



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO



CYNTHIA GOMES DE LIRA

**A NATUREZA DA CIÊNCIA NAS ATIVIDADES
EXPERIMENTAIS DO LIVRO DO PROFESSOR “NUTRIÇÃO E
LOCOMOÇÃO NO ORGANISMO HUMANO”-
*PROJETO SABIAH!***

Recife

2019

CYNTHIA GOMES DE LIRA

**A NATUREZA DA CIÊNCIA NAS ATIVIDADES
EXPERIMENTAIS DO LIVRO DO PROFESSOR, “NUTRIÇÃO E
LOCOMOÇÃO NO ORGANISMO HUMANO”-
*PROJETO SABIAH!***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação do Centro de Educação, da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos parciais para obtenção do título de mestre em Educação.

Área de concentração: Educação.

Orientador(a): Prof^a. Dr^a. Francimar Martins Teixeira Macedo

Recife

2019

CYNTHIA GOMES DE LIRA

**A NATUREZA DA CIÊNCIA NAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DO LIVRO DO
PROFESSOR “NUTRIÇÃO E LOCOMOÇÃO NO ORGANISMO HUMANO”- PROJETO
SABIAH!**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Educação da
Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial para a obtenção do
título de Mestre em Educação.

Aprovada em: 30/08/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Francimar Martins Teixeira Macedo (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Kênio Erithon Cavalcante Lima (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Márcia Ângela da Silva Aguiar (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Ao Deus de toda a Natureza;

À minha família, em especial, Cleide e Jessé, meus pais, que nesse movimento da vida sempre se esforçaram para que eu e meus irmãos pudéssemos estudar, viver e amar, com dignidade e respeito à vida;

Agradeço aos meus irmãos Augusto, Mauricéia, Jéssica e Marcus pela paciência e gargalhadas;

À professora Francimar Teixeira por me orientar nessa caminhada, me motivando a continuar;

Aos professores Kênio Lima e Edson Oliveira, cujas contribuições durante o processo de qualificação foram de suma importância para o desenvolvimento desse trabalho.

Aos colegas de nosso grupo de estudos, em especial Gilmar Farias, Mirtes Lira e Thaís Soares pelos momentos inesquecíveis de nossos encontros, cujo conteúdo me fez pensar no quanto o ensino de ciências é complexo e ao mesmo tempo inspirador;

Aos colegas de profissão, professores e professoras;

Aos professores e colegas da turma de mestrado nº 35, cujas discussões nas disciplinas que cursamos juntos foram de muita importância nessa jornada. Agradeço especialmente à Joyce, Guerol, Lino, Day, Ângela, Águida e Izaquiel.

À Erasmo pelo companheirismo.

“O que me faz viver vai além da lógica” (PIMENTA, 1988).

RESUMO

Esta pesquisa tem como principal objetivo compreender a concepção de Natureza da Ciência presente no livro do professor adotado pela Prefeitura do Recife, “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*”, direcionado ao 8º anos do Ensino Fundamental e constitutivo do *Projeto Sabiah* (PS), que vinculado ao ensino de ciências atendeu 19 escolas em sua vigência (2015-2016). Divulgando uma proposta metodológica própria para o ensino de ciências, baseada na investigação e utilização de experimentos, o PS ocupou considerável atenção na estrutura curricular prescrita para o ensino de ciências, em especial, das Escolas Municipais em Tempo Integral do Recife. Dentre as peculiaridades que envolvem tais escolas, tanto a perspectiva da ampliação da jornada escolar, assim como questões estruturais (incluindo construção de laboratórios de ciências) têm relação direta com a implementação do PS, que subsidiou o então criado componente curricular “*práticas experimentais*”. Soma-se a isso a parceria com empresa privada para aquisição de kits com materiais para realização de experimentos, assim como, formação de professores para utilização dos mesmos. Pesquisas na área do ensino de ciências consideram que as diferentes concepções filosóficas acerca da Natureza da Ciência, ou em outras palavras, do que é e de como se faz ciência, são refletidas na produção do conhecimento científico e envolvem questões tanto teóricas quanto metodológicas. Tais questões reverberam nos processos educativos, os quais objetivam o ensino de ciências. Esta é uma pesquisa documental, cuja *Análise de Conteúdo* proposta por Bardin (1977) possibilitou tais resultados: conteúdos e objetivos majoritariamente conceituais e recursos didáticos exclusivos. Foram reunidas evidências sobre qual concepção de Natureza da Ciência é endossada para o ensino de ciências da prefeitura da cidade do Recife, e em que medida essas atividades experimentais correspondem à perspectiva didático-metodológica investigativa, tal qual divulgada pelo próprio PS.

Palavras – Chave : Atividades experimentais. Ensino de ciências. Natureza da Ciência.

ABSTRACT

The main objective of this research is to understand the conception of Nature of Science present in the book of the professor adopted by the Recife City Hall, “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*”, directed to the 8th grade of the *Sabiah Project*, which linked to science education attended 19 schools in its term (2015-2016). Disseminating its own methodological proposal for science teaching, based on research and the use of experiments, the *Sabiah Project* focused considerable attention on the curricular structure prescribed for science teaching, especially at the Full-Time Municipal Schools of Recife. Among the peculiarities that involve such schools the perspective of the extension of the school day, as well as structural issues (including construction of science laboratories) are directly related to the implementation of the *Sabiah Project*, which subsidized the then created curriculum component “experimental practices”. Added to this is the partnership with a private company to purchase kits with materials to conduct experiments, as well as training teachers to use them. Research in science education considers that the different philosophical conceptions about the Nature of Science, or in other words, what science is and how it is made, are reflected in the production of scientific knowledge and involve both theoretical and methodological issues. Such questions reverberate in the educational processes, which aim at science teaching. This is a documentary research, whose Content Analysis proposed by Bardin (1977) enabled such results: mostly conceptual content and objectives and exclusive didactic resources. Evidence was gathered about which conception of Nature of Science is endorsed for the science teaching of the city of Recife, and to what extent these experimental activities correspond to the didactic-methodological investigative perspective, as disclosed by the *Sabiah Project* itself.

Keywords: Experimental activities. Science teaching. Nature of Science.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem de atividade prática em livro de ciências do 7º Ano.....	31
Figura 2 - Imagem de atividades práticas em livro de ciências do 8º ano.....	32
Figura 3 - Esquema de representação do <i>método científico</i> segundo Fourez.....	37
Figura 4 - Esquema do argumento do <i>método científico</i> , de acordo com Chalmers.....	38
Figura 5 - Capa do livro do professor “ <i>Nutrição e Locomoção no Organismo Humano</i> ”	94
Figura 6 - Orientações para o “ <i>Destino dos Materiais da Aula</i> ”, presentes na apresentação da Unidade CTC– “ <i>Nutrição e Locomoção no Organismo Humano</i> ”	96
Figura 7 - Preparação do experimento “ <i>Simulação da Digestão no estômago</i> ”	101
Figura 8 - Imagens de duas artérias , uma saudável e outra com entupimento.....	104
Figura 9 - Imagem “ <i>Simulação do fluxo sanguíneo</i> ”	106
Figura 10 - Sugestão de uso do experimento “ <i>Rígidos e Resistentes</i> ”	107
Figura 11- Preparação do experimento “ <i>Processo de osmose</i> ”	110
Figura 12- Imagem do experimento “ <i>Processo de Difusão</i> ”	111
Figura 13 - Proposta de distribuição dos materiais “Para classe”	124
Figura 14 - Proposta de distribuição dos materiais “Por equipe”	125

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Proposta metodológica para realização de atividade experimental investigativa.....	44
Quadro 2- Tipos de experimentos e suas características.....	48
Quadro 3 - Características didático-metodológicas teorizadas e praticadas nas atividades experimentais.....	52
Quadro 4 - Graus de liberdade intelectual de professores (P) e alunos (A) em atividades experimentais de acordo com Carvalho (2018).....	53
Quadro 5- Algumas visões sobre NdC que devem ser evitados na educação em ciências de acordo com Diniz e Júnior (2017).....	66
Quadro 6 - Aspectos da NdC em torno da noção de experimento/experimentação considerados relevantes para o ensino de ciências nos artigos analisados.....	67
Quadro 7- Ensino direto de procedimentos e orientações para sua aprendizagem de acordo com Coll e Valls (2000).....	73
Quadro 8 - Objetivos do Programa CTC.....	89
Quadro 9 - Características de implementação do <i>Projeto Sabiah!</i> nas escolas da Rede Municipal de Ensino do Recife em 2015.....	91
Quadro 10 - Unidades CTC selecionadas pela PCR para o <i>Projeto Sabiah!</i> Anos Finais do Ensino Fundamental.....	93
Quadro 11 - Aulas onde foram encontradas as atividades experimentais, página do livro do professor e seus respectivos títulos.....	100
Quadro 12 - Objetivos das aulas e suas atividades experimentais. Adaptado do livro do professor “Nutrição e Locomoção no Organismo Humano”	119
Quadro 13 - Objetivos das atividades experimentais do livro do Professor “ <i>Nutrição e Locomoção no Organismo Humano</i> ” - PS e suas relações com os conteúdos de Ensino.....	122
Quadro 14 - Recursos didáticos presentes nos kits destinados à realização das atividades experimentais do livro do professor “Nutrição e Locomoção no Organismo Humano”.....	125

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantitativo dos artigos selecionados por local de acesso.....	59
Tabela 2 - Classificação dos artigos analisados quanto ao foco de interesse.....	59
Tabela 3 - Endereçamento dos trabalhos analisados quanto ao nível de ensino.....	61
Tabela 4 - Codificação utilizada na identificação das atividades experimentais.....	80
Tabela 5 - Características, por aula, das atividades do livro do professor “ <i>Nutrição e Locomoção no Organismo Humano</i> ”	99
Tabela 6 - Características didático-metodológicas das atividades experimentais do livro do professor “ <i>Nutrição e Locomoção no Organismo Humano</i> ”	101
Tabela 7 - Conteúdos de ensino nas atividades experimentais do livro do professor “ <i>Nutrição e Locomoção no Organismo Humano</i> ”	113
Tabela 8 - Quantitativo dos conteúdos presentes nos objetivos das atividades experimentais do livro do professor “ <i>Nutrição e Locomoção no Organismo Humano</i> ”	122
Tabela 9 - Classificação quanto ao tipo dos materiais requeridos para a realização de experimentos, quantidade e frequência de aparição no livro do professor “ <i>Nutrição e Locomoção no Organismo Humano</i> ”	126

LISTA DE SIGLAS

ABRAPEC	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PESQUISADORES EM ENSINO DE CIÊNCIAS
CTC	CIÊNCIA E TECNOLOGIA COM CRIATIVIDADE
DC	DIÁRIO DE CIÊNCIAS
DOM	DIÁRIO OFICIAL DO MUNICÍPIO
EMTI	ESCOLA MUNICIPAL EM TEMPO INTEGRAL
ENPEC	ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS
HC	HISTÓRIA DA CIÊNCIA
ICE	INSTITUTO CORRESPONSABILIDADE EM EDUCAÇÃO
IDEB	ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO BÁSICA
INEP	INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA
MEC	MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
NDC	NATUREZA DA CIÊNCIA
OCDE	ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO
PCN	PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS
PCR	PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE
PISA	PROGRAMA INTERNACIONAL DE AVALIAÇÃO DE ESTUDANTES
PMEI	PROGRAMA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO INTEGRAL
PS	PROJETO SABIAH
RBPEC	REVISTA BRASILEIRA DE PESQUISAS EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS
RMER	REDE MUNICIPAL DE ENSINO DE RECIFE
SEDUC	SECRETARIA DE EDUCAÇÃO
UFPE	UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
UFRPE	UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	POR QUAIS CAMINHOS PERCORRE A CIÊNCIA?.....	22
2.1	A NATUREZA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E SEUS PRINCIPAIS PRESSUPOSTOS FILOSÓFICOS.....	22
2.2	AS ATIVIDADES PRÁTICAS EXPERIMENTAIS: CONCEITO E IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS.....	45
2.3	A NATUREZA DA CIÊNCIA EM TORNO DA NOÇÃO DE EXPERIMENTO/ EXPERIMENTAÇÃO COMO PRÁTICA CIENTÍFICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS EM PUBLICAÇÕES NACIONAIS.....	56
2.4	A NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS: PERSPECTIVAS CONTEMPORÂNEAS.....	57
3	CONCEITOS, PROCEDIMENTOS E ATITUDES: O PAPEL DOS CONTEÚDOS NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA.....	69
4	METODOLOGIA.....	76
4.1	PROCEDIMENTOS DA PESQUISA.....	78
4.2	ANÁLISE DO CORPUS.....	80
5	SITUANDO O <i>PROJETO SABIAH!</i> NO CONTEXTO DAS ESCOLAS MUNICIPAIS EM TEMPO INTEGRAL DA CIDADE DO RECIFE/PE.....	83
5.1	O PROGRAMA CIÊNCIA E TECNOLOGIA COM CRIATIVIDADE – CTC.....	88
5.2	CARACTERIZANDO O <i>PROJETO SABIAH</i>	89
5.3	O LIVRO DIDÁTICO DO <i>PROJETO SABIAH</i>	93
6.	COMPREENDENDO AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS, PRESCRITAS PARA O <i>PROJETO SABIAH</i>, ATRAVÉS DO LIVRO DO PROFESSOR - “<i>NUTRIÇÃO E LOCOMOÇÃO NO ORGANISMO HUMANO</i>”-OS.....	98
6.1	CARACTERIZANDO AS ORIENTAÇÕES DIDÁTICO-METODOLÓGICAS QUE VISAM O DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DO LIVRO PROFESSOR “ <i>NUTRIÇÃO E LOCOMOÇÃO NO ORGANISMO HUMANO</i> ”	100
6.2	ANALISANDO CONTEÚDOS DE ENSINO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS	

	DO LIVRO DO PROFESSOR “ <i>NUTRIÇÃO E LOCOMOÇÃO NO ORGANISMO HUMANO</i> ”	112
6.3	OS OBJETIVOS DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DO LIVRO DO PROFESSOR “ <i>NUTRIÇÃO E LOCOMOÇÃO NO ORGANISMO HUMANO</i> ”	116
6.4	OS RECURSOS DIDÁTICOS PRESCRITOS PARA A VIVÊNCIA DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DO LIVRO DO PROFESSOR “ <i>NUTRIÇÃO E LOCOMOÇÃO NO ORGANISMO HUMANO</i> ”	123
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	127
	REFERÊNCIAS.....	132
	APÊNDICE A - FICHA DE ANÁLISE DAS ATIVIDADES PRESCRITAS NO LIVRO DO PROFESSOR “ <i>NUTRIÇÃO E LOCOMOÇÃO NO ORGANISMO HUMANO</i> ”- CTC.....	140
	APÊNDICE B - ALINHAMENTO ENTRE AS MATRIZES CURRICULARES CTC E RMER PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS. ADAPTADO DA POLÍTICA DE ENSINO MUNICIPAL DO RECIFE (2015).....	141

1 INTRODUÇÃO

As diferentes concepções filosóficas acerca da Natureza da Ciência, ou em outras palavras, do que é e de como se faz ciência, estão presentes na produção do conhecimento científico e envolvem questões tanto teóricas quanto metodológicas. Tais questões reverberam nos processos educativos objetivados para o ensino de ciências (BRASIL, 2016; CHALMERS, 1997; FOUREZ, 2002; MARCONDES, 2016).

A Natureza da Ciência, doravante nomeada pela sigla NdC, pode ser compreendida como o conjunto de aspectos sob os quais o conhecimento científico é construído, estabelecido e organizado (ANTUNES, 2017). Se apresenta em variadas perspectivas epistemológicas ao longo da história, e diz respeito à maneira como a construção do conhecimento científico é entendida e pode ser explicada, no campo da própria ciência.

A inclusão das discussões em torno da NdC no ensino de ciências é apontada por pesquisadores na área (ARTHURY E TERRAZAN; AZEVEDO & SCARPA; MARTINS & JUSTI, 2017) como importante para uma aproximação dos estudantes com os aspectos que envolvem a própria atividade científica, ou seja, a cultura científica, os modos utilizados pelos cientistas na busca de soluções para problemas científicos, uma atividade essencialmente humana (LIMA & TEIXEIRA, 2011), que ocorre em um determinado contexto (MOURA & GUERRA, 2016; DINIZ & JÚNIOR; CALLEGARIO, *et al*, 2017; SANTOS, 2018), seja ele histórico, político, religioso, econômico, e/ou socioambiental.

Embora o ensino de ciências esteja relacionado à aproximação dos estudantes com aspectos que envolvem a atividade científica, a ciência do cientista e a ciência da escola têm perspectivas diferentes. A utilização de experimentos, por exemplo, é uma prática que depende de interesses sobre o objeto que se estuda, sendo que, no âmbito científico, a *pesquisa experimental* busca o conhecimento desconhecido para a própria ciência, já no ensino de ciências, a *experimentação* visa a construção de conhecimentos já conhecidos e consolidados pela ciência, porém desconhecidos aos estudantes (LIMA, 2015).

Há uma ampla discussão na literatura sobre quais aspectos são mais condizentes com a construção de conhecimentos científicos e quais devem ser considerados para o ensino de ciências, tais quais: curiosidade (AZEVEDO & SCARPA, 2017), debates (MOURA & GUERRA, 2016), criatividade (COPIANI, 2015), imaginação (ANTUNES, *et al*, 2017), argumentação (SANTOS, 2018), leitura e escrita (CARVALHO, 2018), uso de experimentos (LIMA, 2015), entre outros, o que reflete um pluralismo nos processos metodológicos requeridos na atividade científica.

A utilização de experimento não é o único método adotado pela ciência (CALLEGARIO, *et al*, 2017; LIMA, 2015), e sim, um dos processos metodológicos utilizado tanto pelos cientistas, quanto em atividades práticas no ensino de ciências. Estas últimas (atividades práticas), podem ser consideradas como todas as atividades que requerem um envolvimento ativo do estudante, seja de maneira cognitiva, psicomotora ou afetiva (LEITE, 2001; ANDRADE E MASSABINI, 2011), e as possibilidades de aprendizagem, com ou sem uso de experimento, dependem de como as atividades práticas são propostas (AZEVEDO & SCARPA, 2017).

Há diferentes entendimentos acerca das atividades práticas entre pesquisadores na área de ensino de ciências, indo de práticas que encerram-se em si mesmas (prática pela prática), até a atribuição ao conceito de experimento, no âmbito do ensino, significado e amplitude que se assemelham à ação de procedimentos, métodos e técnicas, aos que são atribuídos aos estudos em instâncias científicas (LIMA, 2015).

Nesse sentido, a atenção dada às atividades práticas no ensino de ciências pode estar relacionada a uma concepção empírica sobre a ciência, atribuindo-lhe um caráter eminentemente prático (BASSOLI, 2014), onde os estudantes não têm a oportunidade de compreender, de pensar de maneira crítica sobre os processos que levam à construção do conhecimento científico, podendo refletir concepções ingênuas sobre a NdC (GIL-PÉREZ, 2001), e nesse caso, o ensino de ciências se apresenta sob a *práxis* de apenas transmitir conceitos, onde os estudantes se encarregam de repetir e memorizar definições (AZEVEDO & SCARPA, 2017), inclusive utilizando experimentos.

Assim, as atividades experimentais no ensino de ciências podem se apresentar sob diferentes características didático-metodológicas (LIMA, 2015), seja com roteiros predefinidos para o passo a passo a ser executado pelo professor ou pelos estudantes, afim de demonstrar e/ou comprovar teorias a serem ditas e/ou já estudadas, não sendo possível a obtenção de resultados diferentes dos já estabelecidos antecipadamente (LIMA & TEIXEIRA, 2011), ou até mesmo, através de práticas investigativas, onde os estudantes devem buscar soluções para problemas de seu interesse, sobre os quais ainda não se têm resposta, mobilizando habilidades e desenvolvendo competências que fazem parte da cultura científica.

Entretanto, o sentido da *investigação* no ensino de ciências passou por algumas fases ao longo do tempo (BASSOLI, 2014). Com o pioneirismo espacial soviético, através do lançamento do Satélite Sputnik, as reformas na educação científica nos anos 50 e 70 tiveram o apoio dos Estados Unidos e Reino Unido e visavam um ensino cujo o objetivo era despertar

nos jovens o interesse pela ciência, a fim de formar futuros cientistas (ZOMPERO E LABURU, 2011). Utilizando kits com materiais para a realização de atividades práticas, tais propostas objetivavam o aperfeiçoamento de técnicas, eram fundamentadas no *Método Científico*, (BASSOLI, 2014) se aproximando de atividades demonstrativas e/ou comprobatórias, que recorrem a modelos empiristas-indutivistas em suas proposições.

Em perspectivas contemporâneas, o ensino investigativo utiliza-se de uma proposta construtivista, objetiva aproximar os estudantes à cultura científica, ou seja, aos aspectos que envolvem a atividade investigativa existente na construção do conhecimento científico, de maneira problematizadora, contextualizada, mais participativa, onde os professores também tenham maior liberdade intelectual durante o processo de ensino e aprendizagem (CARVALHO, 2018) dos conteúdos escolares, e nesse caso, utiliza-se de experimentos ou não.

É de se considerar que em nossa sociedade entendimentos sobre o que é e como se faz ciência sofrem influência dos mais variados meios de comunicação (AZEVEDO & SCARPA, 2017), tais quais: TV, rádio, internet, revistas, jornais, cinema, entre outros. No âmbito escolar, tanto as concepções de professores e professoras, quanto de estudantes, podem ser influenciadas pelos materiais utilizados no processo de ensino e aprendizagem (DINIZ & JUNIOR, 2017), e o livro didático, ao servir como referência teórica e/ou metodológica, funciona como um apoiador da formação docente, além de transmissor cultural (SOUSA & KAWAMURA, 2017).

Diante disso, o principal objetivo deste estudo é compreender a concepção de NdC presente nas atividades experimentais prescritas para o *Projeto Sabiah*, através de material didático oferecido pela Prefeitura da Cidade do Recife-PE (PCR) aos professores de ciências das Escolas Municipais em Tempo Integral (EMTI'S), por meio de sua Secretaria de Educação (Seduc/Recife). Para tanto, empreendemos a análise do livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*”- CTC, direcionado ao 8º ano do Ensino Fundamental.

Considere-se que o projeto institucional das EMTI's, concebido no ano de 2014 para os Anos Finais do Ensino Fundamental, portanto, num recente marco cronológico, vem sendo encarado como uma novidade, em termos de experiência pedagógica para a rede municipal de ensino da cidade, apresentado como modelo escolar a ser seguido.

Nesse sentido, para a efetivação do ensino de ciências do Programa Municipal de Educação Integral (PMEI), a PCR requer que dentre as atividades a serem realizadas no ensino de ciências estejam as atividades complementares - *Práticas Experimentais*, componente da parte diversificada de sua estrutura curricular. Para tanto, adota material didático tais quais:

livros, caixas com kits de materiais para a realização de experimentos e construção de laboratórios, os quais são constitutivos do *Projeto Sabiah*, que trataremos pela sigla PS.

Fruto de uma parceria entre a PCR e a empresa privada *Abramundo*¹, atualmente *Experimenta*, o PS é implementado na rede municipal de ensino como uma proposta direcionada ao ensino de ciências, fornecendo às escolas, além de recursos didáticos, uma metodologia própria como orientação à prática docente no Ensino Fundamental, que segundo o que é dito no material de divulgação *ciênciAH!* (p. 2, 2015) são as atividades práticas investigativas e o uso de experimentos.

Assumindo esse contexto, voltamos nossa atenção para um dos itens que compõem o objeto do contrato firmado entre a Prefeitura do Recife (PCR) e sua parceira privada, a empresa *Abramundo/Experimenta*, o qual justifica a parceria instituída e que possibilitou o PS em sua rede de ensino: “[...] a implementação pela CONTRATADA, de um Programa de ensino de Ciências da Natureza baseado na metodologia da investigação e experimentação [...]”².

Tal demanda, também inclui a prestação de serviços de formação dos professores para utilização dos materiais destinados às atividades experimentais, conforme estabelece a *Cláusula Décima Segunda*, do mesmo contrato: “[...] A CONTRATADA deve capacitar os professores para o trabalho com o método da investigação e para utilização, com os alunos, dos materiais disponibilizados para experimentação”.

Dessa maneira, uma das orientações para o que viria a ser o PS é a utilização de experimentos que estejam voltados às perspectivas e concepções da proposta de ensino apresentada pela PCR, ou seja a “metodologia da investigação e experimentação”.

Em sua vigência (2015-2016), o PS ocupou considerável atenção na arquitetura curricular prescrita para o ensino de ciências das EMTI's. A Seduc/Recife ampliou a carga horária da disciplina *Ciências* vinculando-a ao então criado componente curricular *atividades complementares práticas experimentais* (subsidiado por recursos do PS), assim como, promoveu o alinhamento entre os objetivos e conteúdos de sua matriz curricular³ e os objetivos e conteúdos da matriz curricular do *Programa Ciência e Tecnologia com Criatividade* (CTC), oferecido pela empresa contratada e que foi adaptado para compor o PS. Desse feito,

¹ Disponível em <<https://pt.linkedin.com/company/sangari-brasil>>.

² Contrato de número 333/2014, disponível no *Portal de Compras* da prefeitura do Recife, publicado em <www.recife.pe.gov.br>.

³ Disponível em <<http://www.portaldaeducacao.recife.pe.gov.br/projetoseacoes>>.

entendemos que ao adotar os materiais que deram subsídios ao PS, a PCR faz de tais recursos um meio de materialização de parte integrante de sua proposta curricular formal⁴.

Destacamos que nosso interesse é conduzir estudo sobre um dos elementos que compõem o currículo prescrito para o ensino de ciências da Rede Municipal de Ensino de Recife (RMER), aquele tido como norma, um caminho a ser seguido, cuja prática está voltada a uma proposta educacional assumida por uma instituição que também é responsável por avaliar seus resultados (GOODSON, 2013; KRASILCHIK, 2008; LIMA, 2006; MALTA, 2013).

Para tanto, nos interessa analisar o material didático que orienta o ensino de ciências através do PS das EMTI'S, tendo em vista que a análise das atividades práticas prescritas em livro do professor, em especial, as atividades experimentais, constituem um dos meios para entendermos qual concepção da NdC o PMEI assume formalmente.

No âmbito do ensino, as questões que envolvem o conhecimento científico não se apresentam somente nos conteúdos mas também nos processos didáticos através de sua própria metodologia (SEVERINO, 2009), cujas premissas são capazes de indiciar qual concepção de NdC se faz presente nas orientações para o ensino, pois refletem a maneira como a construção dos saberes científicos é entendida e pode ser explicada. Assim, a maneira como são propostas e desenvolvidas as atividades didáticas implica diretamente nas possibilidades de aprendizagem, e pode refletir, ou não, visões que podem implicar em práticas pedagógicas para formar pessoas com modos de pensar distintos acerca da NdC. (AZEVEDO & SCARPA, 2017; BASSOLI, 2014; GIL-PÉREZ, 2001).

Uma concepção de ciência como uma prática cultural, entre tantas outras práticas culturais, tende a formar conduta, postura de respeito, diante de modos de pensar diferentes do seu. Ao pensar ciência como exercício que busca questionamento e criatividade, então se tende a formar pessoas com postura mais crítica.

Nesse sentido, as escolas envolvidas no PS constituem um espaço formativo e de disseminação de concepções acerca do que é e como se faz ciência, e as orientações dadas aos professores para o desenvolvimento das atividades práticas experimentais representam uma das maneiras de compreendermos como a construção de saberes científicos é entendida na intenção da prática educativa.

⁴ No presente estudo entendemos currículo escolar como “artefato social concebido para realizar determinados objetivos humanos específicos” (GOODSON, 1997, p. 17). Dentre os vários tipos, teremos o *currículo formal*, aquele que é prescrito pela instituição “como desejável de forma normativa” (GOODLAD, 1979, apud, MALTA, 2013, p. 343).

Considerando que o objetivo central deste estudo foi o de compreender a concepção de NdC, através das características que compõem as orientações para o desenvolvimento das atividades experimentais do livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*”- CTC foi possível encontrarmos evidências sobre a proposta metodológica endossada para o ensino de ciências de RMER, com especial atenção para as EMTI’S.

Foram analisados elementos prescritivos das situações didáticas que envolvem a utilização de experimentos, sobretudo aqueles que dizem respeito à metodologia, conteúdos, objetivos, e aos recursos didáticos que os possibilitam, sobre os quais indagamos em que medida são capazes de fomentar o desenvolvimento de atividades experimentais numa perspectiva investigativa.

Inicialmente nossos questionamentos, possibilitaram delinear sobre o objeto de estudo, considerando: Quais aspectos metodológicos são apresentados nas orientações para o desenvolvimento das atividades experimentais do livro oferecido aos professores e professoras pelo PS? Que compreensão sobre o é que é e como se faz ciência é transmitida?

A partir daí, questões subjacentes surgiram, as quais coadunam com nossos objetivos específicos, são elas: Quais os conteúdos dessas atividades experimentais? Quais os objetivos a serem atingidos com ensino desses conteúdos? Quais recursos didáticos são propostos para a realização dos experimentos?

Norteadas por essas questões, buscamos compreender a concepção de NdC que subjaz o material didático oferecido aos professores como orientação para o desenvolvimento de práticas experimentais, ancorando-nos em aspectos que correspondem à perspectiva investigativa para o ensino de ciências.

Com o intuito de encontrar respostas que pudessem contemplar satisfatoriamente essas questões buscou-se especificamente: Analisar as características didático-metodológicas das atividades experimentais do livro do professor; Caracterizar os conteúdos presentes nas atividades experimentais; Identificar quais os objetivos das atividades experimentais e; Identificar os recursos didáticos requeridos para o desenvolvimento das atividades experimentais.

Nesse sentido, com vistas a apresentar a maneira como está estruturado esse trabalho de dissertação, no primeiro capítulo trazemos algumas discussões sobre os princípios epistemológicos que orientam a construção de saberes científicos, buscando neles compreender as principais concepções sobre o que é e como se faz ciência ao longo da história. Para esse momento discutimos as concepções *Racionalista*, *Empirista* e *Positivista*, assim como alguns

aspectos dos critérios da indução e dedução que permeiam os atuais debates na área, além das perspectivas contemporâneas sobre a concepção *Construtivista* nos processos educativos. Também apresentamos reflexos dessas diferentes concepções em atividades didáticas voltadas ao ensino de ciências em dias atuais.

Doravante, apresentamos debates que discorrem sobre as atividades experimentais no ensino de ciências, sua tipologia e principais características, tanto metodológicas quanto de seus próprios conteúdos.

Prosseguimos identificando e caracterizando os aspectos que envolvem as concepções de NdC no ensino de ciências em publicações nacionais, com foco na Educação Básica, bem como apresentando algumas considerações desse campo de saberes que venham a contribuir com uma concepção mais fundamentada à respeito do que é e de como se faz ciência na educação científica.

Analizamos trabalhos publicados no portal eletrônico da Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC), assim como publicações em anais de um dos principais eventos da área, o Encontro Nacional de Pesquisas em Ensino de Ciências (ENPEC) - evento da Associação Brasileira de Pesquisadores em Ensino de Ciências (ABRAPEC) -, e buscas nos repositórios institucionais da UFRPE e UFPE.

Para o segundo capítulo, consideramos o papel dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais no contexto da educação em ciências;

No terceiro capítulo através de uma abordagem qualitativa, apontamos e justificamos os critérios de seleção e análise de material didático, expondo assim nosso percurso metodológico.

Para o capítulo quatro, traçamos um panorama geral da implementação do PMEI e as proposições para o ensino de ciências, através da Portaria 823/2014, com vistas a compreender o lugar ocupado pelo PS através da arquitetura curricular das EMTI's. Seguimos com sua apresentação e com a descrição do livro escolhido e analisado.

No capítulo cinco, apresentamos análises com propósito de compreender qual concepção de NdC subjaz as orientações para o desenvolvimento de atividades práticas experimentais em livro do professor, oferecido pela PCR às Escolas Municipais em Tempo Integral do Recife, através do PS. A partir da composição dos temas de análise, inferimos e interpretamos as orientações didático-metodológicas, objetivos, conteúdos e recursos didáticos dessas atividades, buscando compreender qual concepção revela-se nessas proposições.

Esses elementos prescritivos se apresentam como um “caminho a ser seguido”, atributo que advém de um conjunto de ações que possibilitam o estabelecimento de concepções, equivocadas ou não, sobre o que é e como se faz ciência, seja no âmbito legal, estrutural e/ou pedagógico, legitimando assim a institucionalização de certas práticas no contexto educacional.

Em seguida, no capítulo seis, trazemos as considerações finais da pesquisa. A partir das análises das atividades experimentais do livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*”- CTC, ofertado aos 8ºs anos do Ensino Fundamental pela PCR, questionamos se suas orientações acompanham as concepções de NdC que permeiam os debates contemporâneos acerca dos processos educativos voltados à prática investigativa no ensino de ciências. Tais atividades foram capazes de indiciar qual concepção de NdC está presente nas orientações para o desenvolvimento de atividades experimentais voltadas ao ensino de ciências da RMER, com especial atenção para as EMTI’S, cujo bojo de sua concepção também está voltada a uma reorientação estrutural, incluindo-se a formação de professores.

2. POR QUAIS CAMINHOS PERCORRE A CIÊNCIA?

Considerando que no presente estudo temos por objetivo principal compreender a concepção de NdC em atividades experimentais presentes em livro didático oferecido à professores e professoras de ciências, nesta seção apresentamos algumas discussões sobre os princípios filosóficos que orientam a construção de saberes científicos ao longo da história, buscando neles compreender as principais concepções sobre o que é e como se faz ciência, assim como suas relações com o ensino de ciências na atualidade.

2.1 A NATUREZA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E SEUS PRINCIPAIS PRESSUPOSTOS FILOSÓFICOS

Filosofia é uma palavra de origem grega, composta por outras duas palavras *philo* e *sophía*: a primeira significa “amizade”, “amor fraterno”, a segunda, *sophía*, é entendida como “sabedoria”, logo, *filosofia* expressa um sentimento de “amizade pelo saber” (CHAUÍ, 2012; CORTELLA, 2011; SEVERINO, 2009). O termo, assim compreendido, está relacionado à disposição interior de alguém que “deseja o conhecimento, o procura e o respeita” (CHAUÍ, 2012, p. 32).

Para Severino (2009) a emergência da filosofia na antiguidade não representou apenas algo de caráter místico, mas também se manifestou no ocidente como uma verdadeira expressão cultural, onde criou uma “tradição de pensamento, elaborando complexas visões da realidade, procurando sempre ‘explicitar’ e ‘compreender’ o sentido de todas as coisas, de todos os objetos de sua experiência, inclusive do processo dessa experiência” (p.27).

A filosofia pode então ser compreendida como uma disciplina do conhecimento capaz de “desenvolver um método, conceitos técnicos e ferramentas de pensamento” (FOUREZ, 2002, p.16) por meio de reflexões intelectuais. Tais atributos são formas de desencantamento do mundo mítico que produz um novo modo de interpretar a realidade, um importante movimento para a formação de uma cultura da ciência que se firmou no período moderno, como será possível observar mais adiante.

Segundo Nouvel (2013) há distinções entre a “filosofia do conhecimento” e a “filosofia das ciências”, ainda que complementares, pois a primeira afirma “que todo os conhecimentos

humanos derivam de uma única potência de conhecer, e que é essa potência de conhecer que se deve compreender” (NOUVEL, 2013, p. 18).

Por outro lado, com sua aparição no início do Século XIX, a filosofia das ciências, de maneira não generalista, ao contrário, “se apresenta como um discurso sobre as ciências particulares, se ocupando dos saberes científicos efetivos e constituídos” (NOUVEL, 2013, p.18). Ainda de acordo com Nouvel (2013)

[...] todas as ciências das quais dispomos derivam de uma mesma faculdade de conhecer, exercida pelo homem sobre objetos diversos. Nessa ótica, a filosofia das ciências pode ser considerada um discurso primário sobre um objeto específico - esse objeto é o ‘conhecimento’ (entendido no sentido de faculdade de conhecer)” (p. 19).

Nesse sentido, os princípios teóricos e práticos das ciências naturais “se fundamentam em concepções filosóficas pela busca do conhecimento” (LIMA, 2011, p. 3), as mesmas podem ser consideradas como objeto específico no campo da filosofia das ciências. Assim, consideramos para este estudo o caráter epistemológico das ciências naturais, pois este se ocupa do “saber sobre a maneira como os saberes se constroem” (FOUREZ, 2002, p.23).

A expressão *Natureza da Ciência* (NdC), pode ser compreendida como “natureza do conhecimento científico” ou “epistemologia da ciência” (AZEVEDO & SCARPA, 2017). Independentemente de qual denominação tenha o termo, este apresenta alguns aspectos fundamentais, os quais podem ser considerados consensuais entre estudiosos no assunto. De acordo com Azevedo & Scarpa (op.cit.), tais aspectos sobre a NdC incluem:

“As características da investigação científica (suas etapas de investigação e método), o papel do conhecimento gerado, os paradigmas que orientam os trabalhos dos cientistas, como os cientistas trabalham como um grupo social e como a ciência pode ser afetada pelo contexto social em que está inserida” (p. 581).

Dessa maneira, a NdC pode ser compreendida “como um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico” (MOURA, 2014, p. 214), os quais sofrem influência do contexto social, econômico, cultural, político, social e religioso. Várias são as concepções de NdC, dentre as quais é possível enxergar a própria ciência como sendo um pensamento construído e aceito em um determinado período histórico e que posteriormente poderá não mais sê-lo (BRASIL, 2016; CHALMERS, 1997; FOUREZ, 2002; MARCONDES 2016).

Longe de esgotar as discussões sobre os conceitos que se ocupam de explicar as mudanças que ocorreram nas bases filosóficas que discorrem sobre a NdC, pensemos no curso histórico de suas concepções, pois estas constituem a maneira como o conhecimento científico é construído e pode ser explicado.

Contudo, em um resgate histórico acerca dos processos que envolvem as mudanças na área do conhecimento, têm-se na obra de Aristóteles, ao afirmar que “o conhecimento tem sua origem na experiência através do domínio sensorial” (LIMA, 2011, p. 3), os fundamentos que impulsionaram o despertar para a ciência natural a partir do Século XIII, no Ocidente, pensamento considerado influente sobre a ciência na modernidade (LIMA, 2011; MARCONDES, 2016).

O período compreendido entre os séculos XVI e XVII, indo desde *Sobre a Revolução dos Orbes*, publicado em 1543 por Nicolau Copérnico, até 1687 com o *Princípios Matemáticos* trazidos por Isaac Newton, foi um período marcado por profundas transformações, tanto no campo teórico, quanto nas perspectivas metodológicas do contexto científico. Tais mudanças também foram impulsionadas pelo Renascimento Humanista e pela Reforma Protestante, “marcos do início da modernidade” (MARCONDES, 2016, p. 9). Esse período é considerado como aquele em que se deu a chamada “Revolução Científica”, onde outros pensamentos voltados para a busca do conhecimento da *realidade* foram capazes de promover tais mudanças no período histórico em questão (FOUREZ, 2002; MARCONDES, 2016; NOUVEL, 2013).

À respeito das mudanças que impulsionaram as várias perspectivas metodológicas constitutivas do pensamento científico ao longo do tempo, Marcondes (2016) comenta que

“ [...] hoje em dia a Revolução Científica moderna tem sido analisada do ponto de vista da história das ciências, mas também se estudam as questões epistemológicas - sobre a natureza do conhecimento científico - e metodológicas - sobre o método científico -, de grande importância para a compreensão do processo que levou à ciência contemporânea” (p. 10).

A palavra *revolução*, no sentido atribuído por Marcondes, pode significar transformação, reforma, mudança completa. Nesse contexto, muitos estudiosos se dividem nos debates que discutem “se é possível falar de rupturas ou de continuidade” (FOUREZ, 2002, p. 114) nos pressupostos concretos das ciências. Ademais, o radicalismo das mudanças como sendo um “corte epistemológico (BACHELARD, 1934, apud Marcondes, 2016, p. 10), confere um conjunto de regras e procedimentos aceitos, ou não, por uma comunidade científica, e ocasiona novas interpretações sobre a relação entre sujeito e objeto (FOUREZ, 2002; MARCONDES, 2016).

Segundo Lima (2011)

“ [...] surgiram novas questões para a epistemologia, cabendo-lhe construir conceitos para lidar com a perspectiva instaurada por tais teorias, bem como repensar a História das Ciências. O aparecimento de tais teorias apontou a variabilidade da própria racionalidade, tendo em vista que seus princípios não são imutáveis” (p. 396).

Esse caráter mutável dos procedimentos e teorias na construção do conhecimento científico também foi apontado por Thomas Kuhn, ao referir-se à noção de *paradigma* e que pode ser definida sob duas grandes perspectivas: a primeira, como um conjunto de premissas de uma disciplina, a segunda como um exemplo para se compreender outras situações. Nessa perspectiva, a maneira de conceber tais mudanças pode ser entendida como uma *quebra de paradigmas* (KUHN, 1997).

Segundo Marcondes (2016) a arte da navegação “pode ser considerada um primeiro passo fundamental da Revolução Científica moderna” (p.19), uma vez que era necessária a aquisição de conhecimentos dentro do contexto da experiência. Sobre o assunto o autor ainda comenta que:

A necessidade de orientação em mares desconhecidos, de observação dos astros, de cálculo das distâncias, do aperfeiçoamento dos instrumentos como o astrolábio, do desenho de mapas e postulados, revolucionando a cartografia tradicional, contribuíram para o desenvolvimento de uma verdadeira ciência nova, de um saber baseado na experiência (MARCONDES, 2016, p. 19).

O percurso da *experiência*, tida como categoria pertencente ao conhecimento científico, está relacionado à vários tipos de abordagens, haja vista que a *experiência*, “se apresenta como um método peculiar por via do qual podemos distinguir um sistema teórico do outro” (POPPER 2007, p.41). Seja o contato com a *realidade* adquirida de maneira intuitiva, ou a partir da observação dos fenômenos naturais e uso de experimentos para racionalizar a maneira de ver e de sentir tais fenômenos, a relação sujeito-objeto ganha importância na compreensão do sentido dado à experiência nas diversas correntes de pensamento filosófico voltadas às ciências naturais.

Nesse sentido, e sabendo que as ciências que até então conhecemos se originaram no século XVII (ALMEIDA, 2011), buscamos apresentar as principais características das concepções de ciência da modernidade, a saber: *Racionalista*, *Empirista* e *Positivista*, assim como os principais pressupostos epistemológicos do pensamento científico na pós modernidade. Todas essas concepções de ciência possuem estreita relação com critérios de “*generalidade e universalidade*” para interpretação dos fenômenos e assim explicar a *realidade*. Tais critérios referem-se aos princípios da *dedução e indução*, “procedimentos racionais que nos levam do já conhecido ao ainda não conhecido” (CHAUI, 2012, p.86).

O *princípio da dedução* está fundamentado na lógica, partindo de teorias e leis já existentes, derivando a partir delas “várias consequências que servem como explicações e previsões” (CHALMERS, 1997, p. 28). Já na *indução*, ao contrário, “a fonte da verdade não é a lógica, mas a experiência” (CHALMERS, *op cit*, p.31). Infere, a partir de observações

particulares, leis universais, “procede (a princípio) considerando o que é observado mais de uma vez” (NOUVEL, 2013, p.67).

Nesse sentido, a construção do conhecimento científico no campo das ciências naturais ou, *ciências da natureza* (numa perspectiva etimológica mais atualizada), pode ser interpretada por meio das várias perspectivas epistemológicas que passaram por consideráveis mudanças ao longo da história.

Assim, consideramos que embora Platão e seu discípulo Aristóteles fossem “metafísicos quanto à gênese divina do Conhecimento” (CORTELLA, 2011, p.74), para o mestre, a construção da *verdade* “está apenas no pensamento, sendo inteligível, e que a natureza é um mundo aparente e ilusório” (CHAUÍ, 2012, p.235). Ignora a observação na construção dessa verdade, afirmando que o pensamento racional, ou a *razão*, existe independentemente da *experiência* sensorial, agindo por intuição meramente intelectual, sendo considerado portanto um representante da concepção *racionalista* da ciência. (CHAUÍ, 2012; CORTELLA, 2011; LIMA, 2011; NOUVEL, 2013).

À respeito da intuição intelectual, Chauí (2012) comenta que:

“[...] conhecemos por intuição as ideias simples, isto é, aquelas que não são compostas de outras e não precisam de outras para serem conhecidas. Justamente porque não dependem de outras ideias, as ideias simples são apreendidas num ato intuitivo” (p. 84).

Dessa maneira, a intuição intelectual não necessita demonstrar, argumentar ou provar seus princípios ou ideias, pois o conhecimento intuitivo é direto e imediato, encontra na *razão* “uma maneira de organizar a realidade (medir, reunir, juntar, separar, contar, calcular) pela qual se torna compreensível” (CHAUÍ, 2012, p.80) por meio do intelecto.

Neste sentido, o racionalismo pode ser compreendido como corrente filosófica cuja epistemologia do conhecimento está fundamentada exclusivamente no pensamento, e que as ideias advindas desse pensamento, por si só, são capazes de representar a realidade (ALMEIDA, 2011; CHAUÍ, 2012; MARCONDES, 2016; NOUVEL, 2013).

A concepção racionalista da ciência tem no filósofo Descartes (1596-1650) sua maior representação na modernidade. Descartes traz importante contribuição ao se preocupar em criar um “método que fundamentasse a ciência moderna e permitisse defendê-la como caminho a ser adotado pelos cientistas” (MARCONDES, 2016, p.71), articulando princípios metodológicos que podem ser aplicados em diferentes áreas do conhecimento para explicar a realidade, considerada o foco central da ciência (OLIVEIRA, 2010).

Sobre essa importante contribuição e influência de Descartes na chamada *Revolução Científica*, Marcondes (2016) comenta que:

“As principais contribuições de Descartes à tradição epistemológica moderna se encontram na adoção da questão da fundamentação da ciência como problema central, dando ênfase à discussão da metodologia científica, bem como em sua geometria algébrica, que abre caminho para a matematização da natureza” (p. 73).

Em relação às ciências, ao afirmar que tanto a álgebra quanto à geometria podem retratar os mesmos objetos, Descartes inicia o movimento de “transposição do geométrico ao algébrico” (NOUVEL, 2013, p.54), onde, por exemplo, um triângulo, como objeto geométrico, pode ser explicado ou representado por meio de uma equação, ou expressão algébrica. Sendo assim, “o conhecimento que serviu de modelo ao racionalismo é o matemático” (ALMEIDA, 2011, p. 61).

Descartes, como representante do racionalismo moderno, defende que a capacidade intelectual é algo inato e que trazemos ao nascer “não só os princípios racionais, mas também algumas ideias verdadeiras” (CHAUÍ, 2012, p. 89). Descartes ainda constituiu um conjunto de princípios, que definem quais os procedimentos necessários para se alcançar resultados bem fundamentados os quais chamou de *Regras do Método* (ALMEIDA, 2011; CHAUÍ, 2012; MARCONDES, 2016). Tais princípios se referem à *regra da evidência*, *regra da análise*, *regra da síntese* e a *regra da verificação*, presentes em sua obra *Discurso do Método*. Esses princípios são apresentados por Almeida (2011), a saber:

“O primeiro [regra da evidência] consiste em não tomar por verdade aquilo que não se conhece como tal; o segundo [regra da análise] preconiza a divisão dos problemas em tantas partes quantas forem possíveis e necessárias à sua resolução; o terceiro [regra da síntese] assevera ser preciso ordenar os pensamentos, partindo sempre dos objetos mais simples em direção aos mais complexos e o último [regra da verificação] recomenda uma revisão geral de cada um dos passos anteriores, a fim de ter certeza de que nada foi esquecido” (p.61).

Dessa maneira pode-se conceber que o pensamento racionalista moderno, possui um ordenamento fundamentado no raciocínio lógico dedutivo, partindo de uma “ideia geral para explicar fenômenos particulares (singulares)” (ALMEIDA, 2011, p. 62), por meio do pensamento proveniente do intelecto, o qual considera inato. O sentido da experiência na busca de conhecer a verdade está no próprio sujeito, impulsionado pelo questionamento, pela dúvida que advém de sua essência intelectual, cabendo-lhe racionalizar o pensamento, organizando-o, medindo, calculando, separando, unindo, entre outros.

Adaptando um exemplo de atividade, trazido por Silveira (1989), de como aspectos do racionalismo moderno podem ser encontrados em uma situação de ensino, onde, apoiados na ideia de que os metais, de maneira geral conduzem eletricidade, os estudantes observam a condução elétrica em vários tipos deles (cobre, prata, alumínio, para dar exemplos), a partir daí,

deduzem que tais elementos particulares (os metais) conduzirão eletricidade. Inferem, a partir de leis gerais, para explicar fenômenos particulares.

Santos, et al (2015), ao citar Giordan (1999, p.44-45), aponta a influência do racionalismo cartesiano no ensino da química na atualidade, e traz um exemplo de atividade que considera condizente com tal corrente de pensamento:

“Partindo-se de um enunciado geral, como ‘a temperatura de ebulição dos líquidos é função da pressão ambiente’ e tendo como fato que ao nível do mar a água ferve a 100 °C e numa certa cidade serrana a 96,5 °C, podemos formular a hipótese de que a temperatura de ebulição da água em uma panela de pressão será maior que 100 °C. Como o enunciado apela para a variação da temperatura em função da pressão e os dados revelam que essa taxa é positiva (maior pressão, maior temperatura), deduzimos que em um sistema semi-aberto como a panela de pressão a pressão ambiente será maior e, portanto, também será maior a temperatura de ebulição. Qual é o papel das atividades experimentais no ensino de química? Confirmar nossa hipótese, uma espécie de carimbo atestando a força do enunciado geral” (p.38830).

Assim, o racionalismo moderno é refletido na educação científica que entende que a construção do conhecimento científico só é possível graças ao movimento unilateral na relação entre sujeito e objeto, ou seja, às ideias que o primeiro tem sobre o segundo, no entanto, tais ideias partem de um enunciado geral, e podem ser concebidas ao modo cartesiano, ou seja, por meio da prática (MARCONDES, 2016), o que aproxima Descartes de pensadores como Bacon e Galileu, igualmente “referências às bases do Método Científico” (LIMA, 2011, p. 3).

Aristóteles, diferentemente de seu mestre Platão, acreditava que a observação da natureza por meio dos sentidos seria necessária para alcançar a verdade e assim chegar ao real. A experiência é adquirida através da memória constituída ao observar “mais do mesmo”, pois as lembranças de uma mesma coisa podem configurar, *per si*, uma experiência singular, única, sendo considerado, portanto, o precursor do empirismo (LIMA, 2011; MARCONDES, 2016; NOUVEL, 2013).

Para os empiristas, enquanto não há experiência “nossa razão é como uma folha em branco, onde nada foi escrito” (CHAUÍ, 2012, p.91). Do grego “*empeiria*”, o empirismo “denota experiência sensorial pelo uso dos sentidos para a compreensão dos fenômenos” (LIMA, 2011, p.3). Para esta corrente de pensamento somos considerados uma *tábula rasa*, onde nenhuma informação foi registrada até que a experiência através dos sentidos possa fazê-lo.

Algumas mudanças ocorridas no período medieval, em especial na medicina, trouxeram importantes contribuições ao pensamento empirista e seu percurso voltado para a experimentação prática. O comentário de Lima (2011) permite esta interpretação :

[...]“temos que na Idade Média surgem os alquimistas, experimentalistas que muito auxiliaram nos avanços da medicina, pois trouxeram com a experimentação a prática

de se testar novos compostos, extratos e avaliar seus efeitos sobre as enfermidades” (p.3).

Nesse contexto, a experimentação busca “construir novos conhecimentos, desconhecidos para a própria ciência” (LIMA, 2011, p. 3). Entre as diferentes funções conferidas à experiência nas principais correntes filosóficas ao longo da história das ciências, é em Francis Bacon (1561- 1626), que se iniciam às discussões sobre a importância dos experimentos na aquisição de conhecimento, fundamentando assim o empirismo moderno. Para o filósofo inglês, a observação e os experimentos devem ser procedimentos que ocorrem por etapa, a fim de garantir princípios gerais de forma “mais segura”, (LIMA, 2011, MARCONDES, 2016).

O que Bacon propõe é uma ciência experimental com base no método indutivo, que consiste na observação da natureza e universalização de suas premissas, indo do particular para o geral, opondo-se à lógica dedutiva. Para os empiristas “a realidade é exterior, o mundo, a natureza” (CHAUÍ, 2012, p.97), diferentemente do racionalismo, cuja realidade se inicia interiormente, no espírito, na alma.

Galileu Galilei (1564-1642), também considerado um empirista, propôs o *Método Científico* fundamentado em princípios matemáticos, alguns dos quais podem ser lidos na carta que escreveu ao matemático francês Pierre de Carcavy, em 1637. Marcondes (2016) apresenta o que Galileu pretendia:

“1. Analisar os dados que recebemos da natureza, mantendo os essenciais. A isso chamou de “resolução”. 2. Construir um modelo matemático que relacione esses dados essenciais por meio de teoremas e leis (o que consideraríamos atualmente “hipótese”), deduzindo consequências a partir delas. A isso chamou de “composição”. 3. Comprovar pela experiência se as leis formuladas e as consequências derivadas ocorrem na realidade tal como foram construídas pela mente. Esse é o papel dos experimentos” (p. 57).

Temos então em Galileu, a constituição de uma padronização na “interpretação e inferência às regras e aos princípios aplicados aos adeptos do Método Científico” (LIMA, 2011, p.3) na busca do entendimento dos fenômenos estudados. Sobre o rigor do método Lima (*op. cit.*), comenta que:

“A rigidez do método, então, baseia-se na observação, experimentação, prova, contraprova, e expressões matemáticas para firmar a racionalidade na forma de ver, compreender e estruturar o conhecimento das ciências naturais, o que caracteriza-o como procedimento que em si já dá certezas” (p. 3).

O modelo que Galileu propôs foi de fundamental importância para a consolidação das ciências experimentais, tendo em vista que o seu método está firmado na dupla observação da “prova e contraprova”. Consolidam-se assim as ciências experimentais, ao limitarem as

percepções advindas dos sentidos, bem como as emoções e fatores psíquicos. Se por um lado a concepção racionalista é defendida por filósofos, em sua maioria pertencentes ao campo da matemática, por outro lado os adeptos ao empirismo moderno provêm em grande parte das ciências naturais (nesse caso, mantem-se o termo para não incorrermos em anacronismos), provavelmente devido ao uso de atividades que utilizam experimentos, “ao caráter experimental dessas ciências” (ALMEIDA, 2011, p.63).

O empirismo moderno propõe um método fundamentado no raciocínio indutivo para a construção do conhecimento, através da "observação e experimentação dos fenômenos, acrescido da elaboração das hipóteses como um movimento cíclico até que seja possível generalizar e construir leis" (LIMA, 2011, p. 4) De acordo com Nouvel (2013), a indução foi considerada durante muito tempo uma questão central da filosofia das ciências, ao ponto de ser reconhecida por Bacon como sendo, ela, a indução, "o próprio nome do novo método que deve suplantar o método dos antigos" (NOUVEL, 2013, p.68). O empirismo se faz bastante presente no ensino de ciências na atualidade, reflete-se na prática de professores, em programas de ensino, nos livros didáticos, aliás, em nossa sociedade de maneira geral, através dos mais variados meios de comunicação (AZEVEDO & SCARPA, 2017).

No âmbito do ensino, o critério da indução pode ser encontrado em diferentes atividades. Seguindo o exemplo trazido anteriormente acerca da condutividade elétrica em metais, temos que, ao invés de utilizar as leis gerais para deduzir logicamente sobre situações particulares (metais são condutores elétricos. O cobre é um metal. O cobre é condutor elétrico), o método indutivo utilizar-se das seguintes situações: Após observar a condutividade elétrica em diferentes tipos de metais (cobre, prata, alumínio), procura-se a lei que regula tal fenômeno e a partir daí, por indução, infere-se verdades (generalizações) sobre o fenômeno observado em cada situação particularmente (a prata conduz eletricidade. A prata é um metal. Metais conduzem eletricidade).

Através de conteúdos voltados ao Reino das Plantas, mais especificamente sobre a transpiração das plantas, um exemplo onde o indutivismo está presente pode ser encontrado em livro didático de ciências, oferecido às escolas da rede pública brasileira através do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) para o triênio 2017-2019, sendo tal atividade voltada ao 7º ano do Ensino Fundamental. Ao lado da proposta de atividade, há um desenho, uma imagem de um vaso com uma planta, em um dos galhos contendo folhas é envolto a um saco plástico, que é preso ao caule. A proposta de atividade, que os autores chamam de “atividade prática ou experimental”, está apresentada abaixo, na Figura 1:

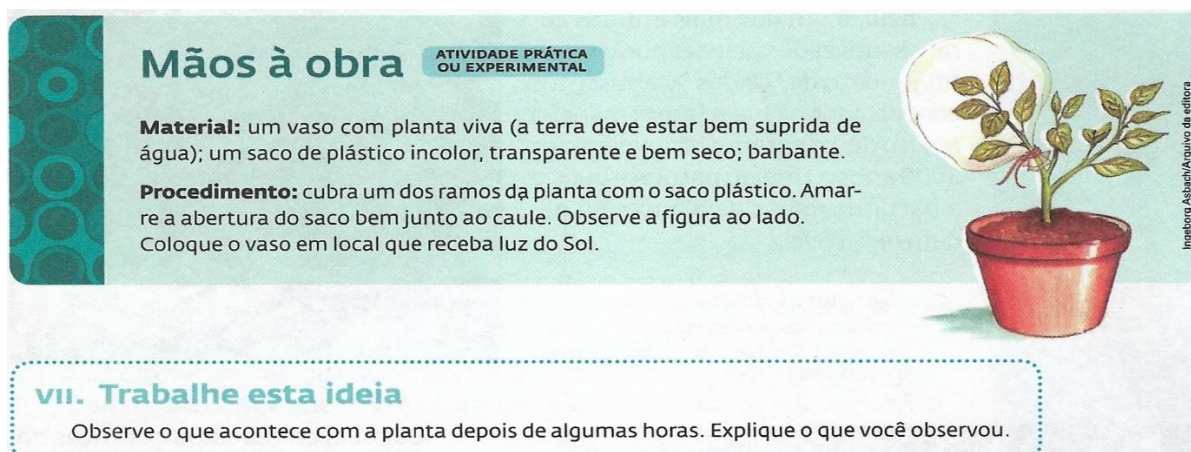


Figura 1 – Imagem de atividade prática em livro de ciências, 7ºano (BARROS & PAULINO, 2015, p.147).

A proposta de atividade acima parece refletir concepções empiristas, onde, ao seguir um procedimento predefinido para visualização do fenômeno de transpiração das plantas, os estudantes irão *explicar* o que observaram. Tal conteúdo é encontrado antes da atividade, que aparece no final do capítulo dedicado ao estudo das plantas, o que parece vir a confirmar (na prática) o que foi estudado anteriormente (na teoria), infere, a partir da observação do *singular*, generalizações por meio de leis gerais que explicam o fenômeno.

Trazemos outro exemplo de atividade, com o conteúdo *célula*, em livro pertencente à mesma coleção, desta vez, direcionado ao 8º ano do Ensino Fundamental. A atividade é proposta após os capítulos que abordam os conteúdos dedicados a uma visão geral da *célula* e *níveis de organização do corpo humano*.

Sob o título “*Observação de células vegetais*”, professores e estudantes são orientados a seguirem um procedimento para preparar algumas lâminas com partes de plantas para que os estudantes observem, tanto sua estrutura, quanto os fenômenos envolvidos na atividade, como pode ser visto na Figura 2, apresentada a seguir:

Mãos à obra

ATIVIDADE PRÁTICA
OU EXPERIMENTAL

ATENÇÃO!
Não escreva no livro.
Todas as atividades
devem ser feitas
no caderno.

I – OBSERVAÇÃO DE CÉLULAS VEGETAIS

Material: cebola; um ramo de elódea (planta aquática encontrada em lojas de produtos para aquário); folhas da planta trapoeraba-roxa; pinça de pontas finas; pincel; lâmina de barbear ou estilete; dois conta-gotas; um recipiente com água; sal de cozinha; lâminas e lamínulas para microscópio; folhas de papel absorvente; solução de iodo (lugol); microscópio.

Procedimentos com a cebola: o professor cortará um quadrado de cerca de 1 cm de lado da folha de cebola. Com a pinça, retirar a película que reveste internamente o quadrado de cebola e colocá-la sobre uma lâmina. Pingar uma ou duas gotas de água sobre a película e, com o pincel, esticá-la bem. Cobrir com uma lamínula.

Colocar a lâmina no microscópio e observar. Primeiro, com a objetiva de menor aumento, depois, com a de maior aumento.



II. Trabalhe esta ideia

Conseguiu ver as células?

De um dos lados da lamínula, bem perto dela, pingar uma gota de lugol. Do outro lado, colocar o papel absorvente, de maneira que ele absorva a água que está sob a lamínula. O lugol deverá ser "puxado" para baixo da lamínula, ocupando o lugar da água.



III. Trabalhe esta ideia

Observe a lâmina ao microscópio. O que aconteceu depois que o lugol foi acrescentado? Desenhe as células que você observou.

Preparar uma solução bem concentrada de sal: duas colheres (das de chá) de sal numa xícara de água. Pingar duas gotas dessa solução de um lado da lamínula e, do outro lado, colocar um pedaço de papel absorvente, de forma que ele absorva a água (como se fez para o lugol). Enquanto isso, procurar observar o que acontece com as células quando a solução salgada substitui a água.

IV. Trabalhe esta ideia

O que aconteceu às células quando a solução salgada entrou sob a lamínula?

Procedimentos com a elódea: as células das pequenas folhas da elódea podem ser vistas sem necessidade de preparo especial, pois as folhas são muito finas e a luz as atravessa facilmente. Retirar uma folhinha da ponta do ramo e colocá-la sobre a lâmina. Pingar uma gota de água sobre a folhinha e, com o pincel, esticá-la bem, com cuidado para não dobrá-la. Cobrir a folhinha com a lamínula.

Colocar a lâmina no microscópio e observar. Primeiro, com a objetiva de menor aumento, depois, com a de maior aumento.



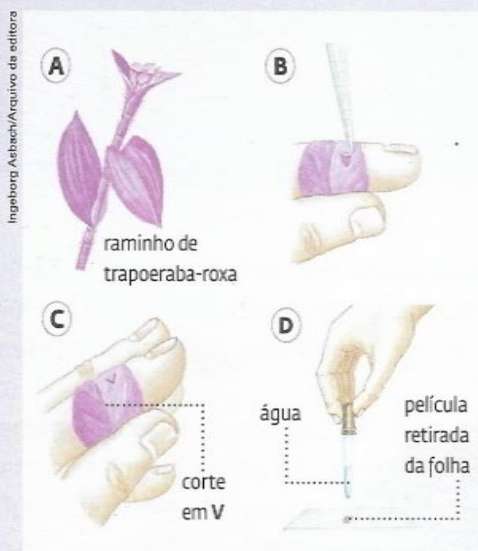
Figura 2- Imagem de atividade prática em livro de ciências, 8º ano (BARROS & PAULINO, 2015, p.48 - 49). Continua.

v. Trabalhe esta ideia

Desenhe o que foi observado.
Que partes da célula o grupo distinguiu?

Procedimentos com a trapoeraba-roxa: o professor vai enrolar no dedo indicador uma folhinha da planta com a parte mais escura (parte de baixo da folha) virada para cima e segurá-la com o polegar. Na superfície da folha fará um pequeno corte em V. Usando a pinça, a partir desse corte, vai retirar cuidadosamente uma película da folha. Colocará a película obtida sobre a lâmina, pingará uma ou duas gotas de água sobre ela e, com o pincel, vai esticá-la bem.

Finalmente, vai cobrir o material com a lamínula. Em seguida, cada aluno deverá observar o material ao microscópio.



Ingeborg Asbach/Arquivo da editora

vi. Trabalhe esta ideia

Desenhe o que foi observado.
Que partes da célula o grupo conseguiu distinguir?

II – MODELO DE CÉLULAS

Material: massa de modelar de cores diversas; uma forma para bolos (retangular ou circular, dependendo da célula escolhida); vários desenhos de cortes mostrando a estrutura interna de células animais e vegetais.

Procedimentos: escolher uma célula, animal ou vegetal, para representar. Ver, por exemplo, os modelos de célula animal e vegetal na página 19. O fundo da forma para bolos será a base para a confecção do citoplasma e, portanto, ela deverá ter o formato adequado à célula escolhida. O tamanho da célula corresponderá ao tamanho da forma.

Com base nos desenhos e usando criatividade para escolher as cores, modelar primeiramente as diversas organelas: vacúolos, mitocôndrias, ribossomos, cloroplastos, lisossomos, etc. Procurar respeitar o que vê no desenho, modelando as organelas em dimensões proporcionais. Modelar o núcleo da célula. Com a massa de modelar, forrar o fundo da forma, produzindo um citoplasma para as organelas de sua célula. Encaixá-las nos devidos lugares. Não se esquecer de modelar estruturas para representar o retículo endoplasmático.

Finalmente, colocar massa de modelar forrando as laterais da forma para representar a membrana plasmática e, se for o caso, em cor diferente, também a parede celular.

ATENÇÃO!

Somente o professor deverá usar o estilete para preparar as lâminas a serem estudadas ao microscópio.

Ao perguntar aos estudantes, “o que aconteceu” a partir das observações, percebe-se a ideia de que há uma maneira, inequívoca, de determinar teoricamente sobre o que apontam os resultados. Os estudantes então são induzidos à descrição do fenômeno envolvido na atividade (processo de osmose, para dar um exemplo), por meio de procedimentos e técnicas predeterminadas, as quais possibilitam a observação do fenômeno que se deseja investigar. Nota-se, nos exemplos de atividades acima apresentados, que a conclusão sobressai à realidade particular (os metais, a planta no vaso, aparência das células da cebola presentes na amostra observada, entre outros).

Nesse sentido, ao discorrer sobre aspectos que envolvem a observação, tanto no campo científico, quanto no ensino, Fourez (2002) comenta que até mesmo o empirismo carrega consigo fundamentos teóricos que norteiam as observações dos fenômenos que se deseja investigar. Segundo o autor, tal afirmativa “aborrece o experimentador que acha que é correto que, em certos momentos, a distinção entre o empírico e o teórico lhe permite testar uma teoria (por exemplo, quando mede a temperatura de ebulição de um líquido)” (p.50). E continua

“[...] A partir do momento em que ultrapassarmos uma certa ingenuidade, damos-nos conta de que a célula não é simplesmente manifestada pelo microscópio, sem mais. Se fosse assim, perguntar-nos-íamos porque é tão frequente que os estudantes perguntem aos professores: ‘Como é que se deve olhar para *ver* a célula?’. Indicam assim que, para ver a célula, é preciso olhar de uma certa maneira, com uma grelha de interpretações que nem sempre é evidente. Aliás se a célula fosse tão evidente dada na observação, perguntar-nos-íamos também porque é que foi necessário tanto tempo entre a descoberta do microscópio e a voga do modelo celular. Manifestadamente, não se viram células senão no momento em que, de acordo com um estado das interpretações teóricas, foi interessante considerar o mundo dessa maneira” (p.51).

O critério da indução, também está presente em outra corrente de pensamento, o *positivismo*, que também utiliza-se da dedução. É no conjunto desses dois argumentos (indutivo e dedutivo) que a concepção positivista da ciência fundamenta seu método. A concepção positivista da ciência, ou em outras palavras, o empirismo exacerbado, se reflete no âmbito do ensino de ciências através de processos didático-metodológicos, que em muito se assemelham à maneira de pensar a construção de conhecimento científico trazida pelo *método científico*, que será discutido mais adiante.

Sob a influência do empirismo britânico e de aspectos metodológicos do racionalismo cartesiano, o francês Augusto Comte (1798-1857) propôs uma nova filosofia da ciência, fundamentada no “raciocínio indutivo, lógico e matemático” (ALMEIDA, 2011, p.64).

Este novo modo de pensamento ficou conhecido como “o modo de pensamento positivo” (NOUVEL, 2013, p. 145) em oposição aos pensamentos teológicos e metafísicos (embora reconhecesse a existência dos mesmos) que apelavam para abstrações no intuito de alcançar a *verdade*, e assim explicar a *realidade* (ALMEIDA, 2011; LIMA 2011; NOUVEL, 2013). Tal posição oposta à metafísica “é, sem dúvida, o traço mais pronunciado e mais identificável do positivismo” (NOUVEL, 2013, p. 147), pois se trata de um pensamento que tem na objetividade seu principal fundamento.

De acordo com Almeida (2011), a concepção *positivista* da ciência tem no fenomenalismo a contribuição que necessita para fundamentar seu método e comenta que :

“o positivismo considera que o único conhecimento verdadeiro é aquele provado pela experiência, isto é, aquele que é observado e apreendido pelos sentidos, articulado com a razão na busca de estabelecer as leis naturais invariáveis dos fenômenos. O positivismo tem como tese fundamental a impossibilidade humana em conhecer as

causas geradoras dos fenômenos [...] se dedicando à observação e à experimentação” (ALMEIDA, 2011, p.64).

Dessa forma, o positivismo renuncia às investigações de caráter “inacessível”, pertencentes ao campo do pensamento teológico e ao modo de pensamento metafísico, com o intuito de constituir leis universais que dominam os fenômenos.

Para tanto, a concepção positivista materializa suas premissas baseando-se no princípio de *causalidade linear*, um pensamento voltado para a relação de causa e efeito, cujo princípio “é a asseveração de que todo e qualquer evento pode ser causalmente explicado, de que pode ser dedutivamente previsto” (Popper, 2007, p.63).

De acordo com Almeida (2011), o princípio da *causalidade linear*, característica marcante do pensamento positivista é percebido, por exemplo, quando “constata-se que X é a causa de Y, que ao mesmo tempo, é efeito de X e a causa de Z. Assim, cada efeito corresponde a uma única causa e cada causa corresponde a um único efeito” (p.65). Dessa forma, a concepção positivista da ciência admite que é por meio da combinação entre leis universais e enunciados particulares que se fará possível oferecer uma *explicação causal* dos acontecimentos, sendo ainda considerada como um empirismo extremo, ao passo que suas teorias justificam-se e podem ser verificadas por meio da observação dos fenômenos e por serem consideradas “como tendo significado apenas onde elas possam ser assim derivadas” (IBIDEM, p. 20). Ao considerarmos o papel argumentativo que permeiam as evidências científicas, um adendo para tratar da *explicação* e *hipótese* se faz relevante, pois correspondem a termos bastante utilizados quando se trata de *ciência*.

De acordo com Custódio et al (2011), a explicação científica vem em resposta a uma pergunta do tipo “por que”, e que somente de posse de certa “estrutura teórica” é que se faz possível responder esse tipo de pergunta. Entretanto, aponta diferentes entendimentos acerca da explicação no campo das ciências. Traz, por exemplo, a ideia de que os fenômenos naturais podem ser explicados a partir de estruturas lógicas que, de acordo com o autor, refletem “os pensamentos dos filósofos Popper (1985) e Hempel (1970, 1979)” (p. 118), apresentando o modelo *monológico-dedutivo* (N-D)², onde a explicação é entendida como um argumento

[...] no qual a conclusão (E) é uma descrição do fenômeno a ser explicado, o *explanandum*, e cujas premissas, que formam o chamado *explanans*, são de dois tipos: (a) aquelas que descrevem determinados fatos particulares (C) relacionado como fenômeno a ser explicado, e (b) aquelas que descrevem regularidades da natureza, expressas por meio de leis gerais (L). O argumento, isto é, a explicação, é uma resposta a uma questão por quê?” (p. 181-182).

Um exemplo de como pode representado tal modelo, logicamente estruturado, também é apresentado pelos autores

“[...]Se observarmos um feixe de luz mudando de direção quando passa do ar para o vidro, perguntamos: por que *esse feixe de luz mudou de direção*? Uma explicação do tipo N-D para esta questão seria:
O feixe de luz mudou de propagação para outro (C)
Sempre que a luz muda de um meio de propagação para outro muda à direção de propagação (L)
Portanto, esse feixe de luz mudou a direção de propagação (E)” (p.182).

Tal modelo sofre críticas, pois ao considerar a explicação do ponto de vista lógico, essa se resumiria à demonstração, “pois nada de novo aparece além daquilo contido no sistema prévio de idéias” (CUSTÓDIO, et al, 2011, p.182). Nessa perspectiva, Ao citar Cupani e Pietrocola (2002, p. 120), Custódio et al (Ibidem) traz que “[...] *uma explicação se constitui ao recorrermos, para um dado explicandum, a suposições e hipóteses não presentes nele próprio e das quais pode ser derivado*”(p. 130).

De acordo com Lira (2010), a explicação no ensino de ciências pode ser compreendida como “uma atividade verbal metacognitiva, construída dialogicamente, que tem como propósito evidenciar um conhecimento científico” (p.11). A explicação no ensino de ciências diz respeito às relações que são estabelecidas entre o fenômeno investigado e o conhecimento que se tem dele, de maneira a torná-la compreensível em situações onde tais fenômenos estejam assim envolvidos.

No que se refere à hipótese, esta é apontada por Nunes & Motokane (2015), citando Lakatos & Marconi (2003), como sendo “um enunciado geral de relações entre variáveis (fatos ou fenômenos) [...] pode apresentar um caráter explicativo ou preditivo” (p.2). Tal enunciado é passível de ser verificado de maneira empírica, comprovado ou refutado, podendo surgir uma outra hipótese. Dessa maneira “o levantamento de hipótese está vinculado à elaboração de estratégias para coleta e análise de dados e consequentemente a resolução de uma situação problema” (p.5). Estes são aspectos que envolvem a própria cultura científica que, de acordo com Carvalho (2018), podem ser refletidos no âmbito do ensino de ciências como o “início do raciocínio hipotético-dedutivo (se, então, portanto)” (p.776).

A partir do entendimento acerca da explicação e do levantamento de hipótese, tanto no âmbito científico, quanto do ensino, retornemos aos aspectos conferidos ao *método científico*, o qual apresenta um modo peculiar para fundamentar sua argumentação.

Referindo-se ao livro de autoria do médico Claude Bernard (1813-1878), intitulado: *Introdução ao estudo da medicina experimental*, Fourez (2002) traz de maneira simplificada, o que considera ser a representação clássica do *método científico* na obra do então médico francês:

“As ciências partem da observação fiel da realidade. Depois, a partir dessa observação, extraem-se leis. Essas leis são então sujeitas a verificações experimentais, e deste modo, provadas. As leis provadas são finalmente compiladas em teorias que descrevem a realidade” (p. 33). O autor ainda traz um exemplo esquemático dessa representação do que vem a ser o *método científico*, conforme Figura 3.

O esquema da representação mais espontânea (porque socialmente condicionada) dos métodos científicos:

- «observação» «fiel» da «realidade»;
- «dedução» ou «hipóteses», em relação às «leis»;
- «verificações» experimentais;
- «provas»;
- construções de «teorias».

Figura 3 - Esquema de representação do método científico segundo Fourez (2002, p. 33).

As ideias do pensamento positivista exercem influência no ensino de ciências na atualidade, por meio de atividades fundamentadas no *método científico* (SANTOS, et al, 2015). Por exemplo, ao considerarmos o conteúdo trazido anteriormente (metais), solicita-se aos estudantes que observem um pedaço de alumínio ao conduzir eletricidade. Em seguida os estudantes irão buscar a lei que guia tal fenômeno (condutibilidade elétrica em metais), onde é dado que o alumínio é um metal (particularidade), para dar outro exemplo. Os estudantes então, por indução, concluem que os metais são condutores elétricos, chegando assim a resultados generalistas. Em seguida, a partir da ideia geral (metais são condutores elétricos), os estudantes observarão desta vez a condução elétrica em um pedaço de cobre (cobre, ou outro metal). Para a conclusão da atividade, os estudantes, a partir da lógica dedutiva, inferem, partindo da ideia geral (metais conduzem eletricidade) e observação particularizada (pedaço de cobre), que o cobre é um condutor elétrico.

Observa-se na proposta de atividade acima que, tanto o critério da indução quanto da dedução, estão presentes no *Método Científico*, dado às influências do racionalismo e do empirismo modernos. A prova e a contraprova se manifestam na observação dos fenômenos a partir da verificação, possibilitada pela manipulação de variáveis (tipo de metal, por exemplo), que atestam a veracidade do procedimento, como um exercício que, em si, dá certezas, de maneira cíclica não há possibilidade para previsões e explicações diferentes das pré-estabelecidas.

Nesse sentido, o *método científico* pode ser compreendido por dois caminhos: o lógico e o da experiência (CHALMERS, 1997). Um esquema de como o argumento indutivo e dedutivo funcionam no *método* é apresentado por Chalmers (op.cit), conforme Figura 4.

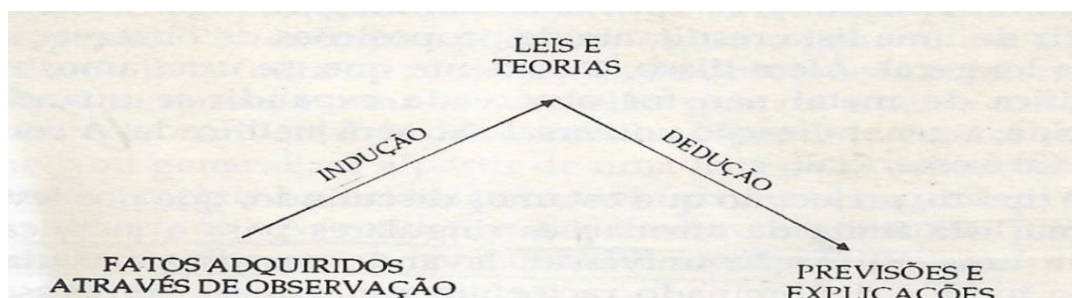


Figura 4 - Esquema do argumento utilizado pelo *método científico*, de acordo com Chalmers (1997, p.28).

Em meados do Século XX, as ciências empíricas foram criticadas por alguns estudiosos, justamente “porque caracterizam-se pelo fato de empregarem os chamados métodos indutivos” (Popper, 2007, p. 27). De acordo com Popper (2007), não é possível justificar a inferência dada ao que é universalizado a partir de axiomas particulares, singulares.

A esse respeito, Popper (op. cit.) ainda comenta que “qualquer informação colhida desse modo sempre pode revelar-se falsa: independentemente de quantos casos de cisnes brancos possamos observar, isso não justifica a conclusão de que todos os cisnes são brancos” (p.28).

Essas questões que envolvem a maneira como a indução justifica suas inferências, e sob quais condições isso acontece, ficaram conhecidas como *o problema da indução*, tema amplamente discutido por estudiosos na pós-modernidade (CHALMERS, 1997; FOUREZ, 2002; NOUVEL, 2013; POPPER, 2007).

Em oposição ao positivismo, e tecendo críticas ao raciocínio indutivista, Karl Popper (1902 - 1994) propõe que o critério de que a *demarcação* entre a ciência e a não ciência deve levar em consideração a possibilidade de julgamento dos enunciados das ciências empíricas, admitindo que tais enunciados “devem ser suscetíveis de serem, afinal, julgados com respeito à sua verdade e falsidade” (Popper, 2007, p. 41). Para o autor, as teorias que inferem verdades a partir de enunciados particulares, singulares e “verificados por experiência são logicamente inadmissíveis” (Popper, 2007, p.42), e portanto não verificáveis.

Assim, Popper (op. cit.) propôs um método cujo fundamento principal é o princípio da *falseabilidade ou refutabilidade*, que de acordo com Almeida (2011)

[...] substitui o método científico proposto por Bacon, pelo método hipotético-dedutivo, que parte de um problema, isto é nova teoria; dedução a partir da teoria; testes de refutabilidade e escolhas entre teorias rivais. Assim estabelece o critério de que para ser científica uma teoria precisa ser falsificável, o que significa testar a teoria em novas situações empíricas e se uma das situações a contradiz ela pode ser desprezada” (p.70).

Dessa maneira, o método proposto por Popper para solucionar *o problema da indução*, rompe com a estabilidade dos enunciados absolutos da ciência num movimento capaz de negar à própria indução sua posição nuclear no método científico. Não estabelece limites à maneira de produzir hipóteses, “dissolvendo a tensão que estava instaurada entre a ciência e metafísica” (NOUVEL, 2013, p. 195), assumindo que esta última tem muito a contribuir com a formulação de hipóteses científicas.

No entanto, estudiosos apontam que há fragilidades no método proposto por Popper, considerado “inadequado em bases históricas” (CHALMERS, 1997, p.97) e que o seu critério de teste não caberia, por exemplo, à teoria da evolução de Darwin, que envolve estudos sobre hibridização, onde o “acaso” das circunstâncias influenciam na variabilidade de espécies animais e vegetais. Podendo ressurgir, a depender de uma série de fatores, uma nova geração de espécies com características semelhantes ou distintas às de suas antecessoras (BIZZO, 2008).

O princípio do falsificacionismo proposto por Popper é assim considerado por Nouvel (2013) como critério voltado à explicação da regularidade das leis da natureza e não à demarcação do que pode ser considerado conhecimento científico ou não (CHALMERS, 1997; NOUVEL, 2013). Compreender a história da ciência, ou seja, como a ciência foi produzida ao longo dos tempos, tem sido uma ferramenta importante na busca do entendimento do que é considerado conhecimento científico.

Para Nouvel (2013), a reflexão epistemológica sobre a noção de história foi introduzida por Thomas Kuhn, ao considerar que o limite entre o geocentrismo de Aristóteles e o heliocentrismo copernicano está no referencial histórico de seu tempo, bem como no meio em que cada explicação conceitual pôde ser concebida e aceita (KUHN, 1997). Nesse caso, a teoria passa a ser um paradigma científico ao servir de modelo para aquisição de conhecimento (ALMEIDA, 2011; CHALMERS, 1997; CHAUÍ, 2012; NOUVEL, 2013).

Kuhn (1997) chamou de *ciência normal* aquela que está relacionada ao trabalho de cientistas, que utilizam métodos científicos aceitos e estabelecidos, ou seja, “cuja pesquisa está baseada em paradigmas compartilhados com as mesmas regras e padrões para a prática

científica “ (p.30), o que considera lhes causar certo conforto e estabilidade, tendo em vista que tais paradigmas referem-se às Leis, Teorias, sua aplicação e instrumentação.

No entanto, quando essa normalidade é interrompida pela impossibilidade do paradigma vigente explicar um determinado fenômeno, ocorrem então *anomalias* que levam às próprias teorias a possibilidade de serem falsificáveis, tecendo assim uma crítica ao princípio do falseamento de Popper.

Nesse contexto, uma teoria só pode ser “deixada de lado” se houver outra teoria mais adequada que possa substituí-la totalmente e não devido aos critérios de contradição que permeiam as teorias científicas, o que ocasiona uma verdadeira *revolução científica* a seu próprio termo. Assim, admite-se um caráter de descontinuidade nos pressupostos das ciências, rompendo dessa forma com a ideia de *progresso científico* como sendo um passo linear e contínuo das teorias científicas.

De acordo com Filho (2003), em estudo que discute possíveis entendimentos acerca do que seria o *princípio da contradição*, afirma que do ponto vista lógico, pode ser compreendido a partir da seguinte afirmação aristotélica: “[...] o mais certo de todos os princípios é que proposições contraditórias não são simultaneamente verdadeiras” (p. 201). Chalmers (1997), apresenta alguns exemplos capazes de esclarecer sobre a noção de contradição que envolve as teorias científicas, partindo da lógica dedutiva:

“[...] *Exemplo 1*: 1. Todos os livros de filosofia são chatos. 2. Este livro é um livro de filosofia. 3. Este livro é chato. Neste argumento, (1) e (2) são as premissas e (3) é a conclusão. É evidente, suponho, que se (1) e (2) são verdadeiras, então (3) é obrigada a ser verdadeira. Não é possível para (3) ser falsa uma vez que é dado que (1) e (2) são verdadeiras. Para (1) e (2) serem verdadeiras e (3) ser falsa envolveria uma contradição [...]” (CHALMERS, 1997, p.30).

Para Chalmers (op.cit.), em sendo as premissas de uma teoria por dedução lógica verdadeiras, então sua conclusão também o será. O autor ainda apresenta outro exemplo, modificando um pouco o anterior:

“[...] *Exemplo 2*: 1. Muitos livros de filosofia são chatos. 2. Este é um livro de filosofia. 3. Este livro de filosofia é chato. Neste exemplo, (3) não segue necessariamente (1) e (2). É possível (1) e (2) serem verdadeiras e, ainda assim, (3) ser falsa. Mesmo se (1) e (2) são verdadeiras, esse livro pode ser um da minoria de livros de filosofia que não são chatos. Assegurar que (1) e (2) são verdadeiras e (3) como falsa, não envolve uma contradição. O argumento é válido” (IBIDEM, p.30).

O autor ainda apresenta um terceiro exemplo. Nele aponta que a *lógica dedutiva* (de onde parte o argumento dedutivo) é passível de ter uma de suas premissas falsas, e ainda assim ser logicamente válido.

“*Exemplo 3*: 1. Todos os gatos têm cinco patas. 2. Bugs Pussy é meu gato. 3. Bugs Pussy tem cinco patas. Essa é uma dedução perfeitamente válida. É o caso em que se

(1) e (2) são verdadeiras, então (3) deve ser verdadeira. Acontece que nesse exemplo, (1) e (3) são falsas. Mas isso não afeta o *status* do argumento como uma dedução válida. A lógica dedutiva, então, sozinha não funciona como fonte de afirmações verdadeiras sobre o mundo. A dedução está relacionada com a derivação de afirmações de outras afirmações dadas” (p.31). (Destaque do autor).

O autor ainda comenta que, na dedução, a validade de seu argumento lógico se caracteriza pelo fato de que se verdadeira sua premissa então a conclusão também deve ser verdadeira, não havendo contradição entre elas. Entretanto, ao se referir aos argumentos indutivos, afirma que estes “não são argumentos logicamente válidos” (p.37). Considerando que o princípio da indução parte da observação para construir conhecimento científico, tem-se que:

“[...] Suponhamos, por exemplo, que até hoje eu tenha observado uma grande quantidade de corvos sob uma ampla variedade de circunstâncias e tenha observado que todos eles são pretos e que, com base nisto, concluo: ‘Todos os corvos são pretos’. Esta é uma inferência indutiva perfeitamente legítima. As premissas da inferência são um grande número de proposições do tipo ‘Observou-se que o corvo x era preto no período p’ [...] Mas não há garantia lógica de que o próximo corvo que observarei não seja cor-de-rosa. Se for este o caso então a conclusão ‘Todos os corvos são pretos’ é falsa. Isto é, a indutiva inicial que era legítima na medida em que satisfazia os critérios especificados pelo princípio da indução, teria levado a uma conclusão falsa, a despeito do fato de que todas as premissas da inferência eram verdadeiras. Não há nenhuma contradição lógica em afirmar que todos os corvos observados se revelaram pretos e também que nem todos os corvos são pretos. A indução não pode ser justificada em bases lógicas” (CHALMERS, 1997, p. 37).

Nesse sentido, uma teoria científica está muito mais relacionada à noção de *aproximação da verdade* que tal teoria traz em suas premissas, do que propriamente com as contradições que possam envolvê-las, pois quando uma teoria é refutada, ou seja, quando uma de suas premissas é dada como falsa, outra mais adequada para explicar o fenômeno envolvido à substituí, devendo ser capaz de explicar todos os fatos que colaboram com a teoria superada, assim como os fatos novos que a refutaram. A antiga teoria então pode permanecer como situação limítrofe, ou seja, “sobreviver como um caso limite da nova teoria” (SILVEIRA, 1989, p. 152). E a ideia de *revolução* no campo científico, pode ser entendida a seu próprio termo, mudança completa, além disso, aspectos metafísicos são apontados como partícipes da construção do conhecimento, inclusive na promoção de tal mudança. De acordo com Silveira (1989)

“Um exemplo importante de como a metafísica inspira as teorias científicas é a revolução copernicana. Copérnico teve a idéia de colocar o Sol como centro, em vez da Terra, não devido à novas observações astronômicas, mas sim a uma interpretação dos fatos à luz de concepções semi-religiosas, neoplatônicas. Para os platônicos e neoplatônicos o Sol era o astro mais importante e por isso não poderia girar em torno da Terra, esta é que deveria girar em torno do Sol. Kepler foi um seguidor de Copérnico e, assim como Platão, estava imerso em ensinamentos astrológicos. Kepler procurava descobrir a lei aritmética que subjacente à estrutura do mundo (misticismo numerológico dos pitagóricos), que daria entre outras coisas os raios das órbitas

circulares planetárias. Ele nunca encontrou o que procurava, não descobriu, nos dados de Thycho Brahe, a desejada confirmação da crença que Marte giraria em torno do Sol em movimento circular uniforme. Os dados de Thycho Brahe levam-no a refutar a hipótese de órbita circular [...]” (p. 156).

Ainda de acordo com Silveira (Ibidem), ao adotar a hipótese de elíptica, Kepler então percebeu que as observações astronômicas ajustavam-se à nova hipótese apenas se admitisse que não há deslocamento de Marte em velocidade constante. Mesmo com “inspiração metafísica”, Kepler aceitou os fatos como propulsores da teoria, e então formulou uma teoria nova.

Nessa mesma perspectiva, encontramos no pensamento de Gaston Bachelard (1884 - 1962) a defesa de *um pluralismo filosófico* na maneira como devem ser concebidos os fundamentos das ciências empíricas, se afastando completamente da ideia de que o conhecimento científico pode ser explicado em uníssono, ao contrário, ele não passa de uma construção humana que depende de um sujeito que observa.

Dando continuidade a algumas das linhas de pensamento que constituem os aspectos epistemológicos da ciência na pós-modernidade, seguiremos com a ideia de que os mesmos procuram explicar o conhecimento científico como uma construção humana que só é possível graças à “relação entre o conhecimento do sujeito com a *realidade*” (ALMEIDA, 2011, p. 69), tal pensamento é considerado um pensamento construtivista de ciência.

Ainda de acordo com Almeida (op.cit.) combinando procedimentos herdados do racionalismo e do empirismo, associados a um terceiro, que parte da “ideia de conhecimento aproximativo e corrigível” (CHAUÍ, 2012. p. 278) surge a concepção construtivista da ciência, que considera a própria ciência como a construção de modelos explicativos para a realidade e não uma representação da mesma. Quando um cientista idealiza um experimento, ele, em geral, está guiado por conhecimentos, seleciona variáveis que acreditam possam estar envolvidos no fenômeno. Assim, ele faz um recorte do fenômeno para entendê-lo.

Com sua aparição no Século XX, o construtivismo admite que o papel da experiência está na representação de uma verdade aproximada que pode ser modificada ou abandonada por outra mais adequada aos fenômenos. De acordo com Chauí (2012), na visão construtivista o objeto é concebido como sendo uma

“[...] construção lógico-intelectual e uma construção experimental feita em laboratório, o cientista não espera que seu trabalho apresente a realidade em si mesma, mas ofereça estruturas e modelos de funcionamento da realidade, explicando os fenômenos observados” (p. 278).

Assim, julgamos pertinente comentar que o uso do laboratório na construção de conhecimento sobre determinado objeto de investigação ganha importância especial nas

ciências a partir do Século XIX, sendo considerado como uma verdadeira “invenção cultural”, por fazer parte da prática manual dos cientistas e ser responsável pela universalização dos métodos de verificação das ciências (FOUREZ, 2002).

O construtivismo admite que o conhecimento não é dado como pronto, ele é uma construção a partir da interação entre o sujeito e o objeto. Nele essa interação só é possível através da coerência entre os pressupostos da teoria e as estruturas dos modelos dos objetos construídos a partir da observação e dos experimentos.

Foi na Psicologia que o termo *construtivismo* surgiu, sob influência dos estudos de Jean Piaget (1896-1930), ao assumir que o sujeito tem importância fundamental na construção de sua formação cognitiva, num movimento que vai desde o nascimento até idade adulta, sendo amplamente debatido na área educacional, ao passo que não admite a reprodução de respostas prontas, ou seja, já conhecidas e esperadas, mas sobretudo a construção de novas respostas para os problemas que surgem (ALMEIDA, 2011).

De acordo com Mortimer (1996), o construtivismo no âmbito educacional apresenta duas características, que lhe parece serem compartilhadas entre estudiosos no assunto, são elas: “1) a aprendizagem se dá através do ativo envolvimento do aprendiz na construção do conhecimento; 2) as idéias prévias dos estudantes desempenham um papel importante no processo de aprendizagem” (p.32).

De acordo com o autor, na visão construtivista de aprendizagem, um modelo é apresentado como aquele capaz de possibilitar uma *mudança conceitual* dos estudantes, onde suas ideias espontâneas, conhecimentos prévios, também chamados de *ideias alternativas*, são acionados e substituídos por conceitos científicos, e que a utilização, ou não, desses novos conceitos estão a depender do contexto em que são requeridos pelos estudantes em seu cotidiano. Aponta que há diferentes entendimentos por parte de pesquisadores que investigam modelos de ensino baseados na visão construtivista, uma delas é que o construtivismo manteria fundamentos do empirismo. Ao citar Millar (1989, p.589), o autor ainda apresenta que para este, “um modelo construtivista de aprendizagem não tem como consequência lógica um modelo construtivista de instrução”.

“[...] O fato da aprendizagem ser um produto da interação entre concepções pré-existentes e novas experiências, não implica, necessariamente, que as estratégias de ensino baseadas nesse modelo tenham que apresentar os mesmos passos no processo de instrução: explicar as idéias, clareá-las através de trocas e discussões em grupos, promover situações de conflito e construção de novas idéias, e, finalmente, efetuar a revisão do progresso no conhecimento, através da comparação entre as idéias prévias e as recém-construídas” (MILLAR, 1989, *apud*, MORTIMER, 1996, P. 22-23).

Nessa direção, Mortimer (1996) aponta um tipo de proposta de ensino, ancorada em aspectos construtivistas, que “tentam simplesmente ampliar os conhecimentos que os estudantes já possuem dos fenômenos ou organizar o pensamento de senso-comum dos alunos” (p.24). Dessa maneira o autor ainda comenta que

“[...] Além disso, nos casos em que as idéias alternativas são claramente antagônicas ou conflitantes com os conceitos científicos, recorre-se aos chamados ‘experimentos cruciais’ na tentativa de criar uma insatisfação com as idéias prévias e favorecer a construção do conhecimento científico [...] muitas vezes esse processo não resulta na construção de conceitos científicos, mas na reafirmação do pensamento de senso-comum. A prática de sala de aula contribui para o aumento da consciência do estudante sobre suas concepções mas não consegue dar o salto esperado em direção aos conceitos científicos [...] aprender ciências envolve um processo de socialização das práticas da comunidade científica e de suas formas particulares de pensar e de ver o mundo, em última análise, um processo de ‘enculturação’. Sem as representações simbólicas próprias da cultura científica, o estudante muitas vezes se mostra incapaz de perceber, nos fenômenos, aquilo que o professor deseja que ele perceba” (p.24).

Em contrapartida, trabalhos recentes sobre ensino investigativo no ensino de ciências (considere-se que o sentido dado à *investigação* no ensino de ciências passou por algumas fases ao longo do tempo, podendo ser compreendida sob perspectivas epistemológicas diferentes), têm revelado esforços por parte de pesquisadores e professores para elaboração e aplicação de propostas metodológicas que venham a fomentar uma maior liberdade intelectual à estudantes durante o processo de ensino e aprendizagem em ciências.

À exemplo, Carvalho (2018) apresenta uma proposta metodológica de atividade realizada com estudantes do Ensino Fundamental I (Anos Iniciais), e que consideramos condizentes com uma visão construtivista da aprendizagem, capaz de mobilizar a participação dos estudantes, não apenas de maneira psicomotora, mas também cognitiva. Tal proposta metodológica para o desenvolvimento de *atividades investigativas experimentais* apresentada pela autora, está relacionada ao conteúdo físico, que chamou de *Conhecimento Físico*. Apresenta-se em cinco momentos, conforme Quadro 1.

PROPOSTA METODOLÓGICA	DESDOBRAMENTO
MOMENTO 1-Distribuição do material experimental para os alunos reunidos em grupos pequenos (4 a 5 alunos). O professor propõe o problema e verifica se todos entenderam a questão proposta;	Os alunos iniciam, nos grupos, os diálogos entre os alunos com a finalidade de resolver o problema com o material experimental dado.
MOMENTO 2-Tendo os alunos resolvido o problema experimentalmente, o professor recolhe o material experimental, dissolve os grupos pequenos formando um grande círculo de tal forma que todos se vejam. A pergunta fundamental nessa etapa é: “como vocês fizeram para resolver o problema?”;	Procurando responder essa questão, os alunos vão passando da ação manipulativa à ação intelectual.

MOMENTO 3-[...] depois de os alunos responderem como fizeram para resolver o problema, a outra pergunta chave é: “por que deu certo?”;	Essa questão deve levar os alunos a buscar a causalidade física, iniciando a construção dos conceitos. É bastante provável que, no início da interação entre alunos e entre alunos e professor, este precise auxiliar na construção do conceito, não expondo o mesmo, mas com perguntas que levem os alunos a argumentar.
MOMENTO 4-Na sequência, a pergunta principal para os alunos é: “aonde vocês vêm isso em nosso dia a dia?”;	Ao procurar responder essa questão, os alunos buscam aplicar em seu cotidiano o conceito ou as relações que acabaram de construir.
MOMENTO 5-No final, é tempo de escrever. O professor deve solicitar aos alunos que escrevam e desenhem o que aprenderam.	Essa etapa é individual, de tal modo que os alunos possam se expressar livremente por meio da escrita e do desenho.

Quadro 1 - Proposta metodológica para realização de atividade experimental investigativa. Extraído de Carvalho (2018, p.77).

Embora o ensino de ciências esteja relacionado à aproximação dos estudantes com aspectos que envolvem a atividade científica, a ciência do cientista e a ciência da escola têm perspectivas diferentes. Criatividade (COPIANI, 2015), imaginação (ANTUNES, *et al*, 2017), argumentação (SANTOS, 2018), leitura e escrita (CARVALHO, 2018), uso de experimentos (LIMA, 2015), entre outros, são objetivos a serem incorporados no ensino de ciências, dado fazer parte da cultura científica. Nesse sentido, a aproximação da ciência da escola com a ciência dos cientistas não se limita à restrição do ensino como repetição de experimentos, método, mas objetiva a compreensão de que se trata de uma cultura.

Assim, diante desse panorama filosófico a respeito da maneira como podem ser explicados e compreendidos, tanto os fenômenos naturais quanto a construção de saberes sobre estes, percebemos que desde a antiguidade estas são questões que permeiam o pensamento humano e se materializam à medida que são aceitas por uma comunidade que as assume como verdade, podendo não mais sê-lo, graças ao caráter temporal e mutável de suas premissas.

Percebe-se nesse panorama acima descrito que o entendimento sobre o que é e como se faz ciência é controverso, apesar de predominar ao longo dos tempos a ideia que fazer ciência envolve experimentação em laboratório, recorrendo-se à inferências sobre os fenômenos observados, a fim de construir explicações sobre eles, o que é refletido em propostas metodológicas para o ensino de ciências em dias atuais.

2.2 AS ATIVIDADES PRÁTICAS EXPERIMENTAIS: CONCEITO E IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Os pressupostos que envolvem o conhecimento científico no âmbito do ensino não se apresentam somente nos conteúdos, “mas também na própria metodologia dos processos

didáticos” (SEVERINO, 2009, p. 29), cujas premissas são capazes de indiciar qual concepção de Natureza da Ciência (NdC) se faz presente nas orientações para o ensino, pois refletem a maneira como a construção dos saberes científicos é entendida e pode ser explicada. Dentre os processos metodológicos no ensino de ciências estão as atividades práticas, cuja importância é reconhecida por professores e estudiosos da área (BASSOLI, 2014; OLIVEIRA, 2010; LEITE, 2001).

As atividades práticas podem ser consideradas todas as atividades que requerem o envolvimento ativo do aluno (ANDRADE & MASSABNI, 2011), seja “de tipo psicomotor, cognitivo ou afetivo” (LEITE, 2001, p.78), através de atividades experimentais, pesquisa na internet, entrevistas, entre outros. Entretanto, “as possibilidades de aprendizagem proporcionadas pelas atividades práticas dependem de como estas são propostas e desenvolvidas” (BASSOLI, 2014, p.586), podendo refletir, ou não, concepções equivocadas sobre a NdC (AZEVEDO & SCARPA, 2017; BASSOLI, 2014; GIL-PÉREZ, 2001).

De acordo Bassoli (2014), a importância dada às atividades práticas no ensino de ciências advém, “sobretudo, de uma concepção empírica sobre a ciência e seus métodos, atribuindo a esta um caráter eminentemente prático” (p.580).

Um exemplo dessa concepção empirista da ciência pode ser encontrada, principalmente, quando o ensino de ciências tem como esteio a *práxis* de transmitir conceitos, onde os alunos se ocupam apenas com a repetição e memorização de definições “não tendo oportunidades de conhecer, compreender e refletir sobre o processo de produção do conhecimento científico” (AZEVEDO & SCARPA, 2017, p. 580). Universaliza o conhecimento adquirido, não dando espaço para o individual (LIMA & TEIXEIRA, 2011). Portanto, práticas em sala de aula com características marcantes do pensamento positivista, amplamente criticado na literatura por estudiosos contemporâneos (CHALMERS, 1997; FOUREZ, 2002; KUHN, 1997; POPPER, 2013).

Nessa mesma direção, Lima (2015) constata diferentes entendimentos acerca das atividades práticas por parte de pesquisadores da área do ensino de ciências, indo de práticas “que se esgotam em si mesmas, assumindo um caráter puramente empirista” (VENDRUSCOLO, 2008, *apud*, LIMA, 2015, p. 35), até a atribuição ao conceito de experimento, no âmbito do ensino, “semelhante significado e amplitude de ação de procedimentos e técnicas aos que são atribuídos às pesquisas em instâncias científicas” (p.2).

Desse modo, Lima (op. cit) diferencia *pesquisa experimental* e *experimentação*. A primeira visa construir conhecimentos novos, os quais a própria ciência ainda desconhece. A segunda, busca trabalhar algo já conhecido no campo científico e que no contexto escolar é

desconhecido aos estudantes. O autor delimita o entendimento sobre a experimentação, com o qual concordamos:

“[...] não entenderemos por experimentação as propostas de atividades práticas que se restringem a replicar procedimentos de um experimento, sem que este envolva o participante na discussão e nos questionamentos sobre o conhecimento científico em questão. Reconhecemos que houve sim a exploração e/ou exposição de etapas e/ou procedimentos de um experimento já realizado, estabelecido e consolidado pela ciência, aplicado para o ensino como proposta de atividade prática para o estudante desenvolver técnicas e constatar informações teóricas anteriormente discutidas sobre o fenômeno, sustentadas em verdades científicas. E se, nessas condições, a atividade prática não mobiliza o estudante a discutir e elaborar explicações sobre o fenômeno experimentado, diremos que ele executou um experimento, mas não realizou uma experimentação” (LIMA, 2015, p.32).

Nesse sentido, as atividades que propõem o uso de experimentos no ensino de ciências estão situadas num amplo contexto, podendo se limitar à práticas que buscam apenas a constatação, com o intuito de “verificar a validade de determinadas previsões teóricas” (ARAÚJO & ABIB, 2003, *apud*, LIMA & TEIXEIRA, 2011), não possibilitando a quem participa o envolvimento com resultados e previsões diferentes das pré-estabelecidas em roteiros, apenas comprovar *verdades*, impostas aos estudantes através de tais guias, numa perspectiva demonstrativa e/ou comprobatória.

As atividades práticas experimentais demonstrativas são realizadas pelo professor, seja para dar início a uma discussão, ou aula expositiva, onde os estudantes assistem as demonstrações sem intervirem (CAMPOS E NIGRO, 1999, *apud*, BASSOLI, 2014; KRASILCHIK, 2008). Utilizam-se de roteiros com etapas predefinidas, apenas para a observação dos procedimentos, das manipulações e resultados, sem que haja a interferência dos demais participantes no experimento (LIMA, 2015).

Para Trivelato e Silva (2011), mesmo as atividades que são desenvolvidas pelo professor, permitem que o aluno tenha “maior contato com os fenômenos já conhecidos e com equipamentos, instrumentos, fenômenos e até seres vivos” (CAMPOS E NIGRO, 1999, *apud*, TRIVELLATO E SILVA, 2015, p.72).

Entretanto, as atividades práticas que se propõem apenas a demonstrar e/ou comprovar verdades estabelecidas universalmente não são capazes de “estimular o aluno a despertar compreensões diversas sobre os fenômenos naturais, muito menos rediscutir sua experiência a determinados acontecimentos de sua vida e de seu contexto” (LIMA & TEIXEIRA, 2011, p.6).

Considerando que as atividades experimentais no ensino de ciências buscam trabalhar o conhecimento científico desconhecido pelos estudantes, mas conhecido para a própria

ciência, Lima (2015), citando Abbragnano (1998), apresenta uma definição de experimento que considera mais geral, compreendido “como um acontecimento que diz respeito à busca de réplicas de fatos naturais que só acontecem quando intervém nossa ação, com planejamentos e orientações metodológicas para as observações e considerações de quem experimenta” (p. 28).

Os tipos de experimentos apontados por Lima (op cit), cujas classificações estão presentes em sua pesquisa, que reuniu os contextos onde essas atividades práticas foram referenciados nos trabalhos que analisou, estão descritas no Quadro 2, e sob as quais nos apoiamos, a saber: *Experimento Investigativo*; *Experimento Demonstrativo Dialogado*; *Experimento Demonstrativo Comprobatório*, e; *Experimento como Atividade Comprobatória*.

TIPO DE EXPERIMENTO	CARACTERÍSTICAS
Experimento Investigativo	• Problematisa situações; • Considera possíveis respostas, sem roteiro predefinido e rigoroso, e sem resultados predeterminados; • Oportuniza a vivência de uma experimentação; • Comumente em grupo, definem-se hipóteses, elaboram-se questionamentos e aplicam-se métodos.
Experimento Demonstrativo Dialogado	• Coordenado por uma pessoa (geralmente o professor) ou grupo; • Possibilidade de interferência verbalizada dos demais participantes nos procedimentos e nas etapas da manipulação.
Experimento Demonstrativo Comprobatório	• Realizado por uma pessoa, comumente o professor; • Guiado por roteiros com percursos predefinidos para observação dos procedimentos, manipulações e resultados do experimento pelos demais participantes, sem sua interferência.
Experimento como Atividade Comprobatória	• Retrata um fragmento, uma etapa específica ou acontecimento de um experimento, para que os demais observem e confirmem seus resultados. Comumente se refere às partes ou etapas de um experimento que deu certo.

Quadro 2– Tipos de experimentos e suas características. Adaptado de Lima (2015 , p. 33).

As *atividades experimentais comprobatórias* são um tipo de atividade capaz de possibilitar certa participação dos estudantes na manipulação do experimento, mesmo seguindo um roteiro predefinido para a execução do procedimento e suas etapas, com o intuito de confirmar o que antes já havia sido discutido na teoria, ou até mesmo antecipando-a, não

sendo possível a obtenção de resultados diferentes do que já foi estabelecido previamente (LIMA & TEIXEIRA, 2011).

Atividades práticas que envolvem o uso de experimentos com a finalidade apenas de comprovação, são apontadas por Lima (2015) como aqueles tipos de atividades que “pouco ou nada oportunizam identificar as supostas variáveis que o experimento em princípio envolveria, não mobilizam nos alunos a elaboração de hipóteses ou mesmo entendimentos que norteariam as atividades” (p.33).

Pesquisas recentes na área de ensino de ciências apontam para atividades práticas cujos aspectos didático-metodológicos estão voltados para uma perspectiva problematizadora, capaz de permitir ao estudante compreender a cultura científica e desenvolver habilidades metacognitivas, ao passo que “o produto do conhecimento científico é uma atividade essencialmente humana que se manifesta pela constante interação do pensar, sentir e fazer dos fenômenos da natureza” (LIMA & TEIXEIRA, 2011, p. 7).

A problematização é considerada norteadora de práticas que têm como foco a perspectiva investigativa no ensino de ciências, e requer uma grande participação dos estudantes durante sua realização, onde o cerne da ação está na resolução de um problema de interesse do aluno, apontado tanto pelo professor quanto pelo próprio aprendiz, inclusive com experimentos sendo vivenciados (LIMA & TEIXEIRA, 2014). Embora haja diferentes entendimentos na literatura sobre o que vem a ser o ensino com base na investigação, o caráter problematizador das atividades investigativas é consensual entre alguns pesquisadores na área (BASSOLI, 2014; LIMA & TEIXEIRA; ZOMPERO & LABURÚ, 2011).

Em estudo que trata dos aspectos que podem ser considerados como investigativos no ensino de ciências, Zompero & Laburu (2011), apontam que o ensino por investigação passou por mudanças em função de demandas, tanto no âmbito político, bem como econômico e social ao longo da história. Motivadas pelo lançamento do Satélite Sputnik, pela então União Soviética, as reformas na educação científica ocorridas nos anos 50 e 70 objetivavam a formação de jovens cientistas, “para garantir a segurança dos americanos” (ZOMPERO & LABURU, 2011, p. 72) sob o patrocínio da “National Science Foundation (NSF), dos Estados Unidos, e Fundação Nuffield, do Reino Unido (BASSOLI, 2014).

De acordo com Fenner (2015), os aspectos epistemológicos que fundamentam tais projetos para o ensino de ciências predominavam naquela época, provavelmente impulsionado pelo período pós-guerra e, principalmente, pelo acirramento da Guerra Fria entre os Estados Unidos e União Soviética, cuja relação bélica se pautava no acesso à tecnologia decorrente da pesquisa científica (p.11).

Diante disso, o imaginário da Guerra Fria é algo que julgamos relevante comentar, haja vista que o imaginário é algo socialmente instituído e compartilhado pelas pessoas num determinado período e corresponde a uma série de significações que buscam dar sentido ao mundo (BIAGI, 2001). Diante desse contexto, o autor afirma que

“No caso específico do *imaginário* da Guerra Fria, podemos apontar as seguintes significações imaginárias secundárias: 1- A Divisão Bipolar do Mundo; 2 - O Medo da Expansão Comunista; 3- O Maniqueísmo das Opções Políticas (que pode ser resumida na fórmula ‘Democracia x Comunismo’); 4- A Revolução Socialista; 5- O Medo da Terceira Guerra Mundial (referente ao risco da destruição do planeta devido às armas nucleares); 6- a *Contracultura* (surgida como crítica aos rigores políticos e sociais produzidos pela Guerra Fria)” (BIAGI, 2001, p. 70).

O autor ainda destaca que “o confronto tecnológico foi uma das características básicas da Guerra Fria”, onde Estados Unidos e União Soviética buscavam as mais avançadas das tecnologias, assim como “os arsenais nucleares mais numerosos” (p.89). Nesse contexto, “o ensino de ciências passou a ser entendido como que destinado a formar cientistas” (SIQUEIRA, 2011, p.48). Essas propostas curriculares voltadas ao ensino de ciências, “levam em conta o método científico, processo de indução e dedução, método de problemas, técnica da redescoberta e métodos de projetos” (op. cit.). O objetivo desses programas para o ensino de ciências foi o de levar os estudantes a “pensarem como cientistas, estimulando-os a seguir carreiras científicas” (BASOLLI, 2014, p. 584).

No Brasil, a Fundação Rockefeller e o Ministério da Educação apoiaram projetos que possibilitaram as propostas didáticas para a educação científica, oferecidas em kits com materiais para aulas práticas. Tais propostas tinham como objetivo aperfeiçoar técnicas, “sem estimular o aluno a despertar compreensões diversas sobre fenômenos naturais, muito menos rediscutir sua experiência a determinados acontecimentos de sua vida e de seu contexto” (LIMA & TEIXEIRA, 2011, p.6).

Segundo Bassoli (2014), a perspectiva investigativa existente em tais programas mostrava uma ciência desinteressada, neutra, “em que o ensino de ciências era a vivência do método científico, sob a égide de um modelo de desenvolvimento em que mais ciência e mais tecnologia gerariam mais riqueza e bem estar social” (TRÓPIA, 2011, apud, BASSOLI, 2014, p.584). Considerava que ao despertar o interesse dos jovens pela ciência e pela manipulação do método científico, ocasionaria uma nova geração de cientistas, capazes de proporcionar ao país o seu desenvolvimento, no âmbito científico, econômico e social. Desse feito, Bassoli (op cit) apresenta três fases do ensino por investigação:

“[...] (i.) descoberta, ou abordagem heurística, na qual o estudante teria que explorar o mundo natural; (ii) verificação, na qual os alunos teriam que confirmar fatos ou princípios científicos por meio da utilização do laboratório, e (iii) ensino por investigação. Neste último caso, os alunos não teriam que descobrir algo, mas por meio da utilização de método científico, os estudantes teriam que procurar soluções para questões que eles não sabiam a resposta” (DEBOER, 2006, *apud*, BASSOLI, 2014, p. 584).

É possível reconhecer que no primeiro caso, o ensino que tem como premissa a ideia da *descoberta* reflete um caráter empirista e indutivista da ciência por não considerar a teoria como orientadora da observação (CHALMERS, 1997), pois “a investigação e mesmo a procura de dados, vem marcada por paradigmas teóricos, ou seja, por visões coerentes, articuladas, que orientam a dita investigação” (CACHAPUZ *et al* , 2005, *apud*, BASSOLI, 2014, p. 585). O ensino por descoberta visa reproduzir procedimentos realizados pelos cientistas na busca de soluções previstas. Para Cachapuz, *et al*, “as observações não se realizam em função da atenção espontânea, muito pelo contrário, é de grande importância a definição prévia daquilo que se pretende observar. Ou seja: ver tem muito que se lhe diga” (p.82).

De acordo com Bassoli (2014), a *verificação* considera a “ciência infalível, dogmática”(p. 585), fundamentada no *método científico*, pois padroniza interpretações e inferências para a compreensão de certos fenômenos considerando sua rigidez “como procedimento que em si já dá certezas” (LIMA E TEIXEIRA, 2011, p. 3), ignora os conhecimentos particulares de cada sujeito que segue regras universais, se aproximando das atividades práticas demonstrativas e/ou comprobatórias descritas anteriormente.

Por último, o ensino por investigação, propunha que “os alunos não teriam que descobrir algo, mas por meio da utilização de *método científico*, os estudantes teriam que procurar soluções para questões que eles não sabiam a resposta” (ZOMPERO & LABURU, 2011, p. 71).

No entanto, ao fundamentar-se no *método científico*, tal perspectiva de ensino também aponta uma visão dogmática da ciência ao considerar “muita ênfase no ensino de fatos, sem estimular o raciocínio e as habilidades mentais” (ZOMPERO & LABURU, *op. cit.*), disciplinando assim o raciocínio indutivo, ou seja, inferindo leis gerais a partir de situações particulares, universalizando o conhecimento construído como verdadeiro e imutável. O problema parece não estar no fato de dada uma situação particular, específica, tirar conclusões generalizantes a partir dela, mas sobretudo, por tais conclusões serem tomadas como verdade universal quando se observa uma situação peculiar. E nesse caso, a contextualização tem um papel fundamental.

Para Bassoli (2014), algumas concepções atuais do ensino de ciências por investigação buscam compreender a natureza da investigação científica dentro de outros contextos. Tais concepções não mais objetivam a formação de cientistas, e sim aproximar os estudantes da prática investigativa existente na atividade científica. Outros pesquisadores vão além da aproximação da prática investigativa e defendem que o ensino de ciências dever ser a aproximação dos estudantes a uma cultura. Por conseguinte, envolve as diversas características de tal cultura. Defendem, além de atividades experimentais, a vivência de processos argumentativos (SANTOS, 2018), imaginação (ANTUNES, *et al*, 2017), criatividade (COPIANI, 2015), leitura e escrita (CARVALHO, 2018), curiosidade (AZEVEDO & SCARPA, 2017), debates (MOURA & GUERRA, 2016), entre outros.

Para Lima (2015), as atividades práticas que envolvem experimentos de caráter investigativo, ou seja, as *atividades experimentais investigativas*, consideram a construção do conhecimento como uma atividade humana, capaz de exigir dos participantes “a mobilização de diversas competências como a atenção, planejamento e estratégias a serem aplicadas para desenvolverem o estudo” (p. 32), podendo então contribuir para resolução de problemas em situações de caráter científico no cotidiano. O Quadro 3, apresenta as características didático-metodológicas praticadas nas atividades experimentais descritas por Lima (2015) em sua tese de doutoramento, as quais apontam os contextos em que tais experimentos foram utilizados nos trabalhos que analisou em sua pesquisa.

CARACTERÍSTICAS DIDÁTICO-METODOLÓGICAS	DEFINIÇÕES DAS CARACTERÍSTICAS DIDÁTICO-METODOLÓGICAS
Investigativa	Possibilita construir conhecimento com a intervenção dos participantes, que interpretam os resultados.
Problematizadora	Orientada por questionamentos, sem antecipação das respostas.
Contextualizadora	Relaciona o conhecimento científico a situações cotidianas, reais e pertencentes aos participantes.
Historizadora	Correlacionam a experimentação a fatos históricos ou relatam a história envolvida com a experimentação.
Roteirizada/Simulada	Guiado por roteiros para o passo a passo da atividade experimental, a qual imita a realidade.
Demonstrativa	Coordenada por uma pessoa, comumente o professor.
Comprobatória/Conteudista	Para confirmar teorias já ditas ou a serem ditas.

Quadro 3 - Características didático-metodológicas teorizadas e praticadas nas atividades experimentais. Extraído de Lima (2015,p.81).

Considere-se que tais características didático-metodológicas, tidas como pertencentes às atividades práticas que envolvem a utilização de experimentos, não são necessariamente

excludentes entre si, podendo a mesma atividade experimental reunir mais de uma dessas características.

No contexto do ensino, da aprendizagem e da formação de professores no Ensino Fundamental I e Ensino Médio, Carvalho (2018) apresenta uma síntese de um conjunto de pesquisas desenvolvidas no Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (LAPEF), cujo foco são as atividades investigativas presentes nas *Sequências de Ensino Investigativo* (SEI) propostas nos trabalhos desenvolvidos por seus pesquisadores. De acordo com a autora:

“Este tema é investigado com o *uso de diferentes atividades investigativas* (por exemplo: laboratório aberto, demonstração investigativa, textos históricos, problemas e questões abertas, recursos tecnológicos). Em qualquer dos casos, a diretriz principal de uma atividade investigativa é o cuidado do (a) professor (a) com o *grau de liberdade intelectual dado ao aluno* e com a *elaboração do problema*. Estes dois itens são bastante importantes, pois é o problema proposto que irá desencadear o raciocínio dos alunos e sem liberdade intelectual eles não terão coragem de expor seus pensamentos, seus raciocínios e suas argumentações” (p.767).

Dessa maneira, a relação que é estabelecida entre professor/aluno, no que se refere ao problema proposto para o desenvolvimento de atividades experimentais, é capaz de representar a presença, ou ausência, de um ensino numa perspectiva investigativa. Para tanto, a autora apresenta cinco graus de liberdade intelectual (Quadro 4) que professores oferecem aos alunos nesse tipo de atividade, levando em consideração as categorias: *Problema*; *Hipóteses*; *Plano de Trabalho*; *Obtenção de Dados* e; *Conclusões*.

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de Trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

Quadro 4 - Graus de liberdade de professores (P) e alunos (A) em atividades experimentais, extraído de Carvalho (2018,p. 768).

Carvalho (2018), aponta que *um bom problema* pode ser considerado aquele cujo conteúdo tem relação com conceitos espontâneos dos estudantes, e dessa maneira esses aparecem como hipóteses, sendo que nas atividades experimentais, um bom problema deve oferecer condições para que os estudantes “passem das ações manipulativas para às ações intelectuais (elaboração e teste de hipóteses, raciocínio proporcional, construção da linguagem científica; construam explicações causais e legais (os conceitos e as leis)” (p. 772).

Assim, para os graus 1 e 2 de liberdade intelectual, a autora os define como sendo uma proposta de ensino diretivo, sendo que no primeiro (grau 1), tanto o problema, quanto as

hipóteses e os planos de trabalho, ou procedimentos, são apresentados pelo professor, “restando aos alunos somente acatar o receituário proposto” (p.768), como uma verdadeira *receita*.

No segundo (grau 2), ocorre certa abertura por parte do professor que apresenta o problema e discute as hipóteses e o plano de trabalho com os alunos, ainda que estes sejam propostos pelo docente. Dessa maneira “é possível haver questões para que os alunos pensem porque fazer o que está sendo proposto, mas ainda é a resposta do professor que orienta o trabalho” (p. 769).

Na terceira e quarta colunas, representadas pelo graus de liberdade 3 e 4, respectivamente, a autora aponta um ensino por investigação. Em ambas, além do problema ser proposto pelo professor e dos alunos discutirem com esse as hipóteses, são os próprios alunos que buscam a experiência do plano de trabalho, sendo que, no grau 3, os alunos são supervisionados pelo docente que resgata as discussões quando do momento de discutir as conclusões. A autora comenta que “um grupo pode errar, mas poderá ser o grupo que mais vai aprender, pois os alunos deste grupo terão de refazer o raciocínio buscando onde cometeram o engano” (p.769).

Já os aspectos relativos ao grau 4 de liberdade, representam uma classe mais acostumada com o trabalho em grupo e com a tomada de decisões para a resolução dos problemas propostos pelo professor, e se este for requisitado por algum grupo, discutirá algumas questões do trabalho que está sendo desenvolvido, e por fim, discute as conclusões. “O problema deve estar relacionado ao contexto teórico estudado e as conclusões devem levar a uma visão mais profunda da teoria” (p.769).

Por fim, no grau 5 de liberdade, tanto o problema quanto as hipóteses, os caminhos para a realização do trabalho e a obtenção de dados, são realizados e propostos pelo grupo de alunos, não sendo esta uma condição corriqueira na Educação Básica, ao contrário, “é muito raro nos cursos fundamentais e médios” (p. 769). É encontrado, também raramente, em algumas feiras de ciências.

Ao discorrer sobre os graus de liberdade intelectual entre professor e alunos em atividades experimentais, e considerando que os graus 3 e 4 representam um ensino por investigação, Carvalho (2018) converge com Lima (2015), uma vez que para este as atividades práticas investigativas têm como ponto de partida um problema de interesse dos estudantes, se aproximando do ensino por investigação em seu sentido mais amplo.

Bassoli (2014) diferencia o ensino por investigação de atividades práticas investigativas. Afirma que ambas as abordagens baseiam-se “na problematização, elaboração

de hipóteses e testes de hipóteses, seja por meio da pesquisa, seja por meio da experimentação” (p.583), entretanto, as atividades práticas investigativas estão fundamentadas, necessariamente, na experimentação. Para Lima (2015) as atividades investigativas, quando do uso de experimentos na exploração de conhecimentos científicos, utilizam-se de *Experimento Investigativo*.

Compreende-se que a problematização é norteadora da atividade investigativa (BASSOLI, 2014), e que pode apresentar-se com mais de uma intervenção metodológica, comumente a contextualização da situação que se estuda (LIMA & TEIXEIRA, 2014). É um exercício de atividade que deve ser investigada pelos estudantes, sem o rigor de roteiros predefinidos, considerando possíveis respostas, “desenvolvido comumente em grupo com a participação dos membros do experimento definindo hipóteses, elaborando questionamentos e aplicando métodos” (LIMA, 2015, p.32).

Nessa perspectiva, as atividades práticas investigativas podem ser consideradas boas ferramentas para o desenvolvimento de conteúdos procedimentais (XAVIER, *et al*, 2017) e as atividades didáticas que objetivam a efetiva aprendizagem de procedimentos devem proporcionar situações onde estes conteúdos possam ser aplicados de maneira contextualizada, considerando aspectos históricos, políticos, econômicos, religiosos, sociais, ambientais e/ou culturais.

Nesse sentido, a introdução da *História das Ciências* (HC) nos currículos escolares, vem sendo defendida por estudiosos que afirmam ser este um caminho para a inserção da ideia de ciência como atividade humana, ao passo que a construção do conhecimento científico se dá por homens e mulheres, que vivem num determinado tempo histórico e seus contextos sociais, políticos, econômicos, entre outros.

Assim, a historicização como característica metodológica é “importantíssima em um curso cujos objetivos ultrapassam o ensino de conceitos, leis e teorias e em que se pretende alcançar o entendimento da construção do próprio conhecimento científico” (CARVALHO, 2018, p. 770), podendo ser investigada através de textos históricos.

Embora a concepção sobre o que é e como se faz ciência “ainda seja um tema em aberto sob o ponto de vista filosófico” (AZEVEDO & SCARPA, 2017, p. 597), consideramos que ao tratarmos das implicações epistemológicas acerca das atividades práticas experimentais faz-se necessário um cuidado especial acerca da “visão de ciência que é transmitida e/ou reforçada” (BASSOLI, 2014, p. 586), pois poderá implicar em equívocos nas concepções de NdC nas atividades propostas, já que “o conhecimento sobre a ciência pode contribuir para a tomada de decisão do cidadão contemporâneo” (AZEVEDO & SCARPA, 2017, p. 579).

2.3 A NATUREZA DA CIÊNCIA EM TORNO DA NOÇÃO DE EXPERIMENTO/ EXPERIMENTAÇÃO COMO PRÁTICA CIENTÍFICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS EM PUBLICAÇÕES NACIONAIS

A inserção de temas relacionados à ciência ganha cada vez mais espaço em nossa sociedade, não apenas nos espaços escolares, mas também fora da escola, através dos mais variados veículos de comunicação, como a internet, jornais, revistas, TV, rádio, entre outros (MOURA & GUERRA, 2016; ANTUNES; AZEVEDO & SCARPA; JÚNIOR, *et al*; MARTINS & JUSTI, 2017; SANTOS, 2018).

A compreensão sobre a ciência pode contribuir para o entendimento de como se produz conhecimento científico, auxiliando as pessoas a terem postura crítica diante de situações onde se recomenda ação, sob o mero argumento que tal conhecimento é científico, que foi produzido por universidade, como é possível observar em propagandas de cosméticos, pomadas e cremes, onde em geral é dito que tal produto “A” é excelente, pois foi testado por laboratório “B”, entre outros. Nesse contexto, uma temática cuja discussão tem sido apontada como importante para o ensino de ciências está relacionada à Natureza da Ciência (NdC), ou seja, ao que é e como se faz ciência.

De acordo com Martins & Justi (2017), essa aproximação do ensino de ciências com a atividade científica refere-se aos modos utilizados pela ciência, ou melhor, pelos cientistas, na busca de soluções para problemas científicos.

A NdC, é compreendida “como o conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico” (LENDERMAN, 2007, *apud*, ANTUNES, 2017, p. 2) e o ensino de ciências deve possibilitar o entendimento sobre a construção de saberes científicos, sua validação e comunicação em suas especificidades epistemológicas, explicitamente (ARTHURY & TERRAZAN; AZEVEDO & SCARPA, 2017), com o intuito de formar estudantes críticos e reflexivos, cidadãos, e não cientistas mirins, podendo o cidadão ou cidadã eventualmente vir a sê-lo.

Entretanto, seguindo ou não a profissionalização científica, “os estudantes deverão ser capazes de desempenhar diversas atividades em suas carreiras” (MOURA & GUERRA, 2016, p. 733), como leitura, trabalhos em grupo, argumentos convincentes, entre outros. Dessa maneira a ciência se caracteriza como uma atividade essencialmente humana, dentro de um determinado contexto histórico, político, econômico, religioso, socioambiental e cultural.

Há um consenso entre estudiosos no assunto sobre a importância da inserção da NdC nos currículos escolares, mas não existe entre eles consenso “sobre o *que e como* inserir” (SANTOS, 2018, p. 642). Alguns pesquisadores apontam as características, ou aspectos, que acreditam serem mais condizentes com a atividade científica, e portanto devem ser consideradas nas propostas de ensino de ciências, haja vista que também não há consenso sobre o que vem a ser a própria ciência.

Seja qual for a perspectiva que embasa a compreensão do que vem a ser a ciência e como os conhecimentos científicos são possibilitados na educação científica, estudos recentes na área de ensino de ciências (ANTUNES, *et al*; ARTHURY E TERRAZAN; DINIZ & JÚNIOR; SANTOS & JUSTI, 2017) apontam que prevalecem visões equivocadas à respeito da NdC no âmbito escolar, sobretudo uma visão empirista de que a ciência parte apenas de observações, ou que só é possível no espaço do laboratório, onde o cientista, do sexo masculino, branco e genial desenvolve experimentos, sozinho.

Para Arthury e Terrazan (2017) essa visão distorcida sobre a ciência, e estereotipada do cientista, que atribui um caráter individualista sobre a construção dos conhecimentos científicos, sofre influência dos processos formativos, seja na formação inicial de futuros professores e/ou durante a profissionalização, já atuando em sala de aula, e o livro didático pode ser um grande colaborador para disseminação desses equívocos sobre os aspectos que envolvem a atividade científica no ensino de ciências (COMPIANI, 2015; DINIZ & JÚNIOR; MARTINS & JUSTI; SANTOS & JUSTI; SOUSA & KAWAMURA, 2017).

2.4 A NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS: PERSPECTIVAS CONTEMPORÂNEAS

Alguns pesquisadores lançam esforços na busca de compreender quais são as características da NdC consideradas importantes para o ensino de ciências, ou em outras palavras, quais aspectos que envolvem a construção de conhecimentos científicos devem ser requeridos no ensino de ciências e como inseri-los, visando o desenvolvimento de uma concepção mais fundamentada sobre o que é e como se faz ciência.

Nessa mesma direção, reunimos trabalhos que discutem sobre as concepções de NdC no ensino de ciências, num recorte temporal de 2015-2018. Para tanto, realizamos buscas nos repositórios da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)⁵ e da Universidade Federal Rural

⁵ Disponível em <www.ufpe.br/>.

de Pernambuco (UFRPE)⁶, que juntos constituem um dos maiores acervos do estado. Entretanto, não foram encontradas publicações que fizessem referência às concepções de ciência, ou filosóficas sobre a ciência, no ensino de ciências, configurando uma lacuna nas produções de pesquisas sobre tal temática, cuja relevância é reconhecida, tanto por pesquisadores, como por professores e estudantes.

Para dar continuidade às buscas por trabalhos que discutissem sobre as concepções de NdC no contexto do ensino de ciências, acessamos artigos publicados no portal eletrônico da Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC), cujo foco é a publicação de artigos na área de pesquisa em educação em ciências. Também foram realizadas buscas nos anais de um dos principais eventos na área de educação em ciências, o Encontro Nacional de Pesquisas em Ensino de Ciências (ENPEC), evento da Associação Brasileira de Pesquisadores em Ensino de Ciências (ABRAPEC).

Através do endereço eletrônico www.abrapecnet.org.br, acessamos, tanto os artigos da RBPEC quanto os anais do XI ENPEC, haja vista que o site da ABRAPEC apresenta uma aba que nos direciona às páginas eletrônicas dos respectivos lugares de busca. Assim, foi possível apresentar um panorama bibliográfico nacional e atualizado, sobre os debates que permeiam as pesquisas sobre as concepções de NdC presentes no contexto educativo brasileiro, e que podem orientar novos estudos à respeito do que é e de como se faz ciência na educação em ciências.

Para acessar os trabalhos do Encontro Nacional de Pesquisas em Ensino de Ciências (ENPEC) e da Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC), foram utilizadas as seguintes palavras-chaves: Natureza da ciência, concepção de ciência, visão da ciência, imagem da ciência. Os mesmos descritores foram utilizados para as buscas por trabalhos publicados nos repositórios institucionais da UFPE e da UFRPE.

Assim, ao realizar as buscas a partir dos descritores acima apresentados, foram observados os títulos, as palavras-chaves, bem como a leitura do resumo dos artigos, e, quando julgado necessário, sua leitura na íntegra. Os critérios de inclusão dos artigos encontrados foram: Referir-se à concepção de NdC na Educação Básica e fazer menção ao uso de experimento/experimentação.

Foram encontrados 12 artigos, sendo 7 deles em anais dos XI ENPEC e 5 artigos na RBPEC (Tabela 1), perfazendo um total de 55% e 45% dos trabalhos analisados, respectivamente.

⁶ Disponível em <www.ufrpe.br/>.

Na RBPEC optamos pela busca de artigos publicados entre 2015 e 2018, pelo fato de termos identificado uma primorosa revisão sistemática de trabalhos sobre concepções de NdC no ensino de ciências, num recorte temporal que vai até fevereiro de 2015 (AZEVEDO & SCARPA, 2017). O mesmo foi pensado para as buscas nos anais do ENPEC, assim selecionamos os artigos do XI ENPEC (2017), por termos encontrado uma revisão sobre NdC nos anais do X ENPEC (2015), edição anterior, pois o evento acontece bianualmente.

LOCAL DE ACESSO	QUANTIDADE DE TRABALHOS SELECIONADOS	FREQUÊNCIA (%)
XI ENPEC	7	59%
RBPEC	5	41%

Tabela 1– Quantitativo dos trabalhos selecionados por local de acesso.

A partir de então, foram considerados as seguintes categorias para caracterização dos trabalhos incluídos para análise; (i) *Foco de estudo*; (ii) *Nível de ensino*, e; (iii) *Aspectos da NdC em torno da noção de experimento/experimentação*.

Quanto ao foco de interesse dos artigos (Tabela 2), a quantidade de trabalhos voltados à concepções de NdC de estudantes aparecem na mesma frequência de artigos que tratam de concepções de professores e estudantes juntos (41%), e por fim, também apresentando a mesma frequência de aparição, estão as concepções de professores, assim como em material didático, com 9% cada.

FOCO DE INTERESSE	QUANTITATIVO	FREQUÊNCIA (%)
Concepções de estudantes	5	41
Concepções de professores e estudantes	5	41
Concepções de professores	1	9
Concepções em material didático	1	9

Tabela 2- Classificação dos artigos analisados quanto ao foco de interesse.

Azevedo & Scarpa (2017) realizaram a quantificação e análise de 396 artigos de língua inglesa e latina, caracterizando-os de acordo com as tendências, aspectos de NdC e as estratégias de acesso às concepções de NdC. As autoras constataram em sua pesquisa que a Educação Básica ganha destaque com a presença de concepções de NdC de professores, alunos

do Ensino Médio e alunos do Ensino Fundamental, representando, 22,5%, 16,9% e 15,9%, respectivamente, sendo que 9,8% focam livros didáticos.

Apontam um percentual ainda menor de artigos (1,7%) que discutem sobre “materiais didáticos e materiais instrucionais” (p.592) produzidos pelo professor, sejam planejamentos e/ou atividades. As autoras apresentam a preocupação com a “presença de concepções inadequadas sobre a ciência nos diversos níveis de ensino” (p.580).

O que são concepções inadequadas? Ainda de acordo Azevedo & Scarpa (2017), concepções inadequadas acerca da ciência são aquelas que se manifestam “sobretudo quando o processo de ensino e aprendizagem de ciências se apoia na mera transmissão de conceitos, na qual os estudantes devem repetir e decorar definições” (p.580), não sendo oportunizado um maior entendimento sobre o processo que leva à construção de conhecimento científico.

Igualmente em trabalho de revisão, Pereira e Trivelato (2017) analisaram os anais do X ENPEC (2015), onde buscaram compreender algumas características específicas desses trabalhos: linhas temáticas, área do conteúdo, focos temáticos, nível escolar, contexto educacional e procedimentos metodológicos de investigação de concepções de NdC.

Os autores constataram que dos 1.272 trabalhos aceitos no evento, 33 versam sobre a NdC, correspondendo à 2,59% do total. Também apontam maior destaque para as concepções de NdC entre estudantes e professores, sendo maioria nas publicações analisadas, compreendendo 6 trabalhos. Em segunda posição estão as pesquisas sobre NdC em materiais e livros didáticos. Predominam trabalhos voltados para o Ensino Médio e Ensino Superior, com 13 e 7 aparições, respectivamente, e 2 trabalhos referentes ao Ensino Fundamental.

Tal levantamento pode refletir um maior interesse, por parte das pesquisas em ensino de ciências, em investigar concepções de NdC no Nível Superior de ensino, entretanto, em relação ao Ensino Fundamental, este ainda aparece em percentual reduzido em relação aos outros níveis de ensino, tal qual apontado por Azevedo & Scarpa (2017), que consideraram trabalhos sobre NdC publicados até fevereiro de 2015. No mesmo ano, em novembro, ocorre o X ENPEC, que possibilitou o segundo trabalho de revisão, até então aqui apresentado.

Identificamos os níveis de ensino abordados pelos artigos que analisamos (Tabela 3), o que corresponde ao nosso segundo critério para inclusão dos trabalhos aqui apresentados. Formados por quatro subcategorias, são eles: Ensino Médio (33%), Ensino Fundamental Anos Finais (17%), a Educação Básica em geral (17%), e todos os níveis, incluindo Ensino Superior (33%).

NÍVEL DE ENSINO	QUANTITATIVO DE ARTIGOS	FREQUÊNCIA (%)
Ensino Médio	4	33
Todos os níveis	4	33
Ensino Fundamental Anos Finais	2	17
Educação Básica em geral	2	17

Tabela 3 – Endereçamento dos trabalhos analisados quanto ao nível de ensino.

Antunes, *et al* (2017), em estudo exploratório sobre instrumentos utilizados para aferir concepções de NdC de professores e estudantes da Educação Básica, analisou 18 artigos, e neles o instrumento mais utilizado para acessar as concepções de NdC de estudantes e professores foi o *Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS)*, criado por Lederman e colaboradores, que traduzido quer dizer “Questionário de Visões sobre a Natureza da Ciência” (p.2), o qual sofreu algumas modificações e atualmente corresponde à 10 questões abertas, como exemplo: “O que é, na sua visão, ciência?”, “O desenvolvimento científico requer experimentos?” (LEDERMAN, 2002, *apud*, ANTUNES, et al, 2017).

O autor ainda comenta que esse tipo de proposta de instrumento para aferir concepções de NdC pode ocasionar o aparecimento de questões problemáticas, tal como a dificuldade de compreensão para responder aos questionamentos aplicados, seja pelo seu caráter teórico, ou até mesmo pela influência das concepções de quem elabora tais ferramentas de acesso às concepções, pois “não apenas o contexto, mas também a linguagem pode ser relevante para acessar concepções de NdC” (p.604), nesse caso, de estudantes e professores entrevistados.

Nesse sentido, Martins & Justi (2017), investigaram as possíveis influências de uma situação controversa nas concepções de ciência de estudantes do 1º ano do Ensino Médio. Para tanto, analisaram as visões que os estudantes têm sobre ciência em dois momentos: *visão inicial* e *visão final*, ou seja, antes e depois da discussão sobre uma controvérsia envolvendo alimentos transgênicos que, de acordo com as autoras, representa:

“[...] uma situação controversa autêntica, isto é, uma situação próxima à realidade, constituída por um problema que não possui uma única solução. Para discuti-lo e dar suporte a tomadas de decisão social e/ou individual, os estudantes devem utilizar conhecimentos científicos” (MARTINS & JUSTI, 2017, p.4).

Para acessar a visão inicial desses estudantes sobre a ciência, foi solicitado que expressassem através de desenhos, da escrita, ou de ambos, como eles viam o cientista e seu cotidiano naquele momento. Em seguida, foram realizadas discussões sobre os alimentos transgênicos, também a simulação de um júri, para discutir sobre financiamento às pesquisas

sobre transgênicos. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas, afim de obter a visão de ciência dos estudantes no momento após a intervenção didática.

Ao todo participaram dezoito estudantes, dentre os quais as autoras constataram que, a maioria deles apresentou a ideia de que os cientistas trabalham o dia inteiro, os cientistas trabalham sozinhos e são do sexo masculino e que a pesquisa se limita ao uso de experimentos desenvolvidos em laboratório envolvendo a Química, que pode ser perigosa.

Desse feito, os resultados iniciais apontam que a importância da teoria na condução do conhecimento científico é desconsiderada. A ciência é então pautada numa visão indutivista - empirista, ou seja, dependente da observação e do uso de experimentos. Uma parcela menor de estudantes expressou que a nossa sociedade sofre influência da ciência, que o cientista é um sujeito comum, se diverte e possui família, e que conhecimento científico leva tempo e não é óbvio.

Após as intervenções didáticas, através das discussões e júri, as autoras constaram que os estudantes apresentaram visões de ciências “mais amplas e menos ingênuas” (p.7) naquele momento. Os estudantes sinalizaram que a ciência não é desenvolvida de maneira isolada, pois sofre influências políticas, financeiras e sociais, e “perceberam a influência de interesses de empresas no processo de disseminação do produto científico” (p.9). Expressaram a dimensão coletiva do trabalho dos cientistas e que eles podem trabalhar em outros espaços que não os laboratórios. Também expressaram uma percepção do cientista como uma pessoa “comum” e que precisa argumentar para comunicar o conhecimento científico.

A utilização de experimentos apontada como expressão maior da ciência, também foi comentada por Diniz & Júnior (2017) que embora reconheçam sua relação com a prática científica, comentam que “uma compreensão de que a atividade científica se baseia apenas na experimentação é limitada e parcial” (p. 5). Moura & Guerra (2016) endossam essa tese ao afirmarem que:

“As práticas científicas não se restringem, porém, a atividades experimentais. A ciência é trabalho e, como tal, as práticas científicas se assemelham de uma maneira geral a outras práticas laborais.[...] Os cientistas leem, escrevem, falam e discutem com seus pares em congressos. Nesses espaços, engajam-se em debates com o objetivo de convencer os demais cientistas e, assim, disseminar suas ideias” (p.733).

Os autores ainda comentam que essa dimensão coletiva que envolve as discussões, a argumentação sobre a NdC nas propostas de ensino, é considerada fundamental, e que “o estudo das práticas científicas só é possível por meio do debate” (MODY, 2015, apud, MOURA & GUERRA, 2016, p.733).

Ainda sobre o que deve ser considerado na educação científica, Azevedo & Scarpa (2017) advogam a favor de que o ensino

“[...]precisa contemplar as dimensões do ‘*aprender ciência*’ (conhecimentos conceituais e teóricos), ‘*aprender a fazer ciência*’ (engajamento na resolução de problemas), ‘*aprender sobre ciência*’ (características do processo de construção de conhecimento e relação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente) e ‘*aprender a lidar com temas sociocientíficos*’ (confrontar diferentes aspectos para a tomada de decisão em temas sociocientíficos) (HODSON, 2014, apud, AZEVEDO & SCARPA, 2017, p.581).

As autoras constataram que a importância dada ao papel da experimentação, tanto em áreas da Biologia, quanto da Química, ganha destaque em sua classificação dos artigos que analisaram por área de conhecimento, comentando que tal prática não é a “única contemplada com métodos da ciência” (p. 590), citando os estudos de caso e comparativos.

A utilização de experimentos como prática científica representa parte de um conjunto de possibilidades de procedimentos e técnicas, que a depender do objeto de pesquisa, são requeridas para a construção de conhecimentos de interesse da ciência.

Como exemplo desse pluralismo que envolve os processos metodológicos utilizados na atividade científica, Copiani (2015), aponta que na Geografia e a Geologia, ciências que possuem uma prática de estudos de campo onde a contextualização é eminente, as observações, registros e interpretações qualitativas estão situadas num determinado tempo e lugar, “distribuem-se no social e usam uma série de instrumentos de coleta de dados e as mais variadas formas de representações, sejam visuais e/ou verbais” (p.556). Não é possível repetição do fenômeno para estudá-lo, não pode haver generalizações e não há controle de variáveis para réplicas.

Ademais, a maneira como a atividade científica é compreendida nos livros didáticos, planejamentos, projetos institucionais, entre outros, pode influenciar visões desacertadas sobre o fazer científico, como exemplo, a ideia de experimento como único método da ciência, ou que os cientistas utilizam apenas o laboratório como local de trabalho, ou ainda, que a utilização de experimentos está apartada do contexto histórico, social, político, econômico e/ou cultural e ambiental.

Se afastando desses equívocos sobre o que é e como se faz ciência, pesquisas recentes advogam a favor da inclusão da História da Ciência (HC) (MOURA & GUERRA, 2016; CALLEGARIO, *et al*, 2017; SANTOS, 2018; SANTOS & JUSTI, 2017) e das discussões acerca de questões socioculturais (ARTHURY & TERRAZAN, 2017; COPIANI, 2015), pois podem ser boas aliadas no processo de ensino e aprendizagem na educação científica.

Para Moura & Guerra (2016), reproduzir e discutir experimentos históricos pode ser um caminho fértil para “trabalhar o desenvolvimento histórico da ciência: episódios históricos específicos” (p.727). E se a escola não tiver recursos necessários para que o docente conduza tal reprodução, recorrer à imagens desses experimentos, é, segundo Callegario, et al (2017), uma oportunidade para tratar dos procedimentos que envolvem o próprio experimento, além de fomentar a discussão sobre o contexto histórico no qual ele foi construído.

Assim, a partir de imagens científicas, caracterizadas como “aquelas imagens que envolvem diferentes tipos de representações que possibilitam abordar aspectos relacionados à ciência em sala de aula” (CALLEGARIO, et al, 2017) é possível discutir aspectos voltados à HC. Santos e Justi (2017) chamam a atenção para o alerta existente na literatura em que um dos desafios que envolvem a inserção da HC no ensino de Química, por exemplo, é encontrar material didático com qualidade e que seja acessível aos professores e estudantes. As autoras ainda comentam que essa inserção da HC:

“[...] não deve ser utilizada apenas para citar nomes de cientistas e suas biografias ou algum fato histórico específico, pois isso não contribui para que o estudante aprenda o conteúdo que está sendo ensinado e, muito menos, compreenda o papel da Química na sociedade e suas relações com outras áreas do conhecimento”(p. 2).

Dessa maneira, compreende-se a relevância da inserção da HC na educação científica, sobretudo, pelo seu potencial contextualizador, inclusive da utilização de experimentos.

Azevedo & Scarpa (2017) apresentam os aspectos considerados por alguns pesquisadores como consensuais sobre a ciência. Nessa visão consensual o conhecimento científico: (i) é “provisório”; (ii) é “fruto do empirismo”; (iii) é “orientado por teorias; (iv) é “parcialmente dependente de inferências, criatividade e imaginação”; (v) é “organizado em leis e teorias” (com naturezas diferentes); (vi) é “produzido dentro de um contexto social e cultural e; (vii) é “baseado em uma diversidade de métodos” (p.587).

Além desses 7 aspectos da NdC, as autoras encontraram em sua revisão sistemática, outros 18 aspectos, considerados importantes para o ensino nos trabalhos que analisaram, perfazendo um total de 25. Afirmam que não pretendem propor uma lista de aspectos de NdC, mas sobretudo apresentá-los, pois a “inclusão deles como elementos obrigatórios para a Educação Básica” (p.597) pode ser considerada condizente com os objetivos do ensino de ciências na atualidade. Para Antunes, et al (2017), o entendimento articulado dessas dimensões que envolvem o conhecimento e a prática científica, deve possibilitar uma visão holística da ciência, também compreendida como *Ciência Integral* (ALLCHIN, 2013, *apud*, SANTOS, 2018).

A visão consensual, sobre a construção do conhecimento científico, sofre algumas críticas (AZEVEDO & SCARPA; MARTINS & JUSTI; PEREIRA & TRIVELATO, 2017; SANTOS, 2018). Afirmativas sobre os aspectos de NdC na forma de listas limita a compreensão da importância do questionamento, da análise de seus fundamentos, assim como “a tomada de posição individual do sujeito em relação ao que é apresentado” (BAGDONAS; ZANETIC E GURGEL, apud, PEREIRA & TRIVELATO, 2017, p.2), o que para Azevedo & Scarpa (2017) vai na contramão dos “objetivos de uma educação científica crítica” (p. 598).

Ainda de acordo com Azevedo & Scarpa (*op. cit.*), algumas ponderações devem ser consideradas em relação às afirmações sobre a NdC contidas nessa visão considerada consensual, que além da possibilidade de uma percepção limitada da ciência, podem trazer dificuldades interpretativas, entre elas, o fato de assumir a existência de um elemento criativo na ciência não esclarece qual o papel e a amplitude da criatividade para o processo de construção do conhecimento.

De mesmo modo, as autoras comentam que o caráter provisório da ciência, também apresentado na perspectiva consensual, pode ser interpretado pelos estudantes de maneira a pôr em risco a confiabilidade na própria ciência, ou ainda, que esse consenso não esclarece que as hipóteses são construídas a partir de um “referencial teórico pré-existente e a adoção, ou não, de um determinado paradigma para embasar a hipótese pode depender de uma série de fatores associados às escolhas dos cientistas” (p.598), o que também confere à ciência um caráter subjetivo.

Pereira e Trivelato (2017) trazem uma percepção de NdC na perspectiva conceitual de *semelhança familiar*, para a qual “as áreas da Ciência partilham de semelhanças em seus objetivos ou em seus produtos, como se fossem membros de uma mesma família” (IRZIK E NOLA, 2011, apud, PEREIRA E TRIVELATO, 2017, p.2), com pressupostos metodológicos semelhantes, embora não sejam necessariamente idênticos, como por exemplo, a Química e a Física pertenceriam a mesma família, pois utilizam experimentos, onde o “controle total das variáveis se apresenta como condição necessária na execução de uma experiência [...], como síntese orgânica e ótica, respectivamente” (ANTUNES, *et al*, p.2).

Para Antunes, *et al* (*op. cit.*), as características teórico-metodológicas que envolvem as diferentes áreas das ciências estão relacionadas às características dos objetos em que atuam. Os autores apontam diferenças entre os métodos utilizados pelas pesquisas em ensino de ciências, os quais se aproximam da Sociologia e da Educação, e aqueles requeridos pelas pesquisas na área das ciências naturais e exatas, Química ou Física, tal qual o exemplo acima apresentado.

Em estudo sobre textos complementares e atividade experimental, Sousa & Kawamura (2017) analisaram três livros de ciências, ofertados aos estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental, sendo o primeiro e o segundo aprovados pelo PNLD (Plano Nacional do Livro Didático), em 2012 e 2013, respectivamente. O terceiro livro didático analisado foi proposto pelo Governo do Estado de São Paulo, sendo então disponibilizado para as escolas públicas estaduais entre os anos de 2014 e 2017.

Os autores investigaram os livros didáticos sobre o tema *energia* considerando as categorias: “(i) seleção do conteúdo; (ii) forma de abordagem do conteúdo específico; (iii) tipos de atividades propostas” (SOUSA & KAWAMURA, 2017, p.4) para analisar as intencionalidades desses materiais, assim como as visões de ciência que neles predominam.

Constataram que um único livro didático apresentou proposta de atividade experimental como sugestão que possibilitasse certa participação dos estudantes na situação estudada, ao requerer dos mesmos o registro e inferências dos fenômenos observados, procedimentos e técnicas que também são utilizados pela ciência. Os autores ainda comentam que tal proposta está mais centrada no aluno em relação aos outros dois livros, os quais se ocupam de enfatizar questões conceituais, por meio de leitura de textos complementares de caráter informativo, relacionados à abordagens individuais. Os autores não classificam os tipos de atividades experimentais que encontraram nos livros didáticos investigados.

Sem um consenso entre pesquisadores e professores sobre os aspectos relacionados ao que é e como se faz ciência, Diniz & Júnior (2017) trazem algumas considerações sobre o que deve ser evitado na educação em ciências, após trabalho de revisão que investigou as concepções de NdC e sobre o cientista, entre alunos e professores, em trabalhos do I ao X ENPEC (1997-2015). O Quadro 5 apresenta alguns aspectos que os autores destacaram como não condizentes com a educação em ciências e que, portanto, devem ser evitados.

ALGUMAS VISÕES SOBRE NdC QUE DEVEM SER EVITADAS NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS
● A confiança na ciência como uma verdade inquestionável e imutável, superior a outras formas de conhecimento;
● O conhecimento científico baseado na observação e experimentação, sem a influência teórica;
● Crença na existência de um método único para fazer ciência;
● Ausência de reconhecimento do papel da criatividade e imaginação na produção do conhecimento;
● A ciência não é influenciada por tradições culturais e sociais ou outros fatores externos;
● Valorização de cientistas geniais que criam seus trabalhos sozinhos;
● Percepções de um desenvolvimento linear e acumulativo que desconsidera as crises, rupturas e discontinuidades;
● Visão ahistórica e anacrônica (interpretar o passado a partir de conhecimentos atuais).

Quadro 5- Algumas visões sobre NdC que devem ser evitados na educação em ciências. Extraído de Diniz & Júnior (2017).

Portanto, foi possível identificar nos artigos analisados nesta pesquisa considerações pertinentes sobre visões acerca da ciência (ANTUNES, *et al*; AZEVEDO & SCARPA, 2017). onde concepções indutivistas – empiristas, pautadas no *método científico*, ainda prevalecem entre professores e estudantes, da Educação Básica, cuja influência não está apenas nos espaços escolares, mas também fora da escola, através da mídia e do cinema, por exemplo (DINIZ & JÚNIOR, 2017).

Reunimos no Quadro 6 os aspectos da NdC em torno da noção de experimento/experimentação nos estudos aqui analisados:

ASPECTOS DA NdC EM TORNO DA NOÇÃO DE EXPERIMENTO/EXPERIMENTAÇÃO
• A ciência não é feita só com experimentos. • A ciência utiliza outros espaços além de laboratório.
• O experimento é uma parte do processo científico (procedimentos e técnicas), e sua utilização/manipulação depende da natureza dos objetos estudados em áreas específicas da ciência. • A manipulação de experimentos envolve conceitos científicos, procedimentos e valores éticos. • A utilização de experimento deve ser contextualizada.
• Experimentos históricos auxiliam na compreensão da ciência como construção histórica e cultural. • O experimento é realizado por sujeito comum (cientista), sendo uma atividade essencialmente humana.

Quadro 6 – Aspectos da NdC em torno da noção de experimento/experimentação considerados relevantes para o ensino de ciências nos artigos analisados.

Além dos conceitos científicos, estudiosos também apontam que os procedimentos, valores éticos, questões sociocientíficas, devem estar presentes nas discussões que envolvem as atividades experimentais. Entretanto, o aprendizado baseado apenas em conceitos se apresenta como prioridade nas aulas de ciências, numa proposta de ensino e aprendizagem cujo cerne é a memorização (AZEVEDO & SCARPA, 2017).

De acordo com Santos & Justi (2017), os livros didáticos:

“[...] apresentam os resultados da Ciência, expondo teorias e conceitos prontos, de forma dogmática. Quando isso acontece, a ênfase recai sobre o produto (aplicação do conhecimento) da Ciência e não sobre o processo, geralmente rico em detalhes, através do qual esses produtos foram construídos. A ideia que se cria é a de uma Ciência como verdade e não como uma construção humana e histórica” (p. 2).

Nesse sentido, o livro didático é considerado como possível influenciador de visões distorcidas acerca da ciência, agrupando conteúdos com rigidez e/ou apresentando apenas os

resultados da ciência, ignorando o processo ocorrido, inclusive promovendo “a invisibilidade das mulheres das ciências nos mesmos” (DINIZ & JÚNIOR, p. 7).

Além de ser considerado um transmissor cultural (SOUSA & KAWAMURA, 2017), o livro didático atua como agente formador e suas orientações didáticas podem ser consideradas como um dos elementos que compõem o currículo prescrito, pensado pela instituição como “referência teórica e/ou metodológica” (p.3). Ainda de acordo com Sousa & Kawamura (*op. cit*):

“Conhecer o material utilizado pelo professor diz muito sobre sua percepção de ensino e de Ciências e mais: indica possibilidades de abordagens, de recursos, de conteúdos da proposta curricular em vigor que serão transmitidos aos alunos ao longo da carreira docente” (p. 9).

Embora concepções inadequadas sobre a NdC tenham sido apontadas nos trabalhos aqui apresentados, mais especificamente sobre a noção de experimento/experimentação na prática científica, ou do cientista, não foram encontradas investigações, nem mesmo proposições de análise de NdC em orientações para a realização de atividades práticas experimentais, sejam em livros didáticos, planejamentos de professores e/ou projetos institucionais, importantes elementos de acesso à compreensão do que é ciência e de como a construção de conhecimentos científicos é pensada na intenção da prática educativa em ciências.

3 CONCEITOS, PROCEDIMENTOS E ATITUDES: O PAPEL DOS CONTEÚDOS NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

A utilização de experimentos no ensino de ciências está diretamente relacionada, tanto ao aprendizado da cultura científica, quanto ao aprendizado de conteúdos conceituais de ensino em suas diferentes áreas (Biologia, Química e Física), e além de suas premissas procedimentais podem envolver conteúdos relacionados à atitudes, numa tridimensionalidade defendida e orientada no Brasil através dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's).

O documento assume que as três categorias de conteúdo (*conceitual, procedimental e atitudinal*) devem estar presentes na escola de uma maneira integrada, devido a sua importância no processo de ensino e de aprendizagem, especialmente das ciências naturais (BRASIL, 1997).

Esses três tipos de conteúdos curriculares foram concebidos com o objetivo de “favorecer a compreensão dos processos cognitivos e comportamentais” (SILVA & JÚNIOR, 2016, p.60). Apresentam perspectivas teórico-metodológicas distintas, embora complementares, e seu entendimento possibilita uma reorientação para o desenvolvimento de atividades didáticas que objetivam o ensino de tais conteúdos.

Os conteúdos que a ciência utiliza, para fundamentar suas premissas nos planos escolares, é resultado de que a teoria científica que é repensada para a escola não é a mesma teoria dos cientistas, e sim uma adaptação. Suas premissas baseiam-se em explicações, que de modo genérico são chamadas de teorias. Tais teorias fundamentarão a argumentação na educação científica e seu aprendizado é capaz de possibilitar o desenvolvimento cognitivo do estudante.

De acordo com os PCN's, em seu texto introdutório, os “conteúdos conceituais referem-se à construção ativa das capacidades intelectuais para operar com símbolos, idéias, imagens e representações que permitam organizar a realidade” (BRASIL, 1997, p.51). Nota-se nessa afirmação que a construção do aprendizado de conteúdos conceituais não é apenas conhecimento, informação, mas envolve também processos metacognitivos, desenvolvimento da habilidade de pensar sobre o próprio pensamento.

O documento ainda afirma que tais conteúdos devem estar relacionados à *fatoss*, como nomes, representações e imagens, se afastando de um processo meramente mecânico, cujo aspecto memorístico tem o intuito de capacitar o estudante para a realização de representações genéricas e suas relações com outros conteúdos.

Em se tratando do processo de aprendizagem, Pozo, *et al* (2000) aponta algumas diferenças importantes entre fatos e conceitos, afirmando que “os fatos e os dados são aprendidos de modo literal e os conceitos são aprendidos relacionando-os com os conhecimentos prévios que se possui” (p.27).

Assim, a aprendizagem dos fatos está relacionada à memorização dos dados, consiste na cópia, na reprodução, ao passo que a aprendizagem de conceitos está pautada na compreensão e na sua relação com conhecimentos anteriores através de sucessivas aproximações, possibilitando assim seu entendimento em diferentes níveis.

Um exemplo dessa diferenciação é que o nível de entendimento que um estudante tem sobre determinado tema não é o mesmo nível de compreensão que tem um especialista no assunto em questão. Já em se tratando da aprendizagem de fatos, ambos (estudante e especialista) podem verbalizar o dia e mês de um feriado nacional, ou apresentar os símbolos dos elementos químicos da tabela periódica, ou seja, a aprendizagem de fatos consiste em uma “cópia literal” (POZO, *et al*, 2000, p.63) do que é aprendido.

Nesse sentido, ao discorrer sobre as características peculiares dos conteúdos conceituais, Coll e Valls (2000) consideram a experiência de professores participantes de propostas curriculares ou programas de ensino, apontando alguns verbos, aos quais chamam de *verbos conceituais*, trazidos por esses docentes no início das frases que referenciam a presença desses conteúdos nos objetivos de ensino em seus trabalhos, são eles: “descrever, conhecer, explicar, relacionar, lembrar, analisar, inferir, interpretar, tirar conclusões, enumerar, resumir, etc” (p.91).

Zabala e Arnau (1998) argumentam que os processos avaliativos das atividades didáticas se preocupam com a repetição de definições, limitando a busca de entendimento que o estudante tem sobre determinado conceito. Comentam que entre expressão verbal e compreensão há diferença, e nesse caso, os processos avaliativos “implicam a observação do uso de cada um dos conceitos em diversas situações e nos casos em que o menino ou a menina os utilizam em suas explicações espontâneas” (p.205).

Segundo Silva e Júnior (2016), os planos de ensino que objetivam a aprendizagem de conteúdos conceituais requerem atividades didáticas que permitem a elaboração destes pelo indivíduo, “favorecendo a compreensão e/ou utilização de informações e/ou materiais que lhe são apresentados, assim como possibilitando o desenvolvimento de novas ideias” (p.60).

Dessa maneira, o conhecimento conceitual aprendido, muito mais do que descrever ou definir “coisas”, coaduna com outras ações para desenvolvimento mútuo, afinal de contas, até a busca de novas informações ao realizar uma pesquisa pela *internet*, por exemplo, requer

certos procedimentos, envolve esforço cognitivo. O sentido dado ao que lhe é atribuído parte das relações que os próprios estudantes estabelecem com conhecimentos anteriores, sejam conceituais e/ou do procedimento em si.

Em se tratando dos *conteúdos procedimentais*, estes correspondem aos modos de fazer, de buscar e organizar os saberes construídos, desde a leitura e interpretação textual, ao uso de experimento, elaboração de tabelas, gráficos e perguntas (BRASIL, 1998; XAVIER, *et al*, 2017).

Sobre o tema, os PCN'S afirmam que:

“Os procedimentos expressam um saber fazer, que envolve tomar decisões e realizar uma série de ações, de forma ordenada e não aleatória, para atingir uma meta. Assim, os conteúdos procedimentais sempre estarão presentes nos projetos de ensino, pois uma pesquisa, um experimento, um resumo, uma maquete, são proposições de ações presentes na sala de aula” (BRASIL, 1998, p.52).

Há uma diversidade de procedimentos possíveis na educação em ciências. Para Coll e Valls (2000), o procedimento se trata do “conjunto de ações ou decisões que compõem a elaboração ou a participação” (p.77) de quem o executa, com intuito de alcançar uma determinada meta, de maneira ordenada, sistemática, e não arbitrária.

Igualmente se referindo às experiências dos professores, desta vez, sobre os conteúdos procedimentais, os autores apresentam os verbos apontados pelos docentes como sendo indicativos de procedimentos, considerados então como *verbos procedimentais*, são eles: “manejar, usar, construir, aplicar, coletar, observar, experimentar, elaborar, simular, demonstrar, planejar, compor, avaliar, representar, etc” (p.91).

Essa variedade de procedimentos possibilitada pelo “*saber fazer*” é representada pelos modos de acesso, sistematização e comunicação dos conhecimentos. Leva-se em consideração que a construção de instrumentos para análise dos resultados obtidos, os quais objetivam o cumprimento da meta a ser alcançada, parta dos próprios estudantes (BRASIL, 1999), possibilitando assim um envolvimento mais autônomo dos mesmos. De acordo com Zabala e Arnau (1998)

“Para aprender um conteúdo procedimental é necessário ter uma compreensão do que representa como processo, para que serve, quais são os passos ou fases que o configuram, etc. O que define sua aprendizagem não é o conhecimento que se tem dele, mas o domínio ao transferi-lo para a prática” (p. 207).

No entanto, a inclusão de conteúdos procedimentais no ensino muitas vezes ocorre de maneira equivocada, isso acontece quando seu objetivo é apenas a aprendizagem de conceitos ao invés de possibilitar que os estudantes participem efetivamente da elaboração e execução

do “*passo a passo*” necessário para obtenção dos resultados esperados ou diante de novas situações apresentadas (BRASIL, 1998; COLL E VALLS, 2000).

De acordo com Coll e Valls (2000), outro equívoco frequente na inclusão de procedimentos como conteúdo de ensino nos currículos escolares é referir-se ao mesmo como sendo as “técnicas, métodos, recursos que o professor usa na sala de aula” (p.89), confundindo procedimento com metodologia. Sobre isso os autores ainda comentam que

“Deve-se entender que agora, quando falamos dos procedimentos no sentido que eles têm nos projetos curriculares, estamos fazendo referência propriamente aos conteúdos que os alunos devem aprender e não a alguma coisa que o professor faz ou prevê para conduzir as aprendizagens, somente nos casos em que o professor entendesse que o seu método, a sua estratégia, deve ser aprendido também pelo aluno, então haverá coincidência entre ambos os significados: justamente porque se trata de alguns conteúdos que o aluno aprende” (COLL E VALLS, 2000, p.89).

Nesse sentido, Coll e Valls (*op. cit.*) ainda afirmam que:

“Em princípio, parece evidente que uma coisa são os conteúdos de aprendizagem e outra as atividades ou meios para chegar a adquiri-los. O procedimento pode ser um, embora os métodos ou caminhos para chegar a ele possam ser diversos. Assim, deve ser considerada incorreta uma definição de procedimento que os faça consistir no conjunto de atividades que vale a pena que o aluno realize a fim de obter algum conhecimento específico. Ou, em outras palavras, que **o fato de propor muitos exercícios, muitas atividades práticas, não quer dizer que os procedimentos estejam sendo trabalhados**” (p. 89). (Grifo nosso).

Dessa maneira, os autores destacam dois métodos e recursos didáticos, os quais consideram adequados para um favorecimento da aprendizagem de conteúdos procedimentais: 1. *A imitação de modelos* e 2. *O ensino direto da parte do professor ou de outros alunos*.

Na imitação de modelos, após observarem como está agindo um especialista, um modelo mental apropriado para a execução das atividades que realizarão é construído pelos alunos. Os autores destacam que um dos problemas relacionados a essa técnica de demonstração de modelos, é a não garantia de transferência do controle do aluno sobre o procedimento a ser executado na prática: do modelo ao aluno que o reproduz.

O segundo, refere-se à maneira de construir certa atuação dos alunos guiando sua prática. Os autores comentam que essas possibilidades de instrução necessitam de bastante atividade mental por parte do aluno para que haja uma efetiva aprendizagem não mecanizada ou não repetitiva, apresentam como exemplo uma “maneira direta de ensinar os procedimentos” (p.111), bem como algumas orientações, as quais consideram necessárias para a aprendizagem desses estudantes, no que se refere ao *saber fazer*, como é possível observar no Quadro 7, a seguir:

Ensino direto de procedimentos “Requer que o aluno”...	Orientações para aprendizagem de procedimentos
• Preste a devida atenção às palavras, às ordens ou instruções, às ilustrações que as possam acompanhar, aos comportamentos do professor ou daquele que lhe ensina, de maneira que sejam percebidos os seus aspectos relevantes; • Lembre essas indicações, instruções, comportamentos, mantendo-os atualizados na memória; • Compreenda realmente o significado da atividade que lhe é proposta e veja de forma clara os passos a realizar; • Saiba converter em ação a ordem recebida; • Mantenha-se adequadamente motivado para adotar o procedimento proposto.	• É importante que o professor ou aquele que ensina apresente uma imagem clara da execução do procedimento a adquirir, dos componentes de ação do procedimento, da ordem que é seguida, que explique bem a natureza do procedimento; • O professor deve explicar os benefícios (a rentabilidade, a funcionalidade, a economia de ação, etc) alcançados com o uso do procedimento; • Aquele que ensina deve referir-se às condições da execução, aos possíveis obstáculos e erros que podem aparecer, proporcionando as pistas e ajudas adequadas para avançar; • A indução da análise e a reflexão sobre as atuações.

Quadro 7- Ensino direto de procedimentos e orientações para sua aprendizagem de acordo com Coll e Valls (2000).

Esses atributos conferidos pelos autores ao ensino e à aprendizagem de conteúdos procedimentais estão relacionados à participação ativa dos estudantes nas atividades, cujo foco é a compreensão das ações que são realizadas, “para que o próprio aluno assuma mais diretamente o controle das suas atuações e conduza de forma consciente e voluntária a própria atuação desde o primeiro momento” (p.112).

Dessa maneira, um entendimento mais acertado à respeito do desenvolvimento de procedimentos como conteúdo escolar é capaz de proporcionar um maior envolvimento dos estudantes nas atividades práticas (sejam experimentais ou não, sejam em situações que requerem o uso de papel e lápis para fazer um desenho, um texto ou até mesmo representações através de tabelas e gráficos), e a ausência ou presença de conteúdo procedimental nos planos de ensino poderá indicar possíveis referências metodológicas das atividades didáticas que são propostas, já que estas se referem aos caminhos pelos quais são conduzidos os saberes sobre o fazer científico.

Em se tratando de *conteúdos atitudinais*, estes correspondem aos valores, crenças, normas e posturas relacionadas à questões de caráter científico em situações cotidianas (BRASIL, 1998), e assim como os conteúdos conceituais e procedimentais, “são

parte integrante de todas as matérias de aprendizagem” (SARAIBA, 1998, p.135, *apud*, XAVIER, *et al*, 2017).

Embora as atitudes representem características da personalidade do indivíduo, suas posturas e valores humanos, elas estão relacionadas a uma variedade de aspectos que envolvem questões de natureza sociocultural (BRASIL, 1998; SARABIA, 2000), sendo a atitude manifestada na “forma do indivíduo atuar e realizar sua conduta em sociedade” (ZABALA E ARNAU, 1998, *apud*, XAVIER, *et al*, 2017, P. 31) e os planos de ensino são instrumentos que indiciam que tipo de cidadã e de cidadão se deseja formar.

No entanto, dos conteúdos de ensino, os menos desenvolvidos na escola são os conteúdos atitudinais, devido a uma maior valorização atribuída ao desenvolvimento de conceitos na atual estrutura educacional brasileira (BRASIL, 1998; COLL E VALLS, 2000; XAVIER, *et al*, 2017). De acordo com Xavier, *et al* (2017), o desenvolvimento de conteúdos conceituais como prioridade pode ser atribuído aos processos avaliativos, o que o justifica é o fato de que

“(...) alguns educadores vislumbram apenas os resultados adquiridos em curto prazo, e por priorizarem, também, uma avaliação tradicional que fomenta apenas o caráter somativo e conceitual dos conteúdos, aspecto que não pode ser alcançado com o ensino/aprendizagem de atitudes” (p. 31).

A complexidade dos processos de avaliação de atitudes no ensino das ciências pode ser compreendido pela dificuldade em se atribuir uma valoração a aprendizagem desse tipo de conteúdo, sobre isso Zabala e Arnau (1998) comentam que

“Esta necessidade de quantificação, juntamente com a falta de experiências e trabalhos nesse campo, faz com que, muitas vezes, se questione a necessidade de avaliar os conteúdos atitudinais pela impossibilidade de estabelecer avaliações tão ‘exatas’ como no caso de outros tipos de conteúdo. Como pode se valorar a solidariedade ou atitude não-sexista? A quem podemos dar boa ‘nota’ em tolerância? É evidente que sobre estas perguntas plana a visão sancionadora e classificatória da avaliação, que pode levar a posições extremas que questionem a possibilidade do trabalho sobre os conteúdos atitudinais por falta de instrumentos que permitam avaliar as aprendizagens de forma científica” (p.208).

Doravante, no contexto da aprendizagem, alguns dos aspectos de uma vida em sociedade - relações humanas, questões econômicas e culturais do sistema de produção e relação do homem com a natureza -, são apontados pelos PCN’s, como fatores que permeiam o desenvolvimento de valores e posturas. Sobre isso o documento ainda afirma que

“(...) A valorização da vida em sua diversidade, a responsabilidade em relação à saúde e ao ambiente, bem como a consideração de variáveis que envolvem um fato, o respeito às provas obtidas por investigação e à diversidade de opiniões ou a interação nos grupos de trabalho são elementos que contribuem para o aprendizado de atitudes (...)” (BRASIL, 1998, p. 30).

Portanto, as atividades didáticas cujas propostas requerem o desenvolvimento de conteúdos atitudinais devem promover o surgimento de conflitantes situações para que sejam observados os comportamentos dos estudantes. Debates orais em situações controversas, suas posturas nos trabalhos em equipe/grupo, são alguns dos exemplos de atividades que podem promover a inserção desses conteúdos nos planos de ensino, sobretudo das ciências da natureza.

Dessa maneira, pensar no caráter tridimensional dos conteúdos nas propostas de ensino, sejam planejamentos ou livros didáticos, é possibilitar uma visão integrada dos processos de construção de conhecimentos científicos, suas premissas, a tomada de decisão quanto aos caminhos mais coerentes para alcançar um objetivo, assim como a reflexão e possível mudança de postura diante de temas socioambientais, nutrição e segurança alimentar, a mulher na ciência, por exemplo, “demarcando as atitudes com respeito ao conhecimento científico, ao seu aprendizado e as suas implicações sociais” (SILVA E JÚNIOR, 2016, p. 61). Para tanto, as atividades didáticas devem promover potencialmente o desenvolvimento desses conteúdos, que estão diretamente relacionados aos objetivos dos currículos escolares.

4 METODOLOGIA

Há uma ampla discussão na literatura sobre quais aspectos são mais condizentes com a construção de conhecimentos científicos e quais devem ser considerados para o ensino de ciências, entre eles, debates (MOURA & GUERRA, 2016), curiosidade (AZEVEDO & SCARPA, 2017), imaginação (ANTUNES, *et al*, 2017), criatividade (COPIANI, 2015), argumentação (SANTOS, 2018), leitura e escrita (CARVALHO, 2018). Tais aspectos refletem a pluralidade nos processos metodológicos que envolvem a própria atividade científica, para além da utilização de experimentos (CALLEGARIO, *et al*, 2017; LIMA, 2015).

Nesse sentido, a História da Ciência (HC) tem fundamental importância, pois através dela é possível um maior entendimento acerca da Natureza da Ciência (NdC), ou seja, sobre o que é e como se faz ciência. Traz a possibilidade de compreender a maneira como o conhecimento científico é construído e pode ser explicado. Tal compreensão é capaz de promover um processo de ensino e aprendizagem mais fundamentado, pois ao considerar os modos utilizados pelos cientistas na busca de conhecimento, assim como os contextos em que este conhecimento foi possibilitado ao longo do tempo, têm-se a própria ciência como uma cultura, sendo uma atividade essencialmente humana.

Entretanto, estudos recentes na área de ensino de ciências apontam que ainda prevalecem concepções equivocadas sobre a NdC, principalmente quando processo de ensino e aprendizagem visa apenas a memorização de definições, repetição de conceitos, ou até mesmo quando se atribui ao ensino de ciências um caráter eminentemente prático, refletindo uma concepção empirista da ciência. As concepções podem sofrer influência de fora da escola, através dos mais variados veículos de comunicação (TV, rádio, jornal, internet, entre outros), ou até mesmo dentro do ambiente escolar, e o livro didático, tido como um dos principais influenciadores de visões ingênuas à respeito da ciência, funciona como um apoiador da prática pedagógica, colabora com a formação docente atuando como referência teórica e/ou metodológica.

Considere-se que as atividades práticas no ensino de ciências são aquelas capazes de promover um envolvimento ativo do estudante, seja de maneira cognitiva, psicomotora ou afetiva (LEITE, 2001; ANDRADE E MASSABINI, 2011). No entanto, as possibilidades de aprendizagem estão a depender de como as atividades práticas serão propostas (AZEVEDO & SCARPA, 2017), dentre elas (atividades práticas) estão as atividades experimentais, as quais podem ser desenvolvidas sob diferentes perspectivas didático-metodológicas.

Nesse contexto, o foco de interesse deste estudo está nas atividades experimentais presentes em materiais didáticos oferecidos à professores e professoras de ciências como orientação à prática docente. Objetivamos compreender a concepção de NdC nas atividades de envolvem o uso de experimentos através do livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*”, destinado ao ensino de ciências dos 8^{os} anos da Rede Municipal de Ensino de Recife (RMER), através do *Projeto Sabiah* (PS).

Nesse sentido, analisamos o material didático oferecido aos professores de ciências das Escolas Municipais em Tempo Integral (EMTI's), o qual subsidia o desenvolvimento de atividades experimentais, haja vista que as orientações para o desenvolvimento de atividades experimentais são capazes de indiciar concepções epistemológicas sobre o que é e como se faz ciência, pois estas envolvem aspectos metodológicos da produção do conhecimento científico e reverberam nos processos educativos objetivados para o ensino de ciências (BRASIL, 2016; CHALMERS, 1997, MARCONDES, 2016). Considere-se que o aspecto contextual de nossa pesquisa nos livra da pretensão de possíveis generalizações ou representatividade de caráter meramente estatístico, possibilitando uma abertura que permite a análise dos fenômenos em suas particularidades.

Ao analisar o material didático oferecido aos professores, assumimos o percurso da pesquisa documental, compreendendo o documento como fonte de pesquisa, cujo conteúdo é capaz de informar, indiciar e esclarecer elementos importantes para revelar determinadas questões e até mesmo ser utilizado como prova para questões outras (FIGUEIREDO, 2007).

Assim, aceitamos a premissa de que o documento dá testemunho, intencional ou não. Trata-se de tudo o que indício do passado. De acordo Sá-Silva, *et al* (2009), todas as realizações humanas que apresentam vestígios de sua ação e que podem desvendar suas opiniões, ideias ou maneiras de agir e viver, podem ser consideradas documentos, os quais se apresentam de vários tipos, como por exemplo: “[...] os escritos; os numéricos ou estatísticos; os de reprodução de som e imagem; e os documentos-objeto” (p.4556).

Uma característica atribuída à pesquisa documental é “[...] a busca de informações em documentos que não receberam nenhum tratamento científico” (OLIVEIRA, 2007, *apud*, SÁ-SILVA, *et al*, 2009, p. 6), ou até mesmo documentos que “[...] podem ser reexaminados, propondo-se a produzir novos conhecimentos, a criar novas formas de compreender os fenômenos e a conhecer a forma como esses têm sido desenvolvidos” (KRIPKA, *et al*, *apud*, COUTINHO, 2017, p. 21).

O *corpus* documental desta pesquisa foi desenhado a partir do interesse de compreender a concepção de NdC que subsidiou as orientações para o desenvolvimento de atividades

experimentais, presentes no material didático oferecido aos professores envolvidos no PS das EMTI's em Recife. Para tanto, efetuamos um levantamento, junto à Gerência de Ensino Fundamental/Divisão dos Anos Finais, e identificamos os materiais didáticos adquiridos para a vivência do referido projeto. Também tivemos acesso à relatórios, referentes às características de implementação e desenvolvimento do PS nas escolas atendidas, e a partir do aporte teórico adotado, o qual fundamentou nossas análises, foi possível alcançar a condição empírica que envolve os materiais destinados aos professores de ciências como orientação à prática docente, no contexto das atividades experimentais do PS.

4.1 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Durante a busca por documentos (Leis, Decretos, pronunciamentos na imprensa, entre outros) que pudessem nos servir para situar o contexto no qual o PS está inserido, foram surgindo informações relevantes sobre sua implementação, seus objetivos, quantidade de escolas atendidas e de professores e estudantes envolvidos, entre outros. Situando-nos no contexto que possibilitou o PS na RMER, focamos nas Escolas Municipais em Tempo Integral (EMTI'S) por apresentarem peculiaridades relacionadas diretamente ao PS (as escolas em tempo regular também foram atendidas pelo projeto), a saber: Componente curricular da parte diversificada (*Práticas Experimentais*), construção de laboratórios de ciências e aumento da carga horária da disciplina (Ciências). Realizamos a leitura da Política de Ensino da Rede Municipal do Recife (2015), Programa Municipal de Educação Integral (PMEI), boletim informativo, pronunciamentos na imprensa, entre outros, a fim de um entendimento sobre o que possibilitou o PS nas EMTI'S, considerando o que dele foi divulgado.

Após ter acesso aos livros direcionados aos professores, um para cada *Unidade Temática CTC* adquirida pela PCR para os Anos Finais do Ensino Fundamental, buscamos, após leitura flutuante, reunir todos os exemplares de modo a não perder de vista nenhum deles (*regra da exaustividade*).

Em seguida, obtivemos uma amostra do material a ser analisado, ou seja, escolhemos um dos livros do professor que apresentasse propostas de atividades experimentais em seu texto e, julgamos que a partir de tal amostragem seria possível compreendermos qual concepção de NdC a PCR assume formalmente para o ensino de ciências de sua rede ensino (*regra da representatividade*).

Na sequência, consideramos que o livro do professor escolhido se apresentou como documento adequado para obtenção de informações relevantes, as quais visam o alcance dos objetivos a que se propõe nossas análises (*regra da pertinência*).

Esta opção se deu por entendermos que tal material poderia revelar aspectos consideráveis das atividades experimentais, no que diz respeito aos processos metodológicos de ensino, seus objetivos e conteúdos, assim como os recursos didáticos requeridos, oportunizando o entendimento da concepção de NdC que envolve as orientações destinadas aos professores e professoras de ciências envolvidos no PS.

Desse feito, o tratamento dos documentos teve início com a pré-análise. De acordo com Bardin (1977), a pré-análise corresponde a fase de arranjo, de composição, de organização, refere-se a “um período de intuições, mas, tem por objetivo tornar operacionais e sistematizar as ideias iniciais, de maneira a conduzir a um esquema preciso do desenvolvimento das operações sucessivas, num plano de análise” (p.95). Assim, realizamos a seleção dos materiais após a “*leitura flutuante*”, mencionada anteriormente, possibilitada pelo contato inicial com os documentos durante a pré-análise, e para tanto, foram consideradas as regras da exaustividade, representatividade, assim como a regra da pertinência (BARDIN, 1977).

Inicialmente, os critérios de seleção que orientaram nossa escolha foram os seguintes: 1) Materiais didáticos adquiridos para a vivência do PS nos Anos Finais do Ensino Fundamental; 2) Materiais didáticos oferecidos aos professores como orientação à prática docente. Assim, pudemos reunir o conjunto de todos os materiais adquiridos e, também, direcionados aos professores de ciências como prescrição para o desenvolvimento de suas atividades junto ao PS.

Uma vez realizada a seleção dos materiais, os quais atendessem aos critérios acima estabelecidos, buscamos pelas orientações para o desenvolvimento das atividades experimentais. Escolhemos um livro do professor, onde caracterizamos a natureza de suas atividades (experimental ou não) através de *ficha de análise das atividades prescritas no livro do professor “Nutrição e locomoção no organismo humano”- CTC/ Projeto Sabiah* (APÊNDICE 1).

Assim, as orientações para o desenvolvimento de atividades com uso de experimento correspondem ao nosso terceiro critério. Importante esclarecemos que outros livros, igualmente destinados aos professores, também trouxeram esse tipo de atividade em seu texto (atividade experimental), no entanto, considerando que eles se apresentam sob temas variados e com maior, ou menor ênfase em uma, ou outra área das ciências da natureza (Química, Física ou

Biologia), nossa escolha se deu por afinidade temática, tendo em vista nossa formação em Ciências Biológicas.

Desse feito, escolhemos o livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*”, direcionado ao 8º ano do Ensino Fundamental. Através de Ficha de Análise do Livro, anteriormente citada (Apêndice 1), o *corpus* empírico da pesquisa foi formado nesse processo, através do qual reunimos o conjunto de 6 atividades práticas experimentais.

Para identificação das atividades experimentais utilizou-se a seguinte codificação: *AE* (Atividade Experimental), seguida de algarismo numérico que corresponde, sequencialmente, à ordem de aparição da atividade, e quando necessário, optamos por distinguir a utilização de experimentos em dois momentos, “preparação” e “análise”, representados pelas letras “p” e “a”, respectivamente, conforme exemplifica a Tabela 4 abaixo:

Atividade Experimental	<i>AE1, AE2...</i>
Momento da Atividade Experimental	<i>AE1(p), AE1(a)...</i>

Tabela 4 -codificação utilizada na identificação das atividades experimentais.

A propósito da análise temática, as unidades comparáveis para categorização surgiram a partir de recortes textuais, uma vez que o tema “[..] é a unidade de significação que se liberta naturalmente de um texto analisado segundo certos critérios relativos à teoria que serve de guia à leitura” (BARDIN, 1977, p. 105). “Tratar o material é codificá-lo”, disse Bardin (op. cit., p. 105). Desse feito, realizamos a codificação que nos permitiu transformar os dados brutos, por meio do agrupamento de unidades, em termos que refletem as características das atividades analisadas.

Assim, escolhemos as unidades de registro e de contexto que correspondem, respectivamente, aos temas e aos fragmentos expressivos, num movimento que objetiva elucidar os aspectos relacionados às orientações para o desenvolvimento de metodologias, conteúdos e seus objetivos de ensino, bem como recursos didáticos que possibilitam tais atividades. Dessa maneira, reunimos elementos que acreditamos serem capazes de contribuir com o entendimento de concepções de NdC, a partir de interpretações e inferências sobre os mesmos.

4.2 ANÁLISE DO CORPUS

A análise do material empírico se deu através do método da *Análise de Conteúdo*, proposta por Bardin (1977). Embora existam vários tipos de análises, as quais o método

possibilita, optamos pela análise através de temas, haja vista a produção de interpretações, assim como de inferências por meio dos referenciais teóricos adotados para este estudo, em torno de conteúdos ou temas específicos.

Nesse movimento, formamos categorias com os seguintes temas: a) Características didático-metodológicas; b) Conteúdos; c) Objetivos e; d) Recursos didáticos. Empreendemos a estruturação dessas categorias *a priori*, ou seja, foram determinadas em função de nossos objetivos de investigação e cujas unidades de registro estão situadas numa dimensão comum que possibilitou agrupá-las de acordo com características compartilhadas.

No conjunto dessas categorias buscamos conhecer como estão estruturadas as propostas para o desenvolvimento das atividades experimentais do livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano – CTC*”, cujo objetivo central é compreender qual NdC está presente em suas orientações para o desenvolvimento de atividades experimentais. Para tanto consideramos as características didático-metodológicas apontadas por Lima (2015): Investigativa; Contextualizadora; Demonstrativa; Historicizadora; Problematicadora Comprobatória/Conteudista e; Roteirizada/Simulada.

Para a categoria Conteúdos, visamos compreender quais os conteúdos de ensino estão presentes no desenvolvimento das atividades experimentais do livro selecionado, sejam eles conceituais, procedimentais e/ou atitudinais.

A utilização de experimentos no ensino de ciências está diretamente relacionada ao aprendizado de conteúdos conceituais de ensino e, além de suas orientações procedimentais (métodos e técnicas), devem envolver conteúdos relacionados às atitudes, de maneira tridimensional. Nos apoiamos na perspectiva de que tais conteúdos de ensino visam o favorecimento da compreensão de processos cognitivos, bem como comportamentais.

Em relação à categoria Objetivos, entendemos que esta tem relação direta com os conteúdos de ensino, dessa maneira, buscamos compreender quais os objetivos (conceitual, procedimental e/ou atitudinal) a serem atingidos com o ensino de tais conteúdos (classificados de acordo com a categoria *Conteúdos*, e que estão presentes no desenvolvimento das atividades experimentais), desta vez, buscamos por conteúdos que estivessem presentes no texto referente aos objetivos apresentados no livro. Julgamos relevante trazer ao texto os objetivos, tanto das aulas que propõem o uso de experimentos, quanto das próprias atividades experimentais, haja vista que o livro apresenta especificamente os objetivos dessas atividades, de maneira explícita. Assim podemos conhecer o que objetivam as atividades experimentais, considerando o conjunto de objetivos das aulas em que tais atividades são propostas.

Para a categoria Recursos Didáticos, buscamos, a partir do livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano – CTC*”, qualificar e quantificar os materiais didáticos requeridos para o desenvolvimento das atividades experimentais presentes no livro. Julgamos que tais materiais adquiridos pela PCR para o PS, chamados de “*Materiais de Investigação*”, assim como sua classificação própria (*Materiais Consumíveis; Materiais Não-Consumíveis e; Materiais Adicionais*), possibilitou conhecermos como está proposta a organização, distribuição e destino desses materiais que, através das orientações dadas aos professores, são capazes de subsidiar o desenvolvimento de atividades experimentais prescritas para o ensino de ciências das escolas da RMER atendidas pelo PS.

5 SITUANDO O PROJETO SABIAH! NO CONTEXTO DAS ESCOLAS MUNICIPAIS EM TEMPO INTEGRAL DA CIDADE DO RECIFE/PE

O objetivo principal desta pesquisa é compreender a Natureza da Ciência (NdC) presente nas atividades experimentais prescritas em livro didático oferecido aos professores e professoras de ciências da Rede Municipal de Ensino de Recife (RMER), cujas escolas foram atendidas pelo *Projeto Sabiah* (PS). Nosso foco está nas Escolas Municipais em Tempo Integral (EMTI'S), onde a implementação de tal projeto tem relação direta com o aumento da jornada escolar, e envolve uma reorientação pedagógica e estrutural.

A noção de educação integral não se limita à ampliação do tempo de permanência na escola, mas, sobretudo, visa a participação do indivíduo enquanto cidadão crítico frente à situações do cotidiano. Nesse sentido, “a educação integral está atrelada a uma educação problematizadora, contextualizada, que venha promover e fortalecer práticas culturais democráticas, tendo os estudantes como autores de pesquisas no processo de ensino-aprendizagem [...]” (JÚNIOR, *et al*, 2015, p. 9). Possibilita uma formação de maneira integrada, envolve mudanças estruturais e é oferecida através da ampliação do tempo de permanência na escola, instituindo assim as escolas de/em tempo integral.

No Brasil, no que diz respeito às experiências de escola pública em tempo integral, têm seu marco inicial com o pioneirismo do “Centro Educacional Carneiro Ribeiro na Bahia, no final da década de 50. Na década de 60, desenvolveram-se em São Paulo os Ginásios Vocacionais” (MOTA, 2008, p.41). Na década de 1980, foi implantado nas escolas do Estado do Rio de Janeiro um modelo educacional voltado para a educação de tempo integral, com a criação dos Centros Integrados de Educação Pública (Ciep's).

No mesmo período, década de 1980, em São Paulo, o Programa de Formação Integral da Criança (Profic), montado como proposta da Universidade de Campinas passa a financiar e fornecer recursos às prefeituras com a finalidade de apoiar experiências já existentes ou inovadoras de atendimento às crianças em período integral, compreendendo atividades variadas, dentro ou fora das escolas.

Mota (2008) ainda destaca que o novo modelo era entendido e difundido como a possibilidade de prolongar a jornada escolar das crianças, de onde deveriam participar de atividades curriculares variadas, recebendo alimentação e cuidados básicos. Atividades essas relacionadas às “atividades da vida presente e aos processos adquiridos pelas experiências humanas” (TEIXEIRA, 2007, *apud*, MOTA, 2008, p.28)

Um convênio com o Governo do Estado de São Paulo é estabelecido, e a parceria entre a Universidade e as escolas municipais da cidade de São Paulo é ampliada, possibilitando um fluxo contínuo de informações, pesquisas e atualizações na prática pedagógica entre as duas instâncias.

É de se considerar que tanto no Rio de Janeiro, como em São Paulo, a educação integral obteve incentivo do Programa Mais Educação, que teve início no ano de 2008 e cuja coordenação se dá através da Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade (SECAD/MEC), em ação conjunta com a Secretaria de Educação Básica (SEB/MEC), e as Secretarias Estaduais e Municipais de Educação.

O programa, em princípio, surge com o intuito de atender às escolas com baixo Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), sendo operacionalizado pelo Programa Dinheiro Direto na Escola (PDDE), do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). Sobre o Programa Mais Educação POLINO (201) comenta:

O Programa tem como objetivo estimular a oferta de atividades nas escolas públicas na perspectiva da educação integral e oferece atividades de acompanhamento pedagógico em diversas áreas do conhecimento, entre elas, a de Ciências, a de investigação no campo das Ciências da Natureza, especificamente nos laboratórios, feiras e projetos científicos e robótica, e da temática transversal Meio Ambiente, a qual possui interface com a área (p. 63).

Dessa maneira, o Programa Mais Educação reforça a escola como um espaço comunitário devendo formar parcerias externas, visando à melhoria de sua infraestrutura. A escola passa a ser o lócus de iniciativas privadas, não apenas como agências financiadoras, mas também como integrantes de projetos socioculturais para o educando. Minas Gerais, Santa Catarina e outros estados brasileiros e suas capitais aderiram à criação de programas educacionais voltados para a educação de tempo integral, instituindo e consolidando espaços escolares para sua implementação.

De acordo com Cavaliere (2009), a ampliação do tempo de permanência na escola envolve aspectos relacionados tanto “à viabilidade econômica e administrativa quanto ao tipo de utilização pedagógica das horas adicionais” (p.51). Neste estudo, consideraremos a perspectiva da utilização pedagógica do tempo, voltado ao ensino de ciências proposto pela PCR para as Escolas Municipais em Tempo Integral (EMTI’S).

No caso de Pernambuco, a ampliação do tempo escolar se instaura através de uma parceria entre o poder público estadual, a Secretaria de Educação e Cultura (SEDUC) e o Instituto de Co- Responsabilidade pela Educação (ICE), este último, vem a prestar consultoria para a implementação de um modelo de gestão para algumas escolas estaduais de Ensino Médio, tendo respaldo jurídico na Lei 12965 de 26 de dezembro de 2005, que institui na forma

de política pública o Programa de Educação Integral no Estado de Pernambuco, no ano de 2008 (LIMA, 2006).

Doravante, em 2014, o modelo educacional proposto pelo ICE e implementado nas escolas estaduais de Ensino Médio, também foi aplicado às escolas da Rede Municipal de Ensino do Recife (RMER), nesse caso, para o Ensino Fundamental, onde tal empresa privada, prestou consultoria à Prefeitura do Recife (PCR), que resultou na concepção do Programa Municipal de Educação Integral (PMEI)⁷, iniciando sua implementação em cinco escolas de sua rede de ensino (RECIFE, 2015, p.77).

Em Recife, a implementação do PMEI se deu após aprovação do Plano Nacional da Educação (PNE) para o decênio 2014-2024, através da Lei nº 13.005/2014, que prevê na meta 6 o objetivo de “oferecer educação em tempo integral, em, no mínimo, 50% (cinquenta por cento) das escolas públicas, de forma a atender, pelo menos, a 25% (vinte e cinco por cento) dos(as) estudantes(as) da educação básica” (BRASIL, 2014, *apud*, RECIFE, 2015, p. 75), como uma proposta educativa que se coloca como inovadora para as escolas atendidas.

Atualmente, a proposta de educação integral trazida na Política de Ensino da Rede Municipal do Recife, também aponta em seu texto para uma dinâmica que vai além de uma proposta educacional tradicional:

“Fundamentalmente, a **Escola Integral** reconhece oportunidades educativas que vão além dos conteúdos compartimentados do currículo tradicional, e compreende a vida como uma grande, permanente escola. Enfim, A **Educação Integral**, idealizada pela Secretaria de Educação da Cidade do Recife, entende o (a) educando (a) em sua integralidade, e todos esses estímulos visam atender a esse (a) novo (a) estudante, que provoca e é provocado (a), a todo instante por tecnologias, ideias, motivações, e por uma realidade que está sempre mudando” (RECIFE, 2015, p.77). (Destaque nosso).

Não adentrando no mérito de tal modelo educacional proposto pela PCR, é possível identificar que há disparidades em relação aos termos utilizados pela própria Secretaria de Educação (Seduc/Recife) ao referi-lo, ora como “Escola Integral”, ora “Educação Integral”, o que para Júnior et al (2015) pode “caracterizar ausência de debate e diretrizes mais apropriadas em relação à rede de ensino municipal” (p.10).

Entretanto, independente do termo proferido pela PCR, considera-se a perspectiva da “escola em tempo integral”, haja vista que para a efetivação do ensino de ciências, especificamente, a PCR requer que dentre as atividades a serem realizadas estejam as atividades complementares *Práticas Experimentais*, componente da parte diversificada de sua estrutura curricular, aumentando em 1 (uma) hora-aula o tempo destinado à disciplina ciências, conforme

⁷ Decreto nº 27.717 de 03 de fevereiro de 2014. Disponível em www.recife.pe.gov.br/diariooficial.

Portaria 823 de 16 de abril de 2014, que traz diretrizes para o funcionamento das Escolas Municipais em Tempo Integral (EMTI'S) e trata de sua *concepção curricular*.⁸ Sendo assim, a ampliação da jornada escolar perpassa pelo objeto de estudo dessa pesquisa, mesmo que de maneira tangencial.

Medeiros (2016) faz uma breve descrição da matriz curricular das EMTI'S, apontando, com mesma brevidade, o vínculo existente entre o componente curricular ciências, a parte diversificada do currículo e o projeto institucional *Projeto Sabiah* (PS), o qual é apontado pela autora como sendo “projeto de ciências” (p.38). Para a efetivação desse novo componente curricular (*Práticas Experimentais*) a PCR, além da construção de laboratórios de ciências nas EMTI'S, adquire o *Programa CTC- Ciência e Tecnologia com Criatividade*. Tal programa de ciências, é fornecido pela empresa privada *Abramundo*, e consiste em materiais didáticos, tais quais: livros, caixas com kits de materiais para a realização de experimentos, além de 100 horas de formação de professores para execução de sua metodologia, dita própria (*Metodologia CTC*). Tais elementos/recursos são constitutivos do PS.

No âmbito do ensino, o currículo escolar é um lugar onde se estabelece diálogo entre agentes sociais, elementos técnicos, alunos que reagem diante dele, professores que os ajustam, modelam. Pode ser entendido como um “artefato social concebido para realizar determinados objetivos humanos específicos” (GOODSON, 1997, p. 17). É na elaboração dos modelos curriculares que se estipula ou se define que tipo de cidadão, cidadã e sociedade se deseja construir, e os conteúdos selecionados devem ajudar as pessoas a compreenderem melhor sua história e o mundo a sua volta, sendo operacionalizado pelo professor em sua prática docente (KRASILCHIK, 2008; MALTA, 2013).

De acordo com Malta (2013)

“O currículo tem uma especificidade muito particular. Todos os que dele participam e todos os que têm ingerência sobre o currículo, não o fazem de maneira neutra. Trata-se de uma área impregnada de valores, ideologias, forças, interesses e necessidades e exige, para uma definição mais exata, a explicitação de um quadro de referência filosófica, histórica, política” (p.342).

Assim, as referências teóricas presentes no currículo reforçam que não há neutralidade nas bases que o constituem, em especial no âmbito do ensino.

Sobre o seu planejamento, estudiosos no assunto afirmam que este traz em si uma intencionalidade, comentando que o currículo é um “caminho a seguir”, sua prática está voltada a uma proposta educacional assumida por uma instituição que também é responsável

⁸ Portaria nº 823 de 16 de abril de 2014. Disponível em <www.recife.pe.gov.br/diariooficial>.

por avaliar seus resultados (GOODSON, 2013; KRASILCHIK, 2008; LIMA, 2006; MALTA, 2013; SACRISTÁN, 2000).

No Brasil, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN's) para o Ensino Fundamental classificam o currículo da seguinte maneira:

[...] currículo formal (planos e propostas pedagógicas), currículo em ação (aquilo que efetivamente acontece na sala de aula e nas escolas), currículo oculto (o não dito, aquilo que tanto os alunos, quanto professores trazem, carregado de sentidos próprios, criando as formas de relacionamento, poder e convivência nas salas de aula (BRASIL, 1998).

Desse feito, o *currículo formal* pode ser considerado aquele “prescrito como desejável de forma normativa” (MALTA, 2013, p.343), pensado para o ensino como orientação à prática docente. GIMENO (2000, apud, DOURADO, 2015) o classifica como *currículo prescrito*, afirmando que “sempre haverá uma maneira de orientação, ou seja, uma prescrição para a organização dos processos de escolarização, que vai servir de referência na ordenação do sistema curricular e orientar a elaboração de materiais, o controle do sistema, entre outras coisas” (p. 37).

De acordo com Goodson (2013), a perspectiva única do currículo como prescrição precisa ser abandonada, pois envolve processos e práticas que lhe confere um caráter *construcionista social*, o que “significa que devemos adotar plenamente o conceito de *currículo como construção social*, primeiramente em nível da própria prescrição, mas depois também em nível de processo e prática” (p.67). Nesse sentido, o caráter prescritivo do currículo o põe em risco de ser operacionalizado, um potencial condutor de práticas educativas.

Considere-se que a formação de professores de ciências, por técnicos contratados pela empresa privada e parceira da PCR (*Abramundo*), representa a clara e evidente intencionalidade de implementação de um currículo posto, indo de encontro à autonomia docente de professores e professoras da RMER, os quais são induzidos à reproduzir o passo a passo das propostas didático-metodológicas, trazidas pelo programa de ensino, adquirido para o ensino de ciências das escolas atendidas pelo PS.

Portanto, o caráter prescritivo das orientações pedagógicas que envolvem o componente curricular “*Práticas Experimentais/Projeto Sabiah*”, representa um caminho a ser seguido, e ao adotar os materiais que lhes dá subsídios, a PCR faz de tais recursos um meio de materialização de parte integrante de sua proposta curricular formal, pensada para o ensino de ciências das EMTI'S. Dessa maneira, as orientações dadas aos professores e professoras de ciências, especialmente aqueles lotados nas EMTI'S, são capazes de refletir concepções acerca

da NdC, e consequentemente influenciá-los, assim como aos estudantes, no entendimento sobre o que é e como se faz ciência.

5.1 O PROGRAMA CIÊNCIA E TECNOLOGIA COM CRIATIVIDADE - CTC

Ao suceder e assim incorporar o instituto *Sangari*, a empresa *Abramundo* adquire, entre outros, o *Programa CTC – Ciência e Tecnologia com Criatividade* -, o qual dispõe de uma metodologia própria e materiais didáticos, tais quais livro do professor, livro do aluno, kits para as atividades práticas, conforme descrito em sua apresentação nos livros direcionados aos professores

“O Programa CTC apoia-se em um conjunto de materiais integrados: Livro do Aluno, Livro do Professor e Materiais de Investigação. Está organizado em 36 Unidades, com 16 aulas em cada uma, num total de 576 aulas para ser desenvolvidas no decorrer de todo o Ensino Fundamental. **Pra cada série, são sugeridas quatro Unidades, que podem ser utilizadas adequando-se ao projeto curricular específico de cada escola**” (CENTRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DA ABRAMUNDO, 2008). (Destaque nosso).

Cada *Unidade CTC* possui um livro de mesmo nome, e, além disso, cada uma delas dispõe dos chamados *Materiais de Investigação*, os quais devem ser distribuídos às escolas de acordo com o quantitativo de alunos das turmas. São classificados em três tipos: *Material Não Consumível*, *Material Consumível* e *Material Adicional*.

O *Material Não Consumível* corresponde àquele que pode ser reutilizado no ano seguinte, como por exemplo, modelos didáticos, pinças, lupas, entre outros. O *Material Consumível* é aquele que para ser utilizado no ano seguinte deverá ser repostado pela empresa contratada, fornecedora do *Programa CTC*, por exemplo: pincéis e seres vivos ou partes deles (borboletas, aparelho bucal de abelhas, cistos de *Artemia salina*, entre outros).

O *Material Adicional* deve ser providenciado pelos professores, tal qual balde, tesoura, régua, entre outros, os quais são considerados pelo *Programa CTC* como “facilmente encontrados na própria escola” (CTC, 2008, p.1).

O *Programa CTC*, dispõe de armários para organização do seu *Material de Investigação*, assim como capacitação/formação de professores e professoras para a utilização de tais recursos e execução de sua metodologia própria (100 horas).

Os objetivos descritos pelo programa enfatizam a motivação, aprendizagem de maneira “crítica e autônoma”, o desenvolvimento de “atitudes de investigação”, capacidade de “tomar decisões” na construção da aprendizagem, entre outros, conforme apresenta o Quadro 8, a seguir:

OBJETIVOS DO CTC “O CTC garante aos alunos:”	
1-	Uma experiência significativa, motivadora e instigante de aprendizagem na área de Ciências;
2-	A construção de conhecimentos e habilidades para aprender e continuar aprendendo de maneira crítica e autônoma, condição para a inserção em um mundo em constante transformação;
3-	O desenvolvimento das capacidades de observação, análise, raciocínio lógico, comunicação e abstração que apoiem a construção de conhecimentos científicos e tecnológicos;
4-	A aprendizagem de conhecimentos socialmente relevantes para a vida de cada aluno e da coletividade;
5-	A capacidade de resolver problemas, tomar decisões, desenvolver atitudes de investigação e de autoconfiança nos processos de aprendizagem;
6-	Vivência significativa de interação com outras áreas de conhecimento.

Quadro 8 - Objetivos do Programa CTC. Extraído do livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*” (ABRAMUNDO, 2008, p. 6).

Tais objetivos do *Programa CTC* estão diretamente vinculados ao currículo de ciências, através PS, e refletem o que se deseja alcançar com sua proposta metodológica, um caminho a ser seguido, prescrito, capaz de influenciar a cultura da comunidade escolar, em especial, a prática dos professores e professoras, podendo representar, ou não, mudanças na forma de operacionalização no ensino de ciências das escolas municipais do Recife, em especial, das EMTI’S.

5.2 CARACTERIZANDO O PROJETO SABIAH

Em 2014, a Prefeitura do Recife (PCR), assina contrato com a empresa *Abramundo*, atualmente *Experimenta*, implementando em sua rede de ensino o *Projeto Sabiah* (PS), homenageando uma ave da fauna brasileira “que desperta o sentimento de liberdade” (RECIFE, *boletim informativo CIÊNCIAh*, 2015, p.7).

Ainda de acordo com o boletim *CIÊNCIAh!*, “o Programa CTC é a base desse projeto desenvolvido e adaptado para as necessidades específicas das escolas municipais de Recife” (p.7), sendo parte integrante da política de ensino de ciências da RMER.

Por inexigibilidade no processo de licitação⁹, a empresa *Abramundo* fornece às escolas materiais didáticos e procedimentos metodológicos como orientação à prática docente no Ensino Fundamental. A proposta vincula-se ao ensino de ciências e tem como carro chefe de sua propalação o ensino por investigação e uso de experimentos.

⁹ “É inexigível a licitação quando houver inviabilidade de competição [...]” (Artigo 25 da Lei Federal Nº 8.666, de 21 de Junho de 1993). Disponível em <www.planalto.gov.br>.

Os marcos legais que versam sobre parcerias entre o setor público e o setor privado, eram regulamentadas pelo Decreto - lei 93.872/86 e artigo 116 da Lei 8.666/93. Tais parcerias ocorriam por meio de convênios, sendo seu mais recente instrumento a Lei nº 13.204 de 14 de dezembro de 2015, no qual o termo *parceria* é entendido como “conjunto de direitos responsabilidades e obrigações decorrentes da relação jurídica estabelecida formalmente entre a administração pública e organização da sociedade civil” (BARROS, 2017, p. 100).

Esse mesmo instrumento jurídico define as Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIPI) como sendo

“(...) as pessoas jurídicas de direito privado sem fins lucrativos que tenham sido constituídas e se encontrem em funcionamento regular há, no mínimo, 3 (três) anos, desde que os respectivos objetivos sociais e normas estatutárias atendam aos requisitos instituídos por esta Lei” (Brasil 1999, Art. 1º).

Desse feito, para a relação existente entre a PCR e a empresa *Abramundo*, adotaremos o termo *parceria*, uma vez que este é usado pela própria secretaria, como é possível constatar, por exemplo, na seção *Notícias*, publicada no *Diário Oficial da Prefeitura do Recife*, em 11/12/2014, ao referir-se ao projeto como sendo “[...] *resultado de uma parceria da Secretaria de Educação com a abramundo, que é uma empresa brasileira especializada em métodos de ensino de Ciências no Ensino Fundamental*”.

No entanto, mesmo que o acordo firmado tenha, em uma das partes, a presença do setor privado, no caso a empresa *Abramundo/Experimenta*, para que tal aliança seja conceitualmente considerada uma *parceria público-privada* é preciso adequar-se aos critérios exigidos na Lei nº 11.079 de 30 de dezembro de 2004, que institui normas gerais para contratação de parceria entre o setor privado e o setor público, seja ele da esfera federal, estadual ou municipal.

Barros (2017), chama atenção para a confusão que se faz no entendimento de que parcerias firmadas com OSCIP’S são *parcerias público-privadas*, comentando que estas últimas “são regidas por regras específicas que não se adequam a qualquer tipo de parceria” (p. 99). A autora ainda apresenta alguns requisitos para que o acordo firmado entre as partes seja considerado uma *parceria público-privada*, disponibilizados na página eletrônica do governo federal- *Portal Brasil*, entre eles, que o valor do serviço prestado não deve ser inferior a vinte milhões de reais, e ter vigência de no mínimo 5 (cinco) e no máximo 35 (trinta e cinco anos).

Tais características não condizem com o tipo de acordo firmado entre a empresa *Abramundo* e a PCR, cuja proposta para o PS prevê um período inferior ao exigido e seu valor é igualmente menor, conforme apresenta contrato selado entre as partes.

A implementação do PS se deu de maneira progressiva, conforme cláusula contratual número cinco, inciso 5º: “Até o final do 2º semestre de 2014 deve ser entregue 01(uma) unidade

temática e os serviços de formação do Programa de Ensino de Ciência, para 05 (cinco) unidades Escolares de Tempo Integral do Município [...]”. Esse programa de ensino é o *Programa CTC*.

Desse feito, o PS tem início nas escolas em março de 2015 com a formação dos professores das 19 escolas selecionadas, e, concomitantemente, a arrumação dos armários nas salas temáticas de ciências das cinco EMTI’S, com os kits de materiais e livros adquiridos para a aplicação de sua proposta metodológica:

“Outras 17 escolas da rede devem adotar o Sabiah! nos próximos meses, até o programa abranger todas as 36 escolas de 6º ao 9º da rede municipal de ensino. Das que já tem o projeto implementado, cinco são de Tempo Integral e ganharam laboratórios de ciências, além de salas temáticas de ciências existentes nas demais” (Boletim informativo *CiênciaAH!*, 2015, p.3).

De acordo com relatório¹⁰ de implementação, o PS atendeu à estudantes dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental (1º ao 5º) em mais de uma escola, haja vista que uma das EMTI’S oferece tanto os Anos Iniciais, quanto os Anos Finais do Ensino Fundamental.

No total, o PS envolveu 64 professores, 286 turmas e 8.071 estudantes, dos quais 7.794 são dos Anos Finais e 277 dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, conforme o Quadro 9, que apresenta algumas características de sua implementação no ano de 2015. Dentre as escolas contempladas, cinco (5) são em tempo integral e tiveram ampliação de carga horária na disciplina ciências (1 hora) para vincular-se ao PS, correspondendo assim à 26,3% das escolas atendidas pelo projeto de ciências.

	JORNADA ESCOLAR	
	ESCOLA EM TEMPO REGULAR	ESCOLA EM TEMPO INTEGRAL
ESCOLAS ATENDIDAS	14	5
COORDENADORES PEDAGÓGICOS	1	1
PROFESSORES DE SALA DE RECURSOS MULTIFUNCIONAIS (SRM)	0	1
PROFESSORES REGENTES DOS ANOS INICIAIS	8	5
PROFESSORES REGENTES DOS ANOS FINAIS	37	11
ESTUDANTES DOS ANOS INICIAIS	151	126
ESTUDANTES DOS ANOS FINAIS	5.231	2.840

Quadro 9 - Características de implementação do *Projeto Sabiah!* nas escolas da Rede Municipal de Ensino do Recife em 2015.

¹⁰ Gerência Geral de Ensino Integral/Divisão de Anos Finais.

Primeiro, as cinco (5) EMTI'S, depois as outras quatorze (14) escolas da RMER foram contempladas com o PS, em 2015. No ano seguinte (2016), apenas seis (6) escolas permaneceram atendidas pelo projeto: as EMTI'S e uma (1) escola em tempo regular, representando cerca de 35% das escolas inicialmente contempladas com o PS. Não tivemos acesso a documentos que justificassem essa redução da oferta do PS nas escolas.

O boletim informativo *CiênciAH!*, trata da elaboração do PS, sua metodologia, depoimentos de técnicos pedagógicos, gestores, professores e alunos, e apresenta os critérios de seleção utilizados pela Seduc/Recife para a aquisição dos materiais destinados ao projeto:

“A seleção dos conteúdos leva em conta prioritariamente a relevância social, além de obedecer às condições cognitivas próprias das diferentes faixas etárias. A concepção curricular do material CTC pressupõe a organização de objetivos e conteúdos de forma a garantir que os alunos possam progressivamente construir conhecimentos essenciais em grau de complexidade crescente. [...] Cada unidade é organizada por uma sequência didática de aulas - ordenadas, estruturadas e articuladas para **consecução de um objetivo educativo em relação a um conteúdo concreto – de forma a aproximar os alunos dos conhecimentos por meio de boas situações de aprendizagem** (Boletim informativo *CIÊNCIah!*, 2015, p.8). (Destaque nosso).

A Seduc/Recife, ao se referir à importância das Unidades CTC escolhidas para a vivência do PS, nos permite indagar: O que pode ser considerado como “boas situações de aprendizagem” para que se contemple “um objetivo educativo em relação a um conteúdo concreto”? A própria responde:

“Nas Unidades, **a perspectiva investigativa está sempre presente, transformando a sala de aula em um espaço de questionamento e investigação.** Por sua organização modular e flexível, **permite adaptações curriculares que contemplam o contexto, a realidade local e a conformidade com a Política Educacional da Secretaria**” (RECIFE, 2015, ibidem). (Destaque nosso).

Desse feito, para a Seduc/ Recife, “boas situações de aprendizagem” são aquelas que consideram “a perspectiva investigativa” em sala de aula. Já a concretude dos conteúdos desenvolvidos nas atividades experimentais do PS, a qual objetiva seu ensino e sua aprendizagem, se manifesta na correspondência entre as duas propostas (Programa CTC e matriz curricular de ciências da Seduc/Recife), haja vista, que alguns conteúdos presentes nessas atividades foram alinhados à matriz curricular de ciências, então vigente para os Anos Finais da rede municipal de ensino do Recife (Apêndice II), representando, assim, “a conformidade com a Política Educacional da Secretaria”.

Em entrevista divulgada no D.O.M. da Prefeitura do Recife¹¹, o então diretor da empresa *Abramundo*, Ricardo Uzal Garcia, afirma que:

“O Objetivo do projeto Sabiah! é contribuir para a melhoria do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), tendo em vista a avaliação de 2015, que

¹¹ Disponível em <www.recife.pe.gov/diariooficial>, de 11 de Fevereiro de 2014, seção *Notícias*.

vai incluir ciências [...] O contato com práticas experimentais de investigação dão a possibilidade de conhecer materiais e discutir conteúdos que eles não teriam acesso no método tradicional de ensino” (DIÁRIO OFICIAL DO RECIFE, 2014).

Nesse sentido, para os idealizadores do PS, as atividades práticas experimentais investigativas objetivam o aprendizado de conteúdos de maneira diferente de práticas corriqueiras, usuais, no sentido da cultura do ensino tradicional, cujo cerne está na memorização. O PS objetiva a melhoria de resultados advindos de avaliações externas.

Das trinta e seis (36) *Unidades Temáticas*, sugeridas pelo *Programa CTC*, vinte e sete (27) foram selecionadas pela equipe técnica de ciências da SEDUC-Recife, sendo doze (12) unidades para os Anos Finais do Ensino Fundamental (6º ao 9º), conforme “Grade CTC – *Projeto Sabiah!*” (Quadro 10), divulgada através do *boletim CiênciAH!*. Cada uma das 12 Unidades CTC possui dezesseis (16) aulas, perfazendo um total de (cento e noventa e duas) 192 aulas a serem realizadas ao longo do ano letivo.

GRADE CTC – PROJETO SABIAH!			
Ano/Série	1º Trimestre	2º Trimestre	3º trimestre
6º	Terra e Universo	Ecossistemas	Água, Solo e Rochas
7º	Energia e Matéria nos Ecossistemas	Mundo Microscópico	Diversidade dos Animais
8º	Regulação e Reprodução no Organismo Humano	Nutrição e Locomoção no Organismo Humano	Materiais e suas Propriedades
9º	Reações Químicas	Reações Químicas	Mecânica

Quadro 10 – Unidades CTC selecionadas pela Seduc/Recife para o *Projeto Sabiah!* oferecido aos Anos Finais do Ensino Fundamental. Extraído do *Boletim Informativo ciênciaAH!* (2015).

Portanto, consideramos que para a concepção do PS, os objetivos e conteúdos do *Programa CTC* e da Política de Ensino da Rede Municipal do Recife, para o ensino de ciências, são propalados em uníssono, e ao adquirir os materiais que dão subsídios ao componente *Práticas Experimentais*, a PCR materializa parte de sua proposta curricular formal, prescrita para as EMTI’S. Nesse sentido, nos interessa analisar as atividades experimentais presentes no livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*”, de mesmo nome da Unidade CTC, proposta para o 2º trimestre dos 8ºs anos do Ensino Fundamental da RMER.

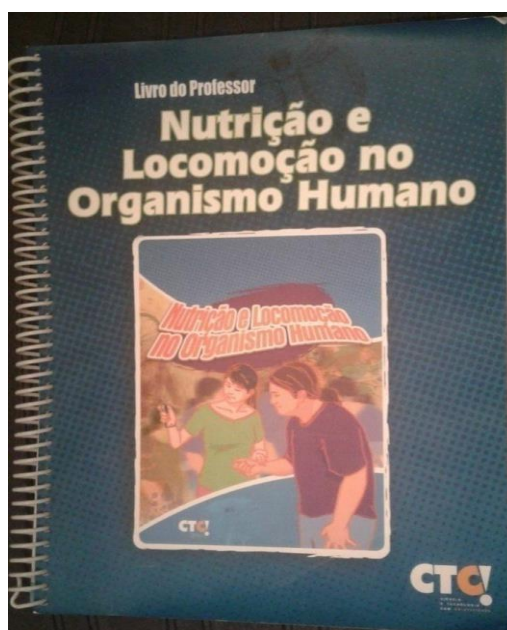
5.3 O LIVRO DIDÁTICO DO PROJETO SABIAH

De maneira geral, o livro do professor atua como agente formador, trazendo em si orientações metodológicas para o desenvolvimento de atividades didáticas, norteando a prática docente. O livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*”- CTC,

destinado ao 8º ano do Ensino Fundamental, foi o livro escolhido para este estudo, tendo em vista que se trata de um dos elementos constitutivos do *Projeto Sabiah* (PS).

Apresentando uma boa qualidade gráfica, o livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*” - CTC, possui 209 páginas e capa colorida em espiral (Figura 05), nas dimensões 30 cm x 22,5 cm. Na parte central de cada aula é reproduzida a apresentação gráfica do livro do aluno, incluindo sua paginação, e nas laterais estão as orientações pedagógicas para os professores.

Figura 05- Capa do livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*”



Fonte: a autora.

Em sua 10ª edição (2008), o livro é apresentado como sendo uma “obra concebida e realizada pelo Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Abramundo - Educação em Ciências”, e traz a estrutura organizacional da empresa e seus respectivos representantes, assim como a composição de sua “Equipe Pedagógica”, “Engenharia de Produtos Didáticos” e “Arte e Iconografia”. Em seguida a Equipe de Pesquisa e Desenvolvimento da Abramundo assina um texto contendo uma breve apresentação do livro, comunicando ao professor que este “*tem em mãos uma orientação clara e detalhada para suas aulas de Ciências, nas quais você e os seus alunos são protagonistas*”.

O livro possui sumário e apresenta proposta de articulação com as áreas de Língua Portuguesa, Matemática, Artes, História e Educação Física. Também aponta os materiais necessários para a execução das atividades propostas. Os temas estão distribuídos em 16

aulas/capítulos, cujas atividades se apresentam em sequências didáticas, num movimento que resgata os assuntos tratados em aulas anteriores.

O sumário, inicia com “Apresentação do CTC” - Ciência e Tecnologia com Criatividade, seus objetivos, as Unidades CTC e seus temas, livro do aluno, livro do professor e material de investigação. Indica a apresentação da Unidade CTC *Nutrição e Locomoção no Organismo Humano* através das seções: “Por que estudar o tema”; “Objetivos da Unidade”; “Visão Geral da Unidade”; “Articulação com outras áreas”; “Materiais” e ; “Centro de Distribuição”¹² (p.4), Também indica as 16 aulas e seus respectivos temas. Conclui com a Bibliografia.

Para cada aula, o livro do professor está sequencialmente organizado de acordo com as seguintes seções: “*Nesta aula*”, “*Objetivo*”, “*Abertura*”, “*Material*”, “*Preparação*”, “*Atividades*”, “*Saiba mais*”, “*Sobre o tema*”, “*Depois da aula: Reflexões sobre a aula* e “*Para a próxima aula*” (p.10).

A seção, *Nesta aula* traz um panorama geral dos conteúdos que serão estudados no capítulo, juntamente com uma breve descrição das atividades a serem realizadas. A seção *Objetivo* traz de maneira explícita as finalidades de cada aula.

A seção *Abertura*, orienta e traz sugestões de discussões à respeito das imagens e das questões apontadas na página de abertura das aulas.

À seção *Material* apresenta os nomes dos materiais e as imagens, em formato reduzido, e que serão utilizados em cada aula. Tais materiais são distribuídos, “Para classe”, “Por equipe” , “Por dupla” e/ou “Por aluno”. Ao lado de cada material requerido existe um símbolo que representa seu destino, seu tratamento após a realização da atividade na aula.

Junto à apresentação descritiva dos materiais existe uma subseção denominada “*Destino do Material*”, que apresenta símbolos (seus significados estão descritos em legendas, conforme Figura 6), orientando o destino dos materiais utilizados nas atividades experimentais, desde “lavar”, ao “descarte especial”, como por exemplo, na orientação dada ao destino do “ácido clorídrico diluído”. Entretanto, o livro não diz o que seria esse “descarte especial”, conforme apresentação da Unidade:

“Os materiais utilizados nas aulas podem ter diferentes destinos. Alguns são utilizados apenas uma vez em toda Unidade, outros são utilizados em mais de uma aula, por isso precisam ser lavado, outros devem ser descartados etc. Para sinalizar o procedimento a ser adotado, foram colocados, ao lado de cada material apresentado nas Aberturas, símbolos que indicam seu destino após o uso” (CENTRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DA ABRAMUNDO, 2008, P. 24).

¹² O *Centro de distribuição* é um espaço na sala de aula destinado à organização dos materiais que serão utilizados nas atividades práticas.

Ainda sobre o destino dos materiais das aulas, o livro sugere, na apresentação da Unidade, que essas informações sejam trazidas aos alunos para que eles colaborem organizando o material depois de sua utilização nas aulas, pois considera que a “organização do material faz parte do trabalho em laboratório e da pesquisa científica” (p. 24).

Preparação é a seção responsável por orientar os professores na organização dos espaços e dos materiais, necessários para a realização das atividades, sejam eles preparados pelo professor, antes ou durante a aula, ou pelos alunos. Em geral, esta seção está relacionada às *atividades experimentais*.

	RECICLAR/REUTILIZAR
	LIXO COMUM
	LEVAR PARA CASA
	GUARDAR
	LAVAR
	DESCARTE ESPECIAL
	AULA EM QUE SERÁ REUTILIZADO

Figura 6 – Orientações para o “Destino dos Materiais da Aula”, presentes na apresentação da *Unidade CTC – “Nutrição e Locomoção no organismo Humano”*. Extraído de CTC (2008, p. 24).

A seção *Atividades* traz orientações ao professor para o desenvolvimento das ações realizadas pelos alunos, “com instruções detalhadas dos procedimentos experimentais” (p.11). Orienta sobre a utilização do *Diário de Ciências*¹³, sejam produções textuais, registro de informações em tabelas, entre outros.

Saiba mais é a seção correspondente aos textos presentes no *Livro do Aluno*, cuja leitura de informações visa o estudo dos conteúdos abordados nas aulas. No livro do professor, a seção *Saiba mais* traz breve descrição do conteúdo dos textos apresentados, assim como orientações para discuti-los. A seção *Sobre o tema* aborda os conteúdos conceituais trabalhados com os alunos na aula.

¹³ O livro traz orientações para utilização do *Diário de Ciências*, mas não o caracteriza, assim como não foram encontrados registros de sua aquisição para o *Projeto Sabiah*.

Depois da aula: Reflexões sobre a aula, é a parte do livro do professor que o convida à avaliação da aula, através de “reflexões” sobre sua própria atuação, bem como sobre as aprendizagens dos alunos. Afirma objetivar a promoção de um trabalho reflexivo “que ajude os professores na preparação e no desenvolvimento de outras aulas” (p.12).

Para a próxima aula é o item que nem sempre está presente no livro do professor. Objetiva informá-lo quanto às ações e materiais que devem ser providenciados antes da aula seguinte, com um ou mais dias de antecedência. O que nem sempre ocorre devido às especificidades de cada aula.

Assim, o livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*” não só apresenta os conteúdos a serem trabalhados na sala de aula, mas sobretudo, o passo a passo para o desenvolvimento das atividades, o que pode influenciar potencialmente as práticas dos docentes, cujas escolas foram contempladas com propostas didático-metodológicas vinculadas à disciplina ciências através do PS, oferecido pela PCR.

6 COMPREENDENDO AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS, PRESCRITAS PARA O PROJETO SABIAH, ATRAVÉS DO LIVRO DO PROFESSOR - “NUTRIÇÃO E LOCOMOÇÃO NO ORGANISMO HUMANO” - CTC

O livro do professor, “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*”, direcionado aos 8ºs anos do Ensino Fundamental, traz proposta para 16 aulas, assim como os demais livros adquiridos da empresa *Abramundo* adotados para o *Projeto Sabiah* (PS), sendo distribuído nas 18 escolas que atendem ao Anos Finais da Rede Municipal de Ensino do Recife (RMER), dentre as quais 5 são em tempo integral. Uma das Escolas Municipais em Tempo Integral (EMTI’S) atende estudantes, tanto dos Anos Iniciais, quanto dos Anos Finais.

Cada aula apresenta de 3 (três) à 6 (seis) atividades, perfazendo um total de 70 (setenta) atividades comuns ao livro do professor e livro do aluno, e 6 (seis) atividades apresentadas como “Sugestão”, presentes apenas no livro direcionado aos docentes (aulas 3, 7, 9 e 12), num movimento que pode ser considerado como atividade complementar.

Cada aula apresenta uma sequência de atividades, que em conjunto tratam do conteúdo a ser ensinado. Mesmo considerando o aspecto de continuidade nas atividades encontradas no livro, a grande maioria delas se constitui em exercícios distintos em uma mesma aula, tais como: leitura textual, escrita, realização de esquemas, incluindo atividades práticas demonstradas pelo professor e até mesmo com a participação dos estudantes, com ou sem o uso de experimentos.

De acordo com os referenciais teóricos adotados nesta pesquisa, 9 aulas presentes no livro analisado, incluindo as *sugestões*, apresentam atividades consideradas *não-experimentais* (Tabela 5), e 7 aulas trazem atividades que sugerem o uso de experimentos, consideradas então como *atividades experimentais*.

Foram encontradas 6 (seis) atividades que utilizam experimentos, sendo essas atividades distribuídas em 7 aulas (2, 3, 10, 12, 13, 14, 15), onde uma delas (aula 14) apresenta a análise de um experimento preparado em aula anterior, ou seja, aparece em duas aulas distintas, porém trata-se do mesmo experimento.

Os conteúdos das aulas, 12, 13 e 14, não eram alinhadas à matriz curricular de ciências da RMER, logo, das 6 atividades experimentais encontradas no livro do 8º ano analisado, apenas metade delas está prescrita para o PS, com uma ressalva: a aula 15 propõe realização de experimento (difusão) e a comparação de seus resultados com o experimento realizado em aula anterior, aula 14 (osmose). Assim, ao considerarmos que os conteúdos referentes à aula 14 não eram alinhados às proposta da RMER para o ensino de ciências, entendemos que os objetivos da aula 15, nem mesmo estes, foram considerados para o PS.

Entretanto foi analisado o conjunto dessas atividades experimentais, ou seja, todas as 6 atividades. Buscou-se identificar algumas de suas principais características, a propósito de compreender a concepção de Natureza da Ciência (NdC) presente nas orientações para o desenvolvimento dessas atividades.

QUANTITATIVO DE AULAS	NATUREZA DAS ATIVIDADES	FREQUÊNCIA (%)
7	EXPERIMENTAL	43,75%
9	NÃO-EXPERIMENTAL	56,25%

Tabela 5 - Características, por aula, das atividades do livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*”- CTC/Projeto Sabiah.

Analizamos as atividades experimentais considerando as características didático – metodológicas trazidas por Lima (2015): Investigativa; Demonstrativa; Comprobatória /Conteudista; Problematicadora; Contextualizadora; Roteirizada/Simulada e; Historicizadora.

O autor apresenta uma definição para experimento “como um acontecimento que diz respeito à busca de réplicas de fatos naturais que só acontecem quando intervém nossa ação, com planejamentos e orientações metodológicas para as observações e considerações de quem experimenta” (ABBAGNANO, 1998, *apud*, LIMA, 2015, p. 28), sendo que cada um desses procedimentos possui peculiaridades, evidenciando as diferentes possibilidades de sua realização.

Nesse sentido, as atividades experimentais não se limitam apenas à manipulação do experimento *per si*, mas envolvem um conjunto de proposições que levam a sua elaboração, execução e análise. Tais atividades que fazem uso de experimentos não se apresentam de maneira isolada, e sim como parte integrante de um conjunto de outras atividades didáticas que, sequencialmente propõem a leitura de imagens, leitura e produção textual e utilização de tabelas, entre outros. Seguindo tal entendimento, analisamos as situações didáticas em que são propostas o desenvolvimento das atividades experimentais.

Para identificação das atividades experimentais utilizou-se a seguinte representação: *AE* (Atividade Experimental), seguida de algarismo numérico que corresponde, sequencialmente, à ordem de aparição da atividade. Em dois casos, (*AE1* e *AE5*), a mesma atividade aparece em momentos/aulas diferentes, conforme dito anteriormente, e por isso optamos por distinguir a utilização desses experimentos em dois momentos, “preparação” e “análise”, representados pelas letras “p” e “a”, respectivamente.

O Quadro 11 apresenta o número das aulas, a identificação das atividades experimentais e das páginas onde estão localizadas, assim como seus respectivos títulos.

Nº DA AULA	NÚMERO DE PÁGINA	ATIVIDADE/MOMENTO (p,a)	TÍTULO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL
2	48 – 49	AE1(p)	<i>Simulação da digestão no estômago (preparação)</i>
3	53	AE1(a)	<i>Simulação da digestão no estômago (análise)</i>
10	133	AE2	<i>Simulação de fluxo sanguíneo</i>
12	159	AE3	<i>Rígidos e resistentes</i>
13	166 – 167	AE4	<i>Levantamento de pesos</i>
14	175 e 180	AE5(p)	<i>Processo de osmose (preparação)</i>
15	187, 189 e 190	AE5(a) e AE6	<i>Processo de osmose (análise) e Processo de difusão</i>

Quadro 11- Aulas onde foram encontradas as atividades experimentais, página do livro do professor e seus respectivos título.

6.1 CARACTERIZANDO AS ORIENTAÇÕES DIDÁTICO-METODOLÓGICAS QUE VISAM O DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DO LIVRO DO PROFESSOR “NUTRIÇÃO E LOCOMOÇÃO NO ORGANISMO HUMANO” – CTC

Realizamos a *classificação didático-metodológica* das atividades experimentais para alcançar ao primeiro objetivo deste estudo, buscando compreender a concepção do que é e de como se faz ciência nessas atividades, cotejando-as com a perspectiva investigativa que o *Projeto Sabiah* (PS) diz ter para o ensino de ciências da Rede Municipal de Ensino do Recife (RMER).

Dessa maneira, classificamos as orientações propostas para a realização das atividades experimentais do livro do professor, “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*”, de acordo com as características didático-metodológicas apresentadas por Lima (2015) e cuja

caracterização e frequência de aparição pode ser observada na Tabela 6, são elas: Roteirizada /Simulada; Comprobatória/ Conteudista e; Demonstrativa.

CARACTERÍSTICA DIDÁTICO- METODOLÓGICA	QUANTIDADE	FREQUÊNCIA (%)
Roteirizada/Simulada	6	100
Comprobatória/Conteudista	6	100
Demonstrativa	2	33,3

Tabela 6 - Características didático-metodológicas das atividades experimentais do livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*” - CTC/ Projeto Sabiah.

Iniciamos a análise das atividades experimentais com a *AE1(p)*, onde o professor é orientado a realizar a preparação do experimento “*Simulação da digestão no estômago*”, que será demonstrado aos alunos na aula seguinte (Aula 3). A preparação do experimento pelo professor segue um roteiro que conduz sua montagem, de acordo com a Figura 7, abaixo:

Quadro I : Simulação da digestão no estômago

1º Identifique os tubos de ensaio, numerando-os de 1 a 4.

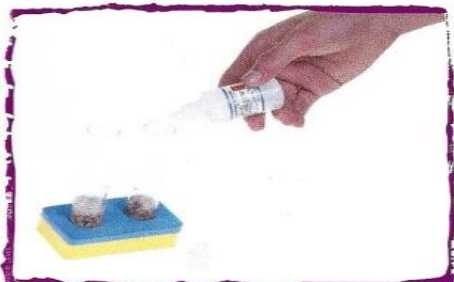
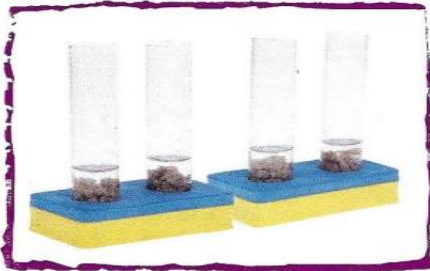
2º Com a palheta plástica, coloque uma pequena amostra de carne moída cozida em cada um dos tubos de ensaio.

3º Com a pipeta plástica, adicione 6 mL de água ao tubo 1. Ele servirá como parâmetro de volume para os tubos 2, 3 e 4.

4º Pingue ácido clorídrico, cuidadosamente, no tubo 2 até que ele atinja o mesmo volume do tubo 1, ou seja, 6 mL.

5º No tubo 3, adicione 2 mL de água e 4 mL da solução de pepsina. Para isso, utilize duas pipetas diferentes.

6º Utilizando a pipeta, adicione 4 mL de pepsina ao tubo 4. Adicione ácido clorídrico até atingir o volume do tubo 1.

7º Tampe os tubos com as rolhas de EVA. Recomenda-se deixar os tubos em repouso, em temperatura ambiente, por cerca de 24 horas. Caso a temperatura ambiente seja abaixo de 15 °C, pode ser que o tempo de espera seja de 48 horas.

Figura 7- Preparação do experimento *Simulação da Digestão no estômago*.

Percebe-se que a característica didático-metodológica nesse tipo de atividade é considerada *Demonstrativa*, haja vista que o professor é quem manipula o experimento para que os alunos observem seus resultados na aula seguinte. Segue um roteiro predefinido para seu desenvolvimento, sendo também caracterizada como *Roteirizada/Simulada*.

Importante comentar que o próprio livro aponta, na seção *Atenção*, “Cuidado ao manusear a solução de ácido clorídrico!” (p.49), considerando que seu contato com a pele pode causar queimaduras. O livro também traz medidas a serem tomadas caso haja “derramamento acidental”, indica lavar o local atingido com água corrente imediatamente.

Assim, ao considerarmos a relação idade/série dos estudantes, entre 12 e 13 anos, referente ao 8º ano do Ensino Fundamental, é possível compreendermos o caráter demonstrativo que tal atividade apresenta, pois se trata de um material que potencialmente poderia causar danos à pele dos estudantes, ficando então à cargo do professor ou professora, sua manipulação.

Nesse sentido, é possível afirmar que nem todas as proposições de atividades podem ser coerentes com a utilização de atividades experimentais investigativas, haja vista questões relacionadas à biossegurança, as quais não são capazes de permitir maior grau de liberdade intelectual aos estudantes, nesse caso, manipulando o experimento.

Na aula seguinte (aula 3), antes da demonstração do experimento pelo professor, as atividades propostas trazem um pequeno resgate dos conteúdos vistos na aula anterior sobre o início das transformações físicas (ou mecânicas) dos alimentos na boca, e em seguida o livro lança uma pergunta/problema:

“[...] Na maioria das secreções do sistema digestório existem enzimas, substâncias responsáveis por parte das transformações do alimento. Qual deve ser a função de uma enzima?”

Na sequência, o livro solicita o registro dessas “ideias”, no *Diário de Ciências* (DC). No entanto, conforme mencionado anteriormente, não foram encontrados ou disponibilizados registros da aquisição do DC pela PCR, o que possibilita indagar sobre a importância dada ao material para registro das informações obtidas com uso de experimentos.

Esse momento da atividade trata da origem e do papel das enzimas e apresenta ao professor um possível de levantamento de hipóteses por parte dos estudantes:

“Nesse momento não é esperado que eles saibam como age uma enzima, mas que consigam levantar hipóteses sobre o seu papel na digestão química”.

Ao analisarmos a pergunta/problema apresentada, “qual deve ser a função de uma enzima?”, identificamos que se trata de uma pergunta fechada, ou seja, uma pergunta cuja

resposta está pronta e é tida como verdade, cabendo ao aluno encontrá-la no próprio texto que a antecede, apresentando assim sua solução. Desconsidera o surgimento de possíveis respostas, diferentes daquelas previstas (LIMA, 2015), não sendo considerado um “bom problema” (CARVALHO, 2018).

De acordo com Carvalho (op. cit.), “quando o conteúdo do problema está relacionado com os conceitos espontâneos dos alunos, esses devem aparecer como hipóteses dos mesmos” (p.772), o que não foi observado nessa atividade.

Na sequência, a *AE1(a)* propõe que o professor demonstre o experimento preparado por ele na aula anterior, o qual simula o processo de digestão no estômago. Os estudantes não participam do processo de preparação e manipulação do experimento, mas observarão a demonstração/simulação do professor:

“Eles observam e analisam um experimento – demonstrado pelo professor – que simula a digestão química da proteína no estômago, observando a ação da pepsina em uma porção de carne”.

Atividades práticas demonstrativas são importantes, pois podem contribuir com o aprendizado de certos conteúdos, principalmente se não houver materiais disponíveis para todos em sala de aula, ou o tempo necessário para a organização e/ou distribuição de materiais com os estudantes.

Para Trivelato e Silva (2011), ao citar Campos e Nigro (1999), as atividades demonstrativas, que são desenvolvidas pelo professor, permitem que o aluno tenha “maior contato com os fenômenos já conhecidos e com equipamentos, instrumentos, fenômenos e até seres vivos” (TRIVELLATO E SILVA, 2011, p.72).

No entanto, a proposta utiliza-se de roteiros com etapas predefinidas, apenas para a observação dos procedimentos, métodos e resultados, sem que haja a interferência dos demais participantes no desenvolvimento do experimento.

De acordo com Lima e Teixeira (2011), atividades desse tipo buscam a simples constatação de “verdades”, não possibilitam um maior envolvimento dos estudantes com os resultados, nem mesmo com suas previsões, e as atividades práticas que se propõem apenas a demonstrar e/ou comprovar verdades estabelecidas universalmente não são capazes de “estimular o aluno a despertar compreensões diversas sobre os fenômenos naturais, muito menos rediscutir sua experiência a determinados acontecimentos de sua vida e de seu contexto” (p.6).

Na sequência, o livro propõe a reprodução, no DC, de um modelo de tabela para registro dos resultados quanto à aparência inicial e final dos materiais contidos nos tubos, bem como o

que chamou de “interpretação” desses resultados. Sugere que os estudantes discutam o que observaram, antes do registro de suas conclusões, e para tanto, lança perguntas fechadas sobre o que foi observado na demonstração/simulação executada pelo professor em sala de aula, numa perspectiva comprobatória da teoria.

Nesse sentido, essa atividade experimental, além das características didático-metodológicas *Demonstrativa* e *Roteirizada/Simulada*, conforme apresentado anteriormente, também pode ser classificada como *Comprobatória/Conteudista*, uma vez que se preocupa com a confirmação da teoria, anteriormente apresentada aos estudantes.

Acreditamos que a utilização de debates, trabalhos em grupo/equipe são importantes para a construção de novos conhecimentos, no entanto o conjunto das orientações para o desenvolvimento da atividade não possibilita aos estudantes intervirem em seu desenvolvimento, assim como não prevê o surgimento de novos questionamentos.

Destaca-se semelhante proposta na AE2, cuja característica didático-metodológica também se apresenta como *Roteirizada/Simulada* e *Comprobatória/Conteudista*, no entanto os estudantes participam de sua preparação e execução para confirmar teorias a serem ditas, nesse caso, após a realização do experimento.

Antes disso, o livro apresenta a imagem (Figura 8) de duas artérias, uma saudável e outra com entupimento e lança uma pergunta:

1 Comparem as fotos seguintes: de um vaso sanguíneo saudável e de outro que apresenta entupimento.

- Como e por que um vaso sanguíneo entope?



Figura 8- imagens de duas artérias , uma saudável e outra com entupimento.

A boa qualidade das imagens apresentadas no livro é inegável. É possível observar bem a deposição de gorduras numa artéria, e a diferença entre esta e uma outra artéria saudável. A

partir daí, o livro apresenta algumas informações e traz duas perguntas cujas respostas são consideradas, pelo livro, como hipóteses elaboradas pelos estudantes:

“Artérias coronárias são vasos que irrigam o coração, trazendo sangue para o músculo cardíaco.

- *Para que o músculo cardíaco precisa receber sangue?*
- *Quais as possíveis consequências de um entupimento para o músculo cardíaco?*
- *Discutam e anotem suas hipóteses no Diário de Ciências”.*

A atividade sugere elaboração de hipóteses por parte dos estudantes sobre o funcionamento do músculo cardíaco. Entretanto, é a partir da observação de duas artérias (uma entupida com gordura e outra livre de gordura) que tal sugestão ocorre.

De acordo com Carvalho (2018), as hipóteses e o problema estão relacionados aos conceitos espontâneos dos estudantes, pois se o conteúdo do problema tem relação com tais conceitos esses se configuram nas hipóteses propriamente ditas.

O que não foi observado nesse momento da aula, ao contrário, a pergunta que antecede a imagem que dá início à atividade (*“Como e por que um vaso sanguíneo entope?”*) denota a ideia de causa do fenômeno (entupimento da artéria coronária), e em pergunta posterior procura resposta, desta vez para os efeitos (*“Quais as possíveis consequências de um entupimento para o músculo cardíaco?”*).

Não há elaboração de hipóteses e sim a realização de afirmações. Tais respostas serão comprovadas através da atividade experimental a ser proposta em seguida pelo livro:

“Agora, vocês irão realizar um experimento bastante simples para entender melhor o papel das artérias coronárias e os cuidados necessários para preservar a sua saúde”.

Novamente o caráter comprobatório, com roteiro predefinido, cujo passo a passo para fins de comprovação da teoria se faz presente, nesse caso com a participação do aluno que tem um contato para além do visual com os materiais utilizados no experimento, conforme Figura 9, a seguir:

Simulação do fluxo sanguíneo

1^o Enchem a seringa com água até a marca de 3 mL. Em seguida, descarreguem a água no copo, marcando o tempo que levaram para esvaziá-la.



2^o Calculem a velocidade do fluxo de saída utilizando o volume e o tempo necessários para esvaziar a seringa (mL/segundos). Considerem a velocidade do fluxo e o volume de água liberado (mL) por unidade de tempo (segundos).

- Registrem o resultado no *Diário de Ciências*.

3^o Realizem o mesmo procedimento, agora usando a ponteira plástica.



4^o Calculem a velocidade do fluxo nessa nova situação.

- Em qual dos dois processos o fluxo foi mais lento?
- Anotem suas observações no *Diário de Ciências*.

Figura 9 - imagem “simulação do fluxo sanguíneo”.

De acordo com Lima (2015), esse tipo de atividade prática que envolve experimento com a finalidade apenas de comprovação da teoria “pouco ou nada oportuniza identificar as supostas variáveis que o experimento em princípio envolveria, não mobiliza nos alunos a elaboração de hipóteses ou mesmo entendimentos que norteariam as atividades” (p.33).

Com características didático-metodológicas *Demonstrativa*, *Roteirizada* /*Simulada* e *Comprobatória* / *Conteudista*, classificamos a AE3, cujo livro a propõe como uma “*Sugestão*” (Figura 10) ao professor para trabalhar algumas características presentes nos ossos, num movimento que pode ser considerado como atividade complementar.

[Sugestão]

Rígidos e Resistentes

Com dois experimentos bastante simples, é possível demonstrar aos alunos tais qualidades dos ossos – a rigidez e a resistência. Para iniciar o seu desenvolvimento:

- Obtenha dois dos ossos de galinha limpos ou peça aos alunos que os tragam.
- Em seguida, mergulhe um dos ossos em um recipiente com vinagre e o outro em recipiente com água.
- Coloquem os dois recipientes em local protegido, mas de fácil acesso na sala de aula, pois eles devem ser examinados pela turma, com sua orientação, dia a dia. Eles poderão observar, por exemplo, que um osso de galinha mergulhado por alguns dias em vinagre torna-se mole e diminui de volume. Por apresentar propriedades ácidas, o vinagre remove a parte mineral do osso, deixando-o somente com o colágeno, ou seja, somente com a parte proteica. Ainda assim é muito difícil de romper esse osso, pois o colágeno lhe confere resistência.

Figura 10 – Sugestão de uso do experimento “*Rígidos e Resistentes*”.

Embora a sugestão de atividade acima apresentada se refira a dois experimentos, consideramos como sendo apenas um, tendo em vista que há utilização de dois recipientes com manipulações de variáveis que fazem parte da mesma proposta de atividade e são submetidos à análises comparativas durante as observações dos estudantes.

Ao se referir à atividade “*Rígidos e Resistentes*” como sendo dois experimentos, incorre-se o risco de comprometer o entendimento sobre a importância da criação de réplicas e da manipulação de possíveis variáveis na *AE*, nesse caso a variável “*concentração da acidez*”. Ademais, a atividade limita-se a demonstração, não havendo proposição de problemas e discussão de hipóteses. Tal experimento demonstrativo promove uma “*indução à verificação de uma verdade científica anteriormente exposta para que assim seja validada*” (COUTINHO, 2017, p.109).

A AE4 ganha destaque por se tratar de uma atividade experimental sem o uso de substâncias químicas para sua execução, valendo-se das percepções que os estudantes têm sobre o seu próprio corpo. Também ganha destaque a presença de algumas perguntas trazidas pelo livro do professor, e que devem ser direcionados aos estudantes antes da execução do experimento:

“Questione quantos já sentiram algum tipo de dor depois de esforços físicos prolongados ou exagerados e se essa dor passou logo ou demorou a sanar. Levante as hipóteses dos alunos para explicar como as dores musculares apareceram ou cessaram”.

A proposta de formulação de hipóteses, tal qual se apresenta, requer uma certa participação dos estudantes que as discutem na sala de aula. Entretanto, são guiadas pelo próprio conteúdo anteriormente apresentado ao professor para discussão com os estudantes, exercendo influência sobre as respostas desses, que posteriormente lhes serão confirmadas, entregues na prática comprobatória do experimento. Houve proposta de afirmações e não de formulação de hipóteses.

Na sequência, os estudantes são orientados a copiar um modelo de quadro para registro no DC, com os dados dos demais envolvidos na atividade. Em seguida a realização da atividade experimental, conforme apresentação da aula ao professor, na seção *“Nesta aula”*:

“Os alunos são convidados a refletir sobre os efeitos causados nos músculos por atividades físicas exageradas. Para isso, realizam alguns exercícios musculares repetitivos com os dedos, usando pesos para verificar como a fadiga muscular acontece”.

Nessa atividade experimental, o aumento progressivo do número de arruelas presas ao dedo dos alunos, indicador ou médio, nos possibilita enxergar a variável “peso”. A atividade também chama atenção para possíveis riscos à saúde que uma atividade física exagerada pode ocasionar, como lesões musculares, distensões, entre outros.

Após a realização do experimento com as arruelas, o livro solicita aos estudantes a leitura do texto *“Fadiga muscular”* e traz orientações ao professor para condução da atividade:

“Oriente-os para que fiquem atentos às informações que podem ajudar a explicar os resultados obtidos na atividade prática. Verifique se eles estabelecem relação entre a fadiga muscular (efeito) e falta de oxigenação (causa)”.

Tais orientações apresentam características comprobatórias, com roteiro pronto para a realização do experimento, sendo então classificadas como *Roteirizada/Simulada* e *Comprobatória /Conteudista*. De acordo com Bassoli (2014), a verificação considera a “ciência infalível, dogmática”(p.585), fundamentada no *método científico*, pois padroniza interpretações e inferências para a compreensão de certos fenômenos considerando sua rigidez “como

procedimento que em si já dá certezas” (LIMA & TEIXEIRA, 2011, p. 3), ignora os conhecimentos particulares de cada sujeito que segue regras universais.

É relevante comentar que a proposta como apresentada, de atribuir à falta de oxigenação nos músculos como única causa da fadiga muscular, reflete uma concepção positivista da ciência, uma vez que materializa suas premissas baseando-se no princípio de *causalidade linear*, um pensamento voltado para a relação de causa e efeito, cujo princípio “é a asseveração de que todo e qualquer evento pode ser causalmente explicado, de que pode ser dedutivamente previsto” (POPPER, 2007, p.63).

O princípio da *causalidade linear*, conforme aponta Almeida (2011), é característica marcante do pensamento positivista. Apresenta-se, por exemplo, quando "constata-se que X é a causa de Y, que ao mesmo tempo, é efeito de X e a causa de Z. Assim, cada efeito corresponde a uma única causa e cada causa corresponde a um único efeito” (p.65). Exemplificando com as informações da própria atividade temos que: A falta de oxigenação é a causa da fadiga muscular, que ao mesmo tempo, é efeito da falta de oxigenação e causa de lesões musculares.

O destaque dado à *AE5(p)* é o fato da preparação do experimento ser realizada tanto pelo professor, quanto pelos estudantes que seguem um roteiro predefinido para sua preparação. O experimento “*Processo de osmose*” (Figura 11) faz parte da aula que introduz o sistema urinário, com o intuito de integrá-lo ao sistema cardiovascular, desde a filtração e reabsorção, como processos na formação da urina, à eliminação de excretas do organismo.

Nessa atividade experimental, assim como nas anteriormente analisadas, percebe-se a evidente *Roteirização/Simulação*, como característica didático-metodológica para a manipulação do experimento, havendo participação do professor que também o executa para observação da classe.

Ao fragmentar a preparação/montagem do experimento, orientando os alunos à participarem de parte deste (manipulação das variáveis água salgada e água doce) e o professor ao uso de grupos-controle, a atividade não possibilita a participação nos passos necessários, os métodos e técnicas, que envolvem o experimento em sua totalidade, o qual classificamos como *Comprobatória/Conteudista*.

Processo de osmose

1^o As **equipes** que trabalharão com água salgada (equipes 1) devem identificar os pedaços de tripa de boi com o número 1 usando a caneta para retroprojektor. Já as **equipes 2**, que vão utilizar água de torneira, devem escrever nas tripas o número 2.

2^o Enrolem e amarrem cuidadosamente uma das extremidades da tripa.
Com a ajuda do funil, as equipes 1 e 2 devem encher as tripas de boi com 60 mL de água salgada e 60 mL de água de torneira, respectivamente.

3^o Antes de amarrar a outra extremidade, verifiquem se não há vazamento. Para isso, segurem com firmeza o pedaço que pretendem amarrar e comprimam o resto da tripa, à procura de gotas que estejam escapando. Caso isso aconteça, peguem outro pedaço de tripa e repitam o procedimento feito até aqui.

4^o Após amarrarem a segunda extremidade, as equipes 1 devem colocar as tripas dentro do tanque contendo água de torneira e as equipes 2, dentro do tanque com água salgada.

5^o Agora observem atentamente as preparações do professor, que colocará uma tripa contendo água salgada dentro do tanque de água salgada e outra tripa contendo água de torneira dentro do tanque com o mesmo líquido.



Osmose
Processo físico de movimento da água através de membranas semipermeáveis.

Figura 11 – Preparação do experimento “Processo de osmose”.

“[...] durante a montagem você pode comentar com os alunos que o fluxo de entrada e saída de água e de substâncias nos rins está relacionado a várias formas de transportes de substâncias no organismo. Questão que será discutida na próxima aula.

Na sequência, a AE5(a) propõe a análise do experimento preparado pelos estudantes e pelo professor na aula anterior, no entanto essa etapa do desenvolvimento da atividade é precedida por outra, a AE6 – “Processo de difusão”-, cujas variáveis são o tempo e a posição de gotejamento (superfície ou fundo) onde será colocada a solução de corante no copo com água (Figura 12).

A Ideia é que a análise dos dois experimentos (*Processo de osmose* e *Processo de difusão*) possibilite uma comparação entre a movimentação das substâncias envolvidas em suas preparações:

“Observem o resultado final do experimento de difusão e depois discutam o que aconteceu nos dois experimentos desenvolvidos[...]em relação à concentração e à movimentação das substâncias”.

Nas orientações dadas ao professor para o desenvolvimento do experimento sobre difusão, o livro trata de cuidados que os alunos devem ter para que não toquem ou se apoiem

na bancada onde se encontra o experimento já preparado. O livro afirma que “qualquer interferência pode alterar o resultado” (p 189).

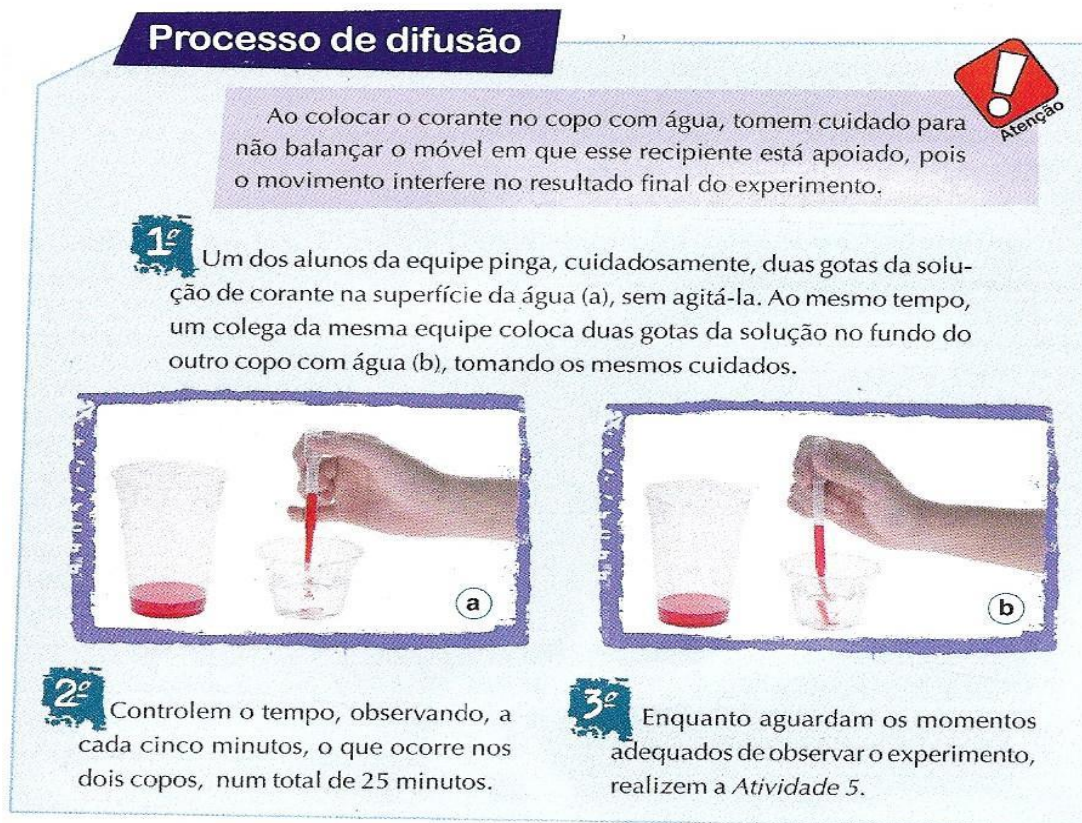


Figura 12 - Imagem do experimento “Processo de Difusão”.

A orientação para que os alunos não batam, não mexam na bancada onde está sendo desenvolvido o experimento, é importantíssima. Podemos imaginar o nível de atenção empregada pelo professor em uma sala de aula contendo, em média, cerca de trinta alunos, como é o caso da maioria das turmas dos Anos Finais envolvidas no PS. Orientações dessa natureza são imprescindíveis.

Entretanto, as possíveis relações formadas entre os aspectos análogos ao sistema urinário são validadas apenas pelo método adotado e isso não é discutido com os alunos, que são instruídos a não alterarem os resultados esperados (por descuido). Não reconhece a possibilidade do surgimento de novas situações, além das previstas, e assim novos conhecimentos. Limita-se a verificar, comprovar verdades estabelecidas, após a realização do experimento.

De acordo com Bassoli (2014), a verificação considera a “ciência infalível, dogmática” (p. 585), fundamentada no *Método Científico*, está presente nas propostas de ensino dos kits da

década de 50 e 70. Entretanto, a verificação também é entendida como prática de investigação, mas dentro do contexto que a possibilita assim ser considerada, e, nesse sentido, a investigação se dá padronizando interpretações e inferências para a compreensão de certos fenômenos, considerando sua rigidez “como procedimento que em si já dá certezas” (LIMA & TEIXEIRA, 2011, p. 3).

Doravante, antes das análises dos resultados obtidos nesses dois experimentos (cujos conteúdos não são previstos pela RMER, ou seja, não há alinhamento com a matriz curricular de ciências), a orientação dada no 3º momento da aula propõe um exercício que traz uma pergunta, precedida pela leitura do pequeno texto, chamado “*problema vivido por um náufrago*”:

“Se um náufrago bebe 1 litro de água do mar, com cerca de 35 gramas de sal dissolvido – uma quantidade muito maior do que a da água potável-, a concentração de sal nos fluídos de fora das células do seu corpo eleva-se muito.

E continua com a seguinte pergunta:

“O que poderia acontecer no organismo desse náufrago para haver o restabelecimento do seu equilíbrio hídrico?”

Ao lado da pergunta é apresentada outro pequeno texto aos estudantes com o nome “*Dica*”, que discorre sobre as alterações de concentração do sal no nosso corpo ao ingerirmos algo muito salgado, contendo assim a solução para o “*problema do náufrago*”.

O tipo de pergunta apresentada não possibilita a aprendizagem numa perspectiva *Problematizadora*, uma vez que se trata de uma pergunta fechada, direta, cuja resposta está disponível no próprio texto da atividade.

Portanto, a problematização como norteadora da atividade investigativa, tal qual é divulgada através do PS, não foi encontrada nas atividades experimentais analisadas. Diferentemente, todos os experimentos encontrados no livro apresentaram o rigor de roteiros predefinidos para fins de comprovação da teoria, independentemente de serem realizados pelo professor ou pelos estudantes. Não são coincidentes com os próprios objetivos do *Programa CTC*, que se propõe, conforme apresentado anteriormente, a garantir aos estudantes, entre outros, “[...] A capacidade de resolver problemas, tomar decisões, desenvolver atitudes de investigação e de autoconfiança nos processos de aprendizagem” (ABRAMUNDO, 2008, p. 6).

6.2 ANALISANDO OS CONTEÚDOS DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DO LIVRO DO LIVRO DO PROFESSOR “*NUTRIÇÃO E LOCOMOÇÃO NO ORGANISMO HUMANO*”- CTC

Tendo em vista que os conteúdos educativos são representados pela tríade que envolve conceitos, procedimentos e atitudes, e que seu desenvolvimento está diretamente relacionado aos objetivos dos planos de ensino (BRASIL, 1998), apresentamos a natureza dos conteúdos presentes nas orientações encontradas no livro destinado aos professores, “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*”- CTC, para o desenvolvimento das atividades experimentais propostas pelo *Projeto Sabiah* (PS).

Desse feito, prosseguiremos com a análise temática dos conteúdos das atividades experimentais encontradas e posteriormente trataremos dos objetivos a serem alcançados com o ensino de tais conteúdos, os quais estão dispostos através dos seguintes temas: *conteúdos conceituais, conteúdos procedimentais e conteúdos atitudinais*. A Tabela 7 apresenta os tipos de conteúdos encontrados nas atividades experimentais do livro analisado.

NATUREZA DO CONTEÚDO	QUANTIDADE	FREQUÊNCIA (%)
Conceitual	6	100
Procedimental	6	100
Atitudinal	2	33,3

Tabela 7 - Conteúdos de ensino encontrados nas atividades experimentais do livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*”- CTC/ *Projeto Sabiah*.

Quanto aos *conteúdos conceituais*, presentes em todas as atividades experimentais analisadas, destacamos duas, *AE1* e *AE6*. Através de textos da seção “*Saiba mais*”, a *AE1*, primeira proposta aqui analisada, considera a participação dos alunos ao promover discussões sobre a situação que está sendo estudada orientando o professor a resgatar conceitos trabalhados anteriormente e os apresenta:

“Ao final da aula, sugere-se uma discussão para retomar os conceitos de transformação mecânica (ou física) e química no processo digestivo[...] É necessário que os alunos compreendam que a enzima pepsina precisa do ácido clorídrico para agir. Sem o ácido ativando a enzima, ela não é capaz de realizar a digestão da proteína”.

A atividade enfatiza a importância conceitual ao sugerir “*retomar os conceitos*” anteriormente apresentados. Sabe-se que a ciência utiliza conceitos para explicar suas premissas, pois é a teoria que fundamenta a argumentação na educação científica e seu aprendizado é capaz de possibilitar o desenvolvimento cognitivo do estudante.

No entanto, a ênfase aqui atribuída à definição de conceitos, que são retomados através de textos informativos, possibilitam entendimentos um tanto quanto simplistas acerca dos

fenômenos aprendidos, pois entre expressão verbal e compreensão há diferença (ZABALA & ARNAU, 1998).

Doravante, a AE6, segunda atividade experimental analisada, orienta o professor para que os alunos utilizem o resultado do experimento a fim de melhor compreenderem os conceitos apresentados na aula:

“Aqui os alunos devem avançar na compreensão da movimentação de substâncias, passando a considerar o fator da concentração dos solutos. Para isso o primeiro passo é voltar ao experimento de difusão para observarem o resultado final”.

De acordo com Trivelato e Silva (2011), quando a observação e o uso de experimentos antecedem as formulações de explicações para os fatos, “o conhecimento encontra-se fora de nós, é exterior e deve ser buscado sem a influência de ideias preconcebidas” (p.2), características marcantes do pensamento empirista, o qual nega o caráter basilar da teoria, utilizando-se do critério da *indução* na generalização e universalização do conhecimento construído.

Além do mais, a utilização da *observação* como procedimento para o ensino de conteúdos conceituais é algo comum nos currículos dos programas escolares, sobretudo, devido à confusão que se faz sobre eles, pois saber declarar é uma coisa, outra é saber fazer (COLL E VALLS, 2000).

Sobre os *conteúdos procedimentais* presentes nas atividades experimentais, cujo experimento é manipulado apenas pelo professor para observação dos demais participantes, a AE1 ganha destaque por enfatizar o propósito da utilização de um dos métodos da prática científica, tal como encontrado nas orientações para o desenvolvimento de suas análises:

“Reforce com eles a informação de que os tubos de comparação são usados para que possam perceber as transformações ocorridas depois de determinado tempo, ou seja, os estados iniciais e finais dos produtos.”

Além de assumir a importância da utilização de réplicas como procedimento para análise comparativa em função do tempo, o livro apresenta o conteúdo procedimental da atividade.

“Eles observam e analisam um experimento - demonstrado pelo professor - que simula a digestão química da proteína no estômago, observando a ação da pepsina em uma porção de carne”.

O procedimento prescrito não permite um maior envolvimento do estudante na própria construção de conhecimentos sobre a situação estudada, se limita à observação da

demonstração do experimento, executado pelo professor, e à indução de respostas para comprovação da teoria.

Das atividades experimentais onde são sugeridas a participação dos estudantes realizando os experimentos (AE2, AE4, AE5 e AE6), ou seja, atuando em sua execução mesmo conduzidos por um roteiro pronto, o destaque vai para a AE5, que mesmo fora do alinhamento entre as matrizes curriculares do PS e RMER, reconhece a possibilidade de outros procedimentos de registro, além das reproduções literais de quadros e tabelas, comumente prescritas nas atividades experimentais do próprio livro:

“Oriente os alunos a fazer um registro da montagem, com desenhos e legendas. Peça que eles registrem a aparência das tripas, especialmente em relação ao volume (se estão bem cheias ou mais vazias), no Diário de Ciências”.

Embora o DC ainda seja uma incógnita, pois o livro não descreve o que vem a sê-lo e nem mesmo foram encontrados registros de sua aquisição para o PS, a atividade orienta a representação da aparência das amostras em relação a uma característica específica (volume), utilizando desenhos e legendas a partir da observação.

A atividade apresenta conteúdo procedimental (sobretudo a observação) em seu texto, no entanto, não cita a importância de se compreender o procedimento como elemento constitutivo da prática científica, como uma cultura, haja vista que “para aprender um conteúdo procedimental é necessário ter uma compreensão do que representa como processo, para que serve, quais são os passos ou fases que o configuram, etc” (ZABALA E ARNAU, 1998, p.207), aspectos esses que não foram encontrados nas orientações dadas ao professor para o desenvolvimento do conteúdo em questão.

Em se tratando dos conteúdos atitudinais destaca-se a AE4, que embora os conteúdos da aula onde é proposto seu desenvolvimento também não tenham sido alinhados aos conteúdos da RMER para o PS, e assim não previstos para as escolas, a consideramos nesta pesquisa por sua presença no livro destinado aos professores participantes do projeto.

A proposta de análise dessa atividade experimental é auxiliada pela leitura do texto “*Fadiga muscular*”, que traz com brevidade um fato histórico, orientando o professor a analisar com os estudantes a foto de Gabriele Andersen, maratonista que chegou ao máximo de seu esforço físico, em 1984 nas Olimpíadas, sediada nos Estados Unidos.

“À época aquele feito foi elogiado como exemplo de superação. Hoje em dia, no entanto, é considerado um procedimento que deveria ter sido impedido pela organização do evento, já que a atleta colocou em risco a própria vida, indo muito além de seu limite”.

O texto em questão, reconhece a importância das discussões sobre atividades físicas mal orientadas, exageradas. Também traz em sua íntegra um considerável aporte conceitual, solicitando que os alunos elaborem um texto no DC, considerando “os *dados obtidos no experimento e as informações do texto que acabaram de ler*”, como pode ser observado nas orientações dadas ao professor:

*“Você pode ainda sugerir uma lista de palavras-chave a constar no texto, para indicar os conceitos e fatos que devem estar presentes: **produção de energia, célula muscular, gás oxigênio, respiração celular, fermentação láctica, repetição do exercício, aumento do esforço**”.*

Desse feito, a aquisição de conceitos parece estar alicerçada nas discussões sobre as atitudes a serem tomadas para os cuidados com parte do corpo, nesse caso, com a “saúde” do sistema locomotor. Não há nessa atividade uma dissociação entre aprendizagem de conteúdos conceituais e atitudinais.

6.3 OS OBJETIVOS DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DO LIVRO DO PROFESSOR “*NUTRIÇÃO E LOCOMOÇÃO NO ORGANISMO HUMANO*”- CTC

O *Projeto Sabiah* (PS) é fruto de uma parceria entre a Prefeitura do Recife (PCR), através de sua Secretaria de Educação (Seduc) e a empresa privada *Abramundo*, a qual amplia seu programa de ensino de ciências denominado Programa Ciência e Tecnologia com Criatividade (CTC), oferecendo às escolas da rede municipal de ensino materiais para o desenvolvimentos de atividades práticas no ensino de ciências. Livros do professor, livro do aluno e caixas com kits, representam o conjunto desses materiais. Soma-se a isso a formação de professores e professoras para execução de uma proposta metodológica própria e que tem como carro chefe de sua propalação o ensino por investigação e uso de experimentos.

O PS também apresenta a intencionalidade de melhores resultados em avaliações de longa escala, como a *Prova Brasil*, que infere resultados em escalas padronizadas sobre o desempenho em Matemática e Português de estudantes de escolas públicas e privadas, e que em 2013 incluiu ciências. Os resultados da Prova Brasil são utilizados no cálculo do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), que também considera dados do censo escolar.

De acordo com o então diretor da empresa *Abramundo*, à época da implementação do PS, este tem o objetivo de melhorar o Ideb, levando em consideração a avaliação de 2015 que

incluiria ciências.¹⁴ No entanto, conforme veiculado na página eletrônica da QEdu (projeto idealizado pela Fundação Lemann que divulga dados e indicadores educacionais), disponível no *Portal da Educação*¹⁵ da PCR, foram considerados para o Ideb/2015 apenas os resultados obtidos na Prova Brasil em Matemática e Português. Não há outra edição da Prova Brasil para área de ciências desde 2013, não sendo possível inferir qualquer influência do PS sobre o Ideb.

Embora tenha incluído ciências na edição de 2013, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), entidade do Ministério da Educação (MEC) responsável pela Prova Brasil, não divulgou seu resultado, veiculando apenas os resultados em Matemática e Português.

Entretanto, não apenas a Prova Brasil é considerada para o Ideb, a avaliação externa PISA (Programme for International Student Assessment), ou em livre tradução, Programa Internacional de Avaliação de Alunos, é reconhecida pelo INEP de maneira a “permitir comparabilidade dos resultados das avaliações brasileiras (Prova Brasil)”, as quais norteiam as metas a serem atingidas no setor educacional nacional, conforme apresentação do Ideb disponível no portal eletrônico do MEC “[...] As metas estabelecidas pelo Ideb são diferenciadas para cada escola e rede de ensino, com o objetivo único de alcançar 6 pontos até 2022, média correspondente ao sistema educacional dos países desenvolvidos”¹⁶

Aplicado no Brasil desde o ano 2000, o PISA visa obter dados sobre a aprendizagem de estudantes, em Matemática, Português e Ciências. Esta última é avaliada através de indicadores relacionados ao que considera como *Letramento Científico*, conforme relatório “*Brasil no PISA 2015*”¹⁷. Tal avaliação é realizada a cada três anos pela *Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico* (OCDE), que leva em consideração os resultados médios de seus países-membros, utilizando “parâmetros externos para verificar o sistema educacional brasileiro” que, segundo o mesmo relatório, aponta para resultados bastante inferiores às médias de referência.

Ademais, para a área de ciências os resultados de avaliações externas de longa escala, como PISA por exemplo, ainda podem vir a ser tomados como parâmetros para o Ideb, já que a inclusão de ciências na Prova Brasil em 2013 teve o intuito de futuramente “aprimorar” a avaliação nessa área, podendo considerar padrões em médias de referência, como acontece para Matemática e Português.

¹⁴ Disponível no Diário Oficial da Prefeitura do Recife, publicado em 11/12/2014, seção *Notícias*.

¹⁵ Disponível em <www.portaldaeducacao.recife.pe.gov.br/>.

¹⁶ Disponível em <www.portaldomec.gov.br/>.

¹⁷ Disponível em <<http://portal.inep.gov.br/pisa-no-brasil>>.

Nesse contexto, para “melhorar” o Ideb, se assim for possível mensurar, a PCR, além da aquisição de livro do professor, livro do aluno, metodologia própria, formação de professores para utilização de kits para execução de experimentos em sala de aula, bem como construção de laboratórios de ciências, também alinha conteúdos e objetivos das matrizes curriculares do PS e da RMER, voltadas ao ensino de ciências, algo importante para que não haja confusão nas possíveis proposições de aulas dos professores, cuja avaliação da aprendizagem está diretamente relacionada aos objetivos dos planos de ensino. E é sobre os objetivos das atividades experimentais propostas em livro do PS, destinado aos professores e professoras, que se apresenta esta seção.

Contudo, há de se considerar que as aulas 12, 13 e 14, da Unidade CTC “*Nutrição e Locomoção Organismo Humano*”, direcionada aos 8ºs anos do Ensino Fundamental, constitutivas do PS, não apresentam alinhamento com as matrizes curriculares da Rede Municipal de Ensino de Recife- RMER, (Ciências Naturais/ 8º Ano), pois são conteúdos diferentes dos previstos na matriz da RMER, os quais se encontram na obra CTC que a PCR não comprou, ou seja, não adquiriu para compor o PS. Assim, tanto os conteúdos, quanto os objetivos das aulas acima citadas e das atividades experimentais *AE3*, *AE4* e *AE5*, respectivamente presentes nessas aulas, não foram considerados para o PS, ou seja, os conteúdos presentes em metade das atividades que envolvem a utilização de experimentos não estão previstos na matriz da RMER para o ano/série a qual o livro analisado é endereçado.

Considerando que a aprendizagem de conteúdos relacionados à conceitos, procedimentos e atitudes coaduna com os objetivos dos planos de ensino, questiona-se: Quais os objetivos a serem atingidos com o ensino dos conteúdos presentes nas atividades experimentais do livro do professor “*Nutrição e Locomoção Organismo no Humano*”- CTC? Quais as possíveis relações existentes entre os objetivos das atividades experimentais do livro e a perspectiva investigativa para o ensino de ciências da atualidade?

Para responder às questões acima, primeiramente agrupamos os objetivos das aulas e das atividades experimentais encontradas no texto do livro correspondente às próprias aulas, conforme mostra o Quadro 12. Dos objetivos apresentados nas aulas em que são propostas a utilização de experimentos no livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*”, destacaremos alguns deles, os quais, em maior ou menor grau, representam sua relação com os conteúdos requeridos para o ensino de ciências das EMTI’S, através do projeto de ciências PS.

OBJETIVOS DA AULA <i>“ [...] criar condições para que os alunos: ”</i>	OBJETIVO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL (AE)
AULA 3 - Compreendam que digerir é dividir os alimentos em partes menores, tanto mecânica quanto quimicamente; - Aproximem-se da noção de que uma enzima é uma substância capaz de atuar na transformação química de outras substâncias; - Relacionem a digestão com a necessidade de absorção e transporte dos nutrientes através da corrente sanguínea.	AE1 - Estimular a reflexão sobre o papel das enzimas no processo digestivo.
AULA 10 - Compreendam as causas e os efeitos dos entupimentos das artérias coronárias; - Reflitam sobre seus hábitos de vida e as formas de melhorá-los, para assegurar a saúde de seu sistema cardiovascular; - Entendam melhor o conceito da prevenção e a necessidade de colocá-la em prática.	AE2 - Entender melhor o papel das artérias coronárias e os cuidados necessários para preservar a sua saúde.
AULA 12 - Reconheçam e comparem os diversos tipos de articulação e entendam que estes possibilitam vários movimentos, de amplitudes diferentes; - Compreendam melhor quais são as funções do esqueleto (locomção, sustentação, proteção de órgãos vitais e produção de células sanguíneas); - Entendam que os ligamentos e tendões são estruturas que integram o sistema locomotor.	AE3 - Demonstrar aos alunos tais qualidades dos ossos - a rigidez e a resistência.
AULA 13 - Verifiquem como as atividades físicas intensas causam fadiga muscular e percebam que o hábito de praticar exercícios físicos com regularidade evita esse fenômeno; - Entendam que a fadiga muscular é provocada em uma situação de pouca oxigenação dos músculos; - Reflitam, com base nos conhecimentos assimilados, sobre cuidados relacionados ao sistema locomotor.	AE4 - Verificar como a fadiga muscular acontece.
AULA 14 - Entendam que o sistema urinário é responsável pela eliminação de excretas do organismo; - Percebam que este sistema ajuda a regular a composição do sangue; - Compreendam que o processo de formação da urina ocorre em duas etapas distintas: filtração e reabsorção.	AE5 - Compreender como a água e outras substâncias passam através das células, seja para formar a urina, seja para outros processos do corpo.
AULA 15 - Compreendam o conceito de equilíbrio hídrico e sua relação com outros processos do corpo, como a transpiração e a eliminação de urina; - Compreendam que a difusão e a osmose são duas formas de transporte de substâncias que ocorrem nas células; - Relacionem difusão, osmose e transporte ativo com vários fenômenos orgânicos, desde a formação da urina até a absorção de nutrientes na digestão.	AE6 - Compreender o movimento de água e de solutos no corpo.

Quadro 12 – Objetivos das aulas e suas atividades experimentais. Adaptado do livro do professor “*Nutrição e Locomção no Organismo Humano*” – CTC/Projeto Sabiah.

Na *Aula 3* destacamos o primeiro objetivo, que trata do conceito dado a um dos aspectos da digestão: *“Aproximem-se da noção de que uma enzima é uma substância capaz de atuar na transformação química de outras substâncias”*.

O objetivo dessa aula está diretamente relacionado ao objetivo da atividade experimental (AE1) que a mesma propõe: *“Estimular a reflexão sobre o papel das enzimas no processo digestivo”*.

Mesmo requerendo o uso de procedimento, como a observação do experimento demonstrado pelo professor, a atividade não objetiva a aprendizagem de conteúdo procedimental, mas sobretudo, visa a utilização de experimento para aprendizagem de conceitos relacionados ao processo digestivo, com foco na digestão química dos alimentos proporcionadas por enzimas, nesse caso a pepsina.

A *Aula 10* requer em seu primeiro objetivo que os alunos *“compreendam as causas e os efeitos dos entupimentos das artérias coronárias”*, e para tanto apresenta, entre outros, uma proposta de experimento que simula os fluxos sanguíneos de uma artéria com entupimento e outra saudável. Associado ao experimento, o conjunto de propostas da aula traz discussões sobre os cuidados que devem ser tomados para evitar tal entupimento, que compromete a saúde das artérias coronárias.

A relação de causa e efeito, conforme apresentada em seu objetivo, representa o princípio da *causalidade linear*, característica do pensamento positivista da ciência, que se refere à *“asseveração de que todo e qualquer evento pode ser causalmente explicado, de que pode ser dedutivamente previsto”* (POPPER, 2007, p.63).

Com o objetivo de proporcionar ao aluno *“entender melhor o papel das artérias coronárias e os cuidados necessários para preservar a sua saúde”*, a AE2 assume em suas propostas de análise essa característica de *causalidade linear*, ao comparar as duas situações (artéria entupida e artéria saudável), discutindo causa e efeito à propósito da prevenção de doença relacionada ao sistema cardiovascular.

Dessa maneira, o experimento proposto proporciona as discussões sobre atitudes a serem tomadas para um bom funcionamento do fluxo sanguíneo através de simulação, visa a aprendizagem de conceitos, desta vez associada à conteúdos atitudinais.

Destacamos na *Aula 12* o seu segundo objetivo, que é o de proporcionar que os alunos *“Compreendam melhor quais são as funções do esqueleto (locomção, sustentação, proteção de órgãos vitais e produção de células sanguíneas)”*. Tal objetivo tem relação com o objetivo da AE3: *“Demonstrar aos alunos tais qualidades dos ossos - a rigidez e a resistência”*.

Essa atividade experimental é proposta como uma “sugestão” para o professor desenvolver, caso julgue necessário, e seu desenvolvimento requer, além do procedimento de observação da demonstração realizada pelo docente, a apresentação de informações que dizem respeito às propriedades minerais e proteica (colágeno) dos ossos. Utiliza-se, portanto, dos procedimentos de demonstração e observação, cujo objetivo é o ensino de conteúdos conceituais.

Dos objetivos propostos na Aula 13, o destaque vai para o primeiro: “*Verifiquem como as atividades físicas intensas causam fadiga muscular e percebam que o hábito de praticar exercícios físicos com regularidade evita esse fenômeno*”. Tal objetivo requer a constatação de uma situação estudada através da AE4, cujo experimento é manipulado pelos próprios estudantes e visa “*verificar como a fadiga muscular acontece*”.

Há nessa atividade uma proposta de discussão sobre a importância das atividades físicas realizadas sem exageros, sob orientação. Aponta discussões importantes quanto aos estereótipos conferidos à noção de corpo saudável, buscando relacionar questões estéticas com a saúde, apresentando, portanto, conteúdo atitudinal em seus objetivos, sobretudo nas propostas que conduzem às discussões que envolvem a análise de resultados do experimento. Entretanto, o procedimento de verificação como exposto em seu objetivo, reflete o princípio da *causalidade linear*, e nesse caso, a presença do experimento também visa o ensino dos conceitos presentes na prática comprobatória da atividade.

Da Aula 14 destacamos os dois primeiros objetivos, os quais se propõem a dar condições para que os alunos “*entendam que o sistema urinário é responsável pela eliminação de excretas do organismo e percebam que este sistema ajuda a regular a composição do sangue*”.

Esses objetivos se propõem ao ensino de conceitos referentes ao sistema urinário, especificamente às trocas de substâncias no corpo. Tais proposições estão relacionadas ao objetivo da AE 5, que visa “*compreender como a água e outras substâncias passam através das células, seja para formar a urina, seja para outros processos do corpo*”.

Por fim, todos objetivos da Aula 15 são os que mais explicitamente apresentam seu interesse no ensino de conceitos, trazendo consideráveis aspectos da teoria sobre os processos de osmose e de difusão em seu texto, avançando assim nas proposições que envolvem o aprendizado de tais conteúdos. Destacamos que o objetivo de possibilitar que os alunos “*Relacionem, difusão, osmose e transporte ativo*”, não foi considerado para o PS, pois o conteúdo osmose (Aula 14) não está presente no alinhamento entre as matrizes CTC e da RMER.

Dessa maneira, apresentamos na Tabela 8 a natureza dos objetivos (conceitual, procedimental e atitudinal) das atividades experimentais analisadas, bem como sua frequência de aparição.

NATUREZA DOS OBJETIVOS	QUANTIDADE	FREQUÊNCIA (%)
Conceitual	6	100
Procedimental	0	0
Atitudinal	2	33,3

Tabela 8 - Quantitativo de conteúdos presentes nos objetivos das atividades experimentais do livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*” – CTC.

O Quadro 13 apresenta as características dos objetivos de cada Atividade Experimental (AE) em relação aos conteúdos (conceituais, procedimentais e atitudinais) que trazem em seu texto.

ATIVIDADE EXPERIMENTAL	OBJETIVO	CONTEÚDO CONCEITUAL	CONTEÚDO PROCEDIMENTAL	CONTEÚDO ATITUDINAL
AE1	Estimular a reflexão sobre o papel das enzimas no processo digestivo.	Digestão química dos alimentos; Enzimas.	Inexistente.	Inexistente.
AE2	Entender melhor o papel das artérias coronárias e os cuidados necessários para preservar a sua saúde.	Circulação sanguínea.	Inexistente.	Cuidados com a saúde.
AE3	Demonstrar aos alunos tais qualidades dos ossos - a rigidez e a resistência.	Sistema locomotor; Ossos.	Inexistente.	Inexistente.
AE4	Verificar como a fadiga muscular acontece.	Respiração celular; Sistema locomotor; Músculos.	Inexistente	Cuidados com o corpo.
AE5	Compreender como a água e outras substâncias passam através das células, seja para formar a urina, seja para outros	Equilíbrio hídrico; Transporte de Substâncias ; Osmose ; Difusão.	Inexistente.	Inexistente.

	processos do corpo.			
AE6	Compreender o movimento de água e de solutos no corpo.	Equilíbrio hídrico; Transporte de Substâncias ; Osmose ; Difusão.	Inexistente.	Inexistente.

Quadro 13 – Objetivos das atividades experimentais do livro do Professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*” - CTC/ Projeto Sabiah e suas relações com os conteúdos de ensino.

Dessa maneira, os objetivos das atividades experimentais estão prioritariamente voltados ao ensino e à aprendizagem de conceitos. Considera a importância de algumas discussões relacionadas à saúde, representando a presença de conteúdos atitudinais.

A falta de conteúdo procedimental em seus objetivos reforça que a perspectiva investigativa, tal qual é divulgada através do PS, não está presente, haja vista que as atividades investigativas podem ser consideradas boas ferramentas para o desenvolvimento de conteúdos procedimentais. Além do mais, as atividades didáticas que objetivam a efetiva aprendizagem de procedimentos devem proporcionar situações onde estes conteúdos possam ser aplicados, o que não foi observado (TERRAZZAN, 2011, *apud*, XAVIER, *et al*, 2017). Constatou-se que alguns dos objetivos identificados nas atividades experimentais do livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*” apresentaram, claramente características do pensamento empirista-indutivista da ciência, assim como foram encontradas atividades baseadas no princípio da *causalidade linear*, característica marcante do pensamento positivista da ciência.

6.4 OS RECURSOS DIDÁTICOS PRESCRITOS PARA A VIVÊNCIA DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DO LIVRO DO PROFESSOR “*NUTRIÇÃO E LOCOMOÇÃO NO ORGANISMO HUMANO*”- CTC/PROJETO SABIAH

O *Projeto Sabiah* se configura numa proposta metodológica para o ensino de ciências da Rede Municipal de Ensino de Recife (RMER), e tem como carro chefe de sua propalação as atividades práticas experimentais investigativas. Para tanto, a Prefeitura do Recife (PCR) adquire de sua parceira privada, a empresa *Abramundo*, além de sua metodologia própria, e

formação de professores, mais de 4.000 itens, dentre os quais: livros do professor, livros do aluno e kits com materiais para as aulas práticas (com ou sem uso de experimentos).

Esses kits contêm os chamados “*Materiais de Investigação*”, classificados como: *Material não consumível* - que pode ser reutilizado no ano seguinte, como por exemplo, modelos didáticos, pinças, lupas, entre outros -, o *Material consumível* - para ser utilizado no ano seguinte, deverá ser repostado pelo Programa CTC -, e o *Material adicional*- deve ser providenciado pelos professores, pois são considerados pelo Programa CTC como “facilmente encontrados na própria escola” (ABRAMUNDO, 2008, p.1).

Cada livro adotado para o PS possui 16 aulas, algumas delas requerem a utilização desses “materiais de investigação” em suas propostas de ensino. Para tanto, cada livro acompanha os kit’s destinados ao desenvolvimento de suas atividades, como um “pacote fechado” por aula, ou de maneira mais abrangente, por Unidade CTC adquirida. A distribuição dos materiais nas aulas é classificada pelo próprio livro como: “*Para classe*”, “*Por equipe*” e “*Por aluno*”.

Para as atividades experimentais do livro analisado, são requeridas as distribuições dos materiais “*Para classe*” (E1, E2, E4, E5 e E6) e “*Por equipe*” (todas, exceto a AE1), respectivamente, representados como exemplo nas Figuras 13 e 14.



Figura 13 – Proposta de distribuição dos materiais “*Para classe*” da AE1.

Os recursos para o desenvolvimento das atividades experimentais utilizadas apenas por professores são apresentados, tanto no livro do professor quanto no livro do aluno, como destinados “*Para classe*”, ou na seção “*Para próxima aula*”, na preparação da “*Simulação da*

digestão no estômago”, por exemplo, onde os materiais são apresentados ao docente na forma de lista, nesse caso nas orientações do livro do professor.



Figura 14- Proposta de distribuição dos materiais “Por equipe” da AE2.

Identificamos a quantidade de itens relacionados ao tipo de material (consumível, não consumível e adicional), dentre eles alguns se repetem em mais de um experimento, ou seja, são requeridos mais de uma vez em aulas distintas, o que não significa dizer que são reaproveitados de uma aula para outra, até porque os materiais consumíveis, por exemplo, deverão ser repostos pelo *Programa CTC*, e os kits são específicos para cada aula proposta.

Embora os conteúdos das atividades experimentais *AE3*, *AE4* e *AE5*, não tenham sido alinhados aos conteúdos, e nem aos objetivos, da matriz curricular de ciências da RMER, identificamos todos os materiais/recursos requeridos para o desenvolvimento dos experimentos (Quadro 14), de acordo com o livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*”- CTC, independente de terem sido adquiridos ou não pela PCR.

ATIVIDADE EXPERIMENTAL (AE)	MATERIAL CONSUMÍVEL	MATERIAL NÃO CONSUMÍVEL	MATERIAL ADICIONAL
AE1*	- ácido clorídrico diluído; - caneta para retroprojektor; - palheta plástica; - pipeta plástica, 3ml; - solução aquosa de pepsina 1%.	- porta tubo de ensaio em EVA; - rolha de EVA grande; - tubo de ensaio 22,5x100mm.	- água; - carne moída cozida, ou clara de ovo cozida.
AE2	- pote plástico pequeno; - ponteira; - seringa descartável, 3ml.	- cronômetro digital.	- água.
AE3**	X	X	- água; - osso de galinha; - vinagre.
AE4	- cliques nº 6/0.	- arruela metálica M20; - barbante; - tesoura sem ponta.	- régua.

AE5	- caneta para retroprojektor; - sal de cozinha; - tripa de boi seca, 3m.	- barbante; - copo graduado, 30ml; - copo plástico, 300ml; - funil plástico; - tanque plástico, 4,5L; - tesoura sem ponta.	- água; - régua.
*AE6	- pote plástico pequeno; - corante vermelho; - tripa de boi seca, 3m.	- copo plástico, 300ml; - pipeta plástica, 3ml; - tanque plástico, 4,5L.	- água.

Quadro 14 - Recursos didáticos presentes nos kits destinados à realização das atividades experimentais do livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*”- CTC/ Projeto Sabiah.

*O item *pipeta plástica, 3ml* aparece em mais de uma classificação: *Material consumível* e *Material não consumível*.

**Sugere a utilização de dois recipientes, mas não especifica.

Ao todo foram requeridos cerca 40 itens nas orientações para o desenvolvimento de atividades experimentais do livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*” – CTC. De acordo com o *Relatório de Implementação* do PS, aproximadamente 1.887 estudantes, das 54 turmas de 8ºs anos do Ensino Fundamental da RMER, receberam tais recursos em suas escolas, dentre elas as EMTI’S com cerca de 450 estudantes distribuídos em 11 turmas para esse mesmo Ano/Série (8º ano).

Apresentamos na Tabela 9 a classificação, a quantidade e a frequência de aparição desses recursos didáticos no livro analisado.

TIPO DO MATERIAL	QUANTITATIVO DE ÍTENS	FREQUÊNCIA (%)
<i>Material consumível</i>	16	40
<i>Material não consumível</i>	16	40
<i>Material adicional</i>	8	20

Tabela 9 – Classificação quanto ao tipo dos materiais propostos para a realização dos experimentos, sua quantidade e frequência de aparição no livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*”- CTC/ Projeto Sabiah.

Identificamos que 40% dos materiais/recursos, requeridos para a realização das atividades experimentais prescritas no livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*”- CTC, devem ser repostas pela empresa contratada e que, de maneira geral, esses recursos são destinados para uso em sala de aula em vários momentos, tanto no livro, quanto nos materiais de divulgação do PS, entretanto, se faz menção à construção de laboratórios, pois esses espaços também estão relacionados às mudanças estruturais presentes no próprio modelo de escola em tempo integral adquirido pela PCR, sendo materializado pela RMER, através do PS.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo central desta pesquisa é compreender a concepção de Natureza da Ciência (NdC) presente nas orientações para o desenvolvimento das atividades experimentais do livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*” - CTC, direcionado ao 8º ano do Ensino Fundamental da Rede Municipal de Ensino de Recife (RMER). A obra analisada foi adquirida em 2014 pela Prefeitura da Cidade do Recife (PCR) e é constitutiva do *Projeto Sabiah* (PS), vinculado ao ensino de ciências de sua rede de ensino no período de 2014-2016. O PS não se configura apenas em livro didático do professor e aluno, kits com materiais para a realização dos experimentos, como também metodologia própria, formação de professores e construção de laboratórios de ciências, os quais compõem tal projeto de ciências. Ao todo 19 escolas, 64 professores, 286 turmas (Anos Iniciais e Finais) e 8.071 estudantes foram envolvidos no PS.

O PS foi implementado na RMER com o intuito de promover nas escolas um ensino de ciências por meio de atividades experimentais ancoradas na perspectiva da investigação, sendo oferecido às escolas por meio do Programa Ciência e Tecnologia com Criatividade – CTC, programa de ciências da *Abramundo* (empresa privada contratada pela PCR para subsidiar o PS). Entretanto, é de se considerar que o sentido dado à investigação no ensino de ciências passou por algumas fases ao longo do tempo, seu entendimento, acerca do que é e de como se faz ciência, pode ser refletido através da própria metodologia empregada no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos científicos na escola, inclusive com uso de experimentos.

Tais propostas metodológicas ancoram-se em concepções epistemológicas distintas, tanto voltadas ao pensamento empirista-indutivista da ciência, pautadas no *Método Científico*, quanto hipotético-dedutivo. Este último, é refletido em propostas contemporâneas de ensino investigativo mais condizentes com perspectivas educacionais construtivistas, onde estudantes devem, eles mesmos, propor o plano de trabalho, dialogando com outros estudantes e com o professor, possibilitando um maior grau de liberdade intelectual a todos os envolvidos.

Consideramos importante compreender a natureza da investigação científica em seus contextos históricos. Atualmente, o sentido da investigação no ensino de ciências não mais objetiva a formação de futuros cientistas, tal qual contexto histórico em que surgem, e sim uma aproximação dos estudantes da prática investigativa existente na atividade científica. Pesquisadores na área vão além da aproximação da prática investigativa e defendem que o ensino de ciências dever ser a aproximação dos estudantes a uma cultura, e por isso envolve as características de tal cultura, as quais são diversas. Defendem, além de atividades

experimentais, a vivência de processos argumentativos, imaginação, criatividade, leitura e escrita, curiosidade, debates, entre outros.

Nesse contexto, buscamos entender como a construção do conhecimento científico é entendida e pode ser explicada através das atividades experimentais presentes em livro oferecido aos professores e professoras de ciências da RMER, e em que medida essa concepção converge com a perspectiva do ensino por investigação, tal qual a PCR diz ter por meio do PS.

Fundamentado em nossos referenciais teóricos, foram encontradas 6 atividades experimentais, distribuídas em 7 aulas. Realizamos as análises dessas atividades experimentais visando, especificamente, analisar as características didático-metodológicas das atividades experimentais, caracterizar seus conteúdos de ensino, identificar quais os objetivos a serem atingidos com o ensino de tais conteúdos, assim como, identificar os recursos didáticos requeridos para o desenvolvimento das atividades experimentais.

Apresentamos debates atuais que permeiam as pesquisas sobre a NdC no ensino de ciências, os quais apontam que prevalecem visões equivocadas, ingênuas e/ou simplistas sobre a ciência, seja por parte de professores, estudantes, livros didáticos e/ou meios de comunicação, apontando possíveis influências nas visões de NdC para além da escola. Tais concepções limitam o ensino à transmissão e memorização de conceitos, mesmo utilizando experimentos, que, aliás, não é o único método utilizado pela ciência para construir conhecimento científico.

Considerando que as características didático-metodológicas das atividades experimentais não são necessariamente excludentes entre si, as atividades analisadas possuem, todas elas, características didático-metodológicas *Roteirizada/Simulada* (6) e *Comprobatória/Conteudista* (6), e 2 atividades aparecem com característica *Demonstrativa*. É o tipo de atividade experimental que segue roteiros predefinidos para a observação e para execução de experimentos, não há espaço para a criatividade, não possibilitando o envolvimento dos estudantes com maior grau de liberdade intelectual, que lhe permita atuar de maneira mais participativa, mais autônoma na construção de conhecimentos científicos, levantando hipóteses e propondo métodos.

Também caracterizamos os conteúdos de ensino presentes nas atividades experimentais, considerando os conceitos, procedimentos e atitudes, e constatamos que todas as atividades experimentais analisadas possuem conteúdo conceitual (6) e procedimental (6) em seu texto, e apenas 2 aulas apresentam conteúdo atitudinal. Considere-se que, dos conteúdos procedimentais encontrados nas atividades que utilizam experimentos em suas proposições, prevalecem a observação, simulação e demonstração, num movimento coerente

com as propostas didático-metodológicas acima apresentadas, pois nessas atividades com roteiros prontos, preestabelecidos, os estudantes haveriam de construir ou elaborar o quê? Como mobilizar habilidades e competências para criar algo quando se é dado pronto? Ademais o quantitativo menor de conteúdos atitudinais, em relação aos outros dois conteúdos (conceitual e procedimental), reforça um maior interesse no aprendizado de conceitos, haja vista que nessas atividades não há uma clara dissociação entre conteúdos conceituais e atitudinais.

Ademais, a formação de professores de ciências, por técnicos contratados pela empresa privada e parceira da PCR (*Abramundo*), representa uma intencionalidade de implementação de um currículo posto, indo de encontro à autonomia docente de professores e professoras da RMER, os quais são induzidos à reproduzir o passo a passo das propostas didático-metodológicas, trazidas pelo programa de ensino (*CTC*), adquirido para o ensino de ciências das escolas atendidas pelo PS. Desse modo, as orientações dadas aos professores e professoras de ciências, são capazes de refletir concepções acerca da NdC, e consequentemente influenciá-los, assim como aos estudantes, no entendimento sobre o que é e como se faz ciência.

Foram encontradas evidências de que as atividades experimentais do livro do professor analisado objetivam, majoritariamente, o ensino e aprendizagem de conceitos (todas as atividades). Considera a importância de algumas discussões relacionadas à saúde, representando a presença de objetivos atitudinais (2 atividades). Embora encontradas proposições de manipulação por parte dos estudantes, não foram observadas atividades experimentais que objetivassem o ensino e aprendizagem de conteúdos procedimentais.

Embora tenham sido encontradas duas atividades experimentais com objetivos atitudinais, voltados à saúde do corpo, apenas os conteúdos e objetivos de uma delas esteve presente no alinhamento entre as matrizes curriculares do Programa CTC e da RMER. Dessa maneira, das duas atividades experimentais encontradas no livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*”- CTC, que têm como objetivo o ensino e aprendizagem de atitudes, apenas uma delas foi considerada para compor o PS.

Compreendemos a complexidade que envolve o desenvolvimento de conteúdos atitudinais, sobretudo pela dificuldade em valorar condutas (tendo em vista o modelo avaliativo brasileiro, assim como as avaliações externas, que de maneira geral, requerem *nota*). No entanto, acreditamos que as discussões em grupo, debates envolvendo situações problemáticas, as controversas científicas, podem ser boas aliadas no desenvolvendo de atitudes, ou seja, é possível acionar condutas e valores que envolvem questões sociocientíficas,

a mulher na ciência, questões socioambientais, entre outros, promovendo uma reflexão sobre modos de pensar diferentes do seu.

Consideramos que a aprendizagem de conteúdos relacionados a conceitos, procedimentos e atitudes, coaduna com os objetivos dos planos de ensino. Estes devem proporcionar situações didáticas onde tais conteúdos possam ser aplicados, e as atividades investigativas no ensino de ciências, cujos objetivos levem em consideração que a elaboração do plano de trabalho, assim como a construção de instrumentos para análise de resultados obtidos a fim de cumprir a meta estabelecida, ou resolver o problema proposto, partam dos próprios estudantes, proporcionando um envolvimento mais autônomo dos mesmos, propondo métodos e elaborando hipóteses.

Também foram identificados os recursos didáticos requeridos para o desenvolvimento das atividades experimentais, mesmo aquelas cujos conteúdos e objetivos não estejam alinhados à matriz curricular da RMER (50% das atividades analisadas), pois estão presentes no livro escolhido e, portanto foram consideradas neste estudo. Constatamos a presença de 16 itens requeridos nas orientações para as atividades experimentais, os quais devem ser repostos (*Material Consumível*) pela empresa contratada (*Abramundo*), outros 16 itens que podem ser reaproveitados no ano seguinte (*Material Não-Consumível*), e, 8 itens, considerados pelo livro como fáceis de serem encontrados na escola (*Materiais Adicionais*), perfazendo um total de 40 itens diferentes, solicitados para o desenvolvimento das atividades experimentais do livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*”- CTC.

Esses 40 itens correspondem aos tipos diferentes de materiais requeridos para a realização das atividades, não à quantidade total de materiais adquiridos, ou seja, comprados pela PCR, seja para serem distribuídos para cada equipe de estudantes da turma, para a classe ou para o professor. Além desses materiais presentes nos kits que acompanham as orientações para a utilização de experimentos através do livro didático analisado, foram construídos laboratórios de ciências (apenas para as cinco, até então Escolas Municipais em Tempo Integral -EMTI'S), também partícipes do PS. Entretanto, não foram encontradas no livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*” – CTC indicações ou orientações para realização de atividades experimentais no espaço do laboratório, e sim para serem utilizados em sala de aula.

Ademais, as orientações encontradas nas atividades experimentais do livro do professor, “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*” – CTC, adotado para o PS, pela PCR, não são condizentes com a perspectiva investigativa para o ensino de ciência tal qual é divulgada pelo Programa CTC em seus objetivos, e sim, correspondem aos aspectos que mais

se aproximam à concepção empirista-indutivista, cujas orientações didático-metodológicas têm características, *Demonstrativa* e *Roteirizada/Simulada*, para fins comprobatórios da teoria, não possibilitando um envolvimento mais participativo dos estudantes, de maneira ativa, cognitiva, psicomotora e afetivamente. Prevalecem conteúdos e objetivos conceituais, a realização dos experimentos dependem, sobretudo, de recursos didáticos exclusivos, próprios.

Livro didático, formação de professores para utilização de metodologia própria e kits com materiais para realização de atividades experimentais em sala de aula, são elementos prescritivos que se apresentam como um “caminho a ser seguido”, atributo que advém de um conjunto de ações que possibilitam o estabelecimento de concepções sobre o que é e como se faz ciência, seja no âmbito legal, estrutural e/ou pedagógico, legitimando assim a institucionalização de certas práticas no contexto educacional.

Desse feito, esperamos contribuir com pesquisas futuras que visem identificar aspectos dos processos instituidores de concepções acerca do que é e de como se faz ciência, no ensino de ciências. Consideramos coerente dizer que atividades práticas prescritas em materiais didáticos, oferecidos a professores e professoras como orientações para o desenvolvimento de experimentos, são capazes de influenciar entendimentos, equivocados ou não, sobre como são construídos e podem ser explicados os conhecimentos científicos no ensino de ciências.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. A. V.; BARBOSA, R. M. N. Organizadoras. **Projetos interdisciplinares em ciências e matemática: Fundamentos e Vivências**. Recife : Bagaço, 2011. 259p.

ALMEIDA, V. S. **Educação em Hannah Arendt** : entre o mundo deserto e o amor ao mundo. São Paulo: Cortez, 2011. 240p.

ANDRADE , M. L. F.; MASSABNI, V. G. **O desenvolvimento da atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências**. Ciência & Educação, Bauru, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em 26 mar. 2018.

ANTUNES, E. P.; MOREIRA, B. R., JÚNIOR, O. V. B.; FARIAS, S. A.; FERREIRA, L. H. **Instrumentos para aferir as concepções de Natureza da Ciência** – um estudo exploratório. Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisas em Ensino de Ciências. Santa Catarina. Jul. 2017.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. **Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades**. Revista Brasileira do Ensino de Física, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-193, 2003.

ARTHURY, L. H. M.; TERRAZAN, E. A. **A Natureza da Ciência na escola por meio de um material didático sobre Gravitação**. Atas do XI Encontro Nacional de Pesquisas em Ensino de Ciências. Santa Catarina. Jul. 2017.

AZEVEDO, N. H.; SCARPA, D. L. **Revisão sistemática de trabalhos sobre concepções de Natureza da Ciência no ensino de ciências**. Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências, v. 17, n. 2, 2017. P. 579 - 619.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdos**. Lisboa: Editora Edições, 70, 1977.

BARROS, C; PAULINO, W. **Ciências**. Os Seres Vivos. 7º ano do Ensino Fundamental. Ed. 6, v.2. Editora: Ática. São Paulo, 2015.

_____. **Ciências**. O corpo Humano. 8º ano do Ensino Fundamental. Ed. 6, v.3. Editora: Ática. São Paulo, 2015.

BARROS, M. L. T. **O ensino de ciências nos iniciais e as políticas direcionadas à Rede Municipal de Educação do Rio de Janeiro - 2009 a 2016**. Rio de Janeiro, 2017. 244f. Tese de doutorado. Departamento de Educação da Pontifícia Universidade do Rio de Janeiro.

BASSOLI, F. **Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções**. Revista Ciência e Educação, v. 20, n. 3. Bauru, p. 579 - 619, 2014.

BIAGI, O. L. **O imaginário da Guerra Fria**. Revista de história regional. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ed. 6, v. 1. Ponta Grossa, Paraná: UEPG, 2001.

BITTENCOURT, C. M. F. **Ensino de história, fundamentos e métodos**, 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2008.

BIZZO, N. **A teoria genética de Charles Darwin e sua oposição ao mendelismo**. Filosofia e história da biologia. V. 3, p. 317 – 333, 2008. Disponível em: <http://www.abfhib.org/FHB/FHB-03/FHB-v03-17-Nelio-Bizzo.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2019.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 4.244, de 9 de abril de 1942**. Lei orgânica do ensino secundário.

_____. Ministério da Educação. **Brasil no Pisa 2015**: análises e reflexões sobre o desempenho de estudantes brasileiros. OCDE- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico- Fundação Santillana. São Paulo, 2016. Disponível em < http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/pisa2015_completo_final_baixa.pdf>.

_____. Ministério da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, DF: MEC/Semtec, 1999.

_____. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências Naturais/ Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998. 138p.

BUENO, G. M. B.; FARIAS, S. A.; FERREIRA, L.H. **Concepções de ensino de ciências no início do século XX**: o olhar do educador alemão Georg Kerschensteiner. Ciência & Educação, v. 18, n. 2, p. 435-450, 2012.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação no ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CALLEGARIO, L.J; JÚNIOR, E. R; LUNA, F. J; MALAQUIAS, I. **As imagens científicas como estratégia para a integração da ciência no ensino de ciências**. Anais da Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v.17, n. 3, p. 835-852. Dez. 2017.

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

CARDOSO, L. R. *Homo experimentalis*: **dispositivo da experimentação e tecnologias de subjetivação no currículo de aulas experimentais de ciências**. 308f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2012.

CAREGNATO, R. C. A., MUTTI, R. **Pesquisa qualitativa**: análise de discurso *versus* análise de conteúdo. Florianópolis, 2006 Out-Dez; 15(4): 679-84.

CARVALHO, A. M. P. **Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. v. 18, n. 3, 2018. p. 765 - 794.

CAVALIERE, A. M. **Educação Integral**: uma nova identidade para a escola brasileira? *Educação e Sociedade*, Campinas, v. 23, n. 81, p.247-270, dez. 2002.

_____. **Escolas de tempo integral**: uma idéia forte, uma experiência frágil. In: CAVALIERE, A.M.; COELHO, L.M. Educação brasileira em tempo integral. Petrópolis: Vozes, 2002.

CENTRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DA ABRAMUNDO. **Nutrição e locomoção no organismo humano**: livro do professor. Ed. 10. São Paulo: Abramundo - CTC, 2008.

_____. **Escola de tempo integral versus alunos em tempo integral**. v.22, nº 80, p. 51-53. Brasília: Em Aberto, 2009.

CHALMERS, A. F. **O que é Ciência Afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1997.

CHAUÍ, M. **Convite à filosofia**. Ed. 4. São Paulo: Ática, 2012.

COLL, C.; VALLS, E. *In: Os conteúdos na reforma*: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. Porto Alegre: Artmed, 2000.

COPIANI, M. **Verbal e visual, análise e síntese do ensino de ciências** – um olhar geológico como ciência histórica. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 15, n. 3, 2015.

CORTELLA, M. S. **A escola e o conhecimento**: fundamentos epistemológicos e políticos. Ed. 14. São Paulo: Cortez, 2011.

COUTINHO, F. C. **A concepção de ensino-aprendizagem presente em materiais didáticos produzidos e utilizados por professores dos subprojetos do PIBID da área de biologia da Universidade Federal de Pernambuco**. 150f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2017.

CUSTÓDIO, J. F.; CRUZ, F. F. S.; PIETROCOLA, M. **Explicações científicas, explicações escolares e entendimento**. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.4, n.2, p. 179-204, novembro, 2011. Disponível em <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37687>. Acesso em: 10 jun. 2018.

DINIZ, N. P.; JÚNIOR, M. F. **Percepções sobre a Natureza da Ciência e sobre o cientista**: uma revisão nas atas do ENPEC. Atas do XI Encontro Nacional de Pesquisas em Ensino de Ciências. Santa Catarina. Jul. 2017.

DOURADO, S. M. A. **Ensino de ciências no 5º ano do Ensino Fundamental** - o currículo modelado e aspectos do currículo em ação. 133f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2015. Disponível em: <http://www.repositorio.unesp.br>. : 01 fev. 2018.

FENNER, R. S. **Currículo de Ciências da Natureza**: o processo de reconstrução do Projeto Político Pedagógico em Escola Pública de Ensino Médio. 144f. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br>, Acesso em :20 jul. 2017.

FIGUEIREDO, N. M. A. **Método e metodologia na pesquisa científica**. Ed 2. São Paulo: Yendis Editora, 2007.

FILHO, J. B. B. **O que é contradição?** Igumas de suas possíveis acepções. Cadernos Brasileiro de Ensino de Física, v.20, n.2: p.194-227. Ago.2003. Disponível em: <http://periódicos.ufsc.br/index.php/física/article/view/6545>.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FOUREZ, G. **A construção das ciências** - as lógicas das invenções científicas. Lisboa: Instituto Piaget, 2002.

GIL-PÉREZ, D., Fernández, I., Carrascosa, J., Cachapuz, A., & Praia, J. (2001). **Para uma imagem não deformada do trabalho científico**. Ciência & Educação, v.7, n.2, 125–153. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 20 nov./2017.

GONÇALVES, A. S. **Reflexões sobre educação integral e escola de tempo integral**. Cadernos Cenpec, n. 2, 2006. Disponível em: <http://cadernos.cenpec.org.br>. Acesso em 15 fev 2018.

GOODSON, I. **A construção social do currículo**. Lisboa: Educa, 1997.

_____. **Currículo: teoria e história**. 14ª ed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2013.

HOUAISS. **Minidicionário da Língua Portuguesa** – 2 ed. rev .e aum.- Rio de Janeiro: Objetiva, 2004.

JUNIOR, E. A. S.; CASTRO, A. E. G.; NETO, A. E. B.; SILVA, C. C. A.; SILVA, D. **Plano municipal de educação de Recife/PE: análise de um modelo de política pública**. II Congresso Nacional de Educação. Campina Grande, Paraíba, 2015.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. Ed. 4. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.197p.

KUHN, Thomas. S. **A estrutura das revoluções científicas**. Ed. 5. São Paulo: editora Perspectiva S.A, 1997.

LEÃO, F. B. F.; MEGID NETO, J. **Avaliações oficiais sobre o livro didático de ciências**. In: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. (Orgs). O livro didático de ciências no Brasil. Campinas: Komedi, 2006.

LEITE, L. **Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências**. In: H. V. Caetano & M. G. Santos (Orgs), *Cadernos Didáticos de Ciências – Volume 1*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário (DES), pp.77-96).

LIMA, K. E. C.; TEIXEIRA, F. M. **A epistemologia e a história do conceito experimento/experimentação e seu uso em artigos científicos sobre o ensino de ciências**. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2011.

_____. **A experimentação no ensino de ciências para a apropriação do conhecimento científico**. Revista da Associação Brasileira de Ensino de Biologia. N. 7, 2014.

LIMA, K. E. C. **Discurso de professores e documentos sobre o experimento no CECINE (Centro de Ensino de Ciências do Nordeste) nas décadas de 1960 e 1970**. 230f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2015.

LIMA, E. S. **Um acaso, que virou um caso, que virou uma causa**. Pernambuco: PROCENTRO, 2006.

LIRA, M. R. **A linguagem no ensino de ciências- explicação**. IV Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade. Sergipe, 2010. Disponível em: http://educonse.com.br/2010/eixo_05/E5-003.pdf. Acesso em 20 jun. 2019.

LOPES, A.C. **Currículo e epistemologia**. Ijuí: Unijuí, 2007.

MALANCHEN, J. **A pedagogia histórico-crítica e o currículo: para além do multiculturalismo das políticas curriculares nacionais**. 234f. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2014.

MALTA, S. C. L. **Uma abordagem sobre currículo e teorias afins visando à compreensão e mudança**. Espaço do currículo. V. 6, n. 2, p. 340-354, Maio a Agosto, 2013.

MARCONDES, Danilo. **Textos básicos de filosofia e história das ciências: a revolução científica**. 1 ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2016.

MARTINS, M.; JUSTI, R. **Influências de uma situação controversa nas visões de alunos sobre Natureza da Ciência**. Atas do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência. Florianópolis, SC. Jun. 2017.

MARTINS, M.V.R. **A biblioteca escolar no processo de escolarização da leitura no contexto do Movimento Escola Nova: 1920-1940**. 2013. 144f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

MEDEIROS, E. O. **A implementação do Programa de Educação Integral da Rede Municipal de Ensino do Recife: Êxitos e Desafios**. 2016. 149f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. Temas básicos de educação e ensino. EPU. São Paulo, 1986.

MOREIRA, M. C. A. MARTINS, I. **A recontextualização de discursos da pesquisa em educação em ciências em livros didáticos de ciências: um estudo de caso**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. v. 15, n. 2, 2015. p. 237 - 257.

MORTIMER, E. F. **Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? investigação em ensino de ciências**, v1(1), p. 20-39, 1996. Disponível em : <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/645>. Acesso em 20 Jun. 2019.

MOTA, S. M. C. **Escola de tempo integral: da concepção à prática**. 292f. Dissertação (Mestrado em Educação e Formação) – Universidade Católica de Santos. São Paulo, 2008. Disponível em: <https://www.biblioteca.unisantos.br>. Acesso em 25 Abr. 2018.

MOURA, B. A. **O que é Natureza da Ciência e qual sua relação com a história e filosofia da ciência?** Revista Brasileira de História da Ciência. Revista de História da Ciência, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

MOURA, C. B.; GUERRA, A. **História cultural da ciência:** um caminho possível para a discussão sobre as práticas científicas no ensino de ciências. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 16, n. 3, p. 725-748. Dez. 2016.

NAGLE, J. **Educação e sociedade na Primeira República.** Ed. DPA. Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <http://www.portal.fae.ufmg.br>. Acesso em: 29 out. 2015.

NETO, W. N. A; SANTOS, J. M. T. **História da química e sua apropriação pelo currículo escrito** - a noção de valência nos livros didáticos de química. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. v. 1, n. 3, 2001.

NOUVEL, P. **Filosofia das ciências.** São Paulo: Papirus, 2013.

NOVA, N. M. R. V. **A perspectiva das políticas educacionais de Gustavo Capanema para o Ensino Secundário de 1934 a 1945.** Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Pedagogia. 29f. Universidade Estadual de Maringá. Paraná, 2011. Disponível em <http://www.dfe.uem.br>. Acesso em: 26 mar. 2018.

NUNES, T. S; MOTOKANE, M. T. **Características das hipóteses em sequencias didáticas investigativas.** X ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1205-1.PDF>. Acesso em 14 nov. 2017.

OLIVEIRA, J. R. S. **Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências:** Reunindo Elementos para a Prática Docente. Acta Scientiae, v.12, n. 1, 2010. P. 139-153.

PANASIEWICZ, R; BAPTISTA, P.A. **A ciência e seus métodos:** os diversos métodos da ciência – a relação entre tema, problema e método de pesquisa. Universidade Fumec.9p. Belo Horizonte, 2013.

PARO, V. H. et al. **Escola de tempo integral:** desafios para o ensino público. São Paulo: Cortez, Autores Associados, 1988.

PEREIRA, M.G; TRIVELATO, S.L.F. **A Natureza da Ciência (NdC) em pesquisas em educação em ciências:** investigando os anais do X ENPEC (2015). Atas do XI Encontro Nacional de Pesquisas em Ensino de Ciências. Santa Catarina. Jul. 2017.

PIMENTA, S. **O que me faz viver.** São Paulo: Germine/VPC Produções, 1988. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=bB7iBEEZ4mc>. Acesso em 14 out. 2018.

PINO, P. V.; OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. **Concepções epistemológicas veiculadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais de 5ª a 8ª série do Ensino Fundamental.**

POLINO, S. G. **Políticas públicas educacionais e ensino de ciências: dificuldades e potencialidades**. 134f. Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

POPPER, K. R. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo : Cultrix, 2007.

POZO, J. I. In: **Os conteúdos na reforma** : ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

_____. SARABIA, B.; VALLS, E. **Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

RECIFE. **Ciência!** boletim informativo do projeto sabiah!. N 1. Recife, 2015

_____.Secretaria de Educação. **Política de Ensino da Rede Municipal do Recife** -Ensino Fundamental 1º ao 9º Ano. 2015, v.3, 372 p.

SÁ-SILVA, J.R; ALMEIDA, C.D; GUINDANI, J.F. **Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas**. Revista Brasileira de História e Ciências Sociais. Ano I- nº I - Julho de 2009. ISSN : 217534-23.

SANTOS, B.V. **A gramática do tempo: para uma nova cultura política**. Ed. 3, v. 4. São Paulo: Cortez, 2010. 511p.

SANTOS, D. M; SANTINELO, P.C.C; ANDRADE, C.C; DEMIZU, F.S.B; NAGASHINA, L. A. **A influência do positivismo nas atividades experimentais no ensino de química**. EDUCERE – XII Congresso Nacional de Educação – Universidade Pontifícia do Paraná (PUCPR), 2015. Disponível em http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/17319_7621.pdf. Acesso em 15 jan. 2018.

SANTOS, M. **Uso da história da ciência para favorecer a compreensão de estudantes do Ensino Médio sobre ciência**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, n.18, v.2, p.641-668. Ago. 2018.

SANTOS, M. A. R.; JUSTI, R. **Utilização de história da ciência no ensino visando o aprendizado de Natureza da Ciência**. Atas do XI Encontro Nacional de Pesquisas em Ensino de Ciências. Santa Catarina. Jul. 2017.

SEVERINO, A. J. **Filosofia da educação**. São Paulo: FTD, 2009.

SILVA, M. A. **História do currículo e o currículo como construção histórico-cultural**. Universidade Federal de Minas Gerais – Centro de Estudos Superiores da Companhia de Jesus. Ceap, 2006. 819p.

SILVA, C. S.F.; JUNIOR, J. L. **A compreensão de competências a partir de modalidades de conteúdos curriculares: um estudo sobre o tema “A diversidade da vida : o desafio da classificação biológica” do Currículo do Estado de São Paulo**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. V. 16, n. 1, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec>. Acesso em: 26 fev. 2019.

SILVEIRA, F. L. **A filosofia de Karl Popper e suas implicações no ensino da ciência.** Cadernos Catarinenses de Ensino de Física. 6 (2):148-162. Florianópolis, 1989. Disponível em < <http://periodicos.udsc.br/index.php/fisica/article/view/7713>>

SIQUEIRA, A. B. **Currículo de ciências:** aspectos históricos e perspectivas atuais. Revista Húmus. N. 1 ,2011. Disponível em: <http://www.periodicoseletronicos.ufma.br>. Acesso em 20 dez. 2017.

SOUSA, P. F. F.; KAWAMURA, M. R. **O conhecimento científico escolar de ciências nos livros didáticos:** intencionalidades e visões de ciências. Atas do XI Encontro Nacional de Pesquisas em Ensino de Ciências. Santa Catarina. Jul. 2017.

TRIVELLATO, S. F.; SILVA, R. L. F. **Ensino de ciências.** São Paulo: Cengage Learning, 2015.

XAVIER, R. A.; ARRAIS, A. A. M.; GUIMARÃES, E. M.; SILVA, D. M. S.; FALCOMER, V. A. S. **Conteúdos procedimentais e atitudinais no ensino de ciências:** uma revisão de literatura em publicações brasileiras (1998-2015). Revista de educação, ciências e matemática. V.7, n. 2. Mai/Ago, 2017.

ZABALA, A.; ARNAU, A. **A prática educativa:** como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZOMPERO, A. F.; LABURU, C. E. **Atividades investigativas no ensino de ciências:** aspectos históricos e diferentes abordagens. Ensaio: pesquisa em educação em ciências, Belo Horizonte, v. 13, n. 3. p, 67-80, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em 13 dez. 2017.

APÊNDICES

Apêndice A – Ficha de análise das atividades prescritas no livro do professor “*Nutrição e Locomoção no Organismo Humano*”- CTC/Projeto Sabiah.

Nº da Aula : Página: Título: Descrição:					
Participação do(a) aluno(a):	Individual		Característica das Atividade:	Roteirizada/Simulada	
	Grupo/Equipe			Demonstrativa	
				Comprobatória	
				Historicizadora	
Conteúdo:	Conceitual			Contextualizadora	
	Procedimental				
	Atitudinal				
Objetivo da Atividade:	Conceitual			Investigativa	
	Procedimental				
	Atitudinal				
Utilização de Variáveis:	Sim		Local para Realização da Atividade:	Laboratório	
				Sala de aula	
				Outro(s):	
	Não		Materiais requeridos para a atividade experimental:	Consumível	
Natureza da Atividade:	Experimental			Não-Consumível	
				Adicional	
Classificação da Atividade:	Investigativa		Comentários Complementares:		
	Demonstrativa				
	Comprobatória				

Apêndice B- Alinhamento entre as matrizes curriculares CTC e RMER para o ensino de ciências. Adaptado da Política de Ensino Municipal do Recife (2015).

EIXOS	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	CONTEÚDOS	UNIDADE CTC	AULA	OBJETIVOS/CONTEÚDOS
SER HUMANO E SAÚDE	Compreender o corpo humano e sua saúde como um todo integrado por dimensões biológicas, afetivas e sociais.	O corpo humano como sistema integrado.	NUTRIÇÃO E LOCOMOÇÃO NO ORGANISMO HUMANO	1,9,16	Possuir uma visão integrada do organismo humano cujo bom funcionamento depende de ações coordenadas dos diferentes sistemas que o compõem.
	Compreender os processos envolvidos nas funções vitais de nutrição do organismo.	Nutrição e digestão.		2,3,4	Conhecer os órgãos que compõem o sistema digestório, e relacionar suas características anatômicas com as funções que desempenham no processo de digestão.
	Identificar e valorizar uma alimentação variada, rica em nutrientes e adequada para a manutenção da saúde.	Hábitos alimentares.		10,15	Compreender que os alimentos são compostos por nutrientes importantes para o funcionamento do organismo e que a escolha desses alimentos tem influência direta na saúde.
	Identificar e explicar as causas das principais doenças relacionadas à alimentação e suas consequências no desenvolvimento do indivíduo.	Doenças e distúrbios alimentares.		10,16	Escolhas adequadas para a manutenção da saúde.
	Compreender o trabalho integrado dos sistemas respiratório e circulatório na realização das trocas gasosas.	Sistema respiratório.		5,6,7,9	Conhecer os órgãos que compõem o sistema respiratório, os mecanismos envolvidos no processo de ventilação pulmonar e sua relação com o sistema cardiovascular.
TECNOLOGIA E SOCIEDADE	Diferenciar transformação química de transformação física.	Substâncias Químicas.		5	Enzimas (amilase salivar, ptialina e pepsina) substâncias capazes de transformar quimicamente outras substâncias.