

UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL
PRÓ-REITORIA ACADÊMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA



GEOVANI LOPES DIAS

CROWDLEDGE, LITERACIA CIENTÍFICA-COM-BIG DATA:
ESTUDO DE UM AMBIENTE PARA CALOUROS DE ENSINO MÉDIO

Canoas, 2016

UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL
PRÓ-REITORIA ACADÊMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA



GEOVANI LOPES DIAS

CROWDLEDGE, LITERACIA CIENTÍFICA-COM-BIG DATA:
ESTUDO DE UM AMBIENTE PARA CALOUROS DE ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil para obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

RENATO P. DOS SANTOS

Canoas, 2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

D541c Dias, Geovani Lopes

Crowdledge, literacia científica-com-big data: estudo de um ambiente para calouros de ensino médio. / Geovani Lopes Dias. – Canoas, 2016.
242 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, 2016.
Orientação: Prof. Dr. Renato P. dos Santos

1. Educação – ciências. 2. Alfabetização científica.
3. Construtivismo – ensino médio. 4. Crowdledge. 5. Big data.
I. Santos, Renato P. dos. II. Título.

CDU 373.5

Bibliotecária Responsável: Ana Lígia Trindade CRB/10-1235

GEOVANI LOPES DIAS

**CROWDLEDGE, LITERACIA CIENTÍFICA-COM-BIG DATA:
ESTUDO DE UM AMBIENTE PARA CALOUROS DE ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil para obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Renato P. dos Santos

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Renato P. dos Santos (orientador) – ULBRA

Profa. Dra. Eliane Schlemmer – UNISINOS

Profa. Dra. Marlise Geller – ULBRA

Prof. Dr. Rodrigo Dalla Vechia – ULBRA

Canoas, 15 de abril de 2016

DEDICATÓRIA

Não posso declarar este trabalho como inteiramente meu, pelo fato de não ser eu fruto de mim mesmo. Fui construído – tudo o que sou, integralmente – e é inconcebível supor o contrário desse pensamento. Portanto, dedico este trabalho em honra e gratidão a todos os que fizeram parte direta e indiretamente dessa obra, pois todos eles o fizeram também de forma profunda.

Primeiramente, dedico essa obra ao Arquiteto de mim mesmo, Jesus de Nazaré, quem creio ser o Cristo bem como o próprio Deus. Seja o orgânico, seja o emergente fenômeno da minha consciência, não posso conceber este ser que sou um quark sequer sem levar em conta Sua misericórdia em conduzir-me amorosa e pacientemente a amar ao próximo com essa dissertação.

À minha virtuosa esposa Sra. Márcia Maria, que tantas vezes escutou a recitação de diversos parágrafos dessa obra (vários mais de uma vez), bem como deu ouvidos às minhas várias intralocuições e monólogos externados/as em nosso lar, ministrando-me sua companhia em afeto e longanimidade, ao passo que Jesus agraciava minha cognição ao reconstruir conhecimento na verbalização de ideias.

À minha mãe, Sra. Maria Elisabeth, que me foi e é exemplo de toda virtude que Deus em mim forja dia-a-dia. Obedecer e honrar a Deus me são simples com tal mulher na formação de minha cidadania e cristandade.

À minha família e amigos, cuja participação na construção de mim se complexa em inúmeras orações, reflexões e atritos, como que martelos divinos na forja de meu caráter. Em especial cito meus pai e irmãos Geonei e Geovana e meus amigos Wanderley Silva, Rafael Cardoso, Roger Castro, Raoni Mendes e Elisana Cunha.

Ao meu orientador Dr. Renato P. dos Santos, cuja constante busca pela excelência, criteriosidade e seriedade me inspiram e formaram o professor-pesquisador que hoje sou e que certamente influirá em excelência no ensino pelo qual estiver eu responsável.

À banca que me avalia, bem como aos meus professores de mestrado, pelas críticas e sugestões, todas mui pertinentes, que também, no curto intervalo de dois anos, somaram na formação desse professor-pesquisador. Todos eles, como instrumentos divinos em suas singularidades, farão parte da relevância que esta obra conquiste.

Aos meus alunos e ex-alunos, quer nos seus silêncios quer na fala de seus olhos, nas amizades que ficaram e nas incompreensões inerentes, são/foram diários transformadores do profissional que sou e ainda serei. O que sou e serei, para glória de Deus assim é e será, mas também por amor de vós.

Agradeço, por fim, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela oportunidade de desenvolver este trabalho como bolsista.

RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo identificar indícios de interferências na alfabetização/literacia científica decorrentes de interação didático-investigativa com Big Data, da qual participaram discentes calouros de Ensino Médio de uma Escola de Novo Hamburgo/RS. Para identificar esses indícios, realizou-se uma triangulação de métodos quantitativo e qualitativo sobre as avaliações decorrentes de um experimento com pós-teste unicamente. A variável experimental foi a forma de acesso ao mundo: enquanto a Turma Controle o fez via observação in loco no pátio da Escola durante a referida interação, a Turma Experimental o fez via análise de software de Big Data.

Como fundo teórico tanto de nossas construções didáticas quanto de nossas interpretações investigativas, lançamos mão da articulação de quatro ferramentais teóricos. A epistemologia de Bunge, como caracterizadora minuciosa da Ciência, tendo sido ela tão central em nosso estudo; a estrutura conceitual de literacia de Fives et al., que tanto precisa e concisa nosso foco de ensino quanto alicerça uma das ferramentas analíticas das quais lançamos mão, o SLA (avaliação de literacia científica, em inglês); a ideia de crowdledge de Dos Santos, que dá sentido a este estudo ao versatilizar o desenvolvimento da literacia científica com olhos voltados a fenômenos sociotecnológicos e epistemológicos contemporâneos; e o Construcionismo de Papert, com seus princípios de aprendizagem, que inspiraram nossas ações educativas.

As referidas ações didáticas configuraram-se como investigações discentes de fenômenos por eles mesmos elegidos para estudo. No caso da Turma Experimental, a forma de interação mundana foi a leitura de gráficos do software Google Trends (que foi base ao nosso ambiente de aprendizagem), os quais plotam o interesse temporal e regional de termos ou temas pesquisados no Google. No caso da Turma Controle, o placebo de interação com o mundo foi a observação in loco no pátio da escola, como briófitas, fungos ou o que achassem relevante/significativo.

O método quantitativo consistiu na execução do teste t sobre os resultados do SLA, o qual dá indícios sobre a literacia dos respondentes. Essa literacia é configurada sobre uma estrutura conceitual especial construída sobre densa revisão de literatura da parte de seus desenvolvedores. Já o método qualitativo consistiu de Análise Proposicional de Discurso sobre as construções discentes (relatórios de suas investigações) derivadas da referida interação, análise esta realizada sob a perspectiva da Análise de Conteúdo de Bardin. O eixo teórico-metodológico se mostra articulado, especialmente, com a estrutura conceitual da literacia inerente ao método quantitativo sendo ela tanto base interpretativa sua quanto do método qualitativo, além dos demais ferramentais teóricos citados o serem desse último.

Os resultados da triangulação quanti-quali apontam para versatilidades do ambiente de Big Data (na forma como foi ele aqui gerido), bem como a limitações do mesmo, referentemente ao desenvolvimento, em nível introdutório, da literacia científica. Acreditamos que essas versatilidades (especialmente a fertilidade de temas e a condição de desafio ofertados aos discentes) destacam e caracterizam como o uso do referido ambiente, e a própria proposta de Dos Santos em si, se colocam como opção viável ao Ensino de Ciências no tocante à literacia em questão.

Palavras-chave: Crowdledge. Big data. Alfabetização científica. Construcionismo. Ensino Médio.

ABSTRACT

This research aimed to identify interference signs in scientific literacy resulting from a didactic and investigative interaction with Big Data software, attended students of first year in High School level of Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, Brazil. To identify those signs, we made a triangulation of quantitative and qualitative methods on the assessments results from an experiment design with posttest only. The experimental variable was the way of access to the world: while the control group did it by on-site observation in the school yard, the experimental group did it by the Big Data software Google Trends.

As our theoretical background for both teaching strategies and research interpretations, we used four underpins. The bungean epistemology as thorough characterizing of Science, which was central in our study; the conceptual framework of Fives et al. scientific literacy, which precise and concise our teaching focus, as well as underpins one of our methodological tool: the SLA (scientific literacy assessment); the Dos Santos' construct "crowdledge", which gives meaning to our study when makes the development of scientific literacy itself versatile for pay attention on sociotechnological and epistemological contemporaries phenomena; and papertian constructionism: its learning principles inspired our educational activities.

Our educational actions consist of students investigating phenomena elected by them. The placebo interaction with the world was the on-site observation in the school yard, as bryophytes, fungus or whatever they found meaningful for themselves. In turn, the experimental group interaction with the world was Google Trends graph analysis – these graphs plot temporal and regional interest of terms or topics searched on Google. The Google Trends software itself was base for our learning environment.

As quantitative method, we run t-test on both groups SLA results, which represent respondents' literacy. This literacy is configured by a special framework, whose structure occurred under dense review. As qualitative method, we applied propositional analysis on students' constructions (i.e., their investigation reports) derived from our didactic interaction – this qualitative analysis was made from Bardin Content Analysis perspective. The theory-methodology axis is articulated especially by the literacy framework being underpin for both methods. Furthermore the theoretic background cited above also underpins the qualitative one.

The quanti-quali triangulation results point to some versatilities of the Big Data environment (by the way as we manage it), as well as some limitations, both concern the scientific literacy development in an introductory level. We believe these versatilities (especially the empowerment of issues diversity and the challenging condition offered to students) highlights and features how the use of the Big Data environment – and the very Dos Santos' proposal – stand both as viable option for Science Education, mainly for literacy on target here.

Keywords: Crowdledge. Big data. Scientific literacy. Constructionism. High School.

Lista de Figuras

Figura 1 – Visão geral conceitual da literacia científica	78
Figura 2 – Elementos de Literacia – NdC, IC, CTS e PC	85
Figura 3 – Interface inicial do GT	127
Figura 4 – Interface de consulta por tópicos no GT	129
Figura 5 – Interface do GC	132
Figura 6 – Busca de correlação por desenho livre.....	133
Figura 7 – Comparação exemplo no GT	136
Figura 8 – Exemplo de gráficos IR no GT.....	138
Figura 9 – Exemplo de gráficos no GC.....	139
Figura 10 – Exemplo de gráficos no GC com e sem defasagens.....	140
Figura 11 – Sinopse das características do conhecimento científico em Bunge	149
Figura 12 – Sinopse de algumas regras do método científico heurístico de Bunge	150
Figura 13 – Um mapa conceitual para o Construcionismo de Papert	153
Figura 14 – Componentes da Literacia Científica segundo Helenrose Fives <i>et al.</i> (2014).....	157

Lista de Quadros

Quadro 1 – Sinopse da caracterização de diferentes PTE.....	16
Quadro 2 – Descrições dos níveis de proficiência científica do PISA.....	34
Quadro 3 – Percentual de alunos brasileiros na população em cada nível de proficiência em Ciências	35
Quadro 4 – Resultados do termo “big data”	46
Quadro 5 – Identificação dos experimentos de alfabetização científica sob os aportes bungeano e/ou papertiano.....	48
Quadro 6 – Comparação de atitudes e atividade de científicos e pseudocientíficos.....	72
Quadro 7 – Capacidades comuns entre Literacia e PC	84
Quadro 8 – Diferenciação entre emergências fraca e forte.....	96
Quadro 9 – Caracterização de micromundos computacionais segundo as visões estrutural e funcional.....	122
Quadro 10 – Sinopse das atividades subjacentes ao micromundo.....	151
Quadro 11 – Síntese do delineamento de nosso micromundo frente ao Construcionismo de Papert.	156
Quadro 12 – Especificações de acesso às características socioeconômicas.....	163
Quadro 13 – Síntese da interação placebo	166
Quadro 14 – Acesso de Literacia em cada questão do SLA.....	168
Quadro 15 – Dimensões de análise	176
Quadro 16 – Ordenação dos impasses de emparelhamento pelas médias	185
Quadro 17 – DD1: Perguntas de pesquisa dos grupos de alunos	195
Quadro 18 – Categorização das indagações (DD1).....	196
Quadro 19 – Cruzamento DD1xDL: precisão, lógica/coerência e verificabilidade	197
Quadro 20 – DD2: Hipóteses dos grupos de alunos	199
Quadro 21 – DD4: Estratégias dos grupos de alunos.....	200
Quadro 22 – Categorização das estratégias (DD4).....	200
Quadro 23 – DD6: Explicações causais dos grupos de alunos	202
Quadro 24 – Gráficos referidos nas respostas da Turma E	203
Quadro 25 – Categorização das explicações (DD6)	206
Quadro 26 – DD5: Coerência P-E	208

Quadro 27 – DD7: Coerência P-K.....	210
Quadro 28 – Categorização das in/coerências P-K (DD7).....	212

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Resultados da busca por obras de Papert, Bunge e Big Data no Google Acadêmico até 2015.....	44
Tabela 2 – Resultados das buscas de obras relativas à Papert e à Bunge no Google Acadêmico, até 2015.....	45
Tabela 3 – Médias escolares dos alunos das Turmas E e C do 1º e 2º trimestres, 2015	171
Tabela 4 – Curtoses e assimetrias das médias discentes das Turmas E e C dos 1º e 2º trimestres, 2015	172
Tabela 5 – Emparelhamento parcial dos alunos das Turmas E e C segundo suas médias do 1º e 2º trimestres, 2015.....	184
Tabela 6 – Resolução dos impasses A, B, C, D e G segundo resultados da pesquisa socioeconômica com os alunos das Turmas E e C.....	186
Tabela 7 – Resolução dos impasses E e F segundo resultados da pesquisa socioeconômica com os alunos das Turmas E e C	187
Tabela 8 – Emparelhadas dos alunos das Turmas E e C segundo suas médias e condições socioeconômicas	188
Tabela 9 – Desempenhos no SLA-D das amostras emparelhadas	189
Tabela 10 – Teste t unilateral sobre as médias aritmética e harmônica do SLA-D das Turmas E e C, 2015	190
Tabela 11 – Teste t unilateral sobre cada elemento do SLA-D das Turmas E e C, 2015	191
Tabela 12 – Desempenhos no SLA-MB dos alunos das Turmas E e C sob emparelhamento, 2015.....	192
Tabela 13 – Teste t unilateral sobre cada elemento do SLA-MB das Turmas E e C, 2015.....	193
Tabela 14 – Razões do cruzamento DD1xDL para as Turmas E e C, 2015.....	198

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1. PROBLEMATIZAÇÃO	22
1.1. CONSEQUÊNCIAS DO ANALFABETISMO CIENTÍFICO	22
1.2. JUSTIFICANDO: ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO BRASIL	28
1.2.1. ILC: Índice de Letramento Científico	28
1.2.2. PISA: Programa Internacional de Avaliação Estudantil	31
1.2.2.1. Literacia científica no PISA.....	32
1.2.2.2. Resultados e inferências do PISA 2006 e 2012	35
1.3. VIAS DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	37
1.4. O DESAFIO DE ENSINAR CIÊNCIAS NA CONTEMPORANEIDADE.....	39
1.5. DELINEAMENTOS DA PESQUISA	41
1.6. REVISÃO DE LITERATURA	43
1.6.1. Análise das obras similares	47
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	50
2.1. A CIÊNCIA: SUA LÓGICA, SUAS CARACTERÍSTICAS E SEU MÉTODO	51
2.1.1. Karl Raimund Popper: necessidade de falseamento	51
2.1.1.1. A lógica hipotético-dedutiva.....	55
2.1.1.2. Simplicidade	57
2.1.1.3. Veracidade	58
2.1.1.4. A epistemologia popperiana para o ensino de ciências.....	58
2.1.2. Mário Augusto Bunge: as características e o método da Ciência	60
2.1.2.1. Racionalidade e objetividade: pilares do conhecimento científico.....	61
2.1.2.2. Principais características das ciências factuais	61
2.1.2.3. Sobre a natureza e as regras do método científico	66
2.1.2.4. Pseudociência e charlatanismo: o lado escuro da força.....	70
2.1.2.5. A epistemologia de Bunge e o ensino de ciências	73
2.2. LITERACIA CIENTÍFICA	75
2.2.1. Literacia Científica: uma ideia difusa	76
2.2.2. Elementos da Literacia: NdC, IC, CTS e PC	79
2.2.3. Literacia para uma avaliação adisciplinar	86
2.2.4. Sobre o desenvolvimento da Literacia	89
2.3. BIG DATA E A EDUCAÇÃO NA ERA DA INFORMAÇÃO	92
2.3.1. Aproximando-se de uma definição de Big Data	94
2.3.2. Big Data, o homem e a sociedade	98
2.3.2.1. Sobre enxadas e dataflow	98
2.3.2.2. Big Data: ícone contemporâneo da terceira tecnologia da inteligência	101
2.3.2.3. Interlúdio analítico: sobre dados e informação	105
2.3.2.4. O Big Data e sua relação com a sociedade	108
2.3.3. Crowdledge: um novo conceito de Big Data	110
2.4. O CONSTRUCIONISMO PAPERTIANO	112
2.4.1. Construcionismo e o pensamento concreto	112
2.4.2. Princípios da arte de aprender	115
2.4.3. Micromundos	119
2.4.4. Crowdledge: o Big Data para o Ensino de Ciências	123

3. GOOGLE TRENDS: UM SOFTWARE ÚTIL À APRENDIZAGEM DO MÉTODO CIENTÍFICO	126
3.1. GOOGLE TRENDS: UM SOFTWARE UTILITÁRIO DE BIG DATA	126
3.1.1. A interface do GT	127
3.1.2. GT e GC: uma apresentação mais precisa	134
3.1.2.1. O gráfico do ITR	134
3.1.2.2. Os gráficos de IRR	137
3.1.2.3. O gráfico correlativo do GC	138
3.1.2.3.1. <i>Correlação versus Causação</i>	140
3.1.3. Limitações intrínsecas do GT e do GC	143
4. METODOLOGIA	145
4.1. EXPLICITAÇÕES DIDÁTICO-PEDAGÓGICAS: RELAÇÕES TEÓRICO-METODOLÓGICAS	147
4.1.1. Simulando o método científico bungeano	148
4.1.2. ... com um olho na matética	153
4.1.3. ... e o outro olho na literacia científica	156
4.2. VIA QUANTITATIVA: O SLA	160
4.2.1. Diferenciação pré-cognitiva e socioeconômica das Turmas	162
4.2.2. Diferenciação didática das Turmas	165
4.2.3. Apresentação do SLA	167
4.2.4. Sobre a análise dos dados quantitativos	168
4.2.5. Sobre os testes de significância	170
4.3. VIA QUALITATIVA: ANÁLISE DE CONTEÚDO BARDINIANA	173
4.3.1. Tipo de análise e ópticas teóricas	178
4.3.2. Interpretação construcionista dos resultados	179
5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	181
5.1. DIÁRIO DE CLASSE	181
5.2. RESULTADOS QUANTITATIVOS: TESTE T SOBRE O SLA	183
5.2.1. Emparelhamento	183
5.2.2. Teste t sobre o SLA-D	188
5.2.3. Teste t sobre o SLA-MB	191
5.3. ANÁLISE PROPOSICIONAL SOBRE AS INVESTIGAÇÕES DISCENTES	193
5.3.1. Identificação dos referentes núcleos e divisões proposicionais	194
5.3.2. Ressistematização/integração das conotações	207
6. INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	213
6.1. ANÁLISE DOS DADOS QUANTITATIVOS	213
6.2. ANÁLISE DOS DADOS QUALITATIVOS	215
6.2.1. Pluralidade temática	215
6.2.2. Perplexidade-hipotética	215
6.2.3. Inviabilização de <i>conceptual debugging</i>	217
6.2.4. Ousadia semântica	219
6.2.5. Objetividade	220
CONSIDERAÇÕES FINAIS	223
REFERÊNCIAS	228
APÊNDICE A – ATIVIDADE SUBJACENTE AO MICROMUNDO	236

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO SOCIOECONÔMICO.....	238
APÊNDICE C – ATIVIDADE PLACEBO	239
APÊNDICE D – TRADUÇÃO DO SLA	241
APÊNDICE E – AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL À ATIVIDADE.....	251
APÊNDICE F – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	252

INTRODUÇÃO

Que mundo é este que vivemos? Quais os desafios que ele nos apresenta? Se os conhecermos, como os abordaremos? E os do amanhã, quais serão e como transpô-los? Estas são inquietações gerais em dois sentidos: porque muitos de nós as possuímos e porque são suficientemente amplas para nos apequenar diante da vida.

Se, por um lado, nos amedrontamos com questões tão amplas, por outro lado, questões “pequenas” e cotidianas caem, seguidamente, apenas em meras divagações, tendo em vista nossa impotência em enfrentar situações que escapam às garras de nosso simples desejo (ou da vontade), situações tais como crises nacionais, ou globais, de economia (EK BIA *et al.*, 2015). Talvez, olhar para o passado, longínquo ou recente, nos dê alguma noção de como tratar daquelas inquietações, para que, seja para iludirmos a nós mesmos (de que algo efetivamente possa ser feito, como dirá o pessimista cético), seja para que algum fruto colhamos das ações que resolvamos tomar frente àquelas inquietações vitais. Façamo-lo, sinopticamente, então, para entrar na reflexão e na investigação que essa dissertação carrega.

Lastres e Ferraz (1999) nos trazem um pequeno panorama dos diferentes “paradigmas tecno-econômicos” (PTE) que a humanidade vivenciou nos últimos séculos. Tais paradigmas nos

[indicam] o resultado do processo de seleção de uma série de combinações viáveis de inovações (técnicas, organizacionais e institucionais), provocando transformações que permeiam toda a economia e exercendo importante influência no comportamento da mesma (LASTRES; FERRAZ, 1999, p. 32).

Ao identificar atributos, oriundos de referências de sua revisão, os autores apresentam a caracterização de diferentes PTE, caracterização essa que trazemos sinopticamente no Quadro 1, onde essa caracterização nos delineia alguns aspectos que nos aproximam de diferentes PTE, tais como insumos abundantes e com preço em queda (no período de cada PTE), bem como setores que alavancaram cada um dos períodos e a infraestrutura viabilizadora associada a tais insumos.

Quadro 1 – Sinopse da caracterização de diferentes PTE

Fase	Início e término	Descrição	Fator-chave (Abundante e com preço declinante)	Setores alavancadores de conhecimento	Infraestrutura
1 ^a	1770/80 a 1830/40	Mecanização	Algodão e ferro fundido	Têxteis e seus equipamentos, fundição e moldagem de ferro, energia hidráulica	Canais, estradas máquinas
2 ^a	1830/40 a 1880/90	Força a vapor e ferrovia	Carvão e transporte	Máquinas e navios a vapor, máquinas ferramentas, equipamentos ferroviários	Ferrovias, navegação mundial
3 ^a	1880/90 a 1920/30	Energia elétrica, engenharia pesada	Aço	Engenharia e equipamentos elétricos, engenharia e equipamentos pesados (transporte marítimo, armamentos e química)	Energia elétrica
4 ^a	1920/30 a 1970/80	Produção em massa, “fordismo”	Petróleo e derivados	Automóveis e caminhões, tratores e tanques, indústria aeroespacial, bens duráveis, petroquímicos	Autoestradas, aeroportos, caminhos aéreos
5 ^a	1970/80 a ?	Tecnologias da informação	Microeletrônica, tecnologia digital	Equipamentos de informática e telecomunicações, robótica, serviços info-intensivos, softwares	Redes e sistemas “ <i>information highway</i> ”

Fonte: Adaptado de (LASTRES; FERRAZ, 1999, p. 34).

A referida obra de Lastres e Ferraz, sendo de 1999, nos provoca uma curiosidade em 2016: mais de três décadas se passaram do início do paradigma das tecnologias da informação – ainda estamos nele? Ou o “superamos”? Outra característica que os autores listam no quadro original nos dá uma pista: alguns setores que cresciam rapidamente neste período eram a biotecnologia, a nanotecnologia e as atividades espaciais. Curiosamente, com frequência, nossos jornais nos dão notícia sobre os avanços destes setores que, em 1999, eram tidos como “em crescimento”.

A curiosidade recém-posta, porém, carrega termos ingênuos como “estar” e “superar” períodos, já que a História é complexa e caótica: mesmo séculos após a primeira revolução industrial, ainda lançamos mão de suas tecnologias e meios de produção e, até mesmo de sua estrutura social, como ocorre em muitos países. Ou como Roberts nos lembra, mesmo no período da Idade da Pedra, “até muito recentemente algumas partes do mundo, embora poucas, ainda estavam [nela]” (2004, p. 45). Assim, corrigindo a ingenuidade, é pertinente indagar: como o presente se caracteriza? Pertinente, pois nos é útil ir em direção a esta reflexão, ou investigação, para agirmos de forma mais segura aos questionamentos iniciais. Vamos, então, nessa direção.

A própria obra de Lastres e Ferraz nos lança algumas características deste período, características adjetivadas “cinematicamente”: *crescente* complexidade de conhecimentos e tecnologias, *acelerado* processo de geração de conhecimento, maior *velocidade* de transmissão, entre outros (1999, p. 35). Mas esta realidade socioeconômica de aceleração ainda é atual?

O sociólogo espanhol Manuel Castells nos aponta que não apenas as mudanças ainda eram aceleradas em meados de 2005, mas também as relações sociais se modificaram pelo paradigma tecnológico, ao passo que, numa evidente dialética materialista, a tecnologia, por sua vez, também se modificou pelas necessidades emergentes destas relações em mutação:

Nós sabemos que a tecnologia não determina a sociedade: ela é sociedade. A sociedade molda a tecnologia de acordo com as necessidades, valores e interesses dos próprios usuários da tecnologia. Além do mais, tecnologias de informação e comunicação são particularmente sensíveis aos efeitos dos usos sociais delas próprias¹ (CASTELLS, 2005, p. 3, grifo do autor, tradução nossa).

Esta inter-relação e aceleração das relações sociais e antropológicas do homem e da tecnologia podem ser compreendidas pelo modelo/conceito de “sociedade em rede” (*Network Society*), isto é, pela ideia de que a sociedade, através das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), ou Tecnologias Digitais (TD), esteja em uma nova forma de interação em rede, mais presente, pois mais intensa e densa. Resumidamente, a sociedade em rede

[...] é uma estrutura social baseada na estrutura em rede operada por TIC (baseadas em microeletrônica e redes digitais de computadores), que geram, processam e distribuem informação com base no conhecimento acumulado nos nós dessas redes² (CASTELLS, 2005, p. 7, tradução nossa).

Isto é, trata-se de um modelo social que a concebe como uma estrutura de fontes de informação (os “nós”), que, apesar de estarem interconectadas, ainda permitem que a estrutura seja aberta. Como poderia de se esperar, isso implica em

¹ We know that technology does not determine society: it is society. Society shapes technology according to the needs, values, and interests of people who use the technology. Furthermore, information and communication technologies are particularly sensitive to the effects of social uses on technology itself.

² is a social structure based on networks operated by information and communication technologies based in microelectronics and digital computer networks that generate, process, and distribute information on the basis of the knowledge accumulated in the nodes of the networks.

que esta rede, ao sobrecarregar em conexões, pela sua inerente abertura, seja caracterizada pela mutação, pelo movimento como uma “regra”: em se tratando de empregos, por exemplo, vislumbramos uma crescente tendência de uma, nas palavras do autor, “flexibilidade construída sobre estabilidade” – *flexibility built into stability* (CASTELLS, 2005, p. 9) – i.e., os vínculos empregatícios, apesar de, em certos casos, efêmeros, estão, em essência, firmados nas necessidades intrínsecas do mercado.

As TIC, portanto, moldaram (e são moldadas pela) nossa sociedade. Isso nos coloca, segundo a ideia de sociedade em rede, não em uma “era da informação (ou do conhecimento)”, como se a contemporaneidade fosse o único período à mercê da produção informacional: como Castells argumenta, o que há de novo não é a centralidade na informação, mas “o fundamento em tecnologias microeletrônicas em rede, que provêm novas capacidades a uma velha forma de organização social³” (2005, p. 4, tradução nossa).

Ora, estas caracterizações, tais como flexibilidade, abertura e interconexão, nos fazem enxergar, a nós mesmos, num mundo onde sua relação com o conhecimento é, historicamente, diferenciada. Vivemos em dias nos quais é progressiva a requisição das habilidades de acessar e processar informações, tendo em vista a crescente conectividade que nossa sociedade tem experimentado e as grandes dimensões do volume e complexidade da geração de dados e informações subjacente a esta conectividade (KITCHIN, 2014c).

Todavia a informação em algumas instâncias é como que privada, mas privada no sentido de privação de direito⁴. Diferente, contudo, da antiga privação institucional, de que nos lembra Castells, da parte de entidades, sejam estatais ou eclesiásticas, sob uma autoridade central que definia os diferentes propósitos que guiavam o acesso e produção de informação (2005, p. 4). A informação se mostra privada, hoje *ainda*, por, pelo menos, outro motivo – motivo este que nos interessa analisar em delimitação de nossa reflexão.

³ [...] the microelectronics-based, networking technologies that provide new capabilities to an old form of social organization [...].

⁴ Claro que ainda existem informações privadas por motivos diversos, desde mercadológicos a governamentais, mas muitas informações que no passado estavam restritas ao cidadão comum são permitidas e disponíveis abertamente na rede mundial de computadores, como livros e artigos científicos e filosóficos.

Parte da população tem seu direito de acesso à informação, a que está disponível em linguagem acadêmica em especial, restrito pela sua própria inabilidade de lidar com a faculdade cognitiva de processar informação em algum nível de complexidade, tais como reconhecê-la em um contexto, explicá-la para outrem, aplicá-la de forma articulada, diferenciá-la de similares, criticá-la frente a uma fundamentação e produzir algo com base nela, isto é, em algum nível de compreensão de dado conhecimento⁵. E aqui nos deparamos com o momento de direcionarmos nossas indagações à Educação, tendo em vista sua responsabilidade de garantir aquele direito.

A Educação, responsável pela alfabetização em todos os âmbitos, no seu objetivo tradicional, constrói pontes para fora do indivíduo⁶, levando-o a conhecer-se e conhecer o mundo. Porém, há desafios no processo desta alfabetização e estes incidem sobre aquele direito. Assim, com nossa inquietação voltada a tratar desses desafios, nos imergimos neles com o fim de, pela investigação científica, buscar nortes que somem esforços em como lidar com eles.

O presente estudo se centra no desenvolvimento de um ambiente inspirado no construcionismo, ambiente este cujo objetivo reside em uma alfabetização em especial, a *alfabetização científica*. Com a elaboração de tal ambiente, bem como com a análise de dados oriundos de interações discentes⁷ com o mesmo, portanto, buscamos contribuir com os desafios inerentes a tal alfabetização.

Tal ambiente, contudo, fora pensado de forma vinculada ao caráter tecnológico do comunicar de nossa sociedade. Levando em conta este caráter, bem como a referida alfabetização, nosso ambiente instiga e aporta o desenvolvimento de habilidades atreladas à investigação de cunho científico, mas ainda em nível de alfabetização. O referido ambiente se trata de alfabetizar em Ciência com Big Data, um ícone atual do que a razão humana tem produzido com TD.

⁵ Os níveis de complexidade aqui tomados remetem à Taxonomia de Objetivos Educacionais Revisada (KRATHWOHL, 2002); para uma visão introdutória geral, conferir (FERRAZ; BELHOT, 2010).

⁶ Etimologicamente, “educar” origina-se na palavra latina *educere*: “ex-ducere”, ou “guiar (ducere) para fora (ex-)”, segundo o Dicionário de Pedagogia de Arénilla et al. (2000). Ver também o verbete “*educate*” em <http://www.etymonline.com/>.

⁷ A autorização da Escola consta no Apêndice E. O modelo do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido consta no Apêndice F.

No primeiro capítulo dessa dissertação, trazemos reflexões a respeito de uma breve aproximação do desafio do *alfabetizar cientificamente*⁸. Ali tratamos tanto de possíveis consequências sociais acerca desse alfabetizar, quanto de como ele se mostra pelo seus resultados de longo prazo, resultados esses colhidos pelo ILC e pelo PISA⁹. Após mapear alguma relevância nesse desafio, o capítulo é concluído com o delineamento de nosso estudo com a pergunta investigativa e objetivos que o nortearam.

No segundo capítulo trazemos uma série de fundamentações teóricas que sustentam as ações tanto investigativas quanto didáticas desta pesquisa em Ensino. Iniciamos com textos epistemológicos acerca da caracterização da Ciência e seu método, com o fim de melhor delinear o que é essa Ciência foco de uma alfabetização que, no primeiro capítulo, mostramos tão necessária à sociedade.

Em seguida, no mesmo capítulo, precisamos esse alfabetizar cientificamente como *literacia científica*. Isto é, após discorrer sobre (ou nos aproximarmos de) o que seria Ciência, buscamos por maior clareza e detalhamento sobre aspectos relevantes sobre a ação de educar, isto é, de “trazer para fora” por meio da Ciência.

Ainda no segundo capítulo, fizemos outro movimento de precisão teórica. Após precisar e caracterizar a alfabetização científica, o fizemos também com *Big Data*, a análise de dados computacional contemporânea que tem rendido (e prometido) diversas versatilidades, especialmente econômicas – e, conforme intentamos mostrar, versatilidades que também se estendem à Educação.

Ao final do segundo capítulo, estruturamos a teoria de aprendizagem que nos serviu de base: o construcionismo de Papert (1985, 2008). Com tal teoria em mente, com seus princípios que guiam a uma vivência de aprendizagem mais adequada a como mais efetiva e prazerosamente ela se dá, ali apresentamos a inspiração de nosso ambiente didático: micromundos.

Com tais delineamentos teóricos, confluímos nossas precisões sobre nossas ações didáticas primeiramente. No terceiro capítulo, apresentamos o software online

⁸ Salientamos que tomaremos, ao longo desta dissertação, como sinônimas as expressões “alfabetização”, “letramento” e “literacia”, apesar de seus significados terem, por vezes, nuances distintas nas definições de diferentes fontes. A definição que se assumirá para o eixo teórico-metodológico da presente dissertação será discutida detalhada e posteriormente, na Fundamentação Teórica, especialmente na Seção 2.2.

⁹ O ILC, o índice de letramento científico, é uma pesquisa realizada para analisar o letramento científico do Brasil; já o PISA o faz em nível internacional. Ver seções 1.2.1 e 1.2.2, respectivamente para detalhes.

que vem a ser o nosso ambiente construcionista: o Google Trends. Como ferramenta de Big Data que é, ali o apresentamos salientando brevemente suas versatilidades como ambiente à alfabetização científica.

No quarto capítulo, a Metodologia, tratamos primeiramente das explicitações de nossas ações didáticas como uma forma de ligação axial entre teoria e metodologia, discorrendo sobre como buscamos simular o método científico segundo a epistemologia de Bunge (1989, 1998), primeira seção da Fundamentação, tendo em vista tanto o construcionismo de Papert (quarta seção da Fundamentação), quanto a estrutura conceitual de literacia de Fives et al. (2014), segunda seção da Fundamentação. Após tais explicitações, delineamos as ações metodológicas na forma como optamos assumi-las: uma triangulação de análises quantitativa e qualitativa.

Finalmente, nos dois últimos capítulos apresentamos os resultados das análises, bem como sua discussão e interpretação, revelando ali indícios de nosso ambiente como meio inspirado no construcionismo para a alfabetização científica.

1. PROBLEMATIZAÇÃO

Este capítulo traz uma breve análise do problema de nosso estudo, a alfabetização científica, além de justificar a pertinência deste mesmo estudo ao analisar o contexto social em que ele está inserido: a alfabetização científica do povo brasileiro. Esta problemática é, então, em seguida, ampliada à contemporaneidade tecnológico-informacional em que nos encontramos. Tendo desenhado todo este fundo contextual, fechamos o capítulo com nossos delineamentos de pesquisa.

1.1. CONSEQUÊNCIAS DO ANALFABETISMO CIENTÍFICO

Apesar da possibilidade de acesso a muitas informações de várias naturezas neste início de segundo milênio, este acesso se torna restrito por fatores internos aos indivíduos. As informações/leituras estão disponíveis, mas estão como que ocultas por inabilidades inerentes – não essencialmente, mas circunstancialmente – em boa parte da população mundial. Esta inabilidade inerente de forma circunstancial é o analfabetismo funcional.

Analfabetismo funcional que aqui tratamos refere-se à inabilidade do saber ler, mas não interpretar; saber identificar sinais, mas não os dotar de significado interno, próprio a si; “saber juntar letras ou números”, mas não poder conceber a mensagem que elas trazem (RIBEIRO; FONSECA, 2009). Semelhantemente, podemos identificar diferentes tipos de analfabetismos, tais como o matemático e o científico, que são, respectivamente, a inabilidade de não poder “traduzir para si” mensagens matemáticas e científicas (INSTITUTO ABRAMUNDO, 2014; TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2013). Como discutimos na introdução, esta dissertação tem como foco apenas o analfabetismo científico.

