAES, T. S. V. **O desenvolvimento de processos de investigação científica para o 1º ano do Ensino Fundamental**. 2015. 206 f. Tese (Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de São Paulo, USP, 2015.

MEGID NETO, J. Tendências da pesquisa acadêmica sobre o ensino de Ciências no nível fundamental. 1999. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 1999.

MERRIAM, S. **Case study research in education: A qualitative approach**. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 1988.

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. **J. Res. Sci. Teaching**, v. 47, n. 4, p. 474-496, 2010.

MORIN, Edgar. **Ciência com consciência**. Tradução Maria D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. 11. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Revista Ensaio**, v. 9, n. 1, p. 89-111, 2008.

MUN, J.; MUN, K.; KIM, S.-W. Exploration of Korean Students' Scientific Imagination Using the Scientific Imagination Inventory, *International Journal of Science Education*, v. 37, n. 13, p. 2091-2112, 2015.

MUN, J.; MUN, K.; KIM, S.-W. Scientists' perceptions of imagination and characteristics of the scientific imagination. **Journal of the Korean Association for Research in Science Education**, v. 33, n. 7, p. 1403–1417, 2013.

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**. 2008. 241 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2008.

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR on-line**, Campinas, v. 10, n. 39, p. 225-249, set. 2010.

NARDI, Roberto. A área de ensino de Ciências no Brasil: Fatores que determinaram sua constituição e suas características segundo pesquisadores brasileiros. 166 f. Tese. (Livre Docência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005.

NARDI, R.; GATTI, S. R. T. Uma revisão sobre as investigações construtivistas nas últimas décadas: concepções espontâneas, mudança conceitual e ensino de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, 2004.

NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. M. Relações entre pesquisa em ensino de Ciências e formação de professores: algumas representações. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 335-349, abr./jun. 2013.

NIAZ, M. *Critical appraisal of physical science as a human enterprise: Dynamics of scientific progress*. Milton Keynes: Springer, 2009.

NRC - National Research Council. **Inquiry and the national science education standards**. Washington: National Academy, 2000.

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.

NRC - National Research Council. **A framework for K-12 science education:** Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington: National Academy, 2011.

NRC - National Research Council. **National Science Education Standards.** Washington: National Academy, 1996.

NEWMAN, W. J. *et al.* Dilemmas of teaching inquiry in elementary science methods. **J. Sci. Teacher Educ.**, v. 15, n. 4, p. 257-279, 2004.

OSBORNE, J. *et al.* What “ideas-about science” should be taught in school science? a Delphi study of the expert community. **J. Res. Sci. Teaching**, v. 40, n. 7, p. 692-720, 2003.

OLIVEIRIA, V. D. R. B. **As dificuldades da contextualização pela história da ciência no ensino de biologia:** o episódio da dupla-hélice do DNA. 2009. 96 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2009.

PARANÁ, Secretaria de Estado de Educação. **Diretrizes Curriculares de Ciências para a Educação Básica.** Curitiba: SEE, 2006.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. Problema, Teoria e Observação em Ciência: para uma reorientação epistemológica da Educação em Ciência. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 1, p. 127-145, 2002.

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.

PIETROCOLA, M. (Org.) **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora.** Florianópolis: UFSC, 2001.

RIBEIRO, L. R. C. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL):** uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores. 2005. 209 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2005.

RODRÍGUEZ, J. J. G.; LEÓN, P. C. Cómo enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación. **Investig. Escuela**, n. 25, p. 5-16, 1995.

SAKAI, M. H.; LIMA, G. Z. PBL: uma visão geral do método. **Olho Mágico**, v. 2, n. 5/6, p. 143-155, 1996.

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.

SAYÃO, L. F. Modelos teóricos em ciência da informação – abstração e método científico. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 82-91, jan./abr. 2001.

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. *et al.* Explicit/reflective instructional attention to nature of science and scientific inquiry: impact on student learning. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE ASSOCIATION FOR THE EDUCATION OF TEACHERS IN SCIENCE. Charlotte, 2002.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em Ensino de Química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, v. 25, Supl.1, p. 14-24, 2003.

SLONGO, I. I. P.; DELIZOICOV, D. Um panorama da produção acadêmica em Ensino de Biologia desenvolvida em programas de pós-graduação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 3, p. 323-341, 2006.

SOLINO, A. P.; FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. **Ensino por investigação como abordagem didática**: desenvolvimento de práticas científicas escolares. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 21., 2015. Uberlândia/MG. **Anais...** Uberlândia, 2015.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2007.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID-NETO, J. Investigando a pesquisa educacional: um estudo enfocando dissertações e teses sobre o ensino de biologia no Brasil. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 261-282, 2006.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciências e a Cultura. 2005. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001400/140099porb.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2016.

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

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

WONG, D.; PUGH, K. Learning science: a Dewey an perspective. **J. Res. Sci. Teaching**, v. 38, n. 3, p. 317-336, 2001.

YANG, W; LIU, E. Development and validation of an instrument for evaluating inquiry-based tasks in science textbooks, *International Journal of Science Education*, 2016.

ZÔMPERO, A. F. **Significados de fotossíntese elaborados por alunos do ensino fundamental a partir de atividades investigativas mediadas por multimodos de representação**. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2012.

CRIATIVIDADE. In: RAMOS, R. A. **Dicionário Didático de Língua Portuguesa**. São Paulo: SM, 2011.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



Caros Pais,

Meu nome é Francisco Brenzam Filho e sou professor do (a) seu/sua filho (a) na disciplina de Iniciação à pesquisa. Atualmente estou desenvolvendo um projeto de mestrado no Programa de Pós-graduação de Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina sob orientação da Prof. Dra. Mariana A. Bologna Soares de Andrade.

O objetivo do meu projeto é analisar as contribuições que a disciplina de Iniciação à pesquisa oferece aos estudantes. Para isso, peço a sua autorização para realizar a pesquisa na sala de aula do seu/sua filho (a). Devo dizer que farei uso de discussões, questionários, trabalhos escritos e filmagens como forma de coletar dados. O escola Mãe de Deus está de acordo com a minha pesquisa e a incentiva para contribuir com uma educação de qualidade para com seu/sua filho (a).

Gostaria de esclarecer que os participantes **NÃO** terão seus nomes ou imagens identificados no material que será elaborado para a conclusão da pesquisa ou em futuras publicações.

Para maiores esclarecimentos, deixo o meu telefone e o da minha orientadora.

Francisco (9973-9440); Mariana (9912- 9777).

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu _____, declaro estar ciente de que:

- serão feitas discussões, questionários, trabalhos escritos e filmagens;
- os dados serão publicados em uma dissertação de mestrado;
- nos trabalhos publicados, os participantes **NÃO** serão identificados.

Estando ciente do desenvolvimento, concordo em deixar participar da pesquisa o meu filho (a)

_____.

Londrina, ____ de _____ de 2015.

Assinatura

Apêndice 2 – Questionário Inicial para os Alunos

QUESTIONÁRIO INICIAL PARA OS ALUNOS

Caracterização dos sujeitos

Turma: _____

1) Gênero:

() M () F

2) Idade: _____

Questões específicas

1- 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- Existe diferença entre uma teoria científica e uma lei científica? Dê um exemplo para ilustrar sua resposta.

3- Como a ciência e as artes são similares? Como elas são diferentes?

4- Os cientistas realizam experiências-investigações ao tentar resolver problemas. Diferentemente 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.

5- Existe uma diferença entre o conhecimento científico e a opinião? Dê um exemplo para ilustrar sua resposta.

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?

c. Você acha que a investigação científica pode seguir mais de um método?

Se não, por favor, explique porque existe apenas uma maneira de conduzir a investigação científica.

Se sim, por favor, descreva duas investigações que seguiram diferentes métodos, explique como os métodos são diferentes e como eles podem ser considerados científicos.

2. Perguntaram para dois estudantes se uma investigação científica deve sempre começar com uma questão científica. Um dos estudantes respondeu “sim” e o outro respondeu “não”. Com qual deles você concorda e por quê?

3. (a) Se muitos cientistas **têm a mesma questão** e seguirem os **mesmos procedimentos** para coletar dados, eles necessariamente chegarão às mesmas conclusões? Explique o por quê.

(b) Se muitos cientistas **têm a mesma questão** e seguirem **procedimentos diferentes** para coletar os dados, eles necessariamente chegarão às mesmas conclusões? Explique o por quê.

4. Por favor, explique se existe diferença entre dados e evidências.

5. Duas equipes de cientistas estão caminhando para seus laboratórios e avistam um carro parado com pneu furado. Eles se perguntam “existem certas marcas de pneus mais prováveis de furar?”.

A Equipe A volta para o laboratório e testa várias marcas de pneus em uma única pista.

A Equipe B volta para o laboratório e testa uma única marca de pneu em três pistas com superfícies diferentes.

Explique o porquê de o procedimento de uma equipe ser melhor do que o da outra.

6. A tabela de dados abaixo mostra a relação entre o crescimento de uma planta em uma semana e o número de minutos de luz recebido por dia.

Minutos de sol por dia	Crescimento da planta (cm por semana)
0	25
5	20
10	15
15	5
20	10
25	0

A partir desses dados, explique qual das seguintes conclusões você concorda e por quê.

Escolha uma alternativa:

Plantas crescem mais com **mais** luz do sol.

Plantas crescem mais com **menos** luz do sol.

O crescimento das plantas **não está relacionado** com a luz do sol.

Por favor, explique porque vocês escolheu uma das três alternativas:

7. Os ossos fossilizados de um dinossauro foram encontrados por um grupo de cientistas. Os ossos do dinossauro foram organizados de duas maneiras diferentes, como mostrado abaixo.

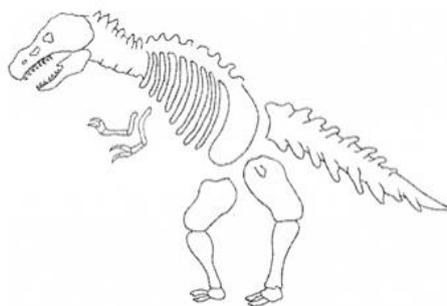


Figura 1

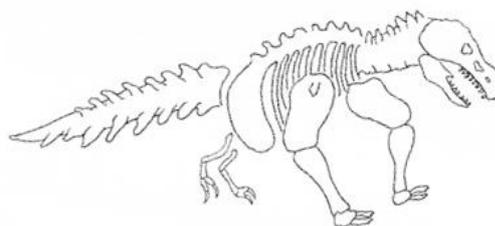


Figura 2

- a. Descreva, pelo menos, duas razões por que você acha que as maiorias dos cientistas concordam que o animal da figura 1 apresenta o melhor tipo de posicionamento dos ossos?
- b. Pensando na resposta que você deu no item anterior, que tipo de informações os cientistas usam para chegar as suas conclusões?

Apêndice 4 – Entrevistas

- 1- Por que o seu grupo escolheu esse assunto para investigar? Explique.
- 2- Qual era o problema de investigação do seu grupo? Como vocês o formularam?
- 3- Vocês levantaram hipóteses para o seu problema? Quais? Explique.
- 4- Como vocês executaram as atividades experimentais? Explique.
- 5- Como vocês analisaram e discutiram os dados? Explique.
- 6- Como vocês elaboraram a conclusão do projeto? Explique.
- 7- Explique porque vocês realizaram a pesquisa bibliográfica?
- 8- Quais as fontes de pesquisas utilizadas?