Sobretudo, antes de delinear como se configura este analfabetismo em especial, trazemos luz a duas discussões que justifiquem este configurar, pois, poderá argumentar um utilitarista, “não vale a pena” o esforço da análise se nenhum benefício traga ou algum malefício evite. Sendo assim, discorreremos inicialmente sobre a seguinte questão: há – e se há qual(is) a(s) – consequência(s) de um indivíduo ser analfabeto científico, ou doutra maneira, quais as consequências existentes para alguém que seja analfabeto científico? Posteriormente, sendo

relevante a discussão que daí resulte, caberá ainda uma análise factual: o contexto em que nos inserimos, Brasil, possui algum indício de analfabetismo científico para que nosso estudo tenha relevância nacional? E, se possui, esse indício configura um problema a serem propostas soluções nesta nação? As respostas a estes dois questionamentos, em sua relevância, estruturam a problematização assumida por nós para podermos, por nossa estudo, somar esforços para sanar.

Ao analisarmos, pois, a primeira questão (se há consequências ao analfabeto científico), poderíamos complexificá-la em vários tipos de consequências e classificá-las. Sobretudo, optamos, para vias de simplificação da reflexão, pôr em discussão apenas três, que vêm a seguir.

A primeira situação que aqui identificamos e que discorreremos sobre a alfabetização científica é sobre a ampliação à liberdade de interação, isto é, de compartilhamento denotativo no mundo contemporâneo: o alfabetizado cientificamente tem beneficiado, por sua habilidade de conceber mensagens científicas, seu pensar, sozinho e/ou com outros, a respeito de mensagens diversas de relevâncias, no mínimo, consideráveis. Coloquemos a seguinte asserção que destaca alguns pontos dessa situação para, depois, fundamentá-la e, assim, corroborá-la.

O indivíduo cientificamente alfabetizado (ou que sabe “comunicar-se cientificamente”) está preparado a certas mazelas sociais próprias do cidadão contemporâneo a respeito da interação com o mundo (acesso a sua cultura).

Existe como que um axioma geral assumido por várias ciências humanas, como se podem ver em obras de linguística, de antropologia, de sociologia e de psicologia cognitiva, por exemplo, (JOHNSON-LAIRD, 1990; VYGOTSKY, 2001), que embasa nossa colocação: a construção da cultura humana (e de sua identidade, portanto) se dá, por excelência, pela faculdade cognitiva da comunicação. Esse axioma significa, como diz Mário Sérgio Cortella (2011, p. 37), que o ato de comunicar-se legitima, isto é, caracteriza nossa espécie como coletiva ontologicamente: *ser humano é ser social*.

A questão da acessibilidade de pessoas com deficiência ilustra isso, por dizer respeito, além de aspectos infraestruturais (como rampas para cadeirantes e sinalizações em relevo para cegos), a aspectos também de comunicação: não se fala apenas em LIBRAS (Língua Brasileira de Sinais), por exemplo, mas em “cultura surda” (SANTANA; BERGAMO, 2005); isto é, a acessibilidade ilustra como a língua,

enquanto código do ato de comunicar-se (complexo como é o ato de fazer-se entendido, de expressar-se, de avisar, de compartilhar significados, de estruturar o pensamento) está na essência de *ser* humano e privá-lo disto, de alguma maneira, é um atentado a sua dignidade em diferentes sentidos, pois fere direitos seus como em seguida discutir-se-á.

Aliado àquele axioma, um fato suporta nossa asserção: a cultura contemporânea, inerentemente globalizada, possui a ciência enraizada em si em várias formas de comunicação. O enraizamento da ciência na cultura humana tem-se mostrado como um relacionamento íntimo e recíproco da sociedade com a ciência – como nos dizem Leung, Wong e Yung (2014, tradução nossa), a influência da sociedade sobre a ciência é ambivalente: “Ciência é uma empresa que acontece não apenas pelas mãos de cientistas, mas também pelos membros da sociedade, que, por sua vez, refletem e conformam valores e perspectivas sociais”¹⁰, reflexo e conformação estas que os autores apontam como a essência da ciência como uma comunidade.

Mas esta reciprocidade não é indiferente a alguns, isto é, não atinge apenas cientistas: a exigência na manipulação crítica de conhecimentos e informações técnico-científicas em diferentes âmbitos do contexto social contemporâneo é progressiva (INSTITUTO ABRAMUNDO, 2014, p. 1; OECD, 2013, p. 13). Portanto, nossa primeira asserção apresenta como em nossa cultura atual a alfabetização científica interfere de forma relevante na comunicação de informações inclusive cotidianas.

Outro fato que aporta nossa colocação em análise é o Índice de Letramento Científico, realizado pelo Instituto Abramundo¹¹. Este Índice nos dá indícios empíricos sobre o impacto da alfabetização científica, com dados que nos mostram que, ao privar indivíduos do inteirar-se de uma série de informações, seja na mídia ou em locais de formação (seja ela profissional ou moral), o analfabetismo científico se interpõe sobre benefícios oportunos através destas informações que estejam carregadas de linguagem científica.

Uma segunda assertiva que revela uma consequência do alfabetismo científico refere-se à limitação da dignidade humana pelo tolhimento de sua escolha

¹⁰ Science is an enterprise run not only by scientists, but also by members of the society, who reflect on and shape social perspectives and values.

¹¹ Seus resultados serão discutidos na próxima seção.

consciente, i.e., baseada em reflexão. Analisemos, à semelhança da primeira, a seguinte assertiva:

A dignidade do ser humano está sujeita à sua alfabetização científica.

Um princípio político embasa a assertiva: o ato da escolha livre é um dos direitos de todo ser humano e, portanto, alicerça sua dignidade. O caracterizamos no nível de princípio político tendo em vista que, apesar de não necessariamente ser consenso entre toda a raça humana, o é, certamente, entre líderes (eleitos democraticamente ou não) nas várias nações integrantes da Organização das Nações Unidas (ONU). Na Declaração dos Direitos Humanos, o princípio emerge quando dá garantia do direito (a) à liberdade de opinião e expressão (Art. XIX), (b) à liberdade de escolha de trabalho (Art. XXIII), (c) à instrução básica (Art. XXVI), (d) à participação cultural em sua sociedade (Art. XXVII) (UNIC/RIO, 2000). Assim, pode não ser consensual de todos os códigos morais, mas certamente é uma responsabilidade coletiva em nível internacional.

Ora, mas escolhas nos âmbitos político, trabalhista, pessoal e familiar do cidadão contemporâneo estão sujeitas a algum grau de alfabetização científica. Essa sujeição é apontada tanto por artigos acadêmicos da área de ensino quanto por documentos educacionais:

Escolhas políticas: ícones destas escolhas são o voto e a participação em assembleias do poder público. Na sociedade contemporânea, em que seguidamente projetos concernentes à responsabilidade quanto à flora, à fauna e ao social, o conhecimento de ciências lógicas e factuais (naturais e humanas) é fundamental para a leitura e interação crítica de/em propostas e medidas diversas (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007). A relevância da epistemologia em especial, contudo, cabe colocar, mostra-se pequena frente a outros tantos fatores, como valores pessoais, para a referida interação (ACEVEDO et al., 2005).

Escolhas trabalhistas: as competências referentes às ciências, como representação, comunicação, investigação e compreensão, configuram competências pertinentes não apenas às atividades profissionais em geral, mas também à atualização diante do mundo econômico (BRASIL, 2002, p. 8, 25).

Escolhas pessoais e/ou familiares: questões como alimentação adequada para si e para sua família, moradia apropriada e acatamento de tratamento médico (ou ainda análise das opções que o profissional de medicina dispõe, para, quiçá, decidir por procurar outro profissional) são algumas das quais o letramento científico interfere

claramente, envolvendo conceitos e princípios biológicos fundamentais, por exemplo, (BYRNES; DUNBAR, 2014).

Por fim, o letramento científico, no que diz respeito a possuir uma “imagem não-deformada da ciência”, deformação essa em alguns aspectos em especial, tem como consequência a elitização da ciência. Coloquemos essa consequência na seguinte assertiva:

Uma imagem qualquer que alguém possua da ciência determina/define seu relacionamento com o conhecimento científico em si.

Dois princípios (se bem que o segundo poderia ser tido como um corolário do primeiro) oriundos de resultados de investigações em ciências cognitivas corroboram nossa assertiva; coloquemo-los da seguintes maneira:

- *O/a conceito/imagem/ideia/significado atribuído por alguém a algo representa a realidade subjetiva (deste alguém) acerca deste algo.*
- *A realidade construída por/em alguém, para/em si mesmo, a respeito de algo define/determina o modo como este alguém age-com este algo.*

Tomemos a teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird (JOHNSON-LAIRD, 1990; MOREIRA, 1996) para a referida corroboração. Essa teoria tem como pressuposto que a mente humana constrói modelos mentais com os quais interpreta o mundo por correlacionarem-se com sua essência. Tal construção/interpretação funciona de forma “articulável”, isto é, “modelos mentais são como blocos de construção cognitivos que podem ser combinados e recombinaados conforme necessário” (MOREIRA, 1996). Modelos mentais são, também, pessoais, isto é, subjetivos. A ideia que alguém carregue sobre algo é comunicável – mas (talvez) nunca perfeitamente traduzível. Pondo de outra maneira, o “significado está nas pessoas” (MOREIRA, 2000).

Para melhor clarificar a ideia de modelo mental com os princípios, olhemos para o modelo da comunicação do cientista cognitivo (JOHNSON-LAIRD, 1990, p. 255–259): desde o acesso ao mundo pelo comunicador até a resposta do receptor à mensagem, há intrínseco a ela o elo comum entre emissor/receptor: a linguagem. Ora, sendo o mundo complexo como é, o modelo mental do receptor, essencialmente análogo ao mundo, limita o significante (palavras que são ditas) subjetivamente, pois é próprio de seu modelo mental, i.e., construído com base na essência captada pelo emissor. Assim, a “realidade simples” da percepção emissora

define o que capto da realidade que é. E é com base nesta realidade subjetiva (modelo mental emissor) que falo, enuncio, construo, enfim, ajo.

A assertiva também é defendida por pesquisadores e filósofos em Ensino e Educação (CORTELLA, 2011; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001). Segundo Gil-Pérez *et al.* (2001, grifo dos autores),

uma das visões deformadas mais [frequentes a respeito da ciência] é a que transmite [um individualismo e elitismo da mesma:] insiste-se explicitamente em que o trabalho científico é um domínio reservado a minorias especialmente dotadas, transmitindo-se assim expectativas negativas à maioria dos alunos [...]. Não se faz um esforço [...] para mostrar o [caráter científico] de construção humana, em que não faltam hesitações nem erros, situações *semelhantes* às dos próprios alunos.

Esta semelhança configura um relacionamento íntimo de poder conectar a ciência, seu método mais precisamente, com o método cotidiano¹², ponto de ligação em potencial de identificação do aluno com a ciência, ligação esta cuja existência, para Cortella (2011, p. 85), distancia a ciência deste aluno de tal maneira que o impeça de cogitar a profissão científica, mantendo-a em uma condição social (e apenas condição) elitista, condição, por sua vez, mantida por tal visão distorcida, tornando este condicionamento uma roda viva. Assim, iletramento científico, na forma de ideias distorcidas a respeito da ciência, mantém implícita e conseqüentemente a ciência afastada daqueles que tais distorções carreguem consigo.

Cabe pontuar, brevemente, que esta última consequência do letramento é causa (não única), por sua vez, de outro evento. O baixo número de profissionais nas áreas científicas e tecnológicas do Brasil compromete, na visão da agência Thomson Reuters, seu desenvolvimento socioeconômico (ADAMS; PENDLEBURY; STEMBRIDGE, 2013). Portanto, em última instância, o letramento científico de indivíduos impacta, inclusive, questões em nível nacional.

Enfim, tendo sido expostas as três consequências do analfabetismo científico que nesta dissertação tomamos como relevantes detalhar, julgamos também relevante abrir a outra reflexão, sendo tais consequências suficientemente

¹² Isto é, em semelhança de desafios, com erros e percalços, não no sentido de que sejam equivalentes. Pelo contrário, não podemos incorrer em conceber a visão deformada “de sinal oposto que encara a atividade científica como algo simples, próximo do senso comum, esquecendo que a construção científica parte, precisamente, do questionamento sistemático do óbvio (Bachelard, 1938) e contra o senso comum” (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

pertinentes para chamar nossa atenção e iniciar uma justificativa válida. Assim, na próxima seção, trataremos de como está a alfabetização científica no contexto nacional que abrange a população foco de nosso estudo, o do Brasil – tal será feito pela análise dos resultados de duas avaliações que tratam especialmente da alfabetização científica: o ILC e o PISA.

1.2. JUSTIFICANDO: ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO BRASIL

Como dito, aqui serão trazidos resultados de avaliações de letramento (ou literacia ou alfabetização) científico além de inferências realizadas sobre os mesmos. As avaliações são o ILC (Índice de Letramento Científico) e o PISA (*Programme for International Student Assessment*, ou programa internacional de avaliação estudantil), realizadas respectivamente pelo Instituto Abramundo e pela OECD (*Organization for Economic Co-operation and Development* ou organização pelo desenvolvimento e cooperação econômica).

1.2.1. ILC: Índice de Letramento Científico

Com sua primeira (e única até então) edição ocorrida em 2014, o ILC é um estudo de letramento científico realizado pelo Instituto Abramundo, em parceria com o Instituto Paulo Montenegro e a Ação Educativa, tendo como objetivo avaliar o “uso e [...] compreensão da linguagem técnico-científica, inclusive mediante a utilização de conhecimentos específicos previamente adquiridos, **para lidar com situações cotidianas**” (INSTITUTO ABRAMUNDO, 2014, p. 1, ênfase nossa), uso e compreensão estes que compõem a concepção de “letramento científico” da avaliação.

Seu público alvo consistiu de jovens e adultos brasileiros, residentes em diferentes regiões metropolitanas do país, de 15 e 40 anos de idade e com, no mínimo, 4 anos de estudo¹³, convidados a partir de entrevistas domiciliares,

¹³ Cabe enfatizar que a amostra é representativa, dado ainda o recorte geográfico da mesma, de aproximadamente 23 milhões de indivíduos com as características descritas.

a resolver problemas desenvolvidos a partir de situações do cotidiano, [cujas soluções estão baseadas: no] conhecimento sobre as nomeações relativas ao campo das ciências; [em] como são colocados em prática os conhecimentos científicos e quais os valores atribuídos a essas práticas; [bem como em] como os conhecimentos científicos contribuem [à] visão de mundo dos entrevistados (INSTITUTO ABRAMUNDO, 2014, p. 2).

Dentre os problemas que compõem a análise, constam, como supraenfatizado, situações cotidianas, tais como leitura de bulas farmacêuticas e divulgação científica e/ou tecnológica em mídias de massa.

Cabe ainda brevemente elucidar os quatro níveis de escala de proficiência tomados na análise de acordo com os descritores pedagógico-interpretativos, a saber (INSTITUTO ABRAMUNDO, 2014, p. 5–8):

Nível 1 (letramento não-científico): Localiza, em contextos cotidianos, informações explícitas em textos simples (tabelas ou gráficos, textos curtos) envolvendo temas do cotidiano (consumo de energia em conta de luz, dosagem em bula de remédio, identificação de riscos imediatos à saúde), sem a exigência de domínio de conhecimentos científicos.

Nível 2 (Letramento científico rudimentar): Resolve problemas que envolvam a interpretação e a comparação de informações e conhecimentos científicos básicos, apresentados em textos diversos (tabelas e gráficos com mais de duas variáveis, imagens, rótulos), envolvendo temáticas presentes no cotidiano (benefícios ou riscos à saúde, adequações de soluções ambientais).

Nível 3 (letramento científico básico): Elabora propostas de resolução de problemas de maior complexidade a partir de evidências científicas apresentadas em textos técnicos e/ou científicos (manuais, esquemas, infográficos, conjunto de tabelas) estabelecendo relações intertextuais em diferentes contextos.

Nível 4 (letramento científico proficiente): Avalia propostas e afirmações que exigem o domínio de conceitos e termos científicos em situações envolvendo contextos diversos (cotidianos ou científicos). Elabora argumentos sobre a confiabilidade ou veracidade de hipóteses formuladas. Demonstra domínio do uso de unidades de medida e conhece questões relacionadas ao meio ambiente, à saúde, astronomia ou genética.

Tendo feita a sinopse da análise de ILC, passemos aos seus resultados e discussão.

Em geral, os resultados apontam para um nível razoavelmente baixo para a população representada pela amostra: somam 64% a proporção de indivíduos avaliados com no máximo Nível 2 de letramento, incapazes, portanto, de resolver problemas e interpretar informações de natureza científica, subindo tal proporção a

79% em se tratando de problemas complexos; sobretudo, no nível 1 apenas foram contados 16% da amostra.

A análise também nos mostra que, quanto maior o nível de escolaridade, maior o nível de letramento, o que aponta para uma condição eficiente do sistema de ensino; contudo, o nível 3 é majoritariamente atingido apenas por indivíduos que chegaram ao nível superior de ensino, influência aparentemente mais significativa que a idade do entrevistado.

Além do nível segundo a escolaridade, cabe ainda apontar a análise do ILC sobre o relacionamento dos indivíduos com o conhecimento científico: “em síntese, apesar da alta favorabilidade, a Ciência é vista por uma parcela significativa dos indivíduos [entrevistados] como algo distante, como uma possibilidade para a qual não se sente atraído ou qualificado”, com tal favorabilidade sendo mais positiva “quanto mais alto o nível de Letramento Científico” (INSTITUTO ABRAMUNDO, 2014, p. 21).

Dos dados e informações/interpretações apontadas do ILC¹⁴, podemos inferir que os esforços realizados em nível nacional (por políticas de governo e ações institucionais em geral, como atividades de Extensão de Instituições de Ensino Superior) e em nível escolar (atividades docentes), especialmente quanto ao ensino médio, têm tido frutos razoáveis, já que, em geral, na Escola Básica o ILC tem se configurado como básico. Tendo em vista a história brasileira de um povo cujo analfabetismo fora generalizado (BITTAR; BITTAR, 2012), nossa realidade sociocultural atual é incomparavelmente melhor: por exemplo, lutamos por quedas na taxa de analfabetismo da ordem de 7% (IBGE, 2015b).

Mas satisfazer-se com o básico, acreditamos, é nefasto; não neguemos, contudo, os frutos dos referidos esforços para mudança deste quadro. Paralelizar nosso passado pré-republicano, de apenas um século atrás, com a contemporaneidade é animador e fortalece a esperança de lutar contra a acomodação e buscar uma condição mais elaborada da cultura científica de nossa nação.

Sobretudo, paralelizar também nossa condição atual com a condição de outras nações pode dar-nos informações relevantes; por isso, na próxima seção

¹⁴ Cabe notar que, como esta dissertação tem foco no Ensino de Ciências, não serão aqui comentadas outras variáveis discutidas, tais como profissão e condição socioeconômica do entrevistado; ao leitor interessado remetemos ao próprio relatório do Instituto Abramundo (2014).

lemos outra avaliação, o PISA, de cunho escolar, em contraposição ao ILC cujo cunho não o é.

1.2.2. PISA: Programa Internacional de Avaliação Estudantil

O PISA, por sua vez, é uma avaliação em nível internacional realizada pela OECD. Tem como objetivo metodológico “monitorar os efeitos concretos dos sistemas educacionais através da medição do desempenho estudantil sobre uma base regular e estrutural comum internacionalmente acordada”, tendo como fim deste monitoramento a providência de “uma nova base ao diálogo político e à colaboração de definições e implementações de metas educacionais, que resultem, de forma inovadora, em tomadas de decisão acerca de habilidades relevantes à vida adulta”¹⁵ (OECD, 2013, p. 13, tradução nossa).

A avaliação, aplicada apenas a estudantes de 15 anos, sonda três formas de literacia: leitura, matemática e científica. Para tanto, o PISA lança mão trienalmente, não apenas de testes validados para analisar tal habilidade, com questões objetivas e dissertativas, mas também questionários socioeconômicos que fornecem informações a respeito dos estudantes avaliados, bem como de escolas em geral. Em cada uma das edições, uma das literacias é enfocada para extrair maiores detalhes; no caso da literacia científica, foco desta dissertação, tal detalhamento ocorreu na edição de 2006 (OECD, 2013, p. 15, 16). Assim, quando a seguir forem discutidos resultados da avaliação, será dada atenção apenas a tal edição e à mais atual, de 2012.

Faz-se pertinente desenhar de forma minuciosa o conceito de literacia científica concebido pela avaliação, bem como das proficiências a partir deste conceito construídas, para compreensão cabal de seus resultados. No intuito de melhor organizar esta dissertação, apresentá-los-emos em uma subseção, e, após a mesma, trataremos dos resultados das edições recém-referidas noutra subseção.

¹⁵ to monitor the outcomes of education systems by measuring student achievement on a regular basis and within an internationally agreed common framework. It aims to provide a new basis for policy dialogue and for collaboration in defining and implementing educational goals, in innovative ways that reflect judgments about the skills that are relevant to adult life.

1.2.2.1.Literacia científica no PISA

Dentro do quadro conceitual (*framework*) da avaliação, literacia científica é tomada como uma “competência global”, que se compõe em três competências pilares. Competência, por sua vez, implica em mais que simplesmente conhecimentos e habilidades: significa *mobilizar* fontes cognitivas e não cognitivas em qualquer contexto dado¹⁶ (OECD, 2013, p. 98, tradução nossa).

As referidas competências pilares originam-se do entendimento que a OECD possui a respeito “do que importa aos cidadãos saberem, valorizarem e serem hábeis para fazer em situações que envolvam ciência e tecnologia”. Tais competências são: identificação de questões científicas, explanação de fenômenos cientificamente e uso de evidência científica. Tê-las desenvolvido significa poder apresentar, por um lado, conhecimento e habilidades cognitivas e, por outro, atitudes, valores e motivações, de acordo com que conheçam e respondam a situações relacionadas à ciência (OECD, 2013, p. 98, tradução nossa).

Ao trazer esta conceituação a um nível menos geral, vemos a literacia científica referir-se a como um indivíduo (OECD, 2013, p. 100):

- *Conhece e usa conhecimento científico, em nível teórico e epistemológico, para identificar questões, adquirir novos saberes, explicar fenômenos científicos e tecer conclusões baseadas em evidência.*
- *Entende e caracteriza a ciência como uma forma de conhecimento e empreendimento humano, ao passo que possua algum entendimento das limitações e racionalização do saber científico.*
- *Concebe (aware) a conformação (shape) que a ciência e a tecnologia imprimem sobre nossos empreendimentos materiais, intelectuais e culturais.*
- *Dispõe-se a se envolver (willingness to engage) em questões relacionadas à ciência e suas ideias, como um cidadão reflexivo, o que implica ter contínuo interesse, formação de opinião e participação em questões correntes futuras que envolvam a ciência.*

Notoriamente, como será discutido na Fundamentação Teórica (na seção 2.2), a Natureza da Ciência, como reflexão epistemológica, está impregnada na avaliação do PISA junto com saberes científicos em geral, isto é, conteúdos classicamente escolares de Física, Química e Biologia. Assim, do ponto de vista da

¹⁶ In this framework, the term “science literacy” denotes an overarching competency comprising a set of three specific scientific competencies. A competency is more than just knowledge and skills (OECD, 2003). It includes the capacity to mobilize cognitive and non-cognitive resources in any given context.

OECD, não basta possuímos o conhecimento científico e saber usá-lo, mas também ter uma postura reflexiva, filosófica a respeito de seus limites de abrangência e sobre como a “empresa científica” se move na história e na sociedade, para bem relacionar-se e envolver-se com ela.

Em se tratando das questões de avaliação da literacia científica, as mesmas são construídas, podemos dizer, sob três dimensões articuladas, tendo em vista esta articulação pelo caráter mobilizador e contextual do conceito de competência supra exposto (OECD, 2013, p. 18):

- *Conceitual: lembrar-se de e aplicar conhecimentos de física, química, biologia e ciências da Terra e do Espaço.*
- *Procedimental: adquirir, interpretar e agir a respeito de evidências.*
- *Contextual: ciência na vida e na saúde, na Terra e no meio-ambiente (environment), e na tecnologia.*

Por fim, apresentamos no Quadro 2, como outra forma de delinear o conceito de literacia científica do PISA, os seis níveis de proficiência com os quais os respondentes são classificados para cumprir com os objetivos políticos da OECD de acordo com a pontuação/escore obtida na avaliação:

Quadro 2 – Descrições dos níveis de proficiência científica do PISA

Nível	Limite inferior do escore	Descrição do que os estudantes podem tipicamente fazer tendo tal escore
6	707,9	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar, explicar e aplicar, consistentemente, conhecimentos científicos, nos âmbitos teórico e epistemológico, em uma variedade de situações complexas na vida. • Conectar (<i>link</i>) diferentes fontes de informação e usar suas evidências para justificar decisões. • Demonstrar, clara e consistentemente, entendimento da racionalidade (<i>thinking and reasoning</i>) científica. • Usar conhecimento científico por eles adquiridos tanto para propor soluções em situações científicas e tecnológicas não familiares (<i>unfamiliar</i>) quanto para argumentar nestas situações em nível pessoal, social e global.
5	633,3	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar conhecimentos científicos teóricos e epistemológicos, em uma variedade de situações complexas na vida. • Comparar, selecionar e avaliar evidências científicas apropriadamente naquelas situações. • Usar habilidades investigativas (<i>inquiry abilities</i>) bem desenvolvidas, conectando conhecimentos apropriadamente e inferindo criticamente em dadas situações. • Construir explicações baseadas em evidências e argumentos baseados e suas próprias análises críticas.
4	558,7	<ul style="list-style-type: none"> • Lidar eficazmente (<i>work effectively</i>) com situações e questões que requeiram inferências sobre o papel da ciência e da tecnologia em situações que envolvam explicitamente algum fenômeno. • Selecionar e integrar explicações de diferentes disciplinas da ciência ou tecnologia, conectando tais explicações diretamente a aspectos de situações da vida. • Refletir sobre suas ações e comunicar decisões usando conhecimento científico e evidências.
3	484,1	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar, claramente, questões científicas em uma ampla gama de contextos. • Podem selecionar fatos e conhecimentos para explicar fenômenos e aplicar simples modelos ou estratégias investigativas. • Interpretar e usar conceitos de diferentes disciplinas aplicando-as diretamente. • Desenvolver pequenos pronunciamentos (<i>statements</i>) usando fatos, além de tomar decisões baseadas em conhecimento científico.
2	409,5	<ul style="list-style-type: none"> • Prover possíveis explicações em contextos familiares ou tecer conclusões baseadas em simples investigações. • Raciocinar (<i>reasoning</i>) e interpretar resultados de investigações científicas, ou resolução de problemas tecnológicos, na forma literal.
1	334,9	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar conhecimentos científicos em alguns poucos contextos familiares. • Apresentar explicações científicas óbvias, seguindo evidências explicitamente dadas.

Fonte: Quadro simplificado e traduzido de (OECD, 2013, p. 113)

Cabe salientar que o PISA concebe as proficiências como um contínuo, através do qual os indivíduos avaliados são classificados pela simplicidade ou complexidade com que lidam com conceitos e procedimentos científicos nos diferentes contextos envolvidos na avaliação (OECD, 2013, p. 101).

Passemos, a seguir, à apresentação e à discussão dos resultados das edições de 2006 e 2012, por serem, respectivamente, aquelas em que a literacia científica foi enfocada e também a edição mais recente.

1.2.2.2. Resultados e inferências do PISA 2006 e 2012

Os dados e suas respectivas inferências construídas que aqui apresentamos baseiam-se nas discussões do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) sobre os dados da OECD (BRASIL, 2008, 2013).

Em primeiro lugar, ao conferir os resultados da edição de 2006 do PISA, que focou na análise da literacia científica, o Brasil ficou com uma média de 390 pontos; em termos de nação, o país se caracteriza com um nível 1 (na escala do PISA – vide Quadro 2) de letramento científico (tendo a avaliação coberto 70% da população com a amostragem realizada). Como se poderia esperar, diferentes regiões do país, que historicamente formaram-se em condições melhores socioeconomicamente, como é o caso da Região Sul, obtiveram um escore superior que o da média nacional (a citada região obteve escore médio de 424, o maior entre as regiões e equivalente ao Nível 2). O percentual de jovens brasileiros de quinze anos em cada nível segue no Quadro 3 – tenha-se em vista o Quadro 2, apresentado anteriormente, para interpretação do subsequente:

Quadro 3 – Percentual de alunos brasileiros na população em cada nível de proficiência em Ciências

Edição	Abaixo do nível 1	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Nível 6
2006	27,9	33,1	23,8	11,3	3,4	0,5	0,0
2012 ¹⁷	35	20	30	10	5	0,0	0,0

Fonte: Adaptado de (BRASIL, 2008, p. 60, 2013, p. 50).

Isso coloca a nação, *como um todo*, em uma situação definitivamente não aprazível, por mais limitada que seja toda leitura científica quanto à realidade. Perceba-se que aproximadamente 85 % da população-foco (jovens com 15 anos de idade), por não atingirem o Nível 3, mostraram não poder “interpretar e utilizar conceitos científicos de diferentes disciplinas e aplicá-los diretamente [ou] elaborar

¹⁷ Os valores são aproximados do gráfico correspondente, o qual não dá escala com alta precisão.

afirmações curtas utilizando fatos[, ou ainda] tomar decisões baseadas em conhecimento científico” (BRASIL, 2013, p. 49).

Ainda assim, podemos, quiçá, olhar para alguns fatores que possam (por estarem correlacionados ao desempenho de tais países) dar-nos indícios de mudanças e/ou investimentos apropriados para mudar nosso quadro, tendo em vistas as consequências discutidas na seção anterior para os cidadãos individualmente e à nação como um todo.

Sobretudo, ao olharmos para os resultados com a finalidade de indícios para a referida mudança, isto é, em busca de ações educacionais de âmbito organizacional, tais resultados são ou inconclusivos para muitos fatores, em termos de generalização, ou inviabilizadores de comparação. A correlação, por exemplo, do índice de recursos educacionais na escola é baixa para países de alto escore (como a Finlândia) e médio para alguns de baixo escore (como os latino-americanos) (BRASIL, 2013, p. 59). Sobretudo, há de se levar em conta que não são analisados o preparo dos profissionais em educação e ensino para lidar com estes recursos. Um país pode ter bom escore, por exemplo, com poucos recursos, mas sabendo lidar muito bem com eles com fins didáticos, enquanto países com melhores recursos, mas sem o proporcional preparo profissional dos professores, podem acabar se saindo pior.

É visível ao professor da Educação Básica que os dados que nos fornece o PISA, em termos de sala de aula, não são práticos. São-nos úteis, sim, para termos noção do quadro geral da nação frente a outras para a comunicação entre Estados-nações e até entre pesquisadores em Ensino, mas não de forma a interpretar tais dados com inferências diretas para a sala de aula.

Assim, podemos abrir uma questão pertinente que configure nosso problema em nível de Ensino dentro do contexto aberto nesta e na última seção: que ações (ou tipo de ações) gerir em sala para desenvolver a alfabetização científica, tendo em vista a condição em que nos encontramos como nação, e sua relevância à cidadania? A próxima seção desta problematização traz algumas estratégias propostas pela pesquisa em Ensino de Ciências.

1.3. VIAS DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Tendo percorridas as consequências do analfabetismo científico e uma aproximação do delineamento de como se encontra o referente quadro da nação brasileira, chegamos a enxergar este analfabetismo como um problema relevante, atual e urgente. Sendo assim, cabe justamente agora questionar sobre como alfabetizar em ciência um grupo de indivíduos.

Sobretudo, esclareça-se de início que as vias de desenvolvimento da alfabetização científica, aqui tratadas, delimitam-se a questões epistemológicas e investigativas da ciência, não abrangendo, portanto, os sistemas conceituais de cada disciplina ou de alguma em especial. Assim, aqui dissertamos apenas¹⁸ sobre ações de ensino que fomentem a construção em discentes de habilidades cognitivas referentes à investigação científica, ou IC, (*scientific inquiry* na língua inglesa) e à natureza da ciência, ou NdC, (*nature of science* na língua inglesa) de um modo geral; é com relação ao desenvolvimento didático de tais habilidades que nos referimos aqui, lembrando, à “alfabetização científica”.

Saliente-se também que aqui discorreremos apenas sobre alguns estudos, como introdução a esta seção, e que o aprofundaremos na Fundamentação Teórica, precisamente na seção 2.2.2.

Começamos de forma incomum: leiamos algumas ressalvas críticas a esta temática, em especial à NdC, isto é, contemplemos críticas a respeito de tratar da NdC em sala, especialmente na Educação Básica, para que as vias a seguir listadas sejam de antemão enriquecidas por tais críticas.

Por exemplo, Acevedo *et al.* (2005) denuncia as seguintes questões pertinentes:

- *A falta de consenso entre cientistas e filósofos da ciência sobre a natureza da ciência em si dá à prática docente em ciências imprecisão quanto a como abordar tal natureza: sendo assim, como abordá-la em sala de aula? Ao assumir uma visão, por qual critério?*
- *Há justificativas empiricamente infundadas com que se argumentam em documentos educacionais e na literatura em Ensino a respeito da inserção de NdC curricularmente, a saber, de que as visões sobre ciência dos professores possuam relação com (1) a visão*

¹⁸ Não que os corpos conceituais não configurem a alfabetização em si, apenas estamos delimitando nossa análise a estes domínios. Um vislumbre em portais de periódicos e bancos de teses permitem averiguar como é numerosa a quantidade de obras existentes acerca de certos conceitos particulares, vislumbre que nos obriga à delimitação.

de seus alunos ou com (2) sua didática, ou (3) de que sejam relevantes as visões de NdC “na tomada de decisões sobre assuntos tecnocientíficos problemáticos. [Sobretudo] os fatores mais influentes, [de acordo com pesquisas], foram os valores morais e pessoais, assim como os aspectos culturais, sociais e políticos, relacionados com [os assuntos usados]”. Tendo em vista estes apontamentos, pode-se, então, questionar para que a NdC curricular?

Conforme Hodson (1994 *apud* ACEVEDO *et al.*, 2005), a NdC tem sua relevância “tanto para desenvolver uma melhor compreensão da ciência e seus métodos como para contribuir para tomar mais consciência das interações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade”. O autor, então, em parte, mescla o que hoje se distingue como NdC e IC, pois, conforme Judith Lederman *et al.* (2014, tradução nossa),

NdC incorpora o que faz a ciência diferente de outras disciplinas como história e religião, referindo-se às características do conhecimento científico necessariamente derivadas de como este conhecimento é desenvolvido; IC, por sua vez, trata do processo de como cientistas fazem seu trabalho e como o conhecimento científico é gerado e aceito¹⁹.

Por outra parte, Hodson engloba a reflexão CTS (sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade) no âmbito da NdC. O enfoque CTS, segundo Auler e Bazzo (2001), abrange diversas reflexões,

desde a [ideia] de contemplar interações entre ciência, tecnologia e sociedade apenas como fator de motivação no ensino de ciências, até [postular], como fator essencial desse enfoque, a compreensão dessas interações, a qual, levada ao extremo por alguns projetos, faz com que o conhecimento científico desempenhe um papel secundário.

Tendo delineado, assim, inicialmente, a alfabetização científica como que composta destes elementos, cabe retornar à pergunta: quais as vias pelas quais a alfabetização científica, seja como NdC, IC ou CTS, têm se mostrado eficazes segundo a literatura em Ensino? Abaixo, é trazida uma relação construída a partir de

¹⁹ Nature of science (NOS) embodies what makes science different from other disciplines such as history or religion. NOS refers to the characteristics of scientific knowledge that are necessarily derived from how the knowledge is developed (Lederman, 2006). Scientific inquiry (SI) is the processes of how scientists do their work and how the resulting scientific knowledge is generated and accepted.

algumas revisões²⁰ desta literatura (ACEVEDO *et al.*, 2005; LEDERMAN, Norman G.; LEDERMAN, Judith S.; ANTINK, 2013):

- Vivências didático-investigativas: *Desenvolvimento de investigações de uma dada disciplina de caráter exploratório e inquiridor, através do qual objetiva-se desenvolver, implicitamente, habilidades inerentes ao fazer-ciência.*
- Reflexões historiográficas da ciência: *Estudos orientados com discentes a respeito de questões especialmente históricas e sociais a respeito de como algum saber, de dada disciplina, se constituiu; seu escopo é de que, implicitamente, tais estudos revelem visões apropriadas da ciência.*
- Explicitações do pensar cientificamente: *Exposições dialogadas em sala de aula a respeito do que é o pensar científico; pode ou não estar aliada com as abordagens anteriores, tornando, assim, explícito o implícito.*

Saliente-se, sobretudo, a ressalva de Norman e Judith Lederman e Alisson Antink (2013) de que abordagens implícitas têm mostrado resultados no mínimo inconclusivos, ao passo que as explícitas tem se mostrado mais efetivas.

Assim, as revisões apresentadas nos colocam em alerta para abordagens apropriadas para promoção da Literacia Científica, em função de seus componentes (NdC, IC e CTS), especialmente quanto à reflexão epistemológica: de que as abordagens sejam explícitas e de forma articulada e contextualizada. Na Fundamentação Teórica, como já dito, aprofundaremos o estudo destas revisões estendendo-o a outras ainda e inserindo mais um elemento à Literacia Científica.

Sobretudo e finalmente, cabe ainda outro questionamento: se vivemos em uma sociedade sujeita a uma massa de informação grandiosa, o desafio de educar em ciências é ampliado por esta característica. Reflitamos, a seguir, brevemente nesta questão, encaminhando-nos para a proposta desta dissertação.

1.4. O DESAFIO DE ENSINAR CIÊNCIAS NA CONTEMPORANEIDADE

Aliada à necessidade de alfabetizar cientificamente a sociedade, em função dos conceitos, procedimentos e visões que implica tal alfabetização, está a problemática contemporânea da manipulação informacional, tendo em vista o caráter massivo com que a carga informacional está disponível hoje (DOS SANTOS,

²⁰ A aqui apresentada é uma sinopse da apresentada na Fundamentação Teórica, aqui trazida apenas como introdução à temática.

2014; SOUZA, 2004). Isto é, além da necessidade de alfabetização científica, existe a necessidade de alfabetização informática, mas não uma informática tradicional: uma que esteja vinculada a esta massa informacional com que convivemos.

Para colocar uma ideia inicial desta massiva carga informacional, olhemos para o que nos traz Mulder (1999, *apud* SOUZA, 2004): “uma única edição de final de semana do jornal *The New York Times* contém mais informação do que o que seria de se esperar que o típico cidadão da Inglaterra do Século XVII encontrasse ao longo de toda a sua vida”.

Sobretudo, essa quantidade gigantesca de informação não foi sendo construída a esmo: muita informação que hoje existe foi construída com fins diversos, boa parte deles não apenas comerciais e industriais, mas também científicos. Esta informação toda está aí e a forma, isto é, os meios, ferramentas com que se tem lidado com ela têm levado, cabe pontuar, a várias discussões de várias naturezas, tanto epistemológicas quanto éticas (EKBIA *et al.*, 2015).

Se há a necessidade de alfabetização da ciência, como já discutimos, e a ciência contemporânea se insere neste contexto informacional, como lidar com tal alfabetização tendo em vista este contexto? Acreditamos que a gestão didática de uma vivência investigativa com Big Data pode aliar as duas necessidades, já “que os estudantes, futuros profissionais de Ciências, devem também ser familiarizados com os desafios científicos propostos (DOS SANTOS, 2013)”.

Big Data (grandes dados, em inglês) é o termo utilizado por profissionais de várias áreas para tratar deste momento histórico informacional que estamos vivendo, tanto quanto à magnitude informacional quanto à magnitude dos desafios inerentes a lidar com esta informação toda.

Big Data é caracterizado (mas não definido) por sua grandeza; é quase uma regra a referência a sua magnitude na literatura em geral. Sobretudo, Big Data não é *essencialmente* “tamanho”: Big Data é essencialmente conhecimento emergente de informações espontaneamente deixadas por multidões. De fato, se o grupo de pessoas não for grande (multidões), não se trata de Big Data – mas se não for *espontaneamente* deixado (como *tweets* e *likes*), também não é (DOS SANTOS, 2015).

Por subjazerem a construção de conhecimento, Renato P. dos Santos defende que ferramentas de Big Data poderiam ser usadas como atividades

didáticas com características próprias da atualidade de nossa sociedade em rede. Com tais ferramentas, seria possível

[...] propiciar aos nossos estudantes, futuros profissionais de Ciências, [...], uma preparação tanto em termos técnicos como em éticos, para os desafios científicos propostos pelo Big Data ao mundo real no qual vão exercer suas profissões, além de uma melhor compreensão, embasada na prática do Big Data, sobre a construção do conhecimento [científico], especialmente numa melhor compreensão das noções de fenômeno, observação, medida, leis [...], teoria, causalidade, dentre outras (DOS SANTOS, 2013).

Nosso trabalho trata deste tipo de atividade, isto é, uma vivência educativa que envolva o contexto do Big Data como ícone de nossa contemporaneidade em termos cognitivos, com o fim de alfabetizar cientificamente atento para nossa realidade “socioinformacional”. Na próxima e última seção, apresentamos o delineamento investigativo de nossa obra.

1.5. DELINEAMENTOS DA PESQUISA

Tendo em vista a problemática da alfabetização científica discutida nas últimas seções, bem como o contexto contemporâneo em que nos encontramos, surge a proposta de interações didáticas em ciência em uma interface ícone deste contexto. Assim, uma pergunta-norte introdutória de nossa obra investigativa é:

Como a interação didática com Big Data potencializa a alfabetização (ou literacia ou letramento) científica?

Nossa análise, assim, pede pelo seguinte objetivo geral:

- *Analisar indícios de interferências na alfabetização científica decorrentes desta interação.*

Podemos esmiuçá-lo, por sua vez, nos seguintes objetivos específicos:

- *Averiguar que diferenças ocorrem, via teste quantitativo, entre duas turmas, experimental e controle, na literacia científica das mesmas, segundo conceito de literacia científica subjacente ao teste.*
- *Averiguar que diferenças ocorrem, qualitativamente, na literacia científica das turmas, via análise proposicional, segundo o referido conceito e uma epistemologia coerente com ele.*

Os quais nos remeteram às seguintes metas:

- *Sondar, nos estudantes que participarão da atividade, características que apontem para a condição de sua alfabetização/literacia científica previamente à atividade, a saber, seus desempenhos escolares.*
- *Sondar, nos mesmos indivíduos, informações socioeconômicas que estatisticamente interfiram²¹ na referida literacia.*
- *Traçar um fundo teórico que fundamente as referidas análises, bem como atividade didática referente à interação evocada em nossa pergunta investigativa, a saber: epistemologia que trate profundamente da natureza e práticas científicas; precisão conceitual de que seja literacia científica; precisão conceitual de que seja Big Data e sua relação com a sociedade e a cognição humana (tendo em vista nosso estudo na área de Ensino); e um fundo teórico que fundamente os eventos de ensino-aprendizagem ocorrentes.*
- *Elaborar atividade didática que desenvolva literacia científica no âmbito de um contexto de Big Data.*
- *Sondar naqueles estudantes, após a participação da atividade, indícios que apontem para a nova condição de sua alfabetização científica.*

Os referidos estudantes são calouros do Ensino Médio (isto é, alunos do primeiro ano) de uma escola pública de pequeno porte (com aproximadamente 300 alunos), localizada no bairro Santo Afonso, em Novo Hamburgo/RS. A atividade em questão fora inserida dentro do contexto de alfabetização científica das aulas de Física, das quais o professor ministrante é o próprio autor desta dissertação.

A atividade proposta, por sua vez, configura-se como um ambiente de aprendizagem (EDWARDS, 1998; PAPERT, 1985) para o conhecimento científico, especialmente em IC, inspirado nos princípios construcionistas de Seymour Papert (1985, 2008) e na epistemologia principalmente de Mario Bunge (1989, 1998), com o fim, em especial, de desenvolver a Literacia Científica, tendo em vista a recente obra teórico-metodológica de Helenrose Fives *et al.* (2014). Tendo em conta estas últimas ponderações, as consideremos na reconstrução da pergunta de pesquisa de uma forma mais delimitada:

Como a interação com um micromundo de Big Data em investigação científica viabiliza a literacia científica de jovens calouros no ensino médio de dada escola pública hamburguense?

²¹ Como posteriormente esclarecer-se-á, tais informações foram elencadas do PISA (OECD, 2013).

Sendo assim, a fundamentação teórica que segue deverá apresentar nosso aporte epistemológico-base para a alfabetização-foco, bem como um melhor delineamento do que vem a ser, nesta investigação em Ensino, literacia/letramento/alfabetização científica, discussões acerca de Big Data e sua relação com o Homem e a sociedade e, por fim, uma discussão teórica do construcionismo de Seymour Papert. Para melhor apresentar estes aportes, eles foram divididos em seções separadas, nesta ordem.

1.6. REVISÃO DE LITERATURA

Com o fim de distinguir e precisar nossa pesquisa frente a obras similares, executamos uma revisão de literatura no Google Acadêmico, cujo motor de buscas agrega em seus resultados boa parte das publicações acadêmicas em geral (CLERMONT; DYCKHOFF, 2012; HILBERT *et al.*, 2015). Clermont e Dyckoff (2012), por exemplo, lembram-nos que o buscador da Google possui acesso livre a crescente número de bancos de dados, exibindo cobertura de considerável soma dos mesmos, o que o torna opção versátil, viável e fiável frente a outros, como o Banco de Teses e Dissertações da CAPES, o Wiley e o Springer.

Restringimos a busca por associações de termos que caracterizam nosso trabalho sem estabelecermos filtros temporais, dado que estudos em literacia científica tem origem já na década de 1960; contudo, restringimos o limite superior no ano de 2015 para tornar os volumes de resultados constantes. As palavras-chave usadas foram todas em inglês, dado que comumente trabalhos em português e espanhol indexam palavras-chave também naquela língua: buscar em ambas a línguas poderia gerar, portanto, resultados duplos. A restrição usada foi de associações de termos-chave que caracterizaram nossa pesquisa, a saber:

- *Construcionismo papertiano para a alfabetização científica;*
- *Epistemologia de Bunge como aporte ao desenvolvimento da alfabetização científica;*
- *Uso de softwares em Big Data como ambiente para o referido desenvolvimento;*

Optamos também por excluir de nossa revisão livros e capítulos de livros, tendo em vista a inacessibilidades que muitos exibem na Internet. Por não encontrar boa parte desses livros nas bibliotecas públicas e universitárias próximas, ter de comprá-los para essa revisão seria inviável.

Para buscar por associações com a alfabetização, diversificou-se pela busca dos seguintes termos: “*scientific literacy*” e “*nature of science*” e/ou “*scientific method*” e/ou “*scientific inquiry*”²² a que simbolizamos como L, N, M e I, de forma que nosso foco são sobre aspectos epistemológicos (dos quais N é ícone) e metodológicos da ciência, e não sobre “conteúdos” específicos – tomando M e I, portanto, como termos-chave dos aspectos metodológicos em ciência (LEDERMAN, JUDITH S. *et al.*, 2014).

Para buscar pelo aporte de Seymour Papert e Mario Bunge, buscou-se apenas pelos seus sobrenomes – desprezando buscas pelos termos “*mathetics*” (cunhado por Comenius (KOMENSKÝ, 1895) há três séculos) e “*microworld*” (termo consagrado na área de computação em geral)²³, pois não remeteriam, portanto, à Papert exclusivamente. Sobre Big Data, usamos apenas o próprio termo entre aspas.

Para evitar encontrar e contabilizar trabalhos escritos pelos próprios autores, bem como que o motor incluísse citações nos resultados, desmarcamos a opção “Incluir citações” do motor de busca e executamos a busca sob o seguinte formato padrão²⁴: <-author:autor +autor +“L” +“N” ± “M” ± “I”>. Na Tabela 1 trazemos os resultados iniciais dessa delimitação.

Tabela 1 – Resultados da busca por obras de Papert, Bunge e Big Data no Google Acadêmico até 2015

Associações sobre alfabetização científica	Papert	Bunge	Big Data	Totais
L+M+N-I	14	32	1	47
L-M+N+I	47	15	2	64
L+M+N+I	47	29	3	79
Totais	108	76	6	190

Fonte: elaborado pelo autor.

²² Não incluímos o termo “*science teaching*” por ser muito abrangente, tratando desde conteúdos específicos em ciência a formação de professores, desviando demasiadamente de nossa linha, nem “*science, technology and society*”, porque incluem relações dialéticas entre estes entes (SANTOS; MORTIMER, 2002), as quais também fogem claramente da linha de nossa pesquisa.

²³ De fato, ao buscarmos pelo autor e tais termos no Google Trends, vemos que não há aparente correlação entre nenhum deles. Sobre o Google Trends, ver seção 3.1 desta dissertação.

²⁴ Para Big Data, pusemos o termo no lugar de <-author:autor +autor >).

A Tabela 1 nos mostra que o número de obras soma 190 resultados, dos quais 108 fazem referência à Papert, 76 à Bunge e 6 à Big Data. Mostra também que o aporte papertiano não possui concomitâncias especiais com as associações, o que ocorre também para o aporte bungeano. Estes números, porém, são ilustrativos, de forma que, durante a revisão, identificamos duplicatas e links inexistentes. De fato, como Jacsó (2010) já apontara, as falhas na indexação de metadados do Google Acadêmico inviabilizam pesquisas bibliométricas precisas sobre produtividade em publicações acadêmicas e seu impacto.

Das dezenas de resultados que fazem referência a Papert e a Bunge, expusemos na Tabela 2 as obras categorizadas segundo análise dos objetivos/propósitos expostos em seus resumos, trazendo ali também os títulos das obras. Salientamos que, apesar do alto número de resultados, especialmente referente à Papert, boa parte remetia a entradas da *Encyclopedia of Science Education*, que foram descartadas.

Na referida Tabela usamos de quatro categorias. Sob a Classe A categorizamos discussões, reflexões e revisões teóricas e/ou metodológicas e/ou filosóficas. Sob a Classe B categorizamos observações, entrevistas e desenvolvimentos de ferramenta de pesquisa (e.g., questionários). Sob a Classe C aninhamos experimentos, i.e., pesquisas com controle de variáveis (BUNGE, 1998; CAMPBELL; STANLEY, 1966): como nossa pesquisa é experimental, paralelizamos a mesma apenas com as obras classificadas dessa maneira – na próxima subseção. Sob a Classe D, finalmente, aninhamos livros, que, como dissemos, optamos por não analisar. De fato, há obras híbridas que poderiam ser categorizadas tanto como Classe A quanto como Classe B; mas como a precisão sobre a contabilidade não é nosso foco, antes a identificação de experimentos (Classe C), não fizemos tal separação.

Tabela 2 – Resultados das buscas de obras relativas à Papert e à Bunge no Google Acadêmico, até 2015

Tipos de estudo	Obras relativas à Papert	Obras relativas à Bunge
Classe A	18	32
Classe B	17	18
Classe C	9	1
Classe D	17	19
Total	62	70

Fonte: elaborado pelo autor.

A Tabela nos mostra como estão bem distribuídas as obras conectadas com Papert em estudos teóricos, observacionais e experimentais, mas o mesmo não acontece com aporte em Bunge, com volume maior em discussões teóricas.

Quanto à revisão concernente às únicas seis obras que fazem referência a Big Data, elas são trazidas no Quadro 4. Percebemos na revisão dos resultados que as referências ao termo Big Data foram relevantes em apenas duas, de forma que a similaridade “nenhuma” é porque sequer a obra usa de ferramentas de Big Data para promoção da literacia, tornando nosso trabalho distinto especialmente neste quesito.

Quadro 4 – Resultados do termo “big data”

Título	Tipo de obra	Breve descrição	Similaridade com nosso uso de Big Data
“Assessment of Online Research Co-op Course” Research Report	Relatório	Apresentação da avaliação parcial de um curso que visa a promoção da literacia focada no manuseio de informação.	Nenhuma
Investigating private elementary school students’ attitudes toward online homework in science lesson in terms of experience, usefulness and thought	Tese	Estudo sobre como estudantes respondem <i>online</i> suas tarefas de casa de ciências.	Nenhuma
Big Data: Philosophy, Emergence, Crowledge, and Science Education	Artigo	Discussão filosófica sobre implicações ao Ensino de Ciências do Big Data.	É um dos artigos base deste estudo, escrito pelo orientador desta dissertação
Teaching Math, Science, and Technology in Schools Today: Guidelines for Engaging Both Eager and Reluctant Learners	Livro ²⁵	Apresentar estratégias e reflexões sobre o desenvolvimento da literacia científica e matemática.	Discorre sobre o Big Data mostrar-se como exemplo de tecnologia contemporânea em alta que demanda as literacias em reflexão no livro
The Future in Learning Science: Themes, Issues and Big Ideas	Capítulo de livro ²⁶	Discorre sobre a natureza da ciência no seu ensino.	Nenhuma
Fostering Scientific Habits of Mind	Livro	Reúne tendências e pesquisas sobre ensino de ciências	Nenhuma

Fonte: elaborado pelo autor.

²⁵ Disponível no <https://books.google.com> com número limitado de páginas.

²⁶ Disponível apenas via pagamento.

1.6.1. Análise das obras similares

Aqui analisaremos brevemente os experimentos ligados à alfabetização científica com aportes bungeano e/ou papertiano. No total, identificamos dez obras, das quais explicitamos no Quadro 5, o ano e o objeto-foco do experimento. Os títulos das obras são trazidos abaixo com a identificação que têm no referido Quadro:

- *Obra I: Imagen de la tecnología proporcionada por la educación tecnológica en la enseñanza secundaria*
- *Obra II: The impact of the computational inquiry based experiment on metacognitive experiences, modelling indicators and learning performance*
- *Obra III: Motivating the Unmotivated Science Teaching by Hybrid Computer-based Laboratory Environment: A Comparison Secondary School Students' Science Motivation among Science and Non-science Majors*
- *Obra IV: The assessment of learning outcomes of computer modeling in secondary science education*
- *Obra V: A Design Model of Distributed Scaffolding for Inquiry-Based Learning*
- *Obra VI: The effect of inquiry-based, hands-on labs on achievement in middle school science*
- *Obra VII: Biology by inquiry: an intervention programme in Irish post primary schools*
- *Obra VIII: The effect of project based learning oriented instruction on students' understanding of human circulatory system concepts and attitude toward biology*
- *Obra IX: The development of an epistemic platform for nanoscience and nanotechnology with a computer game for level 4 students*
- *Obra X: Through The Lens of the Microscope: Examining the Addition of Traditional and Digital Microscopes to the Study of Cell Theory in a Rural Middle School Setting*

Quadro 5 – Identificação dos experimentos de alfabetização científica sob os aportes bungeano e/ou papertiano

Obra	Ano	Objeto-foco do experimento
I	2010	Transformação de visões deformadas de estudantes sobre a natureza da ciência mediante materiais e estratégias de ensino
II	2014	Impacto da metodologia de experimentos computacionais na performance cognitiva de aprendizes (<i>the impact of the Computational Experiment Methodology on learners' cognitive performance</i>) na resolução de problemas
III	2013	Efeito da interação com um ambiente laboratório-digital híbrido (<i>hybrid computer-based laboratory environment</i>) de simulação e experimentação de fenômenos ligados a fluidos sobre a motivação de estudantes sobre a aprendizagem de ciências
IV	2009	Resultados de aprendizagem específicos (<i>specific learning outcomes</i>) esperados de modelagens computacionais de sistemas dinâmicos
V	2015	Influência no entendimento conceitual e no raciocínio de alunos em virtude de lições inquisitivas estruturadas (<i>scaffoldings inquiry lessons</i>) sobre diferentes lições escolares sobre a teoria das placas tectônicas
VI	2014	Caracterização do empreendimento científico (<i>science achievement</i>) de estudantes ensinados sob uma perspectiva pedagógica inquisitiva e ativa (<i>inquiry-based, hands-on pedagogical approach</i>)
VII	2011	Atitudes e percepções de professores e estudantes com respeito ao uso de ensino e aprendizagem baseados em princípios de questionamento científico (<i>scientific inquiry</i>) de um dado contexto escolar
VIII	2014	Efeito sobre aprendizagem e atitudes de estudantes promovido pelo método instrucional orientado de aprendizagem por projetos (<i>project based learning oriented instruction</i>) a respeito de conceitos do sistema circulatório humano
IX	2011	Aprendizagem em nanociência e nanotecnologia de estudantes ocorrente com uma plataforma epistêmica aliada à um jogo computacional
X	2005	Atitudes de estudantes em aulas de citologia mediante uso de diferentes microscópios

Fonte: elaborado pelo autor.

Segundo nosso levantamento exibido acima, o experimento mais antigo encontrado foi de 2009, o que revela a idade da pesquisa em alfabetização científica sob a perspectiva papertiana que trate de questões epistemológicas e metodológicas em ciência (a Obra I é a única referenciada em Bunge).

Sobretudo, com a análise dos objetos de estudo das obras listadas, identificamos similaridades com nossa pesquisa, tendo como principal diferenciador tais questões (e não aprendizagem de conteúdos científicos específicos), as Obras I, VI e VII.

A Obra I trouxe como resultado geral que suas estratégias de ensino configuradoras do programa (devidamente construídas para desenvolvimento de visões epistemológicas e ontológicas de ciência, tecnologia e sociedade adequadas) foram eficazes para transformar tais visões nos alunos do grupo experimental, estas significativamente mais adequadas que as dos alunos do grupo controle (que não participaram do programa). Sinopticamente, o programa consistiu de uma série de

atividades reflexivo-coletivas, em que a inquisição acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade adequadas foram o cerne.

Já a Obra VI analisou se estudantes ensinados sob uma perspectiva pedagógica inquisitiva e ativa apresentariam escore em teste padronizado (variável I) e seu interesse em aulas de ciências (variável II) seriam significativamente diferentes dos de estudantes ensinados sob instrução tradicional (i.e., uso de livros-texto, demonstrações, e minimamente uma aula laboratorial por unidade de ensino). Os resultados da análise apontaram diferença estatisticamente significativa apenas para a segunda variável.

Finalmente, a Obra VII apresenta a pesquisa sobre o desenvolvimento de um material de ensino de biologia inquisitiva (*Inquiry Based Biology Lesson Student Booklet*) e caracterização da aprendizagem respectiva. Para caracterização dessa aprendizagem, foi construído um questionário para avaliar os empreendimentos (*achievements*) e atitudes de alunos em biologia e para investigar o efeito do ensino inquiridor sobre como os estudantes se engajam no processo de aprendizagem. Como resultados, a obra traz que as referidas atitudes mostraram-se notavelmente mais favoráveis após contato com ensino inquiridor, além de os empreendimentos terem sido marcados por um bom trabalho conjunto de estudantes de diferentes potencialidades (*low/high achieving*) e desenvolvimento de habilidades (*skills*) – comunicativas, científico-inquisitivas e computacionais – melhores durante a intervenção em análise.

Dados os contributos das obras, bem como os delineamentos apresentados na seção 1.5, podemos identificar a contribuição original desta dissertação à comunidade. Tal contribuição seria, precisamente, o desenvolvimento (e estudo) de um ambiente digital escolar ao desenvolvimento da literacia científica por meio de Big Data, i.e., investigar a proposta de Dos Santos (2014) tornada, aqui, implementada.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Como primeira fundamentação desta pesquisa, dos vários tipos de reflexão que se poderiam tomar, entendemos como a mais apropriada delas a reflexão epistemológica, pois trata de problemas especialmente sobre a natureza do conhecimento e sua formação/construção.

Como, todavia, a reflexão epistemológica é vasta e já analisou uma boa soma de problemas pertinentes àquela natureza, não apenas não há espaço aqui para todos eles, como também nem todos são relevantemente discutíveis para com o Ensino de Ciências, em especial àquele que pretende desenvolver a Literacia Científica. Dos problemas existentes, portanto, optamos pelo de demarcação; como epistemólogos, tomamos dois que buscaram profundamente analisar este problema: Karl Popper e Mário Bunge. Enquanto o primeiro realizara uma análise acurada com relação à iconização-chave da cognição científica, o falseamento (ou verificabilidade), o segundo, contemporâneo desta dissertação, fez uma extensa caracterização do conhecimento científico em si e do seu método. Com ambas as exposições busca-se aproximar uma conceituação coerente com reflexões vigentes sobre a natureza da ciência e de seu método para melhor construir nossa proposta didática de alfabetização/literacia científica.

A segunda fundamentação teórica desta dissertação trata da discussão conceitual sobre literacia científica. Tal discussão faz-se importante, pois, como tantos outros conceitos em Educação (como competências e habilidades, por exemplo), possui significado não consensual na comunidade acadêmica. Em função de manter a coerência teórico-metodológica, assumiremos as definições de Fives *et al.* (2014), pois seu delineamento conceitual estrutura o questionário por eles desenvolvido para analisar a literacia científica e que tomamos como instrumento em nossas investigações por características especiais que nele percebemos frente a outros existentes.

A terceira fundamentação teórica trata de definições e discussões epistemológicas acerca de Big Data: demarcamos nossa (do grupo de pesquisa) definição de Big Data e como este tipo de análise computacional tem se mostrado à humanidade em aspectos sociais, antropológicos e cognitivos.

Por fim, nossa fundamentação teórica trata de nosso aporte sobre aprendizagem: o Construcionismo de Seymour Papert. Aqui, discorremos sobre a matemática (a arte de aprender) subjacente a tal corrente teórica, os princípios inerentes a ela para ocorrência da aprendizagem, bem como de sistemas onde a aprendizagem em si ocorre com maior concisão e coerência com tais princípios: sistemas estes denominados micromundos.

2.1. A CIÊNCIA: SUA LÓGICA, SUAS CARACTERÍSTICAS E SEU MÉTODO

Nas seções que seguem, discorre-se sobre as ideias de Popper e Bunge sobre a ciência. O primeiro trata do problema da delimitação, indo à busca da definição da lógica científica: é ela necessariamente indutiva, isto é, a ciência observa poucos casos para descrever o mundo inteiro? O autor defende que, para que haja a possibilidade de que a ciência possa se desenvolver de forma eficaz e comunicativa, ela é apropriadamente dedutiva. O segundo autor, por sua vez, trata de caracterizar o conhecimento científico ao situá-lo como racional e objetivo; além do mais, descreve o que vem a ser o método científico.

O objetivo desta seção é o de aproximar uma definição coerente com concepções vigentes (tendo em vista o caráter transitório do conhecimento humano – ou perfectível, como diria Bunge, ou evolutivo, como diria Popper) sobre a Ciência e, assim, ter adequados delineamentos para construir vivências de ensino que fomentem visões não ingênuas acerca da mesma.

2.1.1. Karl Raimund Popper: necessidade de falseamento

A ideia central da epistemologia de Popper foi criticar a visão positivista da Ciência, também denominada empírico-indutivista, que permeava o contexto histórico deste autor. Esta visão, de forma simplificada, concebia que uma característica essencial do pensamento científico era o uso da indução: inferir comportamentos padrões e gerais como que oriundos de fatos particulares observáveis na Natureza. Segundo o filósofo, a concepção que propõe ser mais adequada a este esforço coletivo da humanidade que é a ciência é a ideia de

evolução científica. Ideias que vencem as críticas são aquelas que devem permanecer (SILVEIRA, 1989). Mas como fazê-lo?

Esta visão dita “empirista” está fortemente arraigada na importância contida na experiência, na constatação de evidências que “provassem” as leis e/ou teorias. A análise sistemática de dados (especialmente quantitativos) deveria fornecer indícios para que comportamentos padrões (leis) como que “emergissem” dos mesmos: o devido tratamento dos dados seria suficiente para “provar” que o comportamento seria *natural*, uma verdadeira lei científica (SILVEIRA, 1989) – os dados, por assim dizer, falam, obviamente, por si só. Popper critica esta concepção de “prova”, defendendo que fatos não podem provar, isto é, “testificar” ou “testemunhar” em favor da veracidade de uma lei ou teoria. Os dados podem apenas corroborar argumentos (POPPER, 1975, p. 303), e que estes últimos não passam, portanto, de propostas. E aqui ele direciona a responder a última pergunta posta: como sujeitar a Ciência a um processo de evolução? Segundo Popper, pela crítica da comunidade científica – e o autor aponta meios pelos quais pode se submeter à prova uma teoria.

Uma forma seria pelo confronto com outras teorias e análise do avanço que possui sobre as mesmas; ou ainda pelo teste das leis (comportamentos empíricos) que a teoria prevê. Sobretudo, para que qualquer uma destas análises seja feita, uma característica intrínseca da ideia científica é fundamental: a possibilidade de que ela seja falseável, isto é, sujeita a testes que mostrem sua falsidade. A seu tempo, Popper propõe uma nova visão sobre a construção do conhecimento científico: a hipotético-dedutiva (SILVEIRA, 1989).

Para o positivismo, aquela “emergência óbvia de comportamentos padrões” dava-se na extrapolação, a partir de alguns dados, de um comportamento padrão e universal – este tipo de raciocínio de extrapolação é denominado indução. Contudo, não há garantias que o comportamento observado continue (seja lá por quanto tempo) – não há certeza, por exemplo, que o sol “nascerá” amanhã. Como esta concepção “coroa” os dados observáveis/mensuráveis no “império” da argumentação científica, já que são eles que devem dirigir a lógica da razão, a “entidade papal”, que executa tal coroação, seria, por excelência, os sentidos do sujeito, a experiência tátil. Esta concepção de “lógica indutiva” carrega, contudo, dois problemas, conhecidamente na epistemologia como *Problema da Indução* e

Problema da Demarcação. Estes dois problemas epistemológicos tratam das incoerências intrínsecas ao conhecimento humano.

O primeiro, o problema da indução, refere-se à inconsistência lógica inerente à indução em si. Ora, a indução trata de inferências gerais sendo tomadas a partir de observações singulares. Por exemplo:

- *Observações singulares:* o Sol completou o seu “ciclo em torno da terra” desde que temos consciência, enquanto humanidade, de observadores.
- *Indução:* o Sol completará seu ciclo amanhã.

Mas como é possível a indução, por mais cotidiana que seja? Tê-la evidentemente, i.e., como verdadeira *a priori* não é, em absoluto, um movimento lógico, argumenta o epistemólogo, mas justamente ilógico. Pois, que garantia temos na validade da indução? “Pelo fato de sempre ter funcionado”, poder-se-ia argumentar – mas isso, no mínimo, “conduz [...] a uma regressão infinita” (POPPER, 1975, p. 30): validar a indução por um processo de indução! Assim, ao negar a existência de uma indução empírica genuína, Popper descarta a necessidade de seu uso como “a lógica” científica.

O segundo problema, da demarcação, trata da apropriada caracterização de um juízo cognitivo como científico ou não. Em análise deste último, Popper critica os positivistas por criticarem a metafísica por não ser empírica: mesmo as ciências empíricas são baseadas em “ideias de cunho meramente especulativo, [...] nebulosas, [...] ‘metafísicas’ [de fato]” (1975, p. 40); ora, se o empirismo fundamenta-se na metafísica quando lança mãos de princípios, que são, em última análise, asseverações gerais em que se acredita, por conveniência, serem verdadeiras – literalmente uma “fé” (1975, p. 40) –, a crítica positivista à metafísica é mal fundamentada. Este problema é solucionado pela ideia de falseabilidade: uma ideia é considerada científica se for passível de ser submetida a teste – se os testes não mostrarem que a ideia é equivocada, ela é fortalecida, mas apenas *até que* haja algum teste que a mostre como falsa. Trata-se, portanto, de uma forma diferente de objetividade científica.

Baseado em Kant, Popper argumenta que uma ideia é objetiva se justificável, isto é, “se puder ser submetida à prova e compreendida por todos” – em Popper, a objetividade científica reside na possibilidade de que sejam “intersubjetivamente submetidos a teste” (1975, p. 46), ideia também, inclusive, defendida por Bachelard, quando coloca que a realidade científica é assegurada pela *coletividade de*

realidades subjetivas (BACHELARD, 1996, p. 296). Contudo, a conclusão do “teste coletivo” também deveria ser posto a um teste coletivo, acarretando num problema de redução ao infinito, semelhantemente ao problema da indução, e Popper reconhece isso; sobretudo, sua tese é de que uma ideia para ser dada como científica não pode ter caráter dogmático, mas, no mínimo, falseável, para que este crivo social possa sobre ela se dar. Olhemos para esta questão metafísica em função do caso da ideia de “lei”.

Sejam “leis” proposições descritivo-preditivas sobre o comportamento do mundo – em oposição à ideia de acaso, por sua vez, imprevisível (POPPER, 1975, p. 225). Apesar de o mundo ser complexo, as leis que regem seus comportamentos são simples – assim, acredita-se dever o ser, pelo menos (BLUMER *et al.*, 1987) –, mas esta característica de “simples” é uma atribuição humana: o mundo regido por leis “simples” é, portanto, um mundo artificial e abstrato, aquele de que trata a Ciência em si (POPPER, 1975, p. 83). Contudo, estas convenções de caráter dogmático são limitadoras do espírito científico, já que incoerências empíricas podem ser refugadas com “escudos *ad hoc*”, tentando “salvar as aparências”, nas palavras de Thomas Kuhn (2001, p. 108), ou, quando estas hipóteses falham, como “imprecações à idoneidade” do experimentador (POPPER, 1975, p. 85), atitude insensata para nosso epistemólogo. Leis, como hipóteses que são, quando inseridas *ad hoc* são úteis apenas se “elevam o grau de falseabilidade da teoria” (POPPER, 1975, p. 87), isto é, quando aumentam a possibilidade de mostrar que a teoria é falsa. Experimentos idôneos são aqueles intersubjetivamente realizáveis e reproduzíveis (POPPER, 1975, p. 88). Sobretudo, tais atitudes não podem sustentar-se indefinidamente: hora ou outra, Newton “deverá deixar Einstein passar”.

Caber-nos-ia perguntar, afinal: mas o empirismo indutivista não carrega este senso crítico? Para Popper, a concepção naturalista, como também é chamada a empírico-indutivista, não é crítica, pois “fatos descobertos” por ela são, na realidade, propostas de convenções, que, por sua vez, acabam por tornar-se um dogma. Isto deriva de que sejam aceitas como significativas (carregadas de sentido) apenas as construções ditas “científicas”, inibindo algo como uma “análise do método” ou *metodologia* (POPPER, 1975, p. 55). Este caráter dogmático se clarifica através da análise dos princípios (ou ainda “regras”) da metodologia da ciência. Por exemplo, o princípio da impossibilidade fenomenológica de dar um fim à crítica de asseverações analíticas: contrariar tal princípio resultaria em algo como uma *transcendência*

epistêmica da humanidade, dando um “basta” na necessidade de críticas contínuas sobre as investigações científicas. Assim, pelo caráter dogmático inerente à concepção naturalista, Popper a entende como inadequada à evolução do espírito científico.

2.1.1.1. A lógica hipotético-dedutiva

Mas ao descartar o método indutivo, como proceder? Popper propõe, em seu lugar, o método hipotético-dedutivo.

Dedução é o processo lógico de inferir/concluir eventos sustentados em condições particulares pela ótica de enunciados considerados gerais. Este processo possui três propriedades, a saber, que ele

transmite [tanto] a verdade das premissas para a conclusão, ou seja, sendo verdadeiras as premissas de um raciocínio dedutivo, será necessariamente verdadeira a conclusão[, quanto] retransmite a falsidade da conclusão para as premissas, [i.e.], se a conclusão de um raciocínio dedutivo for falsa, então uma ou mais premissas são falsas, [mas] não retransmite a verdade da conclusão para as premissas[:] sendo a conclusão de um raciocínio dedutivo verdadeira, poderão ser falsas uma ou mais premissas (SILVEIRA, 1989).

É clássico o seguinte exemplo: aceito como fato que determinado material seja metálico, bem como a premissa geral de que todos os metais conduzem eletricidade, conclui-se que aquele determinado material conduzirá eletricidade. Se ele de fato conduzir eletricidade, pode-se entender que as premissas são verdadeiras; caso contrário, que uma das premissas é falsa – estes são clássicos exemplos das propriedades citadas acima. Contudo, a terceira propriedade se confunde com a primeira: a constatação de que este determinado material conduz eletricidade não necessariamente evidencia a validade de todas as premissas: o material em questão pode parecer metal, sem o ser, mas conduzir eletricidade mesmo assim. Como solucionar este impasse? Pelo critério de que a premissa geral seja falseável: se for, o falseamento da conclusão falseia a premissa geral/hipótese. Se ela não for falseável, o impasse da primeira e terceira propriedade torna turva a validade das hipóteses.

Uma *explicação causal*, ou de causa e consequência, que descreve comportamentos (lei) ou sua origem (teoria) é uma dedução, cujas premissas são

combinações de hipóteses (premissa geral) com condições iniciais (premissa particular). A Ciência, em especial, tem como premissas universais princípios, leis e, quando não, teorias inteiras. Estes enunciados, cada um em determinada situação, em confrontação com a caracterização de alguma condição inicial (como o peso de um tijolo em queda, as características socioeconômicas de uma escola ou a concentração de um antibiótico em teste), permitirão a construção de *conclusão que seja consequência direta* destes enunciados e as condições iniciais. Por exemplo (SILVEIRA, 1989):

Hipótese: *a velocidade de queda de um corpo é proporcional ao seu peso.*

Condições iniciais: *o tijolo é mais pesado do que uma pedra pequena. Ambos são abandonados simultaneamente a 2 m acima do solo.*

Conclusão: *o tijolo atingirá o solo antes da pedra.*

Este processo de dedução *a partir* de uma hipótese (uma lei ou uma teoria) permitirá a predição do evento em si (POPPER, 1975, p. 62). E é nesse ponto que entra a necessidade de que as hipóteses sejam falseáveis: a predição do evento, quando constatada como falsa, falseará a própria hipótese – sendo as condições iniciais consensualmente idôneas (sem erros de medição, aferição ou validação, por exemplo). Para tanto, teorias e leis carecem de uma estrutura sintática especial.

Popper explicita a equivalência lógica entre enunciados universais e enunciados de não-existência (aqueles que afirmam que algo não existe ou não pode acontecer) com a finalidade de fundamentar a necessidade de que leis naturais sejam “enunciados proibitivos”: ora, qualquer enunciado estritamente existencial não é falseável/refutável e, portanto, não deve ser considerado como próprio à prática científica (que é essencialmente empírica). Enunciados existenciais (que afirmam sobre a existência ou ocorrência de um comportamento) são irrestritos frente ao espaço-tempo: não há empirismo que cubra o Universo inteiro (POPPER, 1975, p. 72)!

Em suma, Popper propõe que para uma ideia ser considerada científica deva ela ser falseável para viabilização de sua crítica e consequente possibilidade de amadurecimento do espírito científico. Tal necessidade, tal ideia deve possuir a estrutura sintática de enunciado de não existência; pois, tal estrutura, facilita o falseamento.

2.1.1.2. Simplicidade

Caberia, por fim, questionar: mas basta, portanto e apenas, para que uma ideia seja científica, a possibilidade de seu falseamento ao escrevê-la como um enunciado de não-existência? Mas e sua simplicidade? Poder-se-ia, por exemplo, questionar.

Para Popper, a ideia de simplicidade sob uma questão estética ou pragmática não convém à lógica, já que uma coisa é simples (se o for), o é subjetivamente (POPPER, 1975, p. 149). Epistemologicamente, porém, simplicidade pode ser entendida como a característica de dado enunciado que, ao evocar menos elementos em sua descrição, suscetibilize testes mais rigorosos (POPPER, 1975, p. 155). Neste sentido, Popper trata de uma característica similar a esta, mas como “grau de falseabilidade”.

Quanto mais ou menos “carregada” de variáveis ou quando a relação destas for mais ou menos elaborada, mais ou menos simples se diz ser o enunciado/lei e, *respectivamente*, menor ou maior é o seu grau de falseabilidade. Um sistema sobrecarregado de ideias *ad hoc* teria, em tese, um grau zero de falseabilidade (p. 159). Grau de falseabilidade não se refere, portanto, à pouca ou muita facilidade de se falsear uma ideia: antes remete, correndo-se o risco de simplificar demasiadamente, a algo como que o grau de “qualidade” de uma lei ou teoria para que seja tida como empiricamente científica. Assim, a simplicidade, tão desejada com a navalha de Occam²⁷, pode ser traduzida em termos do método hipotético-dedutivo como o grau de falseabilidade da hipótese.

Em Popper, portanto, entendemos que a falseabilidade almejável na ciência consiste na elaboração de teorias, isto é, de sistemas de asserção livres de ideias *ad hoc*; se considerarmos a conjunção destes tipos de ideias como “ceticamente natural” na ciência, então é natural que uma teoria tenha seu grau de falseabilidade a cada dia menor com os testes que a refutem e com inserções *ad hoc* que tentam “manter a teoria em pé”. Almejar a simplicidade, em Popper, significa uma teoria fortemente consistente com os dados, livre de hipóteses *ad hoc* que tentem salvar as aparências.

²⁷ Navalha de Occam refere-se ao princípio da parcimônia proposto pelo franciscano medieval Guilherme Ockam, que propõe a preferência pela hipótese mais simples, dentre outras igualmente eficazes, na explicação de um evento (BLUMER *et al.*, 1987).

2.1.1.3.Veracidade

Caberia, finalmente, perguntar: não há como, *pela epistemologia popperiana*, identificar a *veracidade* de uma teoria? Um sonoro *não* seria a resposta. Indícios oriundos da experimentação podem, no máximo, corroborar leis e lhes conferir *apenas* “longevidade” (mas *nunca* validade). Indícios corroboram as leis, contudo, não pela sua ocorrência: a lei é corroborada indiretamente por eles: quanto mais eventos ocorrerem conforme as previsões de uma teoria (ou ainda o comportamento de uma lei), esta frequente ocorrência *não* valida a teoria (ou a lei), apenas a *mantém* corroborada – *até que* algum evento a falseie. Teorias científicas são, em suma, “conjecturas provisórias” (POPPER, 1975, p. 291). O conceito de verdade é alheio a uma teoria científica, pois a teoria pode ser, no máximo, corroborada no tempo – hoje, ela pode o ser por todos os enunciados construídos baseados em resultados empíricos; já o amanhã é incerto: sempre, a qualquer hora no globo, ela poderá estar sendo falseada (POPPER, 1975, p. 303).

2.1.1.4. A epistemologia popperiana para o ensino de ciências

A crítica de Popper ao Indutivismo é relevante ao ensino de Ciências de pelo menos duas maneiras: para inibir uma concepção ingênua de Ciência e/ou uma concepção ingênua de Ensino de Ciências.

Apesar das décadas que a separam das ideias de Popper, a análise de Silveira (1989) aponta os livros textos como carregados de enunciados que explicitam a visão empírico-indutivista criticada por Popper. Esta concepção fora denunciada como uma “deformação” da Natureza da Ciência comum entre professores em revisão feita, mais recentemente, por Daniel Gil-Pérez et al. (2001), inclusive. Estes autores relatam que a concepção positivista, além

de atribui[r] como essência da atividade científica a experimentação, coincide com a de [imagem de] “descoberta” científica, transmitida, por exemplo, pelas histórias em quadrinhos, pelo cinema e, em geral, pelos meios de comunicação, imprensa, revistas, televisão (Lakin e Wellington, 1994). Dito de outra maneira, parece que a visão dos professores – ou a que é proporcionada pelos livros de textos (Selley, 1989; Stinner, 1992) – não é muito diferente, no que se refere ao papel atribuído à experiência, daquilo que temos denominado de imagem “ingênua” da ciência, socialmente difundida e aceita.

Em virtude disso, as próprias ações didáticas clássicas pressupõem que, em laboratório, basta ao estudante a “confrontação com os dados” para que a lei ou a teoria revele-se a ele por si só, promovendo a confusão de dados com evidências, erro pio para com o ensino de Ciências (LEDERMAN, JUDITH S. *et al.*, 2014); nesta confusão, explicitamente, negligencia-se a existência de teorias, da parte de cada um dos alunos, nas suas idiossincrasias. Neste sentido, Fernando Lang da Silveira pensa que

o ensino poderá ser mais eficiente na medida em que o professor conhecer as teorias que seus alunos possuem. Uma formulação clara e precisa dessas [ideias] seria tomada como ponto de partida. Nesse sentido temos aprendido muito nos últimos anos através dos estudos voltados às concepções alternativas, intuitivas, espontâneas ou seja lá como nós as denominamos (SILVEIRA, 1989).

Ignorar estas teorias pessoais – muitas vezes coletivas e até características de certos estágios do desenvolvimento cognitivo, como nos lembra Valadares (2000) – seria incorrer na já ultrapassada concepção de que o “conhecimento emerge dos dados”, como se não houvesse uma interação de concepções prévias do observador com os dados, ou como se o aluno não pudesse satisfatoriamente formular hipóteses *ad hoc* para não fragilizar o *núcleo duro*²⁸ de suas concepções (SILVEIRA, 1989) – como muito cientistas já fizeram na história da Ciência, lembre-se de passagem –, o que seria mais cômodo aos estudantes. Saber lidar com tais concepções diversificadas e alternativas é a chave para uma adequada alfabetização científica em nível pessoal, como nos lembram Rosalind Driver et al. (1999).

Assim, ao ouvir Popper, o professor de Ensino de Ciências permite-se o transformar da visão que possivelmente possua sobre a Ciência e a lidar de forma mais adequada com a linha construtivista, contribuindo para a Literacia Científica tanto no âmbito filosófico quanto didático-pedagógico, como se discutirá em seção própria.

²⁸²⁸ Isto é, “conjunto de leis vistas como irrefutáveis pelos cientistas, que seriam os princípios ou pressupostos centrais das teorias” (CULPI, 2015).

2.1.2. Mário Augusto Bunge: as características e o método da Ciência

Um dos poucos epistemólogos renomados ainda vivos, o argentino Mário Bunge, como muitos outros filósofos da Ciência, possui a Física em sua formação-base. Se de Popper herdamos a clarificação da caracterização da lógica científica, podemos, em Bunge, conferir a distinção da construção do conhecimento científico das outras formas de conhecimento.

Ao situar a Ciência no mundo, Bunge a põe no âmbito da artificialidade (BUNGE, 1998, p. 11), isto é, ao representar o mundo, a Ciência constrói um artificial, onde seus objetos servem como uma aproximação da realidade. Como representação que é, Bunge distingue as ciências em formais e fatuais (*factuales*).

As primeiras, iconizadas pela lógica e pela matemática, “tratam de entes ideais; estos entes, tanto los abstractos como los interpretados, sólo existen en la mente humana. [...] ellos construyen sus propios objetos” (BUNGE, 1998, p. 12). As fatuais, por sua vez, cujos ícones são as Ciências da Natureza (Física, principalmente) e as Sociais (como a Antropologia), recorrem às formais como ferramentas “para realizar la más precisa reconstrucción de las complejas relaciones que se encuentran entre los hechos y entre los diversos aspectos de los hechos”.

Poder-se-ia pensar, daí, que as ciências fatuais tratam do “mundo palpável” e as formais do “mundo abstrato das ideias”; contudo isto seria um equívoco: ambos os tipos de ciências se inter-relacionam. As ciências factuais não interpretam as formas ideias (como proporções ou figuras geométricas) como objetos concretos: antes usam regras de correspondência adequadas, de forma que, tendo-as como uma linguagem, servem como uma ponte de comunicação entre a realidade em si e os objetos formais (BUNGE, 1998, p. 14). Além do mais, a artificialidade do mundo construído pelas ciências fatuais é configurada pelo próprio caráter abstrato dos objetos ideais das ciências formais dos quais lança mão.

Logicamente, nem todo e qualquer conjunto de regras servirá como “ponte” entre a realidade e suas correlatas representações. As ciências factuais usam das ciências formais com critérios para que exibam coerência, i.e., correspondência que seja o mais adequada possível com o mundo. Estes critérios resumem-se em que seu corpo de conhecimento seja necessariamente racional e que sua realidade seja objetiva.

2.1.2.1. Racionalidade e objetividade: pilares do conhecimento científico

Por conhecimento racional, devemos entender que, primeiramente, ele é constituído de conceitos, juízos e raciocínios e não por sensações ou imagens (até há modelos visuais, como os modelos atômicos, mas estes são construídos com base em raciocínios formais). Em suma, a racionalidade reside em que seus pontos de partida e de chegada são ideias. Em segundo lugar, o que configura o conhecimento da ciência como racional é que tais ideias podem ser combinadas de acordo com um conjunto de ideias lógicas para construção de novas ideias – a que se dá o nome de inferência dedutiva. Por fim, a racionalidade reside também no fato de que as ideias científicas não se amontoam de forma caótica ou ainda temporal: há sistematicidade no relacionamento entre tais ideias em conjuntos ordenados de proposições: as chamadas teorias (BUNGE, 1998, p. 21).

Além da racionalidade do conhecimento, as ciências se caracterizam pela realidade intrinsecamente objetiva: isto é, há coerência (sempre aproximada) com seu objeto de estudo, coerência construída pela verificação com que as ideias se adaptam aos fatos, recorrendo “a un comercio peculiar con [ellos], intercambio que es controlable y hasta cierto punto reproducible” (p. 21); este intercâmbio (limitadamente reprodutível, salientando a fala de Bunge) são as práticas fundamentais da ciência factual: a observação e o experimento.

No lugar de definir os processos de observação e experiência científicas, vamos passar, na próxima subseção, à caracterização das ciências factuais em especial, escopo da discussão epistemológica bungeana e de nossa dissertação.

2.1.2.2. Principais características das ciências factuais

Das quinze características das ciências fáticas que Bunge lista em seu livro *La Ciencia: su método y su filosofía* (BUNGE, 1998), as duas primeiras remetem à natureza do seu conhecimento: não apenas o conhecimento científico é fático, como também ao fato transcende. Como dito, a ciência é objetiva ao correlacionar seu mundo artificial inteligível com adequações do que experimenta na realidade. Elementos fundamentais desta adequação objetiva são os **dados empíricos**, como as medições e o cálculo de entidades derivadas das mesmas; estes elementos são

também conhecidos como **fatos**. Mas como a ciência fática os transcende? Com hipóteses e sistemas de hipóteses acerca da aparente relação existente entre estes fatos.

A ciência transcende os fatos quando os racionaliza, ao invés de apenas buscar a descrição de seu comportamento: não se trata de uma “coleção de informações”, mas de uma busca incessante de dar sentido a eles. Assim, usando a metáfora de que seríamos cegos quanto à realidade, os dados formam as diferentes “*faces palpáveis/táteis*” da realidade, mas “*a cor de seus olhos*” são imaginados pela construção de explicações de alguma lógica inteligível que os relacione (leis) ou algum sistema lógico (teoria) que permita a confecção de algum “motor oculto” que rejeita esta lógica.

Por sua vez, a elaboração de leis e teorias é necessariamente analítica: uma terceira característica científica; isto depende da transitoriedade propositiva do conhecimento científico:

Los problemas de la ciencia son parciales y así son también, por consiguiente, sus soluciones; pero, más aún: al comienzo los problemas son estrechos o es preciso estrecharlos. [...] La investigación comienza descomponiendo sus objetos a fin de descubrir el "mecanismo" interno responsable de los fenómenos observados. [Pero] los resultados de la ciencia son generales, [pero en su análisis] el desmontaje del mecanismo no se detiene cuando se ha investigado la naturaleza de sus partes; el próximo paso es el examen de la interdependencia de las partes, y la etapa final es la tentativa de reconstruir el todo en términos de sus partes interconectadas (BUNGE, 1998, p. 25–26).

Ao abordar analiticamente seus problemas, era de se esperar que a ciência fosse especializada, isto é, que seu conhecimento se aprofunda e se difere entre si em diferentes corpos analíticos – e, de fato, esta especialização é uma quarta característica. Contudo não se deve exagerar esta diversidade ao ponto de conceber a ciência sem uma unidade metodológica: inclusive, a especialização não impediu a formação de campos integrados, como a Bioquímica e a Etnomatemática (BUNGE, 1998, p. 27).

A quinta e sexta características do conhecimento científico são, segundo Bunge, sua clareza, com precisão, atrelada à sua necessidade de comunicabilidade. Esta precisão, para a almejada clareza, reside na distinção dos problemas e identificação de seus elementos, para que, através de sua progressiva transformação, os inclua em esquemas teóricos, com definições convencionais

convenientes e férteis para sua inter-relação e testagem. Assim, surge a característica de comunicabilidade científica, originada na própria precisão.

Por que comunicar? É pertinente questionar. Ora, este é um objetivo intrínseco de toda investigação científica: fazer seus resultados conhecidos (independentemente do objetivo subjetivo do investigador). Não há proveito em resultados escondidos. Bunge é tão incisivo quanto a ela que afirma “si un cuerpo de conocimiento no es comunicable, entonces por definición **no es científico**” (p. 83, grifo nosso). Sobretudo, não se confunda a comunicabilidade como se o “método científico y las técnicas de las diversas ciencias especiales puedan aprenderse en los libros” (p. 83) – estes conhecimentos somente se desenvolvem em cada indivíduo neles interessados ao “porem a mão na massa”, ou seja, investigando.

Além do mais, há uma razão pilar para a comunicabilidade: a característica comunicável da ciência viabiliza e facilita sua verificabilidade, isto é, a falseabilidade popperiana, sétima característica. “**La verificabilidad hace a la esencia del conocimiento científico**; si así no fuera, no podría decirse que los científicos procuran alcanzar conocimiento objetivo” (1998, p. 33, grifo nosso). Como em Popper, Bunge argumenta que, pela natureza fátual da ciência, a verificação das suposições/conjecturas se dá por observação ou experimento, estando estas mesmas suposições e conjecturas sujeitas ao empírico: “las ideas científicas (incluidos los enunciados de leyes) no son superiores a las herramientas o a los vestidos: **si fracasan en la práctica, fracasan por entero**” (1998, p. 31, grifo nosso).

Aliada à comunicabilidade, a verificabilidade se assenta também sobre o oitavo, nono e décimo quarto caracteres, o metódico, o sistemático e o aberto. Em primeiro lugar, sobre seu caráter metódico, o processo da investigação científica não é aleatório ou baseado na descoberta a esmo:

Los investigadores no tantean en la oscuridad: saben lo que buscan y cómo encontrarlo – [hay reglas y una] de las reglas de procedimiento de la ciencia fáctica es la siguiente: las variables relevantes (o que se sospecha que son sensibles) debieran variarse una cada vez (BUNGE, 1998, p. 33).

Em segundo lugar, o caráter sistemático configura a ciência de forma que ela

no es un agregado de informaciones inconexas, sino un sistema de ideas conectadas lógicamente entre sí. [...] El fundamento de una teoría dada no

es un conjunto de hechos sino, más bien, un conjunto de principios, o hipótesis de cierto grado de generalidad (y, por consiguiente, de cierta fertilidad lógica) (BUNGE, 1998, p. 35–36).

A ciência, portanto, se afirma num sistema de afirmações engendradas para construir hipóteses e promover, assim, tanto a ampliação da aplicabilidade de certa teoria como seu “refinamento popperiano”. Para tanto, em terceiro lugar, a ciência possui abertura, isto é, ela não pode configurar saberes na forma de dogmas:

Las nociones acerca de nuestro medio, natural o social, o acerca del yo, no son finales: están todas en movimiento, todas son falibles. Siempre es concebible que pueda surgir una nueva situación (nuevas informaciones o nuevos trabajos teóricos) en que nuestras ideas, por firmemente establecidas que parezcan, resulten inadecuadas en algún sentido (BUNGE, 1998, p. 44).

Este sistema falível, por sua vez, em que a investigação científica se sustenta, possui duas características inter-relacionadas que configuram a própria ciência: a generalidade e a legislatividade: os sistemas cognitivos da ciência não apenas se preocupam de fatos singulares e sobre como eles se relacionam (leis), mas também como estas relações formam uma super-relação mais geral; esta generalização se configura não como uma necessidade estética, mas como necessidade lógica (de coerência) no tocante à objetividade do conhecimento:

[...] los datos [...] son mudos mientras no se los manipula y convierte en piezas de estructuras teóricas. [...] El científico intenta exponer los universales que se esconden en el seno de los propios singulares. [...] la generalización es el único medio que se conoce para adentrarse en lo concreto, para apresar la esencia de las cosas (BUNGE, 1998, p. 37).

Finalmente, temos ainda três características da ciência, estas, porém, mais voltadas para como ela se apresenta em sua comunicabilidade: a ciência tem caráter explicativo, preditivo e utilitário.

A ciência busca explicar, mapear, “desmontar o mundo” de forma a conhecê-lo. Como já colocamos, este processo lógico se dá através de teorias e leis que, para tanto, enquanto deduções-hipotéticas que são, precisam poder ser testadas; assim

La predicción es [...] una manera eficaz de poner a prueba las hipótesis[,] [diferente de] la profecía [que] no es perfectible y no puede usarse para poner a prueba hipótesis[. L]a predicción es perfectible y, si falla, nos obliga a corregir nuestras suposiciones, alcanzando así una inteligencia más profunda (BUNGE, 1998, p. 41–42).

Portanto, é o caráter preditivo, para Bunge, que assegura, lógica e sintaticamente, os caracteres de falseabilidade e explicativo da ciência.

A última característica, a utilidade da ciência, parece um tanto desvinculada de todos os demais; talvez porque, como afirma o epistemólogo, “es una consecuencia de su objetividad” (BUNGE, 1998, p. 46). “La sociedad moderna paga la investigación porque ha aprendido que la investigación rinde” (BUNGE, 1998, p. 46), por vias tecnológicas e/ou inovadoras diversas.

Por fim, saliente-se que, como toda colocação de natureza epistemológica – ou filosófica qualquer – a caracterização recém-apresentada é propositiva, fruto da reflexão do autor em sua prática científica bem como da influência de outras reflexões epistemológicas, como as Popper e as de Lakatos (este último não aqui discutido). Não queremos com isso defender a epistemologia bungeana como “verdadeira”, pois isto seria ferir valores inerentes à Comunidade Científica e Filosófica como um todo, nas quais nossas mentes só podem comungar enquanto forem críticas, humildes, céticas, não preconceituosas – consigo mesma e com a dos outros –, de forma que “verdades”, como dogmas, implicariam em que sucessivamente alguém estaria mentindo!

Assim, assumimos a epistemologia de Bunge pela atualidade e coerência que apresenta frente à revisão de leituras de vários epistemólogos. Obviamente omitimos – e até desconhecemos – tudo o que se pode falar a respeito: são vários²⁹ os epistemólogos já falecidos e ainda vivos, cuja discussão assaz enriqueceria nossa dissertação.

O leitor pode acessar, no capítulo onde apresentamos nosso micromundo, a sintetização da discussão das quinze características em um mapa conceitual (Figura 11).

²⁹ Para listar alguns, os quais recomendamos que o leitor interessado busque, listamos ao lado de Karl Popper e Mario Bunge: Gaston Bachelard, Thomas Kuhn, Imre Lakatos, Paul Feyerabend e Stephen Toulmin.

2.1.2.3. Sobre a natureza e as regras do método científico

Em uma recente revisão, Brian Woodcock (2014) nos apresenta como a expressão “método científico” está carregada com uma carga mítica, que ora caricatura a ciência ora simplesmente distorce a forma como ela de fato ocorre enquanto empreendimento coletivo. O autor nos traz distorções a respeito das caracterizações de ideias, de métodos, de objetivos e da comunidade em si, propriamente científicas, como que girando em torno de um processo lógico estritamente algorítmico, algo como uma regra dourada para o descobrimento da verdade, seja qual for o campo do conhecimento, da medicina e psicologia até a física e matemática. Contudo, longe de ser algorítmico, o método científico, ao que nos apresenta Bunge (1998, p. 66), tem caráter heurístico.

Diferente do procedimento algorítmico, o procedimento heurístico não é rígido, isto é, não possui rota determinada de ações a serem tomadas para se chegar a um fim ou para que uma decisão seja tomada. A heurística, em sua concepção moderna, conforme George Pólya (1995, p. 86–87,133),

procura compreender o processo solucionador de problemas[, pois] é o estudo dos métodos e das regras de descoberta e da invenção. [Não se trata, definitivamente, portanto, de] regras de descoberta infalíveis [que] seriam mais preciosas do que a pedra filosofal.

Pondo de outra maneira, o método científico trata de princípios ou regras que norteiam a investigação/exploração científica para que o conhecimento produzido desta investigação seja racional e objetivo. O método científico não consiste em passos ou etapas, como em uma receita, instruções de montagem ou de operação de uma máquina (MOREIRA; OSTERMANN, 1993; VALADARES, 2000), mas em princípios para que o conhecimento construído com tal método seja caracterizado como científico. Tal caracterização já fora exposta na seção anterior; cabe agora detalhar que regras ou critérios são esses segundo a epistemologia bungeana.

Antes de tudo, cabe ainda distinguir o estudo dos critérios usados pela comunidade científica do estudo da cognição usada pelo(a) cientista para tomar estes critérios: o primeiro é objeto de estudo da epistemologia; o segundo da psicologia (BUNGE, 1998, p. 134–135; POPPER, 1975, p. 31). Diferenciado isso, e

salientado que se tratará aqui apenas do primeiro, retornemos ao referido detalhamento.

Começaremos, como Bunge, a descrever sobre o método científico tratando sobre como ele não é: com uma breve retrospectiva histórico-filosófica concernente à criteriosidade do(a) cientista para análise de premissas, hipóteses, juízos em geral que tenha de construir para argumentação acerca de sua interpretação dos dados, retrospectiva esta que nos ilustra como já houvera critérios irracionais e subjetivos.

Nesta retrospectiva, Bunge faz um breve levantamento sobre a criteriosidade com que se concebeu, em algum momento da História, uma ideia como verdadeira. Já discutimos na subseção anterior que a verdade, na ciência, é como que transitória: por ser limitada, a razão científica permite apenas ideias verificadas. No entanto, esta concepção de verdade não é de sempre. Abaixo são relacionadas algumas formas de criteriosidade com que já se assumiu um dado argumento como verdade:

- *Critério dogmático: uma ideia é verdadeira se dedutível de escritos filosóficos tomados como verdades absolutas. Baseia-se essencialmente na escolástica europeia-medieval.*
- *Critério estético: uma ideia é tomada como científica por dado indivíduo de acordo com sua subjetividade, isto é, quando um filósofo ou cientista toma um argumento o faz por preferência pelo mesmo. Este critério estético-subjetivo tem base na epistemologia de Hume.*
- *Critério da evidência: existem ideias que, por serem simplesmente percebidas à primeira vista, como que evidentes a qualquer mente sã – a partir delas é que devem ser deduzidas todas as outras. Tem base tanto na intuição de Aristóteles quanto no racionalismo ingênuo de Descartes.*
- *Critério pragmático: uma dada ideia é verdadeira se conveniente, isto é, a verdade sobre um argumento é julgado em função de sua utilidade, independentemente de seu fundamento racional ou empírico. Tal critério fundamenta-se no pragmatismo, como o de Nietzsche.*

Entretanto, o conhecimento oriundo de algum destes critérios pode ser objetivo e racional, como Bunge defende ser o conhecimento científico? Logicamente, o dogmático não há de ser, pois inibe qualquer desenvolvimento crítico sobre certas ideias (isto é, a evolução do espírito científico), bem como a criteriosidade da evidência também o faz; se há princípios imarcescíveis e inquestionáveis, então não são científicos. O pragmatismo também não, pois pode

chegar a ignorar fundamentos racionais ou empíricos. A estética muito menos, pela sua subjetividade explícita, sem almejar a objetividade, que, por sua vez, é escopo da ciência, para que seja uma empresa social. Em suma,

lo que se acepta sólo por gusto o por autoridad, o por parecer evidente (habitual) o por conveniencia, no es sino creencia u opinión, pero no es conocimiento científico. [Perlo contrario,] el conocimiento científico es a veces desagradable, a menudo contradice a los clásicos (sobre todo si es nuevo), en ocasiones tortura al sentido común y humilla a la intuición; por último, puede ser conveniente para algunos y no para otros (BUNGE, 1998, p. 54).

Finalmente, o critério que é a essência da prática científica, segundo Bunge, é a verificabilidade de uma ideia/hipótese: na possibilidade que tenha ela sempre de ser confirmada ou não (BUNGE, 1998, p. 54). Claramente, o autor concebe a falseabilidade popperiana como critério magno da cognição heurística da ciência.

Estabelecido o critério base do método científico, cabe-nos, por fim, tratar sobre que é esse método. Ele, nos diz Bunge (1998, p. 67, ênfase nossa), é o “conjunto de procedimientos por los cuales: a) se **plantean**[/proyectan] los problemas científicos y, b) se ponen a prueba las hipótesis científicas”. Apesar de que dependentemente da natureza da (a) hipótese e dos (b) objetos haja um estudo do método (metodologia) apropriado para análise de sua cientificidade/verificabilidade, há regras gerais do método científico em si que configuram o que seja a criteriosidade científica que nos possibilita construir conhecimento objetivo e racional. A seguir, estas regras são enumeradas conforme nos traz o autor (BUNGE, 1998, p. 69–74):

- I. A primeira operação que se deve empregar para comprovar hipóteses, sejam fatuais ou não, é a análise lógica (tanto sintática quanto semântica): “[...] la mera referencia a los hechos no basta para decidir qué herramienta, si el análisis o la experiencia, ha de emplearse. Para convalidar una proposición hay que empezar por determinar su status y estructura lógica” (p. 69).
- II. Os enunciados factuais, mas não analíticos, têm de concordar com os dados teóricos ou adaptar-se a eles: a característica factual da ciência lhe é fundamental à objetividade do seu conhecimento; sem esta concordância, esta propriedade se esvai e torna-se subjetiva, não compartilhável e, conseqüentemente, não falseável.
- III. As observações individuais são realizadas na busca de elementos de provas universais: esta generalidade confere fecundidade ao conhecimento científico,

porque a construção de proposições universais confere alto grau de falseabilidade à hipótese e, por conseguinte, garantia de segurança tanto à evolução da ciência quanto ao seu empreendimento pela sociedade – afinal, proposições individuais pouco seriam úteis para tomada de decisões governamentais, por exemplo, como nos setores ambientais e sanitários.

- IV. *As perguntas formuladas na investigação devem ser precisas para com os conceitos envolvidos na mesma:* e isto consiste em precisar o próprio significado destes conceitos. Nem sempre a ciência usa de construtos, isto é, verbetes/significantes construídos exclusivamente para dado contexto teórico e mesmo quando o faz, tais construtos acabam caindo na língua coloquial. Sem esta precisão, como já discutido na subseção ulterior, a comunicabilidade da ciência fica comprometida, e conseqüentemente, sua verificabilidade também.
- V. *A coleta e a análise dos dados devem se dar conforme as regras da Estatística:* e se assim não fora, seria obviamente inviável manter a investigação científica; um exemplo claro disso são as técnicas de amostragem, que permitem a interação tanto finita com uma natureza de infinitos elementos quanto (satisfatória, ou no mínimo relevantemente) fidedigna da população/universo. Como consequência, o resultado da investigação científica, primeiramente de caráter universal para seu falseamento, assume caráter estatístico, limitando os juízos cognitivos às medidas estatísticas tomadas.
- VI. *Não existem respostas definitivas, já que não existem respostas finais:* do contrário, a ciência não haveria sequer nascido e a mentalidade europeia-medieval, escolástica e dogmática ainda estaria vigente. Assim, aliás, arrisca-se dizer, nem o mundo moderno teria nascido, já que, como bem é sabido, as engenharias, que se alicerçam sobre Newton e Schrödinger, jamais nos teriam dado a infraestrutura e tecnologias que temos hoje e que nos reconstruíram enquanto humanidade e sociedade (ver discussão da subseção 2.3.2.2 desta *Fundamentação Teórica*).

Por fim, cabe salientar que tais regras garantem a objetividade e racionalidade da ciência, mas jamais sua infalibilidade. Não se tratam de “As Regras” do método, senão algumas que Bunge nos traz que norteiam a objetividade e racionalidade do método; as regras, contudo, são “numerosas, complexas, más o menos eficazes, y en parte desconocidas” (BUNGE, 1998, p. 82). E justamente por isso a ciência se trata, contra a concepção comum, de uma arte, já que “si ‘arte’ significa una feliz conjunción de experiencia, destreza, imaginación, visión y habilidad para realizar inferencias del tipo no analítico, entonces [...] son artes [...] toda [y cualquier] disciplina [científica]” (BUNGE, 1998, p. 83).

Devidamente caracterizado o conhecimento científico, bem como definido o que a epistemologia de Bunge concebe como método científico, sigamos para uma reflexão assaz pertinente e atemporal: a pseudociência, sistema de ideias que carrega a roupagem da ciência, mas não sua essência, trazendo, sobretudo, com sua desinformação, prejuízos multiformes para a sociedade; é do que tratamos na próxima subseção. O leitor pode acessar, no capítulo onde apresentamos nosso micromundo, a sintetização da discussão destas regras em um mapa conceitual (Figura 12).

2.1.2.4.Pseudociência e charlatanismo: o lado escuro da força³⁰

Além dos possíveis riscos inerentes ao analfabetismo científico, tratados na primeira seção de nossa problematização, existem aspergidos na sociedade outros perigos inerentes à ingenuidade ou ignorância da ciência, perigos oriundos de práticas que possuem vestes de ciência, mas não a sua essência.

Além da bem conhecida corrupção científica, presente tanto na falsificação de resultados ou de dados em prol do mérito, ou do plágio visando o mesmo fim (ambos contaminantes de uma comunidade séria que busca, sobretudo, a ética, pois bem conhece o alcance e impacto de seus atos), há outro tipo de prática, carregada de perigos sociais, prática talvez mais danosa que as outras justamente por passar-se tão bem por ciência aos olhos do ingênuo: a pseudociência.

Ela ganha a confiança pela ingenuidade para, em alguns casos, poder até usurpar bens através do consumo cego; ingenuidade tanto em nível individual quanto organizacional, como em gestões governamentais, industriais ou acadêmicas, importantes agências de fomento para o progresso não somente da pesquisa como da sociedade como um todo.

³⁰ Com “lado escuro da força” faço referência à mitologia fictícia de Star Wars, de George Lucas, na qual um elemento da natureza denominado força possibilita a certos seres vivos, por razões biológicas, a terem uma sintonia com a matéria e a mente exteriores a si sobrenaturalmente. Quando emoções intensas, porém, tomam conta do psicológico destes seres vivos, este poder de sintonia acaba sendo facilmente usado para atos malévolos. A analogia reside, como nesta seção se discute, na má fé inerente à pseudociência de indivíduos que dela usam para obter proveito próprio em detrimento da ignorância alheia acerca da ciência em geral, vestindo de ciência o que de fato não é para, geralmente, lucrar no ato, fazendo, assim, mau uso do conhecimento científico ao usá-lo de forma deformada e deturpada.

A pseudociência, sobretudo, é atraente: “abunda porque tiene raíces arcaicas o porque se ocupa de problemas descuidados por la ciencia; y porque hace afirmaciones extravagantes que excitan la imaginación, y es mucho más fácil de aprender y practicar que la ciencia” (BUNGE, 1989, p. 73).

Mas quais os perigos que a pseudociência oferece? Bunge (1989, p. 65, tradução nossa) nos lista os cinco seguintes:

- *Ela está carregada de especulações sem critérios (desregradas) ou de dados não controlados por resultados de investigação científica;*
- *Ela passa uma imagem equivocada da atitude científica;*
- *Ela contamina alguns campos de conhecimentos, em particular as ciências humanas;*
- *Ela é acessível a milhões de pessoas, enquanto a ciência genuína é difícil e por isso reservada a poucos;*
- *Ela goza tanto do apoio de poderosos grupos de pressão (como igrejas e partidos políticos) quanto da simpatia dos meios de comunicação de massas.*

Mas que vem a ser a pseudociência precisamente? Simplesmente antagonizá-la à ciência seria extremamente vago. Lancemos mão, portanto, de uma simplificação da caracterização que nos traz Bunge (1989, p. 68–70, tradução nossa) enquanto campo de conhecimentos que é.

Pseudociências são comunidades de crenças (ao invés de investigadores), apoiadas (por conveniência) – quando não toleradas – geralmente por sociedades, financeiras ou ideológicas. Seu discurso contém itens imaginários³¹, de forma que todos os membros lhes garantam existência real. Sua concepção geral (ou filosofia) inclui:

- *Ontologia que admita existência real de entes ou processos imateriais;*
- *Gnosiologia que admita argumentos de autoridade, ou formas paranormais de acessibilidade a conhecimento;*
- *Ética que defenda obstinadamente um dogma, inclusive pelo engano ou pela violência.*

Seus fundos formal, específico e de conhecimento acumulado são “modestos” (quando não vazios), isto é, fere seguidamente a lógica e pouco ou nada contribuem para outros campos de conhecimento. A problemática das pseudociências seguidamente inclui problemas mal construídos, assentando-se em suposições falsas, e tipicamente práticas *em detrimento* de teóricas. Seus objetivos,

³¹ Como influências astrais, superegos, Óvnis e similares.

correspondentemente à problemática, são predominantemente práticos (e não se caracterizam como exploratórios/investigativos, como a busca de leis, a sistematização de teorias ou o uso destes para predição o são). Já o corpo metódico contém métodos não contrastáveis nem justificáveis – de fato, tipicamente não se faz experimentos nem se admite críticas. Por fim, uma pseudociência está praticamente isolada, sem um sistema de pseudociências paralelo ao das ciências.

Complementar a esta caracterização, o autor ainda nos traz o quadro comparativo sobre atitudes e atividades próprias da ciência e da pseudociência no Quadro 6:

Quadro 6 – Comparação de atitudes e atividade de científicos e pseudocientíficos

<i>Actitudes y actividades típicas</i>	<i>Científico</i>			<i>Pseudocientífico</i>		
	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Optativa</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>Optativa</i>
Admite ignorancia, ergo necesidad de más investigación	X				X	
Juzga que su campo es difícil y está lleno de lagunas	X				X	
Avanza planteando y resolviendo problemas. X					X	
Acoge nuevas ideas y nuevos métodos	X				X	
Propone y ensaya nuevas hipótesis	X					X
Intenta encontrar o aplicar leyes	X				X	
Aprecia la unidad de la ciencia	X				X	
Descansa sobre la lógica	X					X
Usa la matemática	X					X
Recoge o emplea datos empíricos	X			X		
Busca excepciones	X				X	
Inventa o aplica métodos de prueba objetivos. X					X	
Trata de minimizar los errores sistemáticos de observación	X				X	
Favorece vínculos estrechos con otros campos. X					X	
Admite la falibilidad de ideas y métodos favoritos	X				X	
Resuelve las disputas por el experimento o el cómputo	X					X
Descansa sobre la autoridad		X		X		
Suprime o tergiversa datos desfavorables ...		X		X		
Pone al día su información	X				X	
Solicita críticas a otros investigadores	X				X	
Escribe informes que pueden ser entendidos por cualquiera		X		X		
Se somete a un largo y duro aprendizaje ...	X					X

Fonte: (BUNGE, 1989, p. 71).

Cabe ainda exemplificar a pseudociência: o faremos com apenas um caso para não nos estendermos demasiadamente; o leitor interessado em mais exemplos, o redirecionamos à referência em uso nesta subseção (BUNGE, 1989, p. 70,73), bem como às outras referências presentes nela.

A exemplificação por nós escolhida é a astrologia, já que, como pontua Bunge, é a mais popular; sobretudo, também é a única cujo fundo específico contém uma ciência autêntica, a astronomia, mas falha em todos os demais aspectos, especialmente em sua hipótese central, que já fora refutada várias vezes: a de que “a configuração celeste determina inexoravelmente a história das pessoas” (BUNGE, 1989, p. 70, tradução nossa).

Por fim, apesar de toda a sinopse realizada da caracterização de Bunge acerca e concernente à ciência, cabe finalizar com saliências do autor sobre sua própria obra: tais caracterizações são, como a própria ciência, limitadas, falíveis e inclusive incompletas. Nosso esforço, nesta seção dedicada a sua epistemologia, teve a intenção meramente de nortear nossa discussão sobre Natureza da Ciência e seu método ao longo dessa dissertação, para que não caíssemos em equívocos já superados pela comunidade científica.

2.1.2.5.A epistemologia de Bunge e o ensino de ciências

Dos dois artigos encontrados (em português) sobre a relação da epistemologia de Bunge com o ensino de ciências, não muito há o que tecer. Um deles, intitulado “A epistemologia de Mario Bunge e sua contribuição para o ensino de ciências” (WESTPHAL; PINHEIRO, 2004), deveria ter como título “e sua preocupação para com”, pois é apenas sobre isso que trata, deixando apenas recomendações do autor sobre divulgação científica a partir de cientistas, para que não fique apenas à mercê de docentes que geralmente são somente entusiastas.

O segundo, por sua vez, no tocante ao que foi tratado na presente fundamentação, nos traz basicamente três relevâncias da epistemologia bungeana:

a da necessidade inevitável de “transposição didática”³² do trabalho docente em ciências; a do diálogo que a epistemologia em questão faz com a concepção atual dos processos de ensino e aprendizagem, “como o papel ativo do[s] sujeito[s], a negação de uma objetividade a priori [e] a negação do imperialismo factual da observação” (CUPANI; PIETROCOLA, 2002); e a da necessidade de reflexões didáticas sobre teorias e suas relações com a mente humana (em nível individual e social), cuja ausência tem “sido parcialmente responsável pelas imagens estereotipadas da ciência transmitidas nos cursos” em geral (CUPANI; PIETROCOLA, 2002).

Em particular, para não estender demasiadamente a discussão, olhemos para a referida necessidade de transposição, já que ela relaciona articuladamente as outras questões, enquanto movimento pedagógico/intencional fundamental do docente. E podemos dizer fundamental, pois tal transposição, enquanto transformação do conhecimento científico formal para o “leigo”, deve levar em conta tanto o fazê-lo sem distorções quanto potencialmente significativo aos seus discentes, isto é, viável de funcionalmente ser interpretado por eles (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; PRAIA, 2000).

A transposição didática, como defendem Cupani e Pietrocola (2002), é mais bem realizada ao aliarmos “bons conhecimentos sobre o conteúdo que [se] pretende ensinar com sólidas formações nos domínios didático-pedagógico e epistemológico”. Assim, ao “traduzirmos” a ciência formal aos alunos, cujos aportes cognitivos (sejam conceituais ou procedimentais) estão em sua fase básica de desenvolvimento (Ensinos Fundamental e Médio), não apenas carecemos dos conhecimentos científicos bem construídos em nós mesmos, professores, nem apenas também de abordagens de sala de aula adequadas com a natureza do conhecimento em questão, seja ele factual, conceitual, procedimental ou metacognitivo – ver, por exemplo, (PINTRICH, 2002). Faz-se necessário também que tal ação de “movimento tradutor” entre professor e alunos se faça com um aporte epistemológico adequado,

³² Os autores usam tal expressão referindo-se à inevitável ação docente de gerir *como* (e/ou com que profundidade) os conhecimentos científicos serão tratados em sala, ação esta limitada (quando não tolhida) por um currículo escolar. Apesar de que nosso estudo está teoricamente vinculado à perspectiva construcionista, e que, em contrapartida, aquela expressão está ligada à perspectiva pedagógica instrucional, é relevante a discussão em torno desta ação, tendo em vista que nosso estudo se encontra sob a referida limitação curricular.

tendo a epistemologia de Bunge características críticas que englobam considerações epistemológicas tanto antigas quanto revisões das mesmas.

Como argumentamos na Problematização, aprender ciência (seja dentro ou fora da escola) com um pano de fundo epistemológico inadequado, formando imagens distorcidas da mesma inibe, em certo ponto, a aproximação de indivíduos da mesma; se, como nos disseram Cortella (2011) e Gil-Pérez *et al.* (2001), imagens distorcidas da ciência podem condicionar (positiva ou negativamente) nosso relacionamento com ela, então dentro da reflexão didática inerente à profissão docente em ciências deve existir a reflexão epistemológica crítica, para que, como Bunge mesmo faz a sua própria, não tomemos a atividade científica como fechada e dogmática, mas construamos com os alunos uma imagem aberta da mesma, não apenas expositivamente, mas implicitamente, isto é, servindo nossa prática docente como exemplo de abertura e crítica racional.

2.2. LITERACIA CIENTÍFICA

Até aqui discorremos acerca de analfabetismo/alfabetização científico/a com uma definição trivial: como uma “compreensão/entendimento com clareza”. Contudo tomamos tal definição simplista e provisória apenas para fomentar as possíveis consequências que lá tratamos para precisar uma justificativa para estudos (como o nosso) relativos a ela. Mas a definição de o que seja literacia, letramento, alfabetização ou ainda enculturação científica não é consensual – como, diga-se de passagem, quase todos (se não todos) conceitos em quase todas (se não todas) as ciências.

Em vista deste não consenso, esta seção da fundamentação teórica tem o objetivo de precisar o que em nossos estudos assumiremos como literacia científica. Na primeira subseção trazemos revisões que buscaram estudar formas de verificar as diferentes nuances deste conceito. Na segunda, tratamos de uma análise elementar de literacia segundo outras revisões. Na terceira, precisamos a definição que assumiremos ao longo de nossa metodologia. Por fim, na quarta, tratamos sobre o que a literatura em Ensino de Ciências nos diz a respeito de que ações e posturas tomar para promover a Literacia.

2.2.1. Literacia Científica: uma ideia difusa

Segundo revisão de Laugksch (2000), o termo “literacia” foi cunhado na década de 1950 por Paul Hurd, especialmente no contexto norte-americano de desenvolvimento da educação em ciências para fomentação de um ensino de qualidade e conseqüente formação de engenheiros à corrida espacial. Sobretudo, desde esse período, não há consenso a respeito da definição de literacia científica, recebendo nuances diferentes em diferentes línguas – e, mesmo dentro de uma mesma língua/cultura, não há rigorosidade conceitual (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2013). Pode ser posto, inclusive, que literacia científica é um conceito “mal definido, difuso e até controverso”³³ (LAUGKSCH, 2000, tradução nossa).

Sobretudo, a imprecisão com que ele aparece na literatura científica em Ensino não impede que seja um conceito relevante, considerando a ampla quantidade de estudos que a ele estão atrelados (LAUGKSCH, 2000). O não consenso não nos põe em uma situação de ignorá-lo ou desprezá-lo, mas de precisá-lo, já que a precisão denotativa é característica crucial na ciência, como já defendemos com Bunge na primeira seção desta Fundamentação: com o objetivo de que nossos argumentos sejam científicos, devem ser eles verificáveis/falseáveis e, por conseguinte, comunicáveis com clareza e precisão. Com o objetivo de melhor construir esta precisão, trazemos primeiramente à luz os resultados da revisão de Rüdiger Laugksch (2000).

Laugksch (2000) complexifica a ideia de literacia sob um diagrama pentadimensional: ele não a define como sendo este diagrama, mas o constrói como um esquema para explicitação/identificação/leitura de diferentes denotações/interpretações sobre literacia científica; tais dimensões são:

- *Grupos de interesse: a ideia de literacia é diversificada em função dos diferentes grupos de interesse existentes, tais como estudiosos de sistemas educacionais que promovam a literacia e envolvidos em pesquisas sobre interesse público em ciência.*
- *Definições conceituais: como supracitado, são difusas as definições. Algumas delas são: entendimento (understanding) diferenciador e interrelacionador; conhecimento (knowledge) prático que auxilie na resolução de problemas ou ainda na reflexão de*

³³ These different interpretations result in scientific literacy appearing to be an ill-defined and diffuse—and thus controversial—concept.

questões públicas/políticas; habilidade (*ability*) de leitura, escrita e entendimento sistematizado.

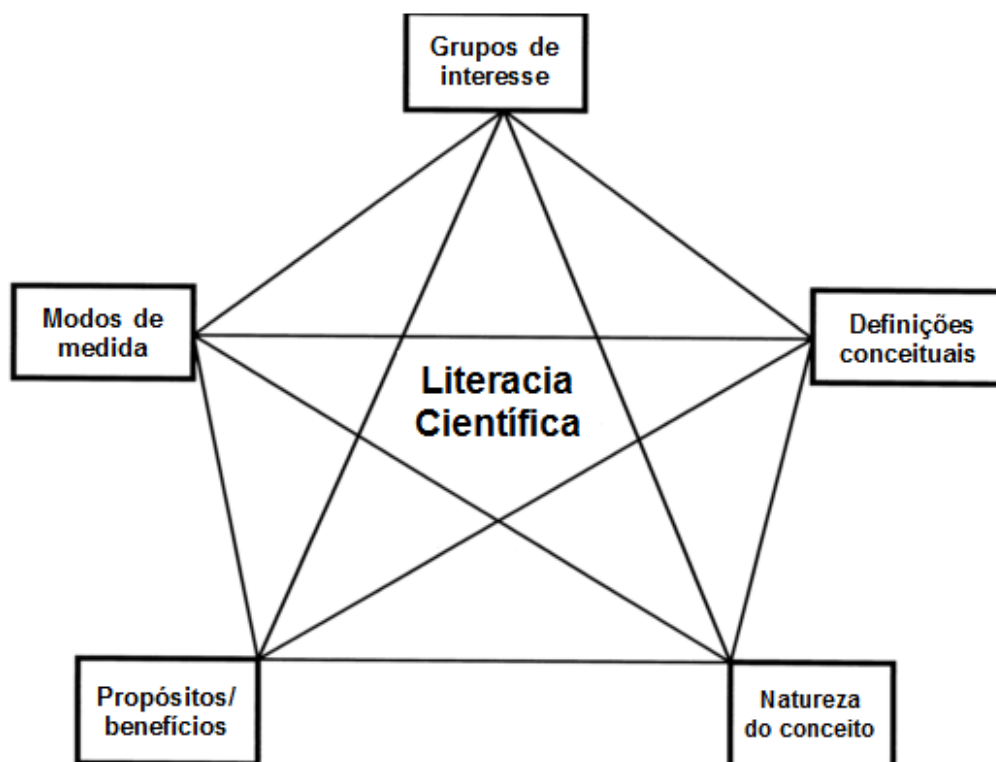
- Natureza do conceito: *literacia pode ter um objeto de aprendizagem de pelo menos duas naturezas: como “conhecimento acumulado e compartilhado” da ciência (os conceitos, procedimentos e teorias acadêmicas) ou como “ação efetiva na sociedade”, isto é, a conhecimento relevante à prática cidadã em especial*³⁴.
- Propósitos/benefícios³⁵: *os objetivos com que a literacia é argumentada como necessária curricularmente podem ser classificados em dois níveis a que Laugksch chama de Macro e Micro, isto é, social e individual. Simplificadamente, a justificativa para o desenvolvimento da literacia está nas implicações dela sobre a sociedade como um todo (como a relação do desenvolvimento econômico de uma nação e da qualidade e quantidade de ciência sendo feita) e/ou nas implicações sobre indivíduos em particular (como o melhor preparo para a vida em sociedade em questões como os próprios emprego e saúde).*
- Modos de medida (*measuring*): *o autor nos trás três formas que a literatura, em geral, usa para avaliar a literacia na população. São eles a aproximação sociológica (que descreve as interações de visões populares e científicas da ciência), a pesquisa de opinião pública (que, por meio de análise estatística, traça perfis de literacia para categorizar e delinear a condição de uma população, tal como o ILC apresentado na introdução) e avaliações educacionais (as “de sala de aula”, que visam dar informações relevantes a professores a respeito da aprendizagem de seus próprios alunos).*

Cabe salientar que estes aspectos pelo qual devemos olhar uma dada denotação de literacia científica estão intimamente multirrelacionados, como ilustra o pentagrama construído pelo autor na Figura 1:

³⁴ O marco conceitual do PISA pela OECD (posterior à obra de Laugksch), como discutiremos na Problematização, abarca também conhecimentos epistemológicos (*knowledge about science*); na segunda seção tratamos deste ponto como NdC.

³⁵ Na Problematização discutimos isto diferentemente, como consequências do analfabetismo científico. Saliente-se que nossa argumentação fora tecida independentemente desta revisão (LAUGKSCH, 2000), isto é, tivemos acesso a essa leitura posteriormente à nossa reflexão.

Figura 1 – Visão geral conceitual da literacia científica



Fonte: Traduzido de (LAUGKSCH, 2000).

Celina Tenreiro-Vieira e Rui Vieira (2013), por sua vez, colocam os resultados da análise de Laugksch somadas a sua como podendo ser agrupadas da seguinte maneira – isto é, na literatura, literacia aparece geralmente remetendo a:

- *Compreensão pública da ciência (comum entre obras de países anglo-saxônicos);*
- *Cultura científica (como entre francófonos);*
- *Alfabetização científica (também comum entre francófonos).*

Sobretudo, ao citar estes termos por eles identificados na literatura atual, os autores não nos trazem os nuances que distinguem um do outro explicitando suas características e relações – e, de fato, não era este o objetivo de sua revisão. Entretanto julgo que caiba aqui instigar a um estudo sobre a literatura atual, na linha de Laugksch, mas que busque relações entre as formas de expressão a respeito de literacia e a cultura/língua dos países que estas formas expressem; ver, por exemplo, a discussão linguística que Maurício Pietrocola (2002) tece sobre a “linguagem matemática” enquanto organizadora do pensamento físico.

Outro ponto referente à instigação em questão é se existe um processo globalizador (no sentido pejorativo, isto é, de “empobrecimento por padronização de identidade” da diversidade linguístico-cognitiva). Isto é, há uma globalização linguística em ocorrência? Está em construção como que uma “taxonomização” dos

elementos da literacia (especialmente em função do PISA, posterior à obra de Laugksch), como a intentada por Benjamin Bloom e colegas com respeito a objetivos educacionais (FERRAZ; BELHOT, 2010)? Essas são questões que, dado o caráter cognitivo da língua, julgamos pertinente trazer à luz para provocar à pesquisa em Ensino.

2.2.2. Elementos da Literacia: NdC, IC, CTS e PC

As revisões de Laugksch (2000) e de Tenreiro-Vieira e Rui Vieira (2013) apresentadas anteriormente, nos permitem perceber vários elementos comuns entre a ideia de literacia e a de várias outras ideias-chave em Ensino, a saber: Natureza da Ciência (NdC), a Investigação Científica (IC), a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e o Pensamento Crítico (PC). Apesar de diversos estudos nem sempre explicitamente ligar tais ideias à literacia, nesta seção, como primeira aproximação de uma precisão do conceito de literacia, identificamos estas conexões, de forma que inferências sobre os possíveis elos comuns se nos mostrem úteis às nossas ações de sala de aula.

A revisão³⁶ de Norman Lederman, Judith Lederman e Allison Antink (2013) desenha-nos **Natureza da Ciência** (*Nature of Science*, ou ainda NOS ou NoS, em inglês) como um construto vinculado à visão de mundo (*worldview*). Sob todo o aporte cognitivo que um dado indivíduo dispõe em si para interpretar o mundo (seus valores, experiências e demais conhecimentos por ele adquiridos), existem aqueles que delineiam sua interpretação, em especial, de como o conhecimento é construído e também, mais especificamente ainda, sobre como o conhecimento científico é construído. *Independentemente* da interpretação de um indivíduo em particular, a natureza *per si* do conhecimento científico é o que se entende como sendo a Natureza da Ciência (ou NdC).

³⁶ Essa primeira seção de *nossa* revisão de literatura (a respeito das conexões entre literacia e outros estudos em Ensino) fora realizada no Google no Portal de Periódicos da Capes, buscando-se por revisões que conceituassem estes estudos. A busca fora feita sem filtro temporal com as seguintes palavras-chave usadas por nós: scientific literacy, literacia científica, letramento científico, nature of science, natureza da ciência, ndc, nos, scientific inquiry, si, science technology and society, sts, ciência tecnologia e sociedade, cts, critical thinking, pensamento crítico), com foco em artigos conceituais, isto é, que tratassem amplamente de conceituações a respeito das ideias-chave em questão.

Pode-se distinguir, contudo, ainda segundo a revisão, buscas por uma definição de NdC de pelo menos duas formas: como (I) a caracterização sobre o que seja a ciência – o problema epistemológico da demarcação que tratamos anteriormente com Popper e Bunge – e qual (II) a caracterização a apresentar sobre a ciência aos estudantes, oriunda, por sua vez, dos poucos consensos emergentes da primeira caracterização.

Os autores, há seu tempo, nos trazem as seguintes características a esta última, sobre o Ensino de NdC, a saber, que o conhecimento científico é consensualmente:

- Tentativo: se trata do caráter aberto de que Bunge fala, isto é, na necessidade de ser um conhecimento verificável a ciência não pode assumir dogmas (sendo esta proibição, portanto, o único!);
- Empiricamente fundamentado: sobre tal Bunge também nos falou na caracterização que trouxemos: a ciência é fática, de forma que, se falharmos ao descrever os fatos, falhamos completamente.
- Subjetivo: com isso, os autores da revisão remetem ao caráter da ciência de ser teoricamente carregada (theory-laden) – ou de cientistas sempre usarem “lentes teóricas”, das quais Popper fala e de que também já tratamos –, e não à questão de ser seu conhecimento subjetivo ou objetivo. Afinal, a inexistência de objetividade inibe a comunicabilidade, apesar da objetividade, como argumenta Bachelard (1996, p. 296), ser construída no diálogo entre distintos subjetivos.
- Necessariamente envolve inferência, imaginação e criatividade humanas: o desenvolvimento de teorias não é um processo lógico – e possui ainda controvérsias sobre como se processa cognitivamente. Não há sequer um método pelo qual construí-las, antes estão à mercê das características individuais do pesquisador (MOREIRA; OSTERMANN, 1993; WOODCOCK, 2014).
- Social e culturalmente embutido (embedded): como diriam Lederman et al. (2002, apud LEUNG; WONG; YUNG, 2014), a relação entre ciência e sociedade é dual, uma vez que tanto a ciência consiste de uma comunidade social e socialmente dependente (como a prática comum de revisão de artigos por pares – peer review) quanto ela é afetada por indivíduos não científicos (outsiders), que fazem parte do círculo social dos pesquisadores e que acabam influenciando as comunidades acadêmicas com questões de origem política e religiosa, por exemplo.

Já o estudo de Suvi Tala e Veli-Matti Vesterinen (2015) nos traz que este consenso não cobre todos os tipos de pesquisa científica nem descreve qualquer

campo em particular. Em contrapartida, estes autores nos trazem um estudo a respeito de NdC em função de conexões entre três pontos de vista (*bridge of viewpoints*), a saber:

- *Visões de cientistas sobre seu próprio trabalho;*
- *Visões de estudantes sobre ciência;*
- *Visões dos professores de ciência a respeito de que visões sobre ciência ensinar.*

As relações e particularidades das duas últimas configuram o que os autores chamam de visões “estrangeiras” (*outsiders*) da ciência. Os autores argumentam que estudar NdC a partir não somente do ponto de vista de cientistas é válido e necessário para uma construção balanceada e que permita a reflexão entre as visões de forma a enriquecer uma a outra (poderíamos, portanto, arriscar dizer uma dialética).

O segundo elemento que identificamos conectado à literacia é a **Investigação Científica**, ou IC (*Scientific Inquiry*, ou SI, em inglês). Ele trata do método científico, não de forma algorítmica, mas heurística, isto é, tratando-se de ações comuns à prática científica, mas sem a rigidez geralmente atribuída à palavra “método”, como já discutimos ao tratar da epistemologia bungeana.

N. Lederman, J. Lederman e Antink (2013) colocam a IC como atrelada à NdC, apesar dela diferir:

NdC refere-se às características do conhecimento científico que são necessariamente derivadas de como este conhecimento é desenvolvido. Já IC é o processo de como os cientistas fazem seu trabalho e como o conhecimento científico resultante é gerado e aceito³⁷ (LEDERMAN, JUDITH S. *et al.*, 2014, tradução nossa).

Apesar da IC, em geral, poder assumir diversas formas – como a descritiva, a correlativa e a experimental (LEDERMAN, NORMAN G.; LEDERMAN; ANTINK, 2013) –, existem aspectos comuns que norteiam a investigação científica, aspectos inerentes à necessidade de coerência lógica do pensar científico. Segundo Lederman et al. (2014) tais aspectos seriam:

- *Investigações científicas necessariamente começam com uma pergunta, mas não necessariamente testam uma hipótese: é comum que pessoas pensem que se deve*

³⁷ NOS refers to the characteristics of scientific knowledge that are necessarily derived from how the knowledge is developed (Lederman, 2006). Scientific inquiry (SI) is the processes of how scientists do their work and how the resulting scientific knowledge is generated and accepted.

iniciar com uma suposta “observação neutra” de um fenômeno. Mas a investigação realmente começa quando os investigadores constroem uma pergunta que, de forma clara e precisa, contenha informações sobre o que (objeto), como (método) e com base em quem (teoria) se quer investigar; ao final, os resultados devem apresentar uma resposta nas mesmas condições. Hipóteses são “possíveis respostas” à pergunta (antes da investigação iniciar), mas não é “regra” que sejam formuladas: em muitos casos elas podem atrapalhar.

- Não há uma única sequência de passos que se segue em toda e qualquer investigação científica: como discutido, apesar de existirem elementos essenciais comuns nas investigações científicas, a forma como ocorrem as etapas não possui padrão: pessoas diferentes vão acabar começando de forma diferente, vão ler livros diferentes, vão pensar de forma diferente (muitas vezes simplesmente porque falam línguas diferentes!). Aliás, afinal, são apenas pessoas: a investigação é um produto da conexão do sentir, do pensar e do fazer de todo pesquisador (MOREIRA; OSTERMANN, 1993).
- Os procedimentos da investigação são guiados pela pergunta de pesquisa: motivo pelo qual ela deve ser clara e precisa. É comum (apenas por quem está iniciando na carreira científica, porém) após estar concluída a investigação, a pergunta de pesquisa ser alterada porque os resultados não a responderam. Isso acontece geralmente porque o cientista amadurece e estudou muito ao longo da primeira investigação – e a pergunta é feita no início de seu curso, e não tinha ainda clareza suficiente sobre que exatamente queria investigar.
- Seguir os mesmos procedimentos não garante que os mesmos resultados sejam obtidos: e isso acontece não por falhas da equipe, mas principalmente porque cientistas diferentes pensam de forma diferente, porque são mais ou menos experientes e/ou mais bem treinados (por suas diferentes instituições), ou ainda porque possuem um histórico profissional (e pessoal) diferente.
- Os procedimentos da investigação afetam os resultados obtidos: diferentes métodos de investigação de um mesmo fenômeno gerarão resultados diferentes – se são métodos cientificamente aceitos, todos serão resultados cientificamente aceitos! A Ciência é uma construção humana: a soma destes diferentes resultados compõe “o que sabemos sobre”, e tudo isso, apesar de às vezes poder ser contraditório, será útil para pesquisadores da área.
- As conclusões devem ser coerentes com os dados coletados: as informações coletadas pelo pesquisador são interpretadas segundo a teoria-base que está usando em sua investigação. Portanto, os “dados não falam por si só”: eles devem ser interpretados pelo pesquisador e sua interpretação deve ser sustentada pelos resultados

e pela teoria; se não sustentam, mais dados devem ser coletados ou o método ou os instrumentos devem ser revistos – ou nenhuma conclusão é construída.

- Dados não são o mesmo que evidência: dados, sejam quantitativos (medições) ou qualitativos (características) são “vazios” em si mesmos. Eles só ganham sentido quando “lidos pelos óculos de alguma teoria”, seja para corroborá-la seja para falseá-la. É imprescindível que saibamos diferenciar observação de conclusão, argumento de explicação e refutação de evidência – dependendo de que teoria se está falando, dados podem ser um ou outro. Discutiremos este ponto, em especial, com maior detalhe na próxima seção desta Fundamentação quando distinguirmos Dados de Informação.
- Explicações são desenvolvidas pela combinação entre os dados coletados e o que já se sabe sobre: a Ciência é um esforço coletivo entre o conhecimento de diversas (pessoas do passado e do presente). É um erro gravíssimo ignorar o que já fora escrito e uma perda de tempo imensa.

O terceiro elemento da Literacia, também atrelado à NdC (LEDERMAN, NORMAN G.; LEDERMAN; ANTINK, 2013; TALA; VESTERINEN, 2015), diz respeito às relações entre **Ciência, Tecnologia e Sociedade**, ou CTS (*Science, Technology and Society*, ou STS, em inglês), que explicita as questões sociais e humanas da ciência, aparecendo, contudo, muitas vezes, na forma de “abordagem didática/pedagógica” dentre outras expressões correlatas.

Pela revisão de Wildson Santos e Eduardo Mortimer (2002),

a proposta curricular de CTS [corresponde] a uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e [socioeconômicos] (LÓPEZ e CEREZO, 1996).

Tal proposta, com o fim de promover esta integração, assume os seguintes objetivos gerais: (1) aquisição de conhecimentos, (2) utilização de habilidades e (3) desenvolvimento de valores (BYBEE, 1987 *apud* SANTOS; MORTIMER, 2002), configurando, portanto, tanto as relações ontológicas intrínsecas do Homem que o impacte quanto as que o faça impactar seu ambiente.

As relações CTS, segundo Pietro, España e Martín (2012), nos permitem refletir sobre três questões fundamentais da didática em ciências (ou em nosso contexto, sem prejuízo de significado, fundamentais à promoção da literacia científica), sobre por que ensinar ciências, que (natureza da) ciência ensinar (ou que visão de ciência oferecer) e como ensinar tal ciência. As respostas a estas questões

giram em torno basicamente da formação cidadã dos estudantes, tendo em vista o papel da Educação Básica de não apenas (ou não principalmente) dar base ao Ensino Superior; levemos em conta que nem todos se satisfarão (ou carecerão) de formação universitária em seus planos de vida, como nos lembram Antoni Zabala e Laia Arnau (2010, p. 19).

Por fim, fundamentados na revisão de Tenreiro-Vieira e Vieira (2013), podemos ainda articular o **Pensamento Crítico**, ou PC (*critical thinking*, em inglês), como um quarto elemento da Literacia, tendo em vista o caráter crítico que ela possui, segundo nos aponta a revisão de Fives *et al.* (2014).

Em semelhança da Literacia, Tenreiro-Vieira e Vieira (2013) revelam-nos o pensar criticamente como também sendo um construto difuso e multifacetado, englobando desde a atitude cética até a habilidade de avaliar argumentos segundo sua coerência. Além dessa semelhança conceitual, os autores puderam paralelizar a Literacia Científica quanto às capacidades cognitivas e axiológicas (valorativas) comuns entre ela e o PC, o que nos possibilita tomar o PC como um elemento da Literacia³⁸. Tais capacidades são dispostas no Quadro 7 abaixo.

Quadro 7 – Capacidades comuns entre Literacia e PC

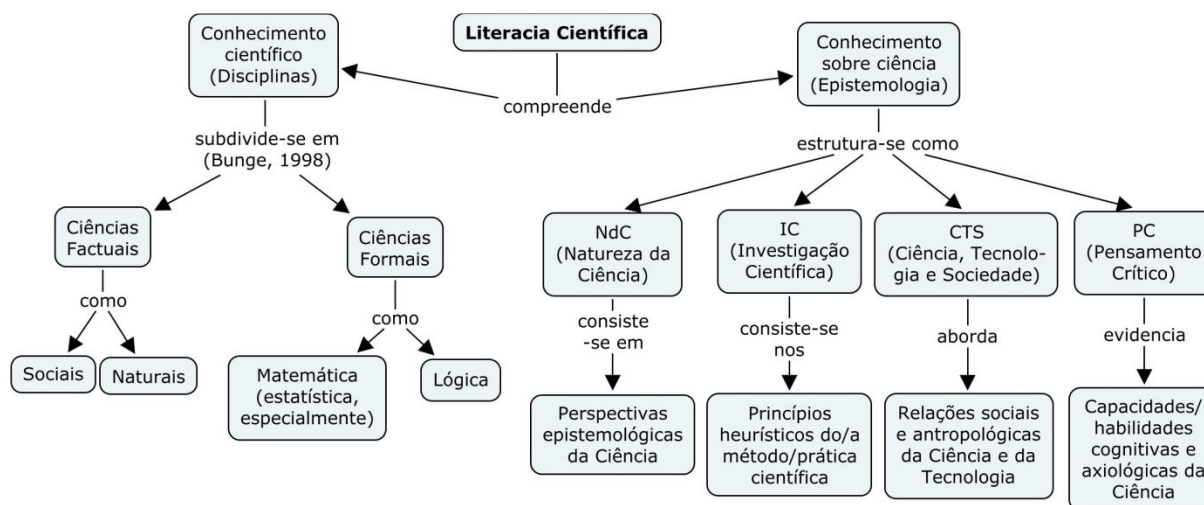
Capacidades Cognitivas	Capacidades Axiológicas
<ul style="list-style-type: none"> • Tomada de decisões; • Análise de argumentos; • Identificação de evidências; • Formulação de hipóteses; • Formular questões; 	<ul style="list-style-type: none"> • Atitude inquiridora/interrogativa; • Perseverança; • Autoconfiança cognitiva; • Abertura de espírito; • Procurar estar bem informado.

Fonte: simplificado de (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2013).

Tendo apresentado delineamentos destes quatro elementos (NdC, IC, CTS e PC), apresentamos, com o fim de articulá-los de forma mais sinóptica, na Figura 2, um mapa conceitual:

³⁸ Com isso não queremos dizer que PC está como que inscrito na Literacia Científica, mas que podemos tomá-lo como um ícone para destacar o caráter crítico da Literacia pelas capacidades subjacentes e comuns a ambas as faculdades da cognição, de forma que contributos no desenvolvimento de um contribuam também no do outro, como nos ilustram Byrnes e Dunbar (2014).

Figura 2 – Elementos de Literacia – NdC, IC, CTS e PC



Fonte: elaborado pelo autor.

Apesar de ter sido encontrada na literatura apenas a associação de NdC e IC como elementos da Literacia (LEDERMAN, JUDITH S. *et al.*, 2014), e que a abordagem CTS (aparentemente) intenta fazer às vezes da própria Literacia (PRIETO; ESPAÑA; MARTÍN, 2012), com este mapa estamos propondo um novo olhar sobre todos estes estudos. Ao se por, assim, a Literacia, em qualquer que seja a dimensão laugkschiana que se tome (LAUGKSCH, 2000), sob a estrutura NdC-IC-CTS-PC, queremos chamar atenção para a amplitude do que significa desenvolver a Literacia segundo as diversas revisões que aqui discutimos:

- *NdC como o estudo da caracterização do conhecimento científico;*
- *IC como o estudo do método científico (ou da heurística ou ainda do fazer e pensar científica/os);*
- *CTS como o estudo das questões humanas (antropológicas, socioeconômicas, etc.) envolvendo Ciência e Tecnologia;*
- *PC como o carácter crítico com que o uso da, e a leitura de ciência devem ser feitos.*

Tendo em vista a gama de conceitos e questões que a Literacia e suas promoção e avaliação abarcam, nas próximas subseções iremos definir/precisar o conceito de Literacia que assumiremos na Metodologia para, em seguida e finalmente, discutirmos sobre como promovê-la segundo resultados emergentes da pesquisa em Ensino.

2.2.3. Literacia para uma avaliação adisciplinar

Antes de tratarmos do problema de “como desenvolver literacia científica”, vamos tratar sobre o problema de “como avaliá-la/sondá-la/‘medi-la””, tendo a seguinte linha de raciocínio em mente: após nos aproximarmos do que seja Literacia, a reflexão subsequente sobre como avaliá-la significa refletir sobre “o que exigiremos” ou “o que queremos desenvolver” dos aprendizes, para somente depois de termos claro isto, buscarmos por vias de desenvolvimento; isto é, precisaremos primeiramente sobre “como e o que medir” antes de sobre “como desenvolvê-lo”, ação comparável a descrever/definir objetivos educacionais para somente após pensar nas ações didáticas, ou a planejar aonde se quer chegar para após, apenas, pensar no caminho mais adequado.

Tendo claro isso, sobretudo, encontramos em avaliações/questionários existentes na vasta literatura em ensino características (presentes na maioria delas) as quais enxergamos como empecilhos:

- As questões destas avaliações são dissertativas/abertas: isso torna inviável seu uso por professores em sala (especialmente de escolas públicas e de ensino médio, cujo tempo semanal com os alunos é remisso e a quantidade de alunos é grande), como bem colocam Porra, Sales e Silva (2002);
- As questões exigem que o respondente saiba algum conhecimento científico específico: o que inviabiliza para alunos que não o estudaram, como apontam Fives et al. (2014);
- Os questionários não abarcam motivações e crenças a respeito da ciência: como também apontam Fives et al. (2014), apesar de serem componentes basilares da Literacia segundo vários pesquisadores e alguns currículos educacionais de nível nacional.

Com o objetivo de desenvolver uma avaliação em Literacia que possuísse tais deficiências minimizadas, Helenrose Fives et al. (2014) lançaram mão de uma revisão sistemática para definir um conceito que emerja da literatura em ensino de ciências, especialmente revisões históricas já existentes e documentos políticos que tratem de definições de Literacia.

Da revisão dos autores, os mesmos identificaram seis³⁹ componentes que, juntos, refletem sua perspectiva sobre a natureza da literacia científica: o papel (*role*) da ciência; o pensar e o fazer científico; a relação entre ciência e sociedade; interpretação de mídia científica (*science media literacy*); conhecimentos matemáticos na ciência e; motivações e crenças científicas⁴⁰ (tradução nossa).

Em primeiro lugar, com “papel da ciência”, os autores remetem à *funcionalidade* com que os seguintes entendimentos são usados:

- *Os tipos de questões que podem ser respondidas através da ciência;*
- *A natureza da atividade científica;*
- *Conceitos científicos genéricos transversais às áreas como um todo (como variável, observação, correlação, etc.).*

O papel da ciência consiste, portanto, na articulação de conhecimentos epistemológicos no nível tanto de NdC quanto de IC.

Já quanto ao pensar e ao fazer científico, os autores remetem às habilidades de “(I) *planejar e executar* estudos cujas questões possam ser respondidas pela ciência”, bem como as de “(II) questionar métodos científicos, (III) usar evidência em suporte ou refutação de argumentos”, como também de “(IV) construir conclusões baseadas em evidência”⁴¹ (FIVES *et al.*, 2014, tradução nossa). Ou seja, estes pensar e fazer da ciência remetem especialmente ao que identificamos como elemento IC da Literacia.

Quanto ao componente de ciência e sociedade, segundo os autores, o mesmo refere-se à habilidade individual de reconhecer tanto (I) o papel da ciência na tomada de decisões, quanto (II) as razões pelas quais a ciência nem sempre é o fator decisivo em questões políticas. Este componente trata, portanto, de uma parcela do elemento CTS bem como do PC (caráter crítico) da Literacia.

³⁹ Apesar dos autores colapsarem estes seis em cinco, ao final, preferimos discutir todos para fazer luz ao componente midiático (que foi agrupado pelos autores junto com “ciência e sociedade”), que revela um contexto propício a se destacar na articulação da literacia científica como pensamento crítico, como já discutimos pela análise de Tenreiro-Vieira e Vieira (2013).

⁴⁰ six components that together reflect our perspective on the nature of scientific literacy: role of science, scientific thinking and doing, science and society, science media literacy, mathematics in science, and science motivation and beliefs.

⁴¹ [...] the ability to design and conduct studies to address questions that can be answered by science. [...] the ability to question scientific methods, use evidence to support or refute arguments, and apply evidence-based conclusions. Omitimos aqui a habilidade de avaliar novos empreendimentos científicos (“evaluate those new endeavors through scientific reflection”), pois julgamos que está além do nível cognitivo de muitos discentes-foco desta dissertação.

Outro componente que os autores nos trazem emergente de currículos e artigos científicos é a leitura crítica de textos midiáticos referentes à ciência (ligado ao elemento PC da Literacia, portanto). Este componente trata da habilidade de (I) analisar criticamente propostas científicas veiculadas na mídia popular, bem como a de (II) questionar criticamente a coerência científica destas propostas – componente relacionado, portanto, aos dois últimos aqui já listados. Em especial, porém, este componente revela a habilidade de articular os dois últimos componentes no cotidiano do indivíduo, atuando como um consumidor crítico de informação (FIVES *et al.*, 2014), denunciando e/ou fugindo de pseudociências, pode-se adicionar.

O quinto componente diz respeito a conhecimentos matemáticos transversais às áreas científicas, em especial aqueles ligados a funções (construção e a interpretação de tabelas e gráficos), estatística (a leitura e a lida com medidas, médias e desvios), para tanto analisar mídias quanto compreender questões científicas que atinjam a sociedade, revelando uma outra fração do elemento CTS bem como de IC.

Por fim, os autores nos trazem também o componente das motivações e crenças a respeito da ciência, apresentando-nos três construtos que, em sua articulação, estruturam este componente:

- Valor subjetivo de tarefas científicas (subjective task value): trata-se da valorização a respeito da ciência enquanto forma de pensar e agir. Delineia-se através de quatro elementos: os valores intrínseco e utilitário e a importância subjetiva de realizar com sucesso uma tarefa científica, bem como o “custo máximo” subjetivo a ser empreendido nestas tarefas.
- Auto-eficácia (self-efficacy): trata-se da segurança com que o indivíduo lida com a ciência.
- Epistemologia pessoal (personal epistemology): trata-se das crenças sobre conhecimento e o saber, sobre ser o conhecimento construído ou “absorvido” de fora para dentro, e sobre a importância intrínseca do próprio saber científico.

Cabe ressaltar que os autores omitem a questão de interatividade entre os indivíduos, por não ter tido viabilidade de ser acessada através de testes de “papel e lápis”, lembrando que foi a necessidade de construção de um questionário assim que motivou a elaboração desta estrutura de componente de Literacia.

2.2.4. Sobre o desenvolvimento da Literacia

Como já discurremos anteriormente na Problematização, quanto ao desenvolvimento da Literacia (em função da heurística, valores e epistemologia nela contidas), a literatura⁴² em Ensino nos revela que têm sido mais satisfatórias abordagens explícitas, isto é, que abertamente discorrem sobre esta heurística, estes valores e epistemologias subjacentes à ciência, não deixando em função do aluno “descobri-las” estando elas somente intrínsecas nas práticas didáticas (LEDERMAN, NORMAN G.; LEDERMAN; ANTINK, 2013).

Porém Duschl e Grandy (2013) nos revelam duas visões distintas sobre como explicitamente desenvolver a Literacia, as quais são:

- *Exposição de princípios heurísticos “consensuais”: conforme revisão dos autores, o ensino de supostos princípios heurísticos transversais às ciências (com que algumas obras apontam existir como consenso) consiste, na verdade, em distorções sobre (I) caracteres heterogêneos na ciência e (II) aspectos historiográficos e (III) contemporâneos da ciência, prática didática esta que deve ser evitada.*
- *Imersão na investigação científica: ainda segundo a revisão de Duschl e Grandy (2013, tradução nossa), a explicitação do ensino de NdC e IC deve se dar por “encenações e práticas científicas que envolvam construir e refinar questões, medidas, representações, modelos e explicações”⁴³.*

Contudo, como salientam aqueles mesmos autores (LEDERMAN, NORMAN G.; LEDERMAN; ANTINK, 2013), a simples imersão é que se mostra ineficiente para o desenvolvimento em questão aqui. Dos dois estudos, podemos conceber que o mais eficiente são ações didáticas que tanto imerjam o aluno em investigações, quanto explicitem aquela heurística, valores e epistemologias subjacentes à prática científica, sem que tais princípios, como alertam Duschl e Grandy (2013), não sejam deformidades históricas da NdC.

No tocante à criticidade inerente à Literacia, por sua vez, discutamos o que algumas obras da literatura nos trazem a respeito do desenvolvimento do PC,

⁴² A revisão de literatura aqui apresentada fora realizada também no Google Acadêmico com as mesmas palavras-chave além do Portal de Periódicos da Capes, com filtro por pesquisas mais recentes, isto é, de 2010 à 2015 (ano de redação dessa seção). Além disso, foi focado, aqui, em artigos que abordassem a temática de estratégias didáticas para desenvolvimento de habilidades, seja em literacia, NdC, IC, CTS ou PC.

⁴³ [...] explicit refers to students being immersed in the cognitive, epistemic and social enactments and practices of science that involve building and refining questions, measurements, representations, models and explanations.

tomando-o, lembramos, como uma representação da dita criticidade. Focaremos, ainda, apenas dentro do contexto do Ensino Médio. Em virtude de que o PC possa ser delineado, a semelhança da Literacia, em diferentes componentes, ao discorrermos sobre ele a seguir, segundo as diferentes revisões, tenha-se em mente, implicitamente, que a “PC” nos referimos segundo caracteres/componentes tanto transversais a tais revisões quanto à paralelização já apresentada de Tenreiro-Vieira e Vieira (2013) entre PC e Literacia Científico, a saber, o PC como as capacidades cognitivas de pensar analiticamente, construir argumentos baseados em evidências e inquirir coerentemente⁴⁴.

Segundo Slisko e Cruz (2013), há várias e diferentes abordagens pedagógicas para cada diferente habilidade (*skill*) do pensar criticamente, habilidades estas como as capacidades já discorridas de Tenreiro-Vieira e Vieira (2013).

A revisão de Lisa Marin e Diane Halpern (2011), por sua vez, nos traz a identificação de dois tipos de abordagem, a implícita e a explícita, abordagens que, segundo as autoras, não são excludentes, mas antes devem ser tomadas como complementares. Esta complementação didática pode consistir, inferimos, em articular (I) vivências imersivas aos alunos em reflexões propícias ao desenvolvimento de habilidades subjacentes ao pensamento crítico com (II) discussões explícitas de que habilidades são estas. Sobretudo, as autoras salientam que atividades implícitas são pouco eficazes nos contextos cotidianos da sala de aula, ocorrendo melhor em grupos pequenos de alunos “mais bem preparados”.

Inferências similares a das autoras são trazidas por James Byrnes e Kevin Dunbar (2014), isto é, identificando a eficácia de abordagens tanto implícitas quanto explícitas, residindo na cuidadosa aliança destas abordagens a maior eficiência das ações de desenvolvimento de PC. A exposição de uma estrutura conceitual adequada sobre o pensar criticamente deve estar aliada, portanto, a vivências nas quais

os estudantes devam (a) lidar com questões abertas pela coleta de evidência (como dados empíricos); (b) engajar-se em ações metodológicas apropriadas para coletar esta evidência; (c) ter a oportunidade de se surpreenderem com achados inesperados; e (d) discutir/debater como

⁴⁴ Para uma análise categórica do PC como um estudo particular do mesmo – e enquanto complexo de habilidades cognitivas superiores que é –, ver (BYRNES; DUNBAR, 2014).

hipotetizações e ausências de evidência, que porventura ocorram, devam ser interpretadas⁴⁵ (BYRNES; DUNBAR, 2014, tradução nossa).

Além do mais, os autores complementam que tais experiências didáticas estejam também aliadas ao trabalho coletivo e debatedor, com busca de fontes de incertezas e incoerências, apresentando suas construções para submeter-se à avaliação crítica de outrem.

Por fim, Marco Antônio Moreira (2000), ao tratar da aprendizagem para que seja significativa e crítica, nos traz que a mesma é desenvolvida em função de pelo menos sete princípios a serem tomados na ação didática, princípios estes emergentes da reflexão e pesquisa em Ensino e Psicologia Cognitiva, que são, simplificadaamente:

- *Aprender/ensinar a questionar: aprender a perguntar consiste em aprender a aprender; os valores subjacentes ao PC só podem desenvolver-se se o sujeito estiver disposto a uma aprendizagem não passiva, não meramente consumista de informação e ansiando por respostas – antes, que anseie por questionar, por aprender, e não por ser ensinado/doutrinado.*
- *Aprender/ensinar com diversidade de fontes: descentralizar a vivência didática de um único material-base, pluralizando o estudo/leitura/discussão sobre materiais “garimpados”.*
- *Aprender/ensinar como preceptor/representador: conceber o aprendiz como agente ativo do processo de sua própria aprendizagem, o que implica que o mesmo tome decisões relevantes neste processo que desencadeiem seus rumos.*
- *Aprender/ensinar linguagens como articulações “comerciais” do pensar: atuar didaticamente com a certeza de que a comunicação, enquanto processo tanto cognitivo quanto social, é elemento-chave da construção do conhecimento. Aprender criticamente consiste também, portanto, em apropriar-se da linguagem subjacente ao conhecimento em desenvolvimento, seja ele científico ou não.*
- *Aprender/ensinar concebendo o significado como inerente às pessoas: o ensino é consumado quando professor e aluno compartilham o mesmo significado acerca dalgo; a aprendizagem crítica se consoma quanto o aluno compreende que este significado em compartilhamento está neles e não na coisa em si, subentendendo a abertura do pensamento humano, isto é, como algo não definitivo.*

⁴⁵ [...] students should (a) pose unanswered questions that require the collection of data or evidence; (b) engage in appropriate methodologies to gather this evidence; (c) have opportunities to be surprised by unanticipated findings; and (d) discuss or debate how the anticipated, unanticipated, and missing evidence should be interpreted.

- Aprender/ensinar com base nos erros: consiste em conceber o erro como um processo natural da construção do conhecimento e que esta construção não é consumável em absoluto.
- Aprender/ensinar sobre a relevância de certas associações: conexões conceituais são construídas por nós no intuito tanto de “tornar o novo familiar”, quanto de torná-lo funcional. No entanto, é fundamental que saibamos distinguir/diferenciar o que é ir/relevante no processo de certo ensino/aprendizagem para que estas conexões não se deem indevidamente – em outras palavras, trata-se de estar atento aos “perigos das analogias” de que fala Bachelard (ANDRADE; ZYLBERSZTAJN; FERRARI, 2000).

Assim, como pudemos ver, as ressalvas que ecoam da literatura científica são várias se somadas umas às outras ao concebermos a Literacia como articulável, como propomos, em função da NdC, da IC, da CTS e do PC. Ao construirmos nosso micromundo do Método Científico, no intento de que ele sirva ao desenvolvimento da Literacia Científica, levaremos em conta tais ressalvas para que tal desenvolvimento possa, no mínimo, ser intentado.

2.3. BIG DATA E A EDUCAÇÃO NA ERA DA INFORMAÇÃO

De um modo geral, pode-se conceber Big Data como uma análise, de cunho essencialmente, mas não estritamente, quantitativa, que depende inexoravelmente de tecnologia computacional e, por isso, de uma série de profissionais especializados conforme as necessidades e características específicas da análise a ser feita (EKBIA *et al.*, 2015; MCAFEE; BRYNJOLFSSON, 2012).

O Big Data também, claramente, possui caráter inovador: fazer Big Data consiste em romper com limitações vigentes, sejam tecnológicas, sejam processuais, para investigar e construir informações não disponíveis pelas vias tradicionais (EKBIA *et al.*, 2015; JACOBS, 2009), como a estatística amostral usada em sensos socioeconômicos de porta-em-porta como os do IBGE, tão conhecidos dos brasileiros. Mas quais as vantagens intrínsecas a este tipo de análise, isto é, qual sua funcionalidade especial?

Uma das características, como a seguir se discutirá, dos bancos de dados usados em análise de Big Data é sua grandeza, envolvendo magnitudes de dados em quantidade, em velocidade de fluxo dos mesmos ou ainda em variedade/diversidade, especialmente. A possibilidade de poder lidar com uma

quantidade enorme de dados e em grande variedade abrilhanta a expectativa de uma análise minuciosa; a grande velocidade com que são recebidos (como interações nas redes sociais ou sensores climáticos robotizados), por sua vez, a abrilhantam ainda mais com a possibilidade de acompanhamento de fenômenos em tempo real (ou quase real). Estas possibilidades somadas indicam uma funcionalidade especial no Big Data, funcionalidade que tem garantido, atualmente, muitos holofotes sobre ele: a orientação para tomada de decisões.

Pesquisadores como Erik Brynjolfsson e Andrew McAfee asseveram que o uso do Big Data conduz a previsões melhores e conseqüentes decisões melhores, sendo, portanto, uma “revolução de gestão” (*a management revolution*), como dizem (2012). Esta nova estrutura de know-how, continuam os autores, vem promovendo uma reviravolta em vários estereótipos, desde a pesquisa científica até a gestão industrial e comercial – a amenização de importância sobre intuição e palpites de diretores é um exemplo desta reviravolta; os gestores dependem, de forma sem precedentes, de seus “conselheiros”, pois os resultados da computação de dados permitem inferências apenas se há conhecimento especializado para fazer as perguntas certas (computadores fornecem apenas “respostas soltas”, sem interpretação, e que não “surgem” sem alguém que saiba o que e como procurar). A necessidade de profissionais diversos aumenta conseqüentemente para a interpretação dos dados e inferências inerentes coerentes – já que não importa o que se “acha”, mas o que se “conhece” sobre. Há uma série de exemplos que ilustram isso.

Companhias aéreas podem economizar milhões na correção de *delay* de aterrissagem, isto é, com previsões mais acuradas sobre elas (MCAFEE; BRYNJOLFSSON, 2012, p. 6). Comércio de customização podem minimizar tempo com a maximização da efetividade de publicidade de forma até personalizada (MCAFEE; BRYNJOLFSSON, 2012, p. 6). Negócios que já se beneficiaram pelo Big Data vão de hotéis a jogos, de RH a manutenção mecânico-elétrica, do setor financeiro ao de marketing. Trata-se claramente de uma transformação da Economia de Mercado em si (MCAFEE; BRYNJOLFSSON, 2012, p. 7).

Além do setor comercial, porém, assistências sociais através da ciência também são realidade, tais como: o planejamento acurado de patrulhas policiais, baseado em algoritmos sismológicos (MOHLER *et al.*, 2011), o diagnóstico e tratamento de câncer customizadamente via mineração de informações extraídas do

DNA (LEY *et al.*, 2008), além do famoso *Flu Trends*, que estima indícios de surtos de gripe pela tendência de buscas por certos termos no Google em dada região (GINSBERG *et al.*, 2009).

Evidentemente, o Big Data ampliou o horizonte de concepção acerca do que podemos *fazer* – e no *fazer*, sobre o que podemos ser. Reflexões filosóficas, porém, sobre o Big Data sugerem que aquele abrilhantamento e esta ampliação de horizonte estejam embaçando uma visão crítica a respeito de como lidamos com ele (EKBIA *et al.*, 2015; SWAN, 2015). Esta seção da fundamentação teórica trata sobre algumas destas questões, buscando delimitar/definir o que é Big Data, na sua essência, enquanto ferramenta cognitiva e como agente social.

2.3.1. Aproximando-se de uma definição de Big Data

Definir o que é Big Data não é uma tarefa simples: as atuais controvérsias relativas à sua natureza tornam tal definição um tanto difusa. Uma primeira aproximação em direção a sua definição se dá, geralmente, em função das magnitudes envolvidas que lhe conferem seu primeiro nome: por exemplo, conforme Zikopoulos *et al.* (2013), o adjetivo “Big” lhe é próprio em função de três⁴⁶ características do segundo nome “Data”: a análise de “grandiosos dados” (em tradução livre) trata-se de estudar/pensar/analisar/interpretar dados e informações com as seguintes magnitudes:

- *Grande volume: a quantidade de dados considerada característica de Big Data, atualmente, é da ordem de Zettabytes, isto é, 10^{21} bytes⁴⁷. Atualmente, pois o que é considerado Big Data depende da época tecnológica, em termos de hardware especialmente, em que nos encontramos (JACOBS, 2009): de outra maneira, Big Data é aquilo que faz o processamento de uma máquina (supermáquina, melhor dizendo) atual “sofrer”, isto é, “uma quantidade tal de dados que excede sua capacidade convencional de processamento⁴⁸” (DUMBILL, 2012).*

⁴⁶ Existem ainda muitas outras caracterizações de Big Data que inserem mais de três; contudo, foge da alçada desta dissertação exaurir todas. O centro da discussão da definição, como em seguida é colocado, melhor se assenta sobre o delineamento de perspectivas emergentes destas tantas e distintas caracterizações. Aos interessados em algumas delas reportamos às seguintes obras: (KITCHIN, 2014a; ZIKOPOULOS *et al.*, 2013).

⁴⁷ Para uma melhor noção destas unidades de medida, ver apresentação de Julian Bunn em: http://pcbunn.cit.berkeley.edu/presentations/giod_status_sep97/sld012.htm.

⁴⁸ Big data is data that exceeds the processing capacity of conventional database systems.

- Grande velocidade: a vazão com que dados são enviados/coletados/produzidos na atualidade é surpreendente e própria da carga informacional recém-descrita: em algum ínfimo minuto aleatório de 2012, por exemplo, mais de dois milhões de buscas foram realizadas por usuários do Google Search e mais de duzentos milhões de e-mails foram enviados (INTEL, 2012 apud POTS, 2014, p. 1).
- Grande variedade: a diversidade de dados que são armazenados é também assombrosa, especialmente no tocante as referentes a bancos qualitativos como redes sociais. Tão diversos são os dados que acabam por ser um dos fatores mais influentes no caráter inerentemente inovador de Big Data, especialmente em vias de processamento destes dados para visualização, isto é, para tornar tais dados inteligíveis (HOFFER, 2014), dentro de certos limites, para não especialistas em computação, tendo em vista o caráter multidisciplinar de equipes que lidam com Big Data (MATTMANN, 2013).

Certamente, Big Data não pode, no entanto, ao se olhar para a literatura disponível, ser definido apenas em função de seu tamanho: há pelo menos quatro perspectivas, complementares entre si (e até certo ponto independentes) que nos dão uma visão ampla sobre do que ele se trata, conforme nos aponta a revisão de Hamid Ekbia *et al.* (2015).

As quatro perspectivas apontadas pelos autores montam-nos uma ampla imagem deste fenômeno multidisciplinar, abrangendo tanto filosofia quanto ciências como engenharia de hardware, inteligência artificial, programação, ciência cognitiva e sociologia. Tais perspectivas são (EKBIA *et al.*, 2015, tradução nossa):

- Produtiva: percebe Big Data em termos dos atributos dos dados (produzidos em grandes velocidade, variedade e volume) e das respectivas e consequentes perspectivas e desafios originados das transformações inerentes a esta magnitude.
- Processual: lida com Big Data em função das limitações tecnológicas existentes, ou seja, Big Data trata-se daquilo que precisa ser feito, em termos de software e hardware, para solucionar os problemas atuais.
- Cognitiva: percebe Big Data “como algo que excede a habilidade humana de compreender e, portanto, requer mediação via empreendimentos transdisciplinares, infraestruturas tecnológicas, análises estatísticas e técnicas de visualização para aumentar o poder interpretativo”⁴⁹ (tradução nossa).

⁴⁹ as something that exceeds human ability to comprehend and therefore requires mediation through trans-disciplinary work, technological infrastructures, statistical analyses, and visualization techniques to enhance interpretability.

- *Social: capta Big Data sob a óptica de questões socioeconômicas, como impactos e características de parcerias colaborativas que envolvam empresas e/ou universidades, como a potencialização de atividades e mutação das mesmas como empreendimentos comunitários, às vezes até como o código aberto (open source, em inglês)⁵⁰.*

Apesar de essas quatro perspectivas serem complementares entre si e nos darem uma visão geral sobre Big Data, entendemos que há um caráter próprio do Big Data, em sua função simuladora-preditiva, que perpassa pelo menos as três primeiras perspectivas: os resultados de Big Data são **emergências fracas** (DOS SANTOS, 2015).

Conforme Chalmers (2006), um comportamento emergente pode ser definido como forte ou fraco – o Quadro 8 abaixo visa diferenciá-los:

Quadro 8 – Diferenciação entre emergências fraca e forte.

Um fenômeno de alto nível é	
... fortemente...	... fracamente...
... emergente no que diz respeito a um domínio de baixo nível quando tal fenômeno surge a partir deste domínio, mas verdades concernentes ao fenômeno são...	
... indutíveis dos	... inesperadas, dados os ...
... princípios que regem tais domínios.	

Fonte: Elaborado pelo autor com base em (CHALMERS, 2006).

A força da emergência, podemos ilustrar, reside na “profundidade de impacto” epistemológica. Um fenômeno fortemente emergente mexe nos princípios fundamentais de dado domínio teórico/ideológico, pois é deles impossível de se deduzir; contudo, o autor aponta como exemplo conhecido apenas o caso da consciência. Já um fenômeno emerge fracamente quando não abala estes princípios, mas ainda assim é interessante e inesperado, dadas a complexidade do fenômeno e a simplicidade dos princípios de onde emerge (CHALMERS, 2006).

Mark Bedau (2008), por sua vez, embasa mais claramente nossa ideia. Começemos com duas definições suas a analisar:

- “[...] um fenômeno emergente tanto depende quanto é autônomo de micro-fenômenos⁵¹”.

⁵⁰ Código Aberto é uma comunidade de desenvolvedores de softwares (principalmente), que visa compartilhar dentro dessa comunidade, ideias para que todos possam ser beneficiados pelas ideias de todos. Para maiores informações, ver <http://opensource.org/>.

⁵¹ [...] emergent macro-phenomena somehow both depend on, and are autonomous from, micro-phenomena.

- “Se P é uma macro-propriedade de um sistema S , então P é fracamente emergente se, e somente se, P é generativamente explicável de todos os micro-fatos pertencentes a S , mas somente de um modo incompressível”⁵² (traduções nossas).

Cabem aqui alguns esclarecimentos conceituais do próprio autor: uma explicação é dita generativa quando exata e corretamente explica como macro-eventos se desenrolam ao longo do tempo, isto é, como eles são gerados dinamicamente; já uma explicação será dita incompressível quando não há atalhos válidos, completos e acurados para explicações generativas. Daqui, as duas definições acima podem ser conectadas dando-nos um juízo muito pertinente:

Nos casos de emergência fraca, o macro depende do micro porque, em princípio, cada instância do macro **ontologicamente** e **causalmente** nada mais é que agregação de elementos micro-causais. [...] Ao mesmo tempo, emergência fraca exhibe um tipo de autonomia macro devido à **incompressibilidade da explicação generativa** micro-causal da macro-estrutura. Porque a explanação é incompressível, ela é inútil na prática (**exceto para fundamentar simulações do sistema**)⁵³ (BEDAU, 2008, tradução e grifos nossos).

Ao concebermos a análise de Big Data como envolvendo emergências fracas, podemos enxergá-las através deste paradoxo: a dependência (ou dedutibilidade) da emergência que o Big Data gera para com banco de dados através de seu algoritmo é própria dos modelos e concepções prévias dos analistas de dados, pois, como será discutido em seção posterior, do ponto de vista epistêmico-computacional, os dados por si só são mudos até serem interpretados (ACKOFF, 1989). Já sua autonomia é essencialmente o que nos coloca a mercê da máquina: a independência do Big Data, enquanto emergência fraca, nos torna dependentes dele devido àquela incompressibilidade. Em se tratando desta dependência, na próxima seção ampliaremos esta questão discutindo sobre como Big Data pode ser visto, enquanto tecnologia multiforme da inteligência, na linha de Pierre Lévy (1993), como uma extensão cognitiva do cérebro.

⁵² If P is a macro-property of some system S , then P is weakly emergent if and only if P is generatively explainable from all of S 's prior micro-facts but only in an incompressible way.

⁵³ In cases of weak emergence, the macro depends on the micro because, in principle, each instance of the macro ontologically and causally is nothing more than the aggregation of micro-causal elements. [...] At the same time, weak emergence exhibits a kind of macro autonomy because of the incompressibility of the micro-causal generative explanation of the macro structure. Because the explanation is incompressible, it is useless in practice (except in so far as it serves as the basis for a good simulation of the system).

2.3.2. Big Data, o homem e a sociedade

Nesta seção trazemos algumas reflexões e discussões a respeito de como o Big Data pode transformar a humanidade em nível individual, social e ontológico. Além de trazer luz a estas discussões e procurar acrescentar uma reflexão pertinente a ela – sobre o Big Data ser um ícone contemporâneo da atual tecnologia da inteligência – prelude-se o conceito de Big Data de nosso grupo de pesquisa, o crowdledge (DOS SANTOS, 2015).

2.3.2.1. Sobre enxadas e dataflow

Desde os primeiros tempos da humanidade, nossas ferramentas moldam nosso mundo e nossa cognição: as interações com o mundo e nosso pensar a respeito dos produtos destas interações são responsáveis pelo nosso desenvolvimento cognitivo. Esta asseveração é um princípio que aprendemos da Psicologia Cognitiva (VYGOTSKY, 2012). Façamos uma breve regressão histórica para vislumbrar isto.

Um colono (camponês) necessita de sua enxada para cultivo da terra, planejando os sulcos mentalmente de acordo com o plantio desejado e conforme ensinado por seus antepassados. Sua experiência social e prática se mesclam para germinar a terra e dela colher vida para seu sustento. Poderia ele fazer tal obra com as próprias mãos? Sim, mas como todo ser humano é finito e cansável, a enxada é uma extensão essencial do colono, de forma que, sem ela, sua sobrevivência está arriscada.

Apesar de que a quantidade e forma com que as pessoas dependem de seus instrumentos mudaram ao longo dos séculos, há uma constância comportamental em nossa espécie: esta dependência é tão essencial que, sem elas, não somos humanos – isto é, nossa humanidade é definida pela nossa cultura e esta, por sua vez, caracterizada por aquela dependência, como coloca o filósofo Mário Cortella (2011, p. 35).

Das eras metálicas (do cobre, do ferro, etc.) dos vários povos de nossa História, aos reinos e impérios feudais europeus, a enxada (e também o arado, claro) era a ferramenta mestra que comandava o plantio de alimento, nosso e do

gado; animal este, inclusive, que nos era tanto usina quanto alimento (DATHEIN, 2003; FARIAS; SELLITTO, 2011). Mas um conjunto de fatores ocorridos de forma complexa ao longo da História imbricaram vários outros elementos ao lado da enxada na “humanidade do ser humano”, isto é, sua cultura.

O aumento da população mediada pela expansão colonizadora de séculos atrás fomentou as revoluções industriais ocorrentes, tanto a do vapor (primeira) quanto a do eletromagnetismo (segunda). A sociedade fora lenta e drasticamente modificada às enxadadas de “enxadas diferentes”, cujo vigor estava na químico-exotermia e na eletrodinâmica de motores e telecomunicações. A eficiência destas tecnologias pôs-nos sob o novo ritmo dos relógios de três ponteiros e, assim, sob um novo estilo de fazermo-nos humanos, com nossos novos instrumentos e conhecimentos. Este novo sistema de vida mantinha a sobrevivência de uma humanidade, agora, mantenedora de si em escala global (ROBERTS, 2004, p. 533–567). Conhecimentos acadêmicos se tornaram ali condições *sine qua non*: as “novas enxadas” não alimentariam mais os bilhões de “colonos globalizados”, colonos estes não mais com enxadas individuais, mas ainda finitos e cansáveis, interdependentes em sua sobrevivência de uma maneira irreparavelmente complexa.

A magnitude destes bilhões globalizados tornou, em algum momento posterior da História, a gestão das diversas variáveis dos diversos sistemas socioeconômicos que dependem aqueles bilhões inviável para nosso “computador orgânico”⁵⁴ – o cérebro. “Capinar a lavoura de bilhões”, isto é, gerir as relações comerciais, industriais em escala global mostrou-se algo incomparavelmente complexo. Até que, na Segunda Guerra Mundial, surgira a semente de outra revolução.

Alan Turing, contratado pela inteligência bélica britânica para decifrar códigos da máquina criptográfica nazista Enigma, vislumbrou que apenas uma máquina venceria outra máquina. Entregou-se ali a desenvolver uma capaz de decifrar aquelas codificações tão complexas ao cérebro humano (HODGES, 1995). Como Turing, vislumbramos, em algum momento e cadenciadamente, que como humanidade, não nos sustentariamos mais sem o “filho de Turing”: o computador.

⁵⁴ Com isso queremos dizer apenas que a complexidade de gestão socioeconômica, em geral, de diversos povos interligados, levou esta gestão a um estágio além do que a cognição humana individual *per se* (referenciada acima como “cérebro”, e, portanto, orgânico), pode lidar – como, em contraposição, questões em menor escala (domésticas ou corporativas), são resolvidas satisfatoriamente bem. Trata-se, assim, de uma mera analogia funcional do potencial de processamento informacional destes dois corpos: o computador e o cérebro – mas sem restringi-los ou reduzi-los meramente a esta função.

Sistemas econômicos como a bolsa de valores, relações internacionais pela internet, mapeamento meteorológico e climático otimizado, automatização de processos industriais – estes poucos exemplos já ilustram a dependência em nível essencial que possuímos do computador, algo que a enxada não pode mais fazer/manter e antepassados individuais não podem ensinar e poucos possuem recursos para com eles interagir e dominá-los.

Não se pode mais plantar em grande escala sem seguro e, aí, se precisa de agências financiadoras. Não há financiamento sem compra de sementes transgênicas e de agrotóxicos, aí se precisa de indústrias especializadas em larga escala. As épocas de plantio/colheita são incertas e, aí, se precisa de institutos de monitoramento climático e meteorológico. Fica claro que nossas mãos não mais cavoucam este “novo solo”; solo, hoje, de natureza (inclusive) informacional e de relações com magnitudes internacionais. A relação do colono e sua enxada tornou-se imprevisivelmente complicada e estranha, ao olharmos para tempos primórdios.

Nossas enxadas primordiais careciam de um braço potente e bem alimentado para funcionar; de outro para forjá-la e montá-la. Nossas “enxadas mais bem evoluídas” (os computadores), por sua vez, carecem de conhecimento especializado, pois mesmo os computadores mais antigos são nada “intuitivos” como uma enxada o é, nem para projetá-los nem para construí-los. A especialização, portanto, se tornou essencial ao estilo de vida moderno para que a “enxada dos bilhões globalizados” mantenha-se na ativa, isto é, com eficiência e custo que possibilitem a subsistência de seus bilhões de dependentes. Já as “enxadas contemporâneas” (computadores), contudo, fazem algo que nenhuma outra fez: processar informação autonomamente.

Ora, para este processamento precisa-se de informação. E nossas “enxadas com processadores”, à medida que as delegamos novas e complexas tarefas, precisam de informação cada vez mais complexa e diversa, em quantidade gigante, com ampliação de tamanho e rapidez num ritmo alucinante. Da mesma forma como os colonos precisavam de seus pais para ensiná-los a cultivar a terra, os computadores precisam de programadores para “ensiná-los a agir”. Como já discutido na última seção, nossa essencial dependência de computadores autônomos nos pôs em uma necessidade de informação com gigantesca magnitude. E, assim, inferimos que não somos mais humanos sem a lida com informação, e informação de dimensões gigantescas.

Nossas “enxadas pensantes”, que cultivam a lavoura de bilhões de “colonos” globalizados, “lavoura” complexa e não mais cheia apenas de alimento, mas principalmente informação e conhecimento, estas “enxadas” ainda precisam de colonos – mas de uma maneira complexamente nova. Colonos com seus esforços voltados para lidar com o *dataflow* (fluxo de dados).

Assim, do ponto de vista materialista, o Big Data nos põe em um novo auge enquanto seres humanos. Ou, como dizem Dana Boyd e Kate Crawford (2011, tradução nossa),

Como Ford mudou a forma como fazemos carros – e transformou o próprio labor em si mesmo – o Big Data emergiu como um sistema de conhecimento que já está alterando os objetos de conhecimento, enquanto também tem o poder de ampliar como entendemos as relações humanas e a comunidade em si. ‘Mude os instrumentos e você mudará toda a teoria social inerentes’, nos lembra Latour⁵⁵.

Até aqui intentamos brevemente analisar a relação do ser humano com suas tecnologias no nível mais elementar, isto é, de sobrevivência deste ser. Na próxima subseção daremos atenção às mudanças em nível cognitivo neste ser oriundas das mudanças na própria tecnologia pelo estudo de Pierre Lévy (1993).

2.3.2.2. Big Data: ícone contemporâneo da terceira tecnologia da inteligência

Segundo Lévy (1993), houve pelo menos três eras do espírito humano, eras estas marcadas por como nossa forma de pensar fora condicionada pelos recursos de que dispúnhamos. Essas eras seriam: a oralidade primária, a escrita (podendo ser subdividida ainda, por sua vez, na era dos escribas e da imprensa) e a informática.

A **era da oralidade primária** fora marcada pelo mito: a alegoria (muitas vezes fantástica) é, por excelência, a forma que as sociedades oralistas (sem escrita) tinham para manter seus conhecimentos vivos – os mitos configuravam o grande banco de dados incrustado nas culturas antigas. A oralidade, porém, encurrala a

⁵⁵ Just as Ford changed the way we made cars – and then transformed work itself – Big Data has emerged a system of knowledge that is already changing the objects of knowledge, while also having the power to inform how we understand human networks and community. ‘Change the instruments, and you will change the entire social theory that goes with them,’ Latour reminds us (2009, p. 9)

memória gravada no mito contra a “efemeridade programada”: as limitações da memória de longo prazo de cada indivíduo que, em dado momento da história de sua cultura, estrutura a grande rede mnemônica desta mesma cultura, provocam a emergência de limitações na própria cultura. E este *imprinting* provocado pelos vários ritos destes povos é justificado pela sobrevivência de sua identidade coletiva. “Os membros das sociedades sem escrita (e, portanto, sem escola) não são, portanto, ‘irracionais’ porque [creem] em mitos. Simplesmente utilizam as melhores estratégias de codificação que estão à sua disposição, exatamente como nós fazemos” (LÉVY, 1993, p. 83).

Já a **sociedade da escrita** marca a revolução cultural da imortalidade da voz: as legislações, instruções, narrativas estariam “sempre” lá. Para que este “sempre se mantenha”, porém, a transcrição se faz necessária, tendo em vista as entropias física e química de toda matéria terrestre usada como base de escrita (como o papel). E na infusão entre culturas diferentes, a transcrição tradutora trai o significado intencionalmente incrustado pelo autor: sua voz permanece, mas apenas sob a *conotação* (olhar subjetivo) do tempo de seus leitores⁵⁶.

A permanência da mensagem ainda é efêmera, mas sujeita está agora ao significado e não mais à limitação mnemônica do cérebro humano, apenas a outra faculdade sua: a interpretação. Nesta efemeridade, contudo, não há dissolução de suas singularidades: “a escrita é uma forma de estender indefinidamente a memória (curta) de trabalho biológica” (LÉVY, 1993, p. 91) repetidamente ao leitor como que uma decora incorruptível (exceto pela interpretação).

Esta mudança de comunicação alterou a forma de pensar do Homem: “[...] diversos trabalhos de antropologia demonstraram que os indivíduos de culturas escritas têm tendência a pensar por categorias enquanto que as pessoas de culturas orais captam primeiramente as situações” (LÉVY, 1993, p. 93). A escrita foi tão impactante ao cérebro que *condicionou* a existência da racionalidade, especialmente a filosófica, da qual é ícone a matemática: afinal, teria sido possível a geometria e a álgebra *sem* papel? Leve o leitor em conta a comunicação de vastas ideias entre indivíduos.

⁵⁶ Na realidade, tanto a transcrição entre diferentes línguas quanto o próprio diálogo comum é uma tradução: o significado, já diria a Teoria da Aprendizagem Significativa, está nas pessoas e não nas palavras (MOREIRA, 2000).

Um passo além no desenvolvimento da racionalidade das sociedades foi a **impressão**. A possibilidade de transferir de forma fidedigna os escritos e desenhos do próprio autor (exceto, lógico, no caso de traduções), além de fazê-lo em quantidade jamais antes vista, fez emergir uma outra forma de racionalidade. Enquanto a obra manuscrita, que precede à imprensa, foi, em sua maioria, construída à semelhança da cultura oral precedente (como narrativas, prosas e diálogos), a obra impressa *condiciona* a análise, o raciocínio sistemático cartesiano, que, com suas “divisões e enumerações, supõe a possibilidade de recortar não somente os objetos e os problemas, mas também o saber sobre estes objetos” (LÉVY, 1993, p. 97).

A ciência renascentista (e atual) também teve como condicionador a imprensa: o estudo

de mapas, de esquemas, de gráficos, de tabelas, de dicionários ([agora impressos e, por isso, mais fidedignos e claros que as cópias manuscritas]) encontra-se, a partir de então, no centro da atividade científica. Passamos da discussão verbal, tão característica dos hábitos intelectuais da Idade Média, à demonstração visual, mais que nunca em uso nos dias atuais em artigos científicos e na prática cotidiana dos laboratórios [...] (LÉVY, 1993, p. 99).

A **computação**, por sua vez, alguém poderá pensar, apenas potencializou o que livro já fazia com relação à faculdade mnemônica do cérebro; ou ainda, com simulações didáticas, pôde tornar visível o que está na mente do usuário-programador, como por exemplo, a plotagem de uma função de muitas variáveis; ela expandiria as possibilidades de comunicação, mas não potencializaria a cognição. Tal assertiva, porém é no mínimo ingênua.

A simulação computacional, como “comportamento fracamente emergente” de Bedau (2008), mostra-se como “um módulo externo e suplementar para a faculdade de imaginar”, isto é, ela amplia nossa “condição da escolha ou da decisão deliberada” (LÉVY, 1993, p. 124). Na perspectiva cognitivo-psicológica dos modelos mentais de Johnson-Laird, Lévy complementa: a simulação (e podemos aqui incluir a análise de Big Data) é “uma ferramenta de ajuda ao raciocínio muito mais potente [e neurologicamente adequada] que a velha lógica formal que se baseava no alfabeto” (LÉVY, 1993, p. 124).

Esta potência da simulação computacional, sempre, essencial e necessariamente perfectível, coloca o ser humano em uma cognição que irrompe às limitações de seu cérebro. Irrompe não indefinidamente, mas biologicamente. Enquanto que o que pode nosso cérebro raciocinar está limitado pelas faculdades possibilitadas por nossas redes neurais, limitação esta de natureza biológica, o conhecimento humano em si aí conhece o fraquejo de suas asas, como bem aponta Edgar Morin (2011, p. 21–22). Contudo, a simulação motoriza nosso voo um tanto além.

Uma simulação permite conceber comportamentos inconcebíveis pelo nosso cérebro. Existem, como já tratado na última seção, vários exemplos, em várias áreas, de como o Big Data permite, enquanto emergência fraca, construir tendências dedutíveis dos dados e modelos/algoritmos no computador inseridos, mas autônomos destes de tal forma que seriam inconcebíveis pelo nosso cérebro.

A computação, pelo Big Data, nos leva além do que nosso cérebro consegue imaginar. Ainda somos limitados, pois o computador não suspeita de quais dados coletar, correlacionar ou ainda sobre como tratá-los: esta ainda é uma “tarefa essencialmente biológica” (antropocerebral) e sujeita às limitações neurológicas deste organismo. “Um modelo pode ser satisfatório, um experimento pode parecer válido, mas, ao pesquisador buscar por significado, o processo de interpretação [falível] começou”⁵⁷ (BOYD; CRAWFORD, 2011, tradução nossa). Mas, ainda assim, aquela motorização da imaginação é considerável. Recentemente ocorreu uma situação que ilustra isso.

Apesar de não ser recente o uso de simulações para analisar efeitos não óbvios/claros, ao orientar a produção do filme *Interstellar*, o físico Kip Thorne vislumbrou, na simulação (configurada como Big Data) rodada pelo computador, novos insights que, em seu amplo estudo, ainda não havia tido (JAMES *et al.*, 2015). Isto é: sem Big Data, tais insights permaneceriam ocultos.

Assim, como tecnologia da inteligência que potencializa o voo cognitivo da imaginação, isto é, do poder de decisão para além dos limites biológicos, o Big Data se coloca como o ícone contemporâneo de uma tecnologia da inteligência – e que não apenas modifica a forma como pensamos (como já fizeram anteriormente a escrita e a imprensa).

⁵⁷ A model may be mathematically sound, an experiment may seem valid, but as soon as a researcher seeks to understand what it means, the process of interpretation has begun.

Sobretudo, ainda uma reflexão mais é trazida sobre a relação do Big Data com a humanidade: uma análise extra-epistêmica do Big Data, isto é, sobre seus produtos e relações destes com o homem coletivo/social, análise esta preludiada na próxima subseção com algumas conceituações pertinentes.

2.3.2.3. Interlúdio analítico: sobre dados e informação

Melanie Swan, em um recente artigo, afirma que as conotações de dado e informação tornaram-se tão próximas ultimamente que podem ser usadas como sinônimas⁵⁸ (2015). Para leigos ou qualquer um que ignore a distinção entre dado e informação, esta equidade de significados pode passar despercebida, mas implica em alterações ontológicas profundas. Esta equidade, segundo Rob Kitchin (2014b) é originada de um atual retorno epistemológico ao empirismo⁵⁹, retorno este guiado pela “era Big Data”.

Não temos como escopo aqui discorrer sobre se este retorno é ou não plausível: apenas aqui poremos algumas observações introdutórias a respeito de uma análise filosófica pertinente de Big Data no tocante à sociedade e ao Homem, pois estão mais intimamente ligadas ao Ensino, área em que a presente dissertação se insere. As observações introdutórias consistem em exposições críticas da literatura sobre esta “mudança” que o Big Data provoca na epistemologia, isto é, na natureza da construção do conhecimento. Começemos pela distinção entre dado e informação.

Segundo Russel Ackoff (1989), há uma sutil diferença entre dados e informação. Dados são signos que representam propriedades dos objetos, como medições; são produtos da observação e, portanto, dos sentidos – com ou sem a ampliação permitida pelas tecnologias e suas cargas teóricas subjacentes, como telescópios de infravermelho ou contadores Geiger. Informação, por sua vez, são os dados processados, interpretados, isto é, descrições sobre o significado dos dados e que, portanto, extrapolam os dados em si mesmos; a informação são os dados lidos pelas lentes – como diria Popper (1975, p. 303) – de um aporte cognitivo, como uma

⁵⁸ [...] the definitions have now become quite close and may be synonymous in use.

⁵⁹ Empirismo é, simplificadaamente, a corrente epistemológica que concebe ser o conhecimento originário, genuinamente, apenas pelo que os sentidos percebem, como medidas cruas de uma régua.

lei ou uma teoria, no caso de investigações científicas ou processamento algoritmo-computacional, ou uma ideologia qualquer em alguns casos do senso comum.

Para distinguir ambos mais precisamente, Ackoff (1989, tradução nossa) assevera: “informação trata-se de respostas a perguntas que comecem com pronomes tais como *quem, o que, onde, e quanto*”⁶⁰. Isto é, informação é um juízo cognitivo sobre algo que está sendo observado, e dado é aquilo que se está a observar; exemplificamos com as seguintes ilustrações cotidianas:

- *No caso do tamanho de uma peça de roupa, o seu tamanho é um dado, mas o ela ser grande demais ou pequena demais para certa pessoa já se trata de uma informação, inferida do tamanho da roupa e da pessoa;*
- *Em uma pesquisa de preço, os preços de um produto em cada loja serão dados, enquanto que o local onde de fato ele é mais barato trata-se de uma informação, inferida dos preços pesquisados.*

Delineadas as diferenças e a relação, retomemos: por que Swan assevera a atual indistinção conotativa destes dois tipos de fatos? Possivelmente, a fusão conotativa entre dado e informação proposta pela autora reside na nova corrente epistemológica que resgata o paradigma empirista: as possibilidades emergentes de dados nas “características astronômicas” do Big Data permitem conceber que “mais é necessariamente melhor”; mas isto seria uma confusão epistemológica grave (BOYD; CRAWFORD, 2011; KITCHIN, 2014b), derivada justamente da distinção acima de Akcoff quanto à “sujeira” imposta aos dados pela interpretação: informação se trata de “dados sujados pela leitura interpretativa”. Alguém que olha para uma informação não vê o dado tão somente, mas este aos olhos de outrem; não se trata, em essência, do dado e, portanto, dado e informação são ontologicamente distintos, apesar de intimamente relacionados.

Podemos retomar ainda o que tratamos em Popper e Bunge na primeira seção desta Fundamentação Teórica: interpretações estão à mercê de sistemas teoréticos; portanto, se há uma fusão denotativa entre “dado” e “informação”, tal fusão é inerente àquele “neoempirismo” que Kitchin (2014b) denuncia. Por que, então, a fusão?

⁶⁰ Information is [...] answers to questions that begin with such words as *who, what, where, when* and *how many*.

Uma possível resposta reside na dependência que temos do computador para tratar dados. Todavia, esta dependência não abrange a interpretação⁶¹ destes dados ou mesmo do que ele precisa armazenar; afinal, antes da ampliação do poder de decisão permitida pelo Big Data existe a tomada de decisão (não necessariamente ampliada previamente por ele) sobre que dados devem ser coletados. Assim, mesmo que os dados sejam “ricos” (em variedade, velocidade e tamanho), e possam abrilhantar as esperanças de que mais seja melhor, serão eles tão “pobres” quanto pobre for a capacidade da equipe lidando com Big Data.

Marieke Pots (2014, p. 24), por exemplo, aponta que este abrilhantamento/entusiasmo a respeito de Big Data é típico de muitas tecnologias a que a humanidade teve acesso – entusiasmo típico nosso na relação com as mesmas. Este entusiasmo, ela argumenta, presente em meios de comunicação tanto de massa quanto científicos, estão apoiados, no entanto, sobre conteúdos “discutíveis”, como (1) o Big Data poder conduzir a conhecimentos, insights e respostas sobre qualquer coisa, (2) o crescimento contemporâneo de dados digitais (a ele inerente) é revolucionário e de que (3) seus usos são objetivos e precisos⁶² (tradução nossa). Tais proposições são discutíveis, por exemplo, pela limitação que a emergência fraca dos resultados carrega pelo processamento de dados em visualização: como a revisão de Ekbja *et al.* (2015, traduções nossas) também acusa, há uma relação inversamente proporcional entre a estética dos gráficos e a qualidade informacional dos mesmos⁶³, sem mencionar a redefinição e amplificação de dilemas estatísticos clássicos como relevância, validade, generalidade e replicabilidade⁶⁴.

Salientados alguns pontos a respeito das limitações intrínsecas (e às vezes omitidas em alguns veículos midiáticos) do Big Data, passemos a focar em questões filosóficas externas a ciência, isto é, os impactos que Big Data, de um ponto de vista cognitivo, possui sobre a sociedade e o Homem.

⁶¹ Mesmo nos softwares de *machine learning*, lembre-se, “tem dedo” humano.

⁶² 1. Big Data will deliver knowledge, insights and answers about anything; 2. The contemporary growth of digital data is revolutionary; 3. Big Data utilisations are objective and accurate.

⁶³ Some have noted, however, that there is an inversely proportional relationship between the aesthetic and informational qualities of an information visualization (Gaviria, 2008; Lau & Vande Moere, 2007). As Galloway (2011) puts it, “the triumph of the aesthetic precipitates a decline in informatic perspicuity” (p. 98).

⁶⁴ Big Data research has not eliminated some of the major and longstanding dilemmas in the history of sciences and humanities; rather it has redefined and amplified them. Significant among these are the questions of relevance (what counts and what doesn’t), validity (how meaningful the findings are), generalizability (how far the findings reach), and replicability (can the results be reproduced?).

2.3.2.4.O Big Data e sua relação com a sociedade

Quais os impactos/consequências/influências que o Big Data, de uma perspectiva cognitiva especialmente, traz (ou pode trazer) à humanidade, em nível social e nível individual? Alguns deles, segundo Ekbia *et al.* (2015), são paradigmáticos, como a polarização do poder, a privacidade e as relações interpessoais. Mas como o Big Data age ou pode agir sobre estes fatores inerentemente humanos? A análise desta subseção busca levantar debates recentes pontuados por algumas revisões e análises acerca destes pontos e outros, para contribuir a uma reflexão que é inerente à docência, a reflexão social, tendo em vista esta dissertação ser uma obra da área de Ensino.

Como um destes impactos do Big Data, podemos identificar a nova possibilidade de detalhamento que este tipo de análise nos pode fornecer: a riqueza de dados de um único indivíduo não possui precedentes, tal qual o mapeamento do genoma para identificação de doenças. Segundo Swan (2015), isso muda profundamente a forma como as pessoas se veem como humanas, podendo-se questionar, com um aporte informacional mais rico, sobre a natureza do ser humano ou sobre como a biologia genética transmuta (ou não) o significado de “ser humano”. Podemos somar a isso o comportamento tendencioso acusável por análise de perfis em redes sociais: o Big Data permitiu a computadores responder a questões íntimas de certos indivíduos até melhor que pessoas próximas a eles (YOUYOU; KOSINSKI; STILLWELL, 2015).

Outra questão que se levanta é quanto à ideia de privacidade, a qual está em vias de transformação em virtude das novas formas de relacionamento entre prestadores de serviço, em geral, e seus clientes (EKBIA *et al.*, 2015): em troca de mais bem servi-los, customiza-se o atendimento aos mesmos com os dados fornecidos pelo cliente ao passo que se fortalecem, com tais dados, os algoritmos das empresas para mais bem atender (e conseqüentemente aumentar o lucro com o fortalecimento da fidelidade com) outros clientes (DUHIGG, 2012). Qual o custo benefício deste fornecimento de dados gratuito? Esta questão permanece ainda aberta e urgente, já que a identificação de pessoas pela leitura de dados “anônimos” já se mostrou possível (EKBIA *et al.*, 2015).

Quanto aos impactos sociais da tecnologia de Big Data, podemos fazer luz também à discussão da última subseção em que pusemos o Big Data como ícone

da tecnologia contemporânea da inteligência humana: o caráter preditivo de muitas análises de Big Data propicia decisões melhores, o que se evidencia em melhores atendimentos e economias consideráveis, seja no âmbito empresarial ou no científico. Aliado a este melhoramento, sobretudo, os discursos midiáticos revelam uma grande expectativa em torno do Big Data, o que **não** é, definitivamente, segundo análise de Pots (2014, p. 53), algo novo, e tem caráter metafórico.

A análise da autora nos revela que estas expectativas presentes nos discursos sobre novas tecnologias são antigas, remontando desde o advento da imprensa, do telescópio, do microscópio, da câmera fotográfica, da calculadora e do computador. Estes anseios, contudo, aparentam estar arraigados às metáforas presentes nestes discursos, tais como “nova era” e “revolução”. Justamente pelo caráter metafórico que o segue, o Big Data está carregado de significados às vezes caricaturais, e que conduz a visões distorcidas ao tomar-se a metáfora como a coisa em si. Exemplos disso são as já apresentadas expectativas que a autora identificou, a saber, ele poder conduzir a conhecimentos, insights e respostas sobre qualquer coisa, o crescimento contemporâneo de dados digitais (a ele inerente) ser revolucionário e de que seus usos são objetivos e precisos; há como que uma ideia de panaceia, pois, com seu adjetivo “Big”, ele possibilitaria, finalmente, o que falta para atingirmos as respostas das “grandes questões da vida” (POTS, 2014, p. 42).

Por fim, trazemos questões referentes às relações de poder inerentes ao Big Data. Uma delas, a polarização do poder econômico, tem se apresentado, segundo Ekbia *et al.* (2015), por uma correlação do advento da contribuição de usuários com seus dados às empresas e o aumento da pobreza⁶⁵: seriam os dados o “novo petróleo” e o Big Data uma nova “revolução industrial”? Apesar do possível desnivelamento socioeconômico nas relações de poder, e que possa aí haver interpretações sociais de dadas ideologias de que está em voga uma nova forma de automação, e com ela uma “desumanificação da sociedade” em prol do lucro (como ocorrera com a revolução industrial), os mesmos autores apontam em outra direção.

O *crowdsourcing*, fenômeno social virtual de várias pessoas contribuírem como fonte de conhecimento ou informação para resolução de problemas em geral através da internet, é um ícone, segundo Ekbia *et al.* (2015), de como a cooperação

⁶⁵ Whichever of the above views one considers as an explanation for the source of value of data, it is hard not to acknowledge a correlation between user participation and contribution and the simultaneous rise in wealth and poverty.

de internautas possibilita o que “os poucos” de uma empresa jamais conseguiriam, tendo em conta a complexidade de “novos problemas emergentes das novas soluções” que o Big Data traz. Em função disso, em vez de uma automação de processos, como ocorreu com algumas tecnologias do passado, os autores apontam para uma “heteromação” (*heteromation*, em tradução livre), isto é, um movimento crescente do papel da criatividade inerentemente humana nas resoluções de problemas computacionais que o Big Data traz.

Em função das pontuações aqui presentes, pode-se ter um vislumbre de algumas transformações a respeito do “ser humano” inerentes ao Big Data. Tais pontuações servem-nos para estarmos, dentro de nossas limitações cognitivas para com o futuro, alertas para que possam trazer as transformações que ainda estão por vir e possíveis são pelo Big Data. Como educadores, se faz necessário não apenas estar atento às mudanças, mas também à reflexão críticas das mesmas: foi para tal reflexão que a sinopse apresentada nesta seção intentou contribuir.

Conectada a estas transformações, a seguir é apresentada a ideia de *crowdledge*, como um conceito de Big Data *para* o ensino, isto, na perspectiva de apoiar a aprendizagem enquanto ação criativa.

2.3.3. Crowdledge: um novo conceito de Big Data

A ideia de *crowdledge*, construto cunhado por Renato P. dos Santos (DOS SANTOS; LEMES, 2014; DOS SANTOS, 2015), remete a um novo conceito que melhor explicita a essência de Big Data. À parte das conceituações produtiva e processual de Ekbia e colegas (2015), *crowdledge* é um conceito de Big Data melhor denotado sob as perspectivas cognitiva e social, isto é, está relacionado com o caráter cognitivo envolvido na análise/pensar-com-computação e com fatores sociais subjacentes a este pensar-com, especialmente com a Educação e precisamente no tocante ao Ensino de Ciências.

Para dos Santos (2015), *crowdledge* foi cunhado tendo o conhecimento construído com Big Data como sendo um “conhecimento” – *knowledge*, em inglês – construível de emergências fracas provenientes das informações espontaneamente deixadas por multidões – *crowds*, também em inglês. Exemplos destes tipos de informações são postagens em redes sociais, bem como pegadas digitais deixadas

na Internet. Assim, o autor explicita a distinção teórico-metodológica de duas “big things”: Big Data e Big Science.

Big Science refere-se à metodologia científica com uso de simulação e/ou uso de algoritmos computacionais, que, justamente por ser científica, necessariamente está atrelada a hipotetizações teoricamente carregadas⁶⁶ (WEINBERG, 1961 apud DOS SANTOS, 2015; SWAN, 2015; WOODCOCK, 2014). Isto é, a identificação de padrões e correlações é realizada por computadores – drasticamente diferente do tempo da luneta de Galileu, o computador passa a assumir a função dos próprios olhos do cientista –, mas, por ser teoricamente carregada, ainda é ciência, já que o computador é previamente programado ao que deve ele detectar precisamente.

Big Data, por sua vez, remete a insights que, apesar de serem propiciados também unicamente por análise computacional, os padrões não são carregados de teorização – inclusive, como nos lembra Pietsch (2014 apud SWAN, 2015), isso tem possibilitado com que resultados em Big Science sejam relativamente mais pobres que Big Data⁶⁷. Assim, o caráter do Big Data fundamental presente no construto e crowdledge é a análise de *emergências* fracas (e não teoricamente orientadas) oriundas de dados que são rastros populacionais *cotidiana* e *espontaneamente* deixados/emitidos (e não solicitados, como entrevistas psicológicas tradicionais, por exemplo).

É importante destacar, finalmente, a relação de crowdledge com IoT (Internet of Things, Internet das Coisas em inglês), recente fenômeno sociotecnológico referente à comunicação e produção de dados na WWW por/entre dispositivos (especialmente sensores, como GPS e marca-passos). Em geral, são dados caracterizados no tempo e no espaço e, quando dependem de usuários (como aplicativos de smartphones) os dados são fornecidos deliberada e espontaneamente pelos mesmos (DOS SANTOS, 2015; O’LEARY, 2013).

Segundo O’Leary (2013), a IoT é “uma geradora de Big Data”. Assim, no contexto/conceito de crowdledge, especialmente no que diz respeito ao caráter

⁶⁶ *Theory laden*, em inglês.

⁶⁷ However, there is a claim that theoretical assumptions persist and guide inquiry even if explicitly-specified hypotheses are not present. Further, that this can be detrimental to inquiry because these background assumptions and theories are not explicitly clarified, or shared by the group of investigators, while simultaneously researchers become more reliant on such assumptions. The result is that big data science may become overly theory-laden, and produce poor outcomes [18].

emergente e espontâneo com que os dados são produzidos, a IoT é justamente a viabilizadora do próprio fenômeno de crowdledge.

Assim Dos Santos (2015), baseado na tendência tecnológica e profissional vigente de que não há expectativas da busca por grandes quantidades de dados diminuir – e também, portanto, de que a demanda de cientistas de dados com habilidades em Big Data aumente – afirma que a ideia de crowdledge pode, e deve, ser disseminada como um construto não apenas no plano científico-tecnológico, mas especialmente no educacional, com o Ensino de Ciências ambientado em tecnologias de crowdledge. Como tal ideia está enraizada no Construcionismo de Papert, a detalharemos melhor após a apresentação do referido Construcionismo na próxima seção.

2.4. O CONSTRUCIONISMO PAPERTIANO

Nesta última seção de nossa fundamentação teórica, explanamos o aporte teórico basilar das ações didático-pedagógicas envolvidas nesta investigação: o Construcionismo de Seymour Papert (1985, 2000, 2008).

O Construcionismo de Papert é relevante ao ensino de ciências, dentre outros fins, para orientação acerca da aprendizagem intermediada pelo computador, este entendido como uma intermediação versátil, pois é multiforme para o desenvolvimento cognitivo do ser que aprende (por isso, não necessariamente sempre o computador será este intermediador).

Assim, nas subseções que seguem, são apresentados primeiramente conceitos fundamentais do referido Construcionismo; em seguida, princípios que emergem da obra de Papert sobre a ocorrência da aprendizagem; e, por fim, considerações sobre micromundos, construto do autor para designar ambientes que servem como intermediações potencializadoras da aprendizagem segundo os referidos princípios.

2.4.1. Construcionismo e o pensamento concreto

É imprescindível começar na demarcação do Construcionismo pela sua essência; mas esta essência, por sua vez, por estar manchada pelo senso comum

enuvia/turva o conceito que, segundo Papert (2008, p. 134), Piaget (com quem Papert estudou) tinha em mente com sua epistemologia. Esta essência comumente distorcida é o **pensamento concreto**.

A ideia de pensamento concreto não está atrelada à manipulação de “materiais concretos” para a atividade de pensar – e esta é a distorção do senso comum. O pensamento concreto está ligado, na realidade, à *construção de algo concreto* como forma de construir conhecimento. Esta ideia está atrelada à ideia geral de Piaget de que aprender significa, *in loco*, progressivamente internalizar ações. Como mesmo diz Papert, o ponto central de seu Construcionismo é que “tal [internalização] ocorre especialmente bem num contexto onde o aprendiz está conscientemente engajado na construção de uma entidade pública, seja ela um castelo de areia na praia ou uma teoria sobre o universo”⁶⁸ (PAPERT A.; HAREL, 1991); i.e., um produto mostrável, discutível, examinável, sondável e admirável (PAPERT, 2008, p. 137).

Relacionada a essência em questão, há outra que também é alvo de comum distorção, também originária do construtivismo piagetiano e que é central no Construcionismo de Papert: a distorção do pensamento concreto como “estágio cognitivo” em vez de “forma de pensar”. Como bem chama atenção Papert, Piaget já apontava para a lógica da criança como internamente coerente e não estritamente errada, devido, justamente, à sua característica intrínseca de representatividade (que mescla, por exemplo, espaço e número ao tratar da ideia de conservação). Segundo Papert, portanto, o pensamento concreto não é um estágio a ser superado, mas uma forma especial de pensar (PAPERT, 2008, p. 144, 147).

Para Papert, os princípios abstratos (não concretos) assumem o papel de intermediador (dentre outros existentes) para *intensificação* e *perpetuação* do pensamento concreto. Ou seja, enquanto grandes aprendizes que são as crianças, os adultos devem ser “infantilizados”⁶⁹ em sua forma de pensar (forma esta, por sua vez, moldada pela Escola tradicional) e não as crianças que devem ser “adultizadas” pelo pensamento abstrato: não se trata de evitá-lo, mas de não visá-lo em

⁶⁸ [...] this happens especially felicitously in a context where the learner is consciously engaged in constructing a public entity, whether it's a sand castle on the beach or a theory of the universe.

⁶⁹ Isto é, sem uma ruptura “crono-cognitiva” entre o concreto e o abstrato (forma infantil de pensar *versus* forma adulta de pensar), mas como uma forma de pensar anacrônica.

detrimento do pensamento concreto, como tradicionalmente sugerido pela pedagogia (PAPERT, 2008, p. 140,148).

Cabe salientar que com “pensamento concreto” Papert também não quer dizer pensamento metafórico ou “inabstrato”, como se pode pensar em função do bem sedimentado senso comum envolto na ideia de “concreto”. Isto (pensamento metafórico-analógico), inclusive, já fora denunciado por Bachelard (1996, p. 48) como danoso ao espírito científico. Papert alega, inclusive, que pensamento concreto é usado na ciência – a qual avança por pesquisas que são genuinamente aprendizagens hipotetizadoras e contextualmente problematizadas. Pensamento concreto remete à construção do socialmente mostrável, discutível, examinável, sondável e admirável (PAPERT, 2008, p. 137), como já bem discutido em Bunge e Popper como característica essencial da obra científica como tal (seções 2.1.2 e 2.1.1).

Por fim, cabe salientar também o papel da descoberta na aprendizagem, citando Piaget: cada ato de ensino priva a criança de uma oportunidade para a descoberta. Isto não se trata de um imperativo ao ensino, destaca Papert, mas “uma maneira paradoxal para manter o ensino sob controle. [Trata-se de] dar uma vara e ensinar a pescar [em vez de dar o peixe]” (PAPERT, 2008, p. 134–135). (E uma “vara” fértil para esta “pesca” seria o computador). Não se trata, contudo, de abertura “à desordem de disciplina”, como alguns podem pensar em função da necessidade de liberdade, mas de uma “tolerância exigente” no lugar de um aprisionamento curricular (PAPERT, 2008, p. 122). De outra forma, a ação didática (dentro e fora da sala de aula) reside em apoiar e incentivar para a excelência com respeito para com as peculiaridades do indivíduo.

Nas próximas subseções, serão discutidos os princípios de aprendizagem construcionistas que vemos como que emergentes da obra de Papert.

2.4.2. Princípios de aprendizagem

Em contraposição à Pedagogia, a arte de ensinar, Papert direciona seus esforços (e convida-nos a fazer o mesmo) na demarcação de uma “arte de aprender”. A tal Papert propõe batizar com o construto **matética**⁷⁰.

À semelhança da heurística de George Pólya (1995), enquanto “arte de resolver problemas”, a matética de Papert fala do conjunto de princípios básicos de ocorrência da aprendizagem. A ideia de matética é, assim, essencialmente estes princípios, enquanto definem as propriedades inerentes do processo de aprendizagem. Apesar de tais princípios não estarem listados nem nominados explicitamente na obra de Papert, são claramente nelas anunciados e discutidos. Os nomes são propostas nossas para situação e diferenciação dos aspectos presentes em cada um.

- *Princípio da singularidade humana: cada ser humano é único e esta singularidade é marcada por todos os aspectos de sua vida (psicológicos, motores, sensoriais e sociais).*

Esta ideia por trás da fala de Papert expõe a configuração de seu Construcionismo, enquanto construtivista, como precisamente sócio-construtivista, por tratar de meios externos com o qual se interage na aprendizagem. Papert, contudo, destaca-se de outros sócio-construtivistas por três fatores, segundo Ackermann (2001, tradução nossa):

(I) no papel que essas ajudas externas são destinadas para lidar nos níveis mais elevados de desenvolvimento de uma pessoa; (II) nos tipos de ajudas externas, ou meios de comunicação, estudadas (ele focou em mídias digitais e tecnologias computadorizadas); e o mais importante: (III) no tipo de iniciativa que leva o aluno na concepção de seus próprios ‘objetos para pensar com’⁷¹.

- *Princípio da singularidade matética: a forma como há contorno de obstáculos no processo de aprendizagens é única em cada ser humano.*

⁷⁰ Este significante tem raiz no radical grego *mathema*, intimamente relacionado à aprendizagem: “*manthanein* era o verbo ‘aprender’. Os matemáticos estavam tão convencidos de que a sua era a única aprendizagem verdadeira que se sentiram justificados em apropriar-se da palavra/ [...]” (PAPERT, 2008, p. 89).

⁷¹ 1. In the role such external aids are meant to play at higher levels of a person’s development, 2. In the types of external aids, or media, studied (Papert focuses on digital media and computer-based technologies) and more important, 3. In the type of initiative the learner takes in the design of her own “objects to think with”.

Como consequência da singularidade de cada ser humano, existe como que uma idiosincrasia no processo de aprendizagem, isto é, cada ser humano possui peculiaridades que devem ser levadas em conta ao agirmos como “facilitadores” da aprendizagem. Esta idiosincrasia está desenhada em função de seus medos, prazeres, história e, principalmente, no princípio a seguir.

- Princípio “psico-termodinâmico”⁷²: o aprendizado de um dado conhecimento é condicionado por conhecimentos prévios relevantes e evocativos para o indivíduo que aprende.

Papert ilustra isso de várias maneiras. Ele mesmo dá dois exemplos pessoais: sua experiência infantil de cognição com engrenagens (motores eram sua paixão) que serviu como modelo para álgebra (PAPERT, 1985, p. 11–12); ele também ilustra como seu analfabetismo botânico fora gradualmente superado pelo seu estudo pessoal aplicado de Etimologia (no qual possui muito interesse) sobre nomenclatura e taxonomia de plantas (PAPERT, 2008, p. 96–106). Além dele mesmo, ele aponta para o caso de uma garota poeta que, após conceber como criar em LOGO⁷³ decorações para suas poesias, conectou tal arte na expansão de seu entendimento sobre frações (PAPERT, 2008, p. 107–112).

Noutras palavras, este princípio disserta sobre a exploração da possibilidade de que dado(s) conhecimento(s) possa(m) ser usado(s) como meio para motivar e instrumentar o desbravamento de um novo conhecimento, de forma que a conexão entre os mesmos não seja, necessariamente, explícita – o autor seguidamente usa o termo “serendipidade⁷⁴”, salientando que tais conexões possam “escapar do controle consciente” (PAPERT, 2008, p. 105).

Assim, o “conexionismo” de Papert em questão reside na transposição de métodos entre conhecimentos com a finalidade de explorar vias em que o simples uso de dado conhecimento no contexto da aprendizagem de outro auxilie nesta

⁷² Com “termodinâmico” referimo-nos ao princípio físico da entropia que condiciona um sentido para a ocorrência de fenômenos térmicos: o calor passa sempre do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura. Esta referência é feita pelo próprio Papert: “Se eu tivesse que resumir isso em uma única metáfora, diria que ela é sobre como regiões mentais ‘frias’ [são] aquecidas pelo contato com regiões mais ‘quentes’” (PAPERT, 2008, p. 99). O autor também traz o termo “antologia”, mas entendemos que a metáfora “modela” melhor o princípio.

⁷³ LOGO é a linguagem de programação desenvolvida por Seymour Papert para, originalmente, desenvolver noções especialmente ligadas à geometria. A simplicidade da linguagem é característica viabilizadora a aprendizes sem experiência em programação, especialmente crianças. Para maiores informações, remetemos a (PAPERT, 1985).

⁷⁴ “No original, *serendipity* baseia-se no conto de fadas *Os três príncipes de Serendip* (antigo nome do Sri Lanka), cujos heróis faziam descobertas acidentais, mais por sagacidade, de coisas que estavam procurando” (PAPERT, 2008, p. 97, nota de rodapé).

aprendizagem. Trata-se de uma conexão cultural (concebendo um corpo epistêmico como toda uma cultura em si) na qual o uso de dado conhecimento (preferencialmente pelo qual o aprendiz possui algum apego) potencializa a aprendizagem do outro.

- *Princípio da enculturação pessoal: a aprendizagem, por ser um processo de envolvimento integral do indivíduo e por ser potencializada pela transposição-cultural entre diferentes saberes, é modelada como um processo de inserção em uma nova cultura.*

Este princípio apenas enfatiza o que fora discutido no princípio antecedente: a aprendizagem é tomada como que um processo de enculturação, em que há novas lógicas/linguagens a serem desenvolvidas e, para o serem, requerem a exploração e intensa interação com esta cultura, para que os novos significados subjacentes a ela possam ser pouco a pouco “traduzidos” para si e tomados como seus, com apropriação destes significados.

Apesar de não usar o termo “enculturação”, Papert ilustra isso com a ideia de Matelândia: um lugar onde se “fala(ria)” matemática, como na França se fala o francês. A aprendizagem não pode ocorrer dissociada da complexidade da vida, como dosagens ou terapia prescritas. O contexto não só dá sentido – ele é o ambiente, rico em uma macro (ou micro) cultura, do qual os insights emergem. Como o autor contrapõe, “nossa cultura aproxima-se bastante da caricatura de seus piores hábitos de alienação epistemológica” (PAPERT, 1985, p. 31–32, 64, 69), uma vez que a instituição tradicionalmente responsável por promover a aprendizagem se distancia, em suas ações, dos princípios aqui discutidos.

- *Princípio ambiente-contextual: a aprendizagem é mais bem figurada dentro de dadas atividades e contextos significantes⁷⁵ ao ser que aprende.*

Esse princípio está intimamente relacionado com o anterior. Uma pertinente exemplificação que Papert traz desse princípio é sobre a Matemática de Cozinha: o autor percebeu que a “racionalidade algébrica” utilizada por algumas pessoas para trabalhar com operações envolvendo frações não é o uso de algoritmos classicamente escolares. Não se tratam de “lógicas erradas” (como salientado anteriormente), mas intuídas de uma atividade contextualizada. Em vez de lutar

⁷⁵ A ideia da distinção entre “significante” e “significativo” é que, com a primeira (sufixo [-ante]), queremos denotar a relação pessoal e íntima de algo com dado indivíduo, enquanto que com a segunda queremos denotar o sentido semântico, isto é, de representatividade lógica de dado signo (como uma imagem ou uma palavra).

contra este conhecimento, Papert entende que a Escola deve questionar/investigar como se pode promovê-lo e ampliá-lo. Como exemplo, o autor nos traz a matemática subjacente à atividade culinária (“matemática de cozinha”):

O que faz a matemática de cozinha funcionar não foi que ela “pareceu relevante” porque “tratava de farinha de trigo”. Ela funcionou porque a ação matemática não foi separada do resto do trabalho de fazer um pão. Foi uma extensão das ações sintônicas, com sentimento de familiaridade, de manipular os instrumentos e ingredientes da cozinha. Poderíamos, de fato, tornar a matemática de cozinha parte da Escola se tornássemos a Escola parte da cozinha (PAPERT, 2008, p. 115–116).

- *Princípio da exteriorização: a aprendizagem é mais bem desenvolvida quando apoiada por construções/atividades públicas para ocorrência de interação social.*

Este princípio reside na essência do pensamento primado pelo Construcionismo papertiano: a aprendizagem, enquanto

construção que ocorre “na cabeça”, ocorre com frequência de modo especialmente prazeroso quando é apoiada por um tipo de construção mais pública, “no mundo”, [isto é, com o produto podendo] ser mostrado, discutido, examinado, sondado e admirado (PAPERT, 2008, p. 137).

A ideia da comunicação como fator essencial da aprendizagem reside também na quebra do tabu escolar do não entendimento, ou seja, “a prática de abrir-se, falando mais livremente sobre experiências de aprendizagem” (PAPERT, 2008, p. 99), com conforto social para dizer que errou, sem servir de chacota, mas antes, para servir de foco de debate para crescimento coletivo. Como coloca ainda Ackermann (2001, tradução nossa) Papert (juntamente com outros teóricos) nos lembra de que “aprender [...] é muito menos sobre adquirir informação ou submeter-se a ideias ou valores de outrem, mas proferir as próprias palavras ao mundo, ou encontrar nossa própria voz, intercambiando nossas ideias com outros”⁷⁶.

Outro ponto-exemplo relevante deste princípio é o modelo de sociedade da aprendizagem que o autor coloca sobre o brasileiro contexto da escola de samba (dos anos 70, época em que Papert visitou o Brasil). Ambiente este desapegado de um “currículo ditador e de seu representante legal, o professor”, a aprendizagem em

⁷⁶ They remind us that learning [...] is much less about acquiring information or submitting to other people’s ideas or values, than it is about putting one’s own words to the world, or finding one’s own voice, and exchanging our ideas with others.

uma escola de samba ocorre naturalmente, no anseio das pessoas que dela participam exibirem arte e história e, nesse anseio, interagirem umas com as outras, as mais novas com as mais experientes – e vice-versa. Aqui o autor desvela sua visão de uma sociedade sem escola (em sua forma tradicional), pois a estrutura escolar vigente é incoerente com uma sociedade em que o aprender seja natural/espontâneo (PAPERT, 1985, p. 211–215).

- *Princípio da bricolagem: a aprendizagem ocorre melhor com elementos próprios de improvisação e de negociação com a atividade em progresso, dando-se tempo para este aprender.*

Bricolagem, segundo o autor, é uma atividade que o aprendiz faz quando pensa sobre, demora-se em, brinca com, dá-se tempo (PAPERT, 2008, p. 91–92, 128, 186–187), isto é, possui liberdade e conforto em lidar com a atividade. É um princípio intimamente conectado com os de singularidade: completa-os em função da improvisação e negociação inerentes à própria vida.

A improvisação e a negociação residem no caráter minimalista que deve possuir o ensino: este deve ser mantido sob controle – o ensino deve, e não a aprendizagem, saliente-se! Para Papert (2008, p. 135), a melhor aprendizagem é aquela decorrente da descoberta – o papel do ensino reside no apoio moral, psicológico, material e intelectual aos esforços do aprendiz. Retomando a ideia anteriormente tratada: ensinar a pescar e não apenas dar o peixe. Para tanto, aquele apoio material em especial consiste em subsidiar a “aparelhagem de pesca adequada”, subsídio a que Papert traz-nos outro construto seu: micromundo. Na próxima subseção trataremos dele com atenção e sobre como o computador carrega importância especial como ferramenta para tal.

2.4.3. Micromundos

Para conceber o construto “micromundo” de Papert é interessante começarmos com um comparativo relacionado com o princípio recém-explanado de enculturação. Se para aprender a falar uma língua, como o alemão, por exemplo, a melhor estratégia é morar na Alemanha, para que, inserido no contexto cultural do

povo alemão, construa-se a lógica⁷⁷ por trás da sintaxe e gramática alemãs, podemos nos inquirir: qual a estratégia análoga para se aprender uma ciência, seja ela formal ou fática? Segundo Papert (1985, 2008), como não existe de fato uma Matelândia para a matemática, nem nada semelhante para ciência alguma, o **ambiente** apropriado que permita o desenvolvimento do raciocínio de determinada ciência é o que o autor chama de **micromundo**.

Um micromundo é um recurso matético que permite uma pessoa brincar conforme sua individualidade. Tal como a Alemanha é para quem quer aprender alemão, com as várias possibilidades de interação que um país inteiro pode oferecer, podendo a pessoa, nesta sua individualidade, escolher quais interações desejará tomar, um micromundo trata-se de um espaço (físico ou digital) onde uma pessoa pode, a partir do conhecimento e paixões que carregue, desenvolver uma forma de raciocínio em especial: aquela para a qual determinado micromundo foi desenvolvido.

Neste sentido, um ambiente adequado para a matemática não se trata de uma “sala de recursos” tradicional onde existam objetos escolhidos por um tutor que gerirá a aprendizagem através de um ensino no qual as ações do educando são rigorosamente programadas por aquele tutor; antes, se trata de um ambiente com características e funções fundamentais à promoção da matemática. De Papert (1985, p. 148–164) podemos extrair as seguintes características de micromundos:

- *Suas regras, isto é, seu funcionamento ocorre de acordo com as lógicas do conhecimento do qual se objetiva a apropriação (sejam axiomas e teoremas da Geometria Euclidiana, ou leis e princípios da Mecânica Newtoniana);*
- *Consiste em um sistema interativo e fomentador da aprendizagem, com versatilidade tal que o aprendiz possa construir objetos matéticos, isto é, discutíveis, compartilháveis, mostráveis e conforme sua própria singularidade;*
- *É desenvolvido de tal maneira, em termos de complexidade e linguagem, que permita ao aprendiz intuir ou construir as lógicas científicas propostas.*

Perceba-se, portanto, que micromundos não são salas didáticas, com recursos limitados ao tutor, mas um ambiente que deixe o aprendiz à vontade para fazer suas próprias conexões com a lógica deste ambiente no qual está inserido –

⁷⁷ seguindo a lógica de Vygotsky (REF) e Ausubel (MOREIRA, 2000; PRAIA, 2000), concebendo a língua como estruturação do pensamento.

lógica, saliente-se, cujo desenvolvimento é justamente o objetivo pedagógico para com aquele aprendiz (objetivo dele a ele mesmo e/ou da escola para com ele).

Apesar de Papert não restringir micromundos aos computadores, ele concebe tais máquinas como ferramentas pedagógicas⁷⁸ fundamentais à matemática por viabilizar a versatilidade característica de micromundos; de fato, poucos são os recursos não-computacionais que possibilitam o desenvolvimento de um ambiente com aquelas características basilares. Além do mais, os micromundos computacionais, principalmente os que envolvem alguma programação, permitem ainda uma quarta característica que torna a viabilidade em questão facilitada: a possibilidade de *conceptual debugging*.

“*Conceptual debugging*” é uma expressão de difícil tradução ao português. Começamos pelo termo “*Bug*”: ele é definido como um erro no algoritmo de um programa. Digamos que, ao longo da programação de um software de edição de texto, a linguagem da ação de destacar em negrito seja “[/b]”. Caso seja escrito algo sem este comando (ou com a ordem escrita de forma falha), o negrito não aparecerá em dado momento. *Debug*, por sua vez, trata-se do processo de, depois de identificado o erro/*bug* (verificável na execução do programa), ir atrás de sua correção.

Conceptual debugging trata-se, portanto, de uma “depuração conceitual”: ocorre com a observação de incoerências (ou erros/*bug*) percebidas entre a consequência ocorrida de uma ação qualquer e a consequência esperada pelo indivíduo autor da ação (EDWARDS, 1998). Ele depura seu entendimento à medida que identifica seus erros e torna esse seu entendimento mais coerente.

Por exemplo, no caso de micromundos que envolvam programação, quando um aluno percebe autonomamente, no objeto que está a construir, que sua ação (comando de programação) teve como consequência não o que pensava/planejava, mas um efeito diferente, ele se vê na necessidade de explorar a origem da incoerência, ou *bug*, percebida/o. Nesta exploração sobre a dita incoerência, que reflete a própria incoerência lógica e psicológica do aprendiz, é o meio pelo qual Papert entende que a “reflexão sobre a ação”, que configura a aprendizagem

⁷⁸ Isto é, oferecidas intencionalmente por alguém que não o aprendiz, para enriquecer sua construção de aprendizagem. Salienta-se isso, pois Papert vê a Pedagogia em oposição à Matemática, como já discutiremos.

piagetiana, é poderosamente fortalecida pelo computador em especial, exploração esta que é o próprio *conceptual debugging*, ou aprendizagem com o erro.

Assim, tentando traduzir, *conceptual debugging* se trata da aprendizagem de um conceito (ideia/significado) na qual o indivíduo se engaja na busca/empenho (processo, portanto) de entender o bug/erro, a fim de poder eliminá-lo (*debugging*). É interessante, diga-se de passagem, como a Escola Tradicional assume como princípio justamente o contrário: decorar para evitar o erro. No Construcionismo, o erro é um momento de aprendizagem; no ensino tradicional, um momento a ser evitado. Sobre esta incoerência Construcionismo-escola, ver (PAPERT, 2000).

Além das caracterizações oriundas de Papert, com um olhar especial sobre seus princípios da matemática, há duas formas de visões, complementares entre si, trazidas por Edwards (1998). Com relevância especialmente didática (de planejamento de aula), elas tanto englobam as caracterizações papertianas quanto ampliam caracteres dos micromundos computacionais. Elas são as visões estrutural e funcional dos micromundos computacionais.

A primeira visão, a estrutural, se trata da forma como os micromundos podem ser enxergados pelo seu projetista e, portanto, configura o micromundo em seus elementos essenciais para servir à promoção do aprendizado. A segunda, por sua vez, se trata do ponto de vista do que se espera que o aprendiz possa fazer quando interage com o micromundo. O Quadro 9 relaciona a configuração de acordo com ambos os pontos de vista:

Quadro 9 – Caracterização de micromundos computacionais segundo as visões estrutural e funcional

Elementos da Visão Estrutural	Expectativas da Visão Funcional
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Um conjunto de objetos e operações computacionais criados para refletir a estrutura lógica inerente do conteúdo almejado com a atividade didática.</i> • <i>A conexão de pelo menos duas formas de representação subjacente ao conhecimento/conteúdo a ser desenvolvido pelo aluno, como linguagem escrita e elementos gráficos (como figuras ou curvas funcionais).</i> • <i>Possibilidade de combinação de objetos e operações que possibilitem a elaboração dos mesmos em níveis mais complexos.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Que haja manipulação dos objetos e execução de operações instanciadas no micromundo, com o propósito de que se descubram/induzam suas propriedades através da experiência nele, além de construir o entendimento da lógica do conteúdo/conhecimento como um todo, com encorajamento de experimentação, hipotetização, testagem e exploração aberta.</i> • <i>Que haja interpretação das próprias manipulações ao passo que corrija as incoerências (bugs) de seu entendimento do conteúdo inerente nas</i>

<ul style="list-style-type: none"> • <i>Um conjunto de atividades, curricularmente concisas e coerentes, que desafiem o aprendiz a usar dos objetos e operações para atingir um objetivo, para resolver um problema, etc.</i> 	<p><i>regras do micromundo.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Que haja uso dos objetos e operações no micromundo para criação de novas entidades ou para resolver problemas específicos e/ou desafios.</i>
--	---

Fonte: elaborado pelo autor com base em (EDWARDS, 1998).

Pode-se perceber claramente que a configuração funcional, apesar de ter sido tecida pelo autor como referente aos micromundos computacionais, permite estender a ideia de micromundos a objetos ou ferramentas não computacionais, alguns até bastante ordinários, como calculadoras, blocos e nós, exemplifica-nos Edwards (1998). Esta extensão fica mais clara na sua definição de micromundo como incorporadores/concretizações (*embodiments*), ou ainda representações, de ideias/conceitos/significados científicos. Esclareçamos.

Os signos, em geral (não apenas da ciência), carregam significados; conforme revisão de Edwards (1998), signos fazem parte de dada cultura e são assumidos por ela pelos relacionamentos entre indivíduos da mesma, ao longo do tempo, à medida que julgam tais signos apropriados para representar/assumir o respectivo significado a eles atribuído. É com este sentido que micromundos são incorporações de ideias, enquanto sistemas carregados de significados⁷⁹ que são.

Apresentadas algumas caracterizações e configurações dos micromundos, bem como dos princípios de ocorrência de aprendizagem a que ele deve se sujeitar, cabe delinear um micromundo para bricolagem da investigação científica, tendo em vista esta dissertação tratar de indícios de literacia científica identificáveis. Tal será feito no próximo capítulo, onde o detalhamos e embasamos em função de toda a fundamentação teórica aqui desenvolvida.

2.4.4. Crowledge: o Big Data para o Ensino de Ciências

Como já adiantamos anteriormente, há um conceito de Big Data em Dos Santos (2015) que explicita, no contexto do Construcionismo de Papert, a análise de

⁷⁹ Cabe pontuar (de passagem, pois foge do escopo desta dissertação tratar disso), que se os próprios significados científicos são artificialidades da realidade, ou “mundos” desenvolvidos para tornar nossa relação com o Universo inteligível (BUNGE, 1998, p. 11), ou ainda um empreendimento humano transcultural que configura uma representação da realidade, vem que micromundos, enquanto representações de ideias científicas, atingem o nível de “representação da representação”. Assim, cabe também questionar: quais as implicações epistemológicas de tal “nível de modelagem/representatividade”?

Big Data como um poderoso ambiente no Ensino de Ciências. Este poder matético, próprio de micromundos, pode ser viável no Ensino de Ciências, especialmente no âmbito de escolas públicas, por softwares gratuitos de crowdledge – o mais versátil para não versados em informática, o Google Trends, é apresentado no próximo capítulo.

Dos Santos entende que, sendo o crowdledge o que é – uma investigação na qual o ser humano dá sentido a fenômenos que apenas através de computadores se podem observar –, suas tecnologias podem funcionar como um frutífero ambiente matético especialmente ao método científico contemporâneo, isto é, método científico de Big Science. Mas se Big Science não é Crowdledge/Big Data, como a conexão é possível? A resposta está nos *insights* e nos movimentos investigativos subjacentes à análise crowdledge, movimentos estes intimamente relacionados com a investigação científica. Exemplifiquemos.

Existem softwares que lidam com dados e algoritmos na linha dos usados em crowdledge. Um deles, o Google Trends⁸⁰, por exemplo, o faz com geração de gráficos com base no volume de buscas do Google Search por termos solicitados no software. Ao indivíduo que observe o comportamento do interesse temporal por dada busca em relação a outras, ou ainda este comportamento por si, várias ideias, curiosidades ou inquietações podem surgir e se tornar em questões investigativas – mesmo informalmente.

Digamos que se busque no Google Trends por um termo referente a um assunto ou tópico que se goste muito (estilo de música, esporte, culinária, etc.). Ao identificar o comportamento do volume do interesse que outras pessoas exibiram por este mesmo assunto/tópico ao longo do tempo, ou até em dada região (país, Estado ou ainda cidade) poderá se perceber padrões ou comportamentos instigantes que despertem o interesse do indivíduo pela busca da causa deste comportamento (em notícias, artigos ou ainda outros gráficos do Google Trends). Este movimento de busca por uma causação, motivado por um gosto pessoal do início ao fim, mas veiculado pela tecnologia – inclusive, possível *somente* com a tecnologia – é um exemplo, dentre muitos outros⁸¹, de como o crowdledge pode servir como uma

⁸¹ Na apresentação dos resultados traremos vários exemplos oriundos dos próprios alunos. Como Papert, tivemos a oportunidade de vislumbrar possibilidades não previstas de uso do Google Trends como ambiente matético!

vivência prototípica da investigação científica. Isto é, ao aliar sua individualidade e interesses à ferramenta computacional de crowdledge, as pessoas podem se deixar imergir em um ambiente matético do método científico.

Como esta dissertação, porém, trata de uma investigação aliada a ações didáticas curricularmente ligadas às vivências de uma escola, um currículo subjacente se faz necessário – descaracterizando-o, segundo entende Papert, como um ambiente genuinamente matético (PAPERT, 1985, p. 211–215). No próximo capítulo é apresentado com detalhes o software que subjaz nosso ambiente de aprendizagem, o Google Trends.

3. GOOGLE TRENDS: UM SOFTWARE ÚTIL À APRENDIZAGEM DO MÉTODO CIENTÍFICO

Neste capítulo iremos descrever nosso ambiente de aprendizagem para o método científico, o software *Google Trends* (e o *Google Correlate*, vinculado a ele). Após apresentar o programa e sua história na primeira seção, iremos abordar sobre como ele pode ser um ambiente de aprendizagem para a prática científica, primeiramente apresentando como por nós ele foi pensado inspiradamente no Construcionismo de Papert e também, em segundo lugar, dentro de um contexto curricular para desenvolvimento da literacia científica.

3.1. GOOGLE TRENDS: UM SOFTWARE UTILITÁRIO DE BIG DATA

O Google Trends⁸² (GT) é um software online e gratuito desenvolvido pela Google Inc. que permite ao seu usuário – independentemente do mesmo possuir uma conta Google – ter acesso ao volume de buscas (na forma de gráficos) por determinados termos que, dentro de dado período, foram solicitados no Google Search⁸³, o motor de buscas da Google Inc. Além disto, é possível com base neles ter acesso a uma previsão do referido interesse. Posto doutra forma, pelo GT é possível ter um indício do interesse por determinada palavra, frase, pergunta, etc. que fora posto como busca no Google, seja ela qual for, desde o período que a empresa registra estes dados. Além deste indício, é possível também ter acesso a algumas previsões (tendências, ou *trends*, em inglês, daí o nome do software) construídas segundo o algoritmo da empresa.

O primeiro e mais conhecido uso do algoritmo do GT, uso que deu origem à ferramenta online, foi a previsão de surtos de gripes, através do crescimento no interesse por buscas por termos-chave que estão correlatos à gripe, como sintomas da mesma e remédios para ela (GINSBERG *et al.*, 2009). Além de gripe, Mohebbi *et al.* (2011) também listam como utilidades do GT dentro do contexto de saúde pública as estimativas acerca de diarreia aguda e infecção por salmonela, além de utilidades

⁸² <https://www.google.com/trends/>

⁸³ <https://www.google.com/>

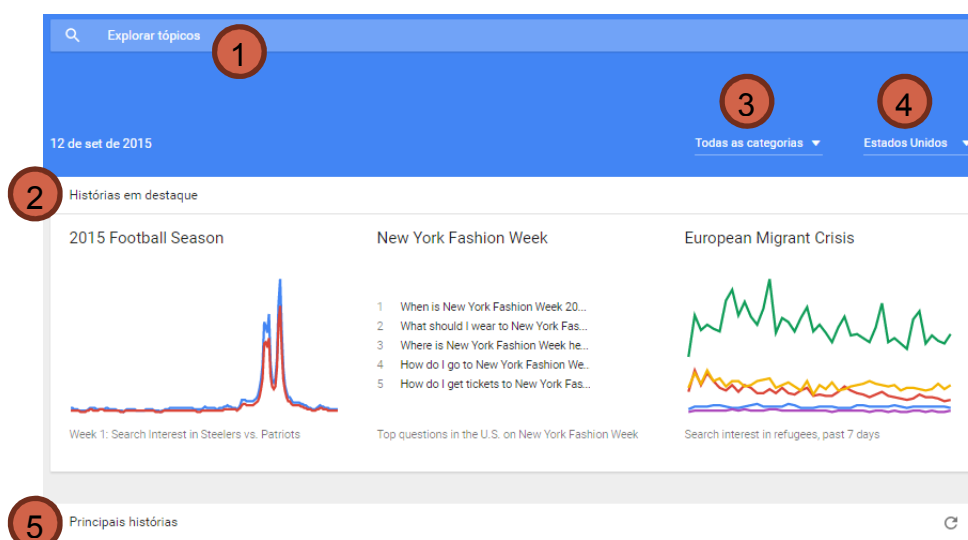
no contexto socioeconômico, como indícios iniciais de desemprego. Mohebbi e seus colegas chamam atenção para o fato de que as análises estatísticas governamentais, necessariamente amostrais e periódicas, possuem desvantagens de riqueza e *delay* que podem ser minimizadas pelo uso de programas como o GT, que possuem abrangência de magnitude populacional (de usuários da Google, estritamente, mas que é incomparavelmente maior que análises governamentais) e com atualidade de dados quase instantânea.

Atualmente, o GT possui uma série de funções em sua interface de interação, algumas não explícitas nela, contudo, como o Google Correlate, cuja interface está aparte. A seguir, apresentaremos estas interfaces para, em seguida, detalhar sobre como esta ferramenta computacional em Big Data funciona.

3.1.1. A interface do GT

Na Figura 3, segue uma imagem da interface inicial, assim que o GT é acessado:

Figura 3 – Interface inicial do GT

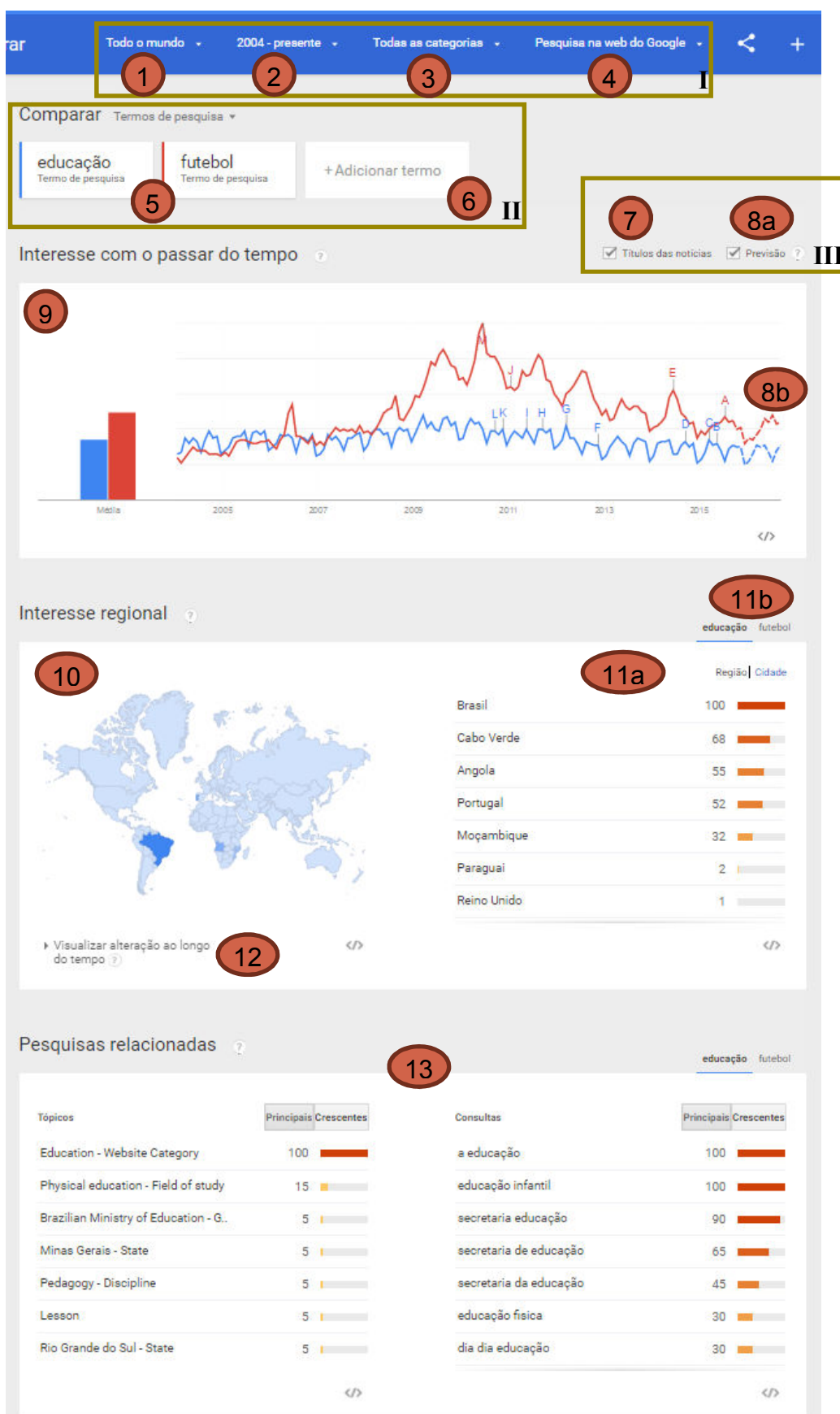


Fonte dos dados: Google Trends (www.google.com/trends).

Em [1], o usuário pode inserir o termo (ou frases ou perguntas) de que deseje acessar os gráficos de interesse. Em [2], pode vislumbrar um pouco do que está em alta (i.e., grande número de interesse nos últimos dias ou horas) em pesquisas no país selecionado em [4], segundo a categoria elencada em [3]. Por fim, em [5], é possível acompanhar a história de eventos recentes ao longo dos últimos dias,

meses, etc. Sobretudo, o que nos interessa, por estruturar nosso ambiente, é a interface referente à exploração de tópicos, acessível em [1]. Na Figura 4 trazemos uma ilustração da referida interface; para facilitar as identificações feitas na mesma, agrupamos algumas delas em caixas.

Figura 4 – Interface de consulta por tópicos no GT



Fonte dos dados: Google Trends (www.google.com/trends).

Na caixa [I], temos o painel de filtragem: nele é possível restringir o banco de dados. Em [1], filtra-se regionalmente (país, estado, cidade); em [2], faz-se o temporalmente (desde no mínimo 2004)⁸⁴; em [3], pode-se restringir a determinadas categorias, o que pode tornar os gráficos por interesses mais precisos, amenizando dubiedades, como diferentes significados que um mesmo tópico genérico pode assumir; em [4], é possível restringir a fonte de onde os gráficos são gerados, isto é, os tipos de sites onde o tópico é buscado, como por apenas imagens ou apenas notícias. Como se pode ver, no exemplo dado, está-se a buscar em todo o mundo, desde 2004 até o presente, para qualquer categoria nas pesquisas realizadas no *Google Search*.

Na caixa [II], temos a seção de tópicos em exploração: em [5], destacam-se os tópicos de que se está a explorar o interesse – no exemplo da Figura 4, temos “educação” e “futebol”, isto é, está-se a explorar qual o interesse por estes termos segundo as restrições/filtragens selecionadas na caixa [I]; podem-se adicionar mais termos, em [6], para que sejam comparados em [9], [10] e [11], como mais à frente discutiremos.

A seguir, na caixa [III], temos alguns detalhes interessantes que se revelam em [9], no primeiro e principal gráfico: o de “Interesse com o passar do tempo”. Na referida caixa, vemos opções que podem ser selecionadas para que, no dito gráfico, sejam identificadas notícias [7] (as letras maiúsculas em [9]) que possam ter interferido nos picos de interesse anunciados em [9], bem como a possibilidade de verificar uma breve previsão do interesse temporal pelos tópicos em análise, seleção essa acionável em [8a] e visível no gráfico nas curvas pontilhadas em [8b]. Apresentaremos agora os três gráficos disponíveis no GT.

Em primeiro lugar, no gráfico já comentado ([9]) temos a relação que apresenta a função temporal do que nos referiremos aqui como **interesse temporal relativo** (ITR): com tal expressão queremos nos referir que no eixo vertical não está plotado o interesse absoluto (número total de buscas por dado tópico), mas a relação/divisão entre a quantidade total de buscas por este tópico e a quantidade total de buscas de todos os tópicos pesquisados no Google (GOOGLE INC., 2015). Esta definição é simplista, tendo em vista a carga estatística envolvida no cálculo, mas dá conta de um primeiro entendimento conceitual do gráfico. Portanto, uma

⁸⁴ Na próxima seção são discutidos detalhes sobre limitações e especificações da linha temporal.

queda na curva não representa necessariamente uma queda na quantidade total de interesse necessariamente: quedas na curva deste gráfico significam que o interesse deste tópico, em relação a todos os demais possíveis⁸⁵, é que caiu, podendo a quantidade absoluta de interesse ao longo do tempo ter, inclusive, se mantido inalterada – ou ainda crescente. À esquerda do gráfico principal de interesse relativo [9] ainda há outro que relaciona as densidades médias dos termos em análise no período selecionado.

Em segundo lugar temos os gráficos de **Interesse Regional Relativo (IRR)** em [10], consistindo o mesmo de um mapa-múndi interativo. Ali, a intensidade da coloração mostra o ITR médio em cada região – na figura em discussão, temos países, mas é possível clicar sobre os mapas dos países para haver estratificações inclusive por estado ou regiões ou cidades do país selecionado com o clique. Em [11a], vemos um comparativo dos ITRs médios de cada país/estado/cidade, calculados pela razão de dada busca em pesquisa pelo total de buscas, tanto geográfica quanto temporalmente⁸⁶ (GOOGLE INC., 2015, tradução nossa). Em [11b], podemos intercalar entre os termos para que os gráficos regionais possam ser plotados a cada um deles. Por fim, em [12], temos uma pequena simulação que registra um gráfico dinâmico espaço-temporal⁸⁷.

Em terceiro e último lugar, em [13], temos uma lista de “Pesquisas relacionadas”, isto é, termos de busca “cujas pesquisas correlacionam às restrições que são procuradas com mais frequência para esses tópicos”, que funcionam como o Google Correlate (discutido a seguir).

Aliado ao GT, existe ainda outro recurso da Google de grande relevância e que se insere dentro do nosso ambiente como outra ferramenta de bricolagem: o Google Correlate (GC)⁸⁸. Na Figura 5, segue a interface do GC:

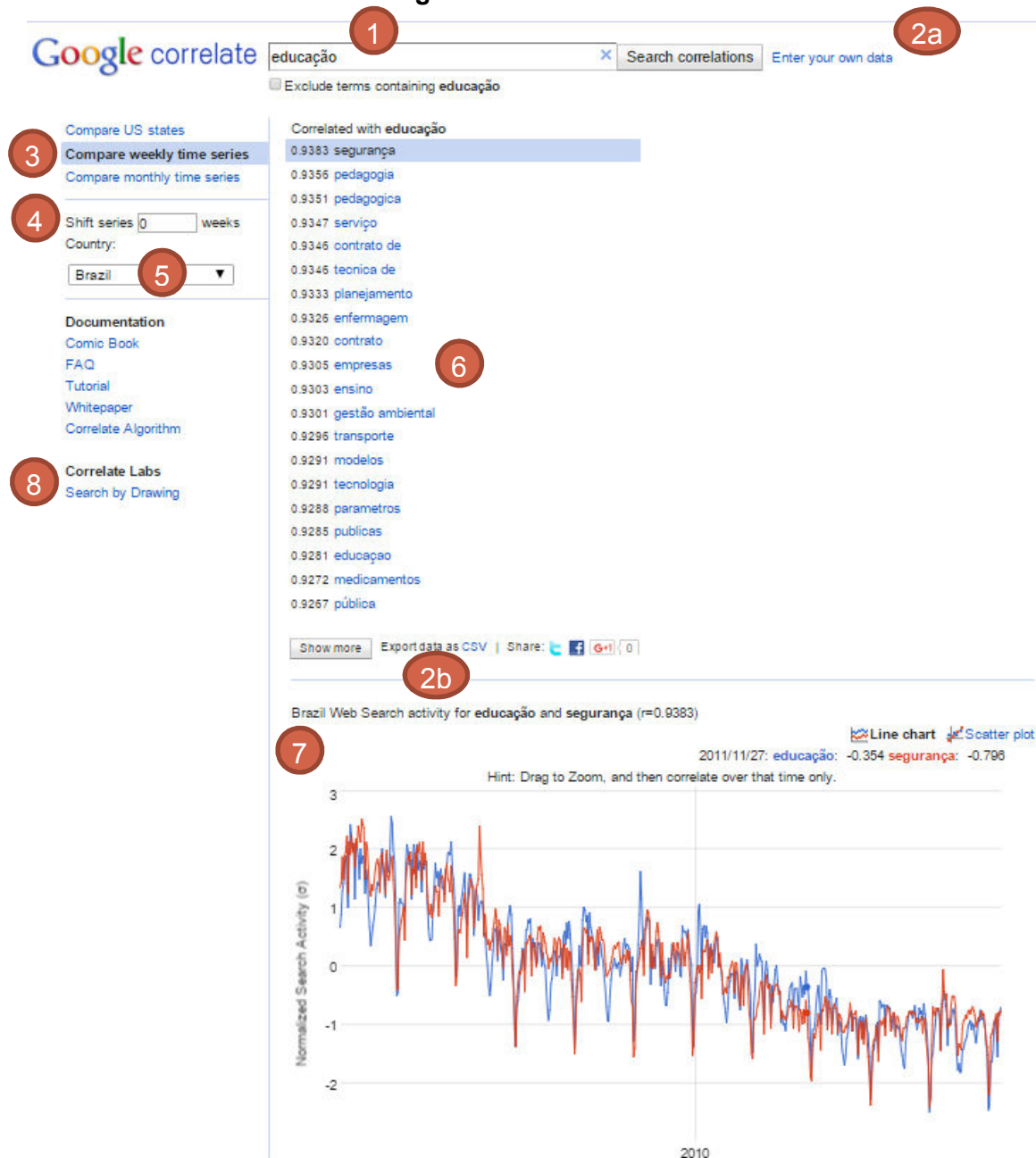
⁸⁵ É possível fazer uma comparação em especial com o ITR de dada categoria selecionando-a em [3] e, após, marcando a opção que aparecerá à esquerda de [7], “Comparar com a categoria”.

⁸⁶ [...] each data point is divided by the total searches of the geography and time range it represents, to compare relative popularity.

⁸⁷ Dinamismo que, obviamente, não é possível de se mostrar adequadamente na estaticidade desta dissertação, no que convidamos o leitor a interagir (“bricolar”, como diria Papert) com este recurso para melhor compreendê-lo; salientamos, contudo, que não é um recurso-chave do micromundo deste estudo.

⁸⁸ <http://www.google.com/trends/correlate>. Atualmente está disponível apenas em língua inglesa.

Figura 5 – Interface do GC



Fonte: Data Source: Google Correlate (www.google.com/trends/correlate).

O GC é uma ferramenta que apresenta buscas correlatas com um dado termo, isto é, ele apresenta uma lista de termos cujo gráfico de ITR se assemelha com o gráfico de ITR de um dado termo nele inserido em [1] (MOHEBBI *et al.*, 2011)⁸⁹.

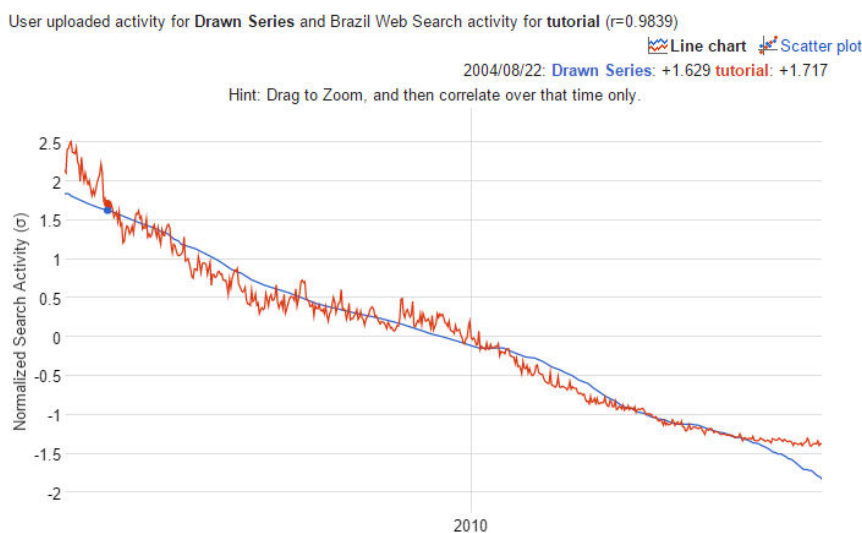
⁸⁹ É possível também inserir dados com um arquivo no formato CSV, em [2a] (*Enter your own data*), recurso não explorado nesta dissertação, pois sua manipulação exige conhecimentos moderados de informática, indisponíveis aos alunos focos deste estudo. É possível também exportar as correlações geradas pelo GC em [2b] (*Export data as CSV*).

À esquerda temos três filtros: em [3] temos o que ajusta a precisão do gráfico [7] em semanal (*weekly*) ou mensal (*monthly*)⁹⁰; em [4], pode-se solicitar a correlação com o gráfico [7] de ITR do termo solicitado, mas com seu design deslocado em X semanas (ou meses); em [5], seleciona-se o país de interesse.

Em [6], é apresentada a lista dos termos de maior correlação com o termo em análise (isto é, inserido pelo usuário em [1] ou [2a]⁹¹), que pode ser expandida (finitamente) em “*Show more*” (traduzindo, “mostre mais”). As curvas de ITR normalizadas são geradas no gráfico visto em [7].

É possível também, em vez de inserir algum dado ou termo para buscar correlações, esboçar, com o mouse a mão livre, um formato de gráfico em [8] – na Figura 6, é mostrado um exemplo (em azul, *Drawn Series*, está o esboço traçado), para o qual o termo que melhor correlacionou com o traçado foi ‘tutorial’. Observe-se na Figura como o design da curva traçada (azul) é meramente aproximado da curva gerada pelo software (vermelho), com picos sazonais característicos apenas dessa última, sem a suavidade da traçada.

Figura 6 – Busca de correlação por desenho livre.



Fonte dos dados: Google Correlate (www.google.com/trends/correlate).

Tendo apresentadas as interfaces do programa, discorreremos na próxima subseção sobre considerações e definições estatísticas bem como inerentes

⁹⁰ Existe também um comparativo de estado-a-estado, mas apenas para os Estados Unidos (em “*Compare US states*”); também não foi explorado tal recurso nesta dissertação.

⁹¹ Durante a escrita desta dissertação, o recurso de carregar uma planilha de dados temporais esteve desabilitado.

limitações do GT e do GC, para que o docente possa estar mais bem esclarecido sobre os conceitos e funcionalidades destes softwares.

3.1.2. GT e GC: uma apresentação mais precisa

Além das apresentações introdutórias feitas na subseção anterior, com o fim de situar o leitor e lhe dar uma ideia inicial dos softwares GT e GC, cabem ainda alguns esclarecimentos que delineiem com maior precisão alguns conceitos estatísticos presentes nos softwares para dar ao leitor um melhor entendimento dos gráficos neles presentes, gráficos estes que são os elementos essenciais com os quais os alunos interagirão e, neste interagir, esperamos, desenvolvam suas literacias. Não discorreremos, contudo, acerca dos algoritmos, pois tal seria sair da alçada desta dissertação; recomendamos os interessados a (VANDERKAM *et al.*, 2013).

3.1.2.1. O gráfico do ITR

A primeira questão que aqui julgamos pertinente tratar é sobre a natureza das variáveis presentes nos gráficos de ITR. Estes gráficos são tridimensionais, cujas dimensões são, a saber:

- (I) As cores das linhas: que identificam os diferentes termos em análise (isto é, as palavras, perguntas ou frases cujo interesse dos usuários do Google se está estudando);
- (II) O tempo cronológico: sobre o eixo horizontal. É cortado pelo eixo vertical na data de Janeiro de 2004, indicado mês-a-mês. O domínio dos gráficos está, portanto, nos naturais (com as curvas apenas preenchendo e salientando quedas e subidas entre os pontos isolados), desde o mês referido até o mês presente da consulta, ampliável até um ano no futuro (previsões tendenciais).
- (III) O índice de interesse: sobre o eixo vertical. Consiste na relação de todas as buscas realizadas em dado mês àquele termo e todas as buscas realizadas em dado mês em geral. Sobretudo, a “pontuação” no gráfico se dá segundo os valores relativos ao maior índice plotado no gráfico, i.e., o maior índice é “pontuado” como 100, sendo os demais pontuados segundo ele (pontuação denominada normalização).

Começaremos nossas considerações com relação ao eixo temporal.

Em primeiro lugar, é relevante chamar atenção sobre que há um crescimento na acessibilidade à Internet, em geral, especialmente em virtude da popularização e aquisição de tecnologias portáteis, como *smartphones*. Portanto, o eixo do tempo não se trata apenas de uma linha do tempo “pura”, já que carrega consigo, inerentemente, uma dimensão também de acessibilidade à internet, como se pode constatar no levantamento estatístico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013 – ver tabelas 1.11.3, 1.12.3 e 1.13.3)⁹², para o caso do Brasil, em especial⁹³, por exemplo.

Quanto às considerações do eixo vertical, a primeira relevante é quanto a precisa grandeza estatística plotada no gráfico – a que nos referimos como ITR. As demais considerações derivam desta precisão.

Com “interesse temporal relativo” quisemos nos referir, introdutoriamente, à natureza estatística da grandeza sobre o eixo vertical que é o “índice/indicativo” do interesse: *não* se trata, absolutamente, da soma de todas as buscas realizadas no intervalo de tempo que configura as abscissas temporais (que estão discretamente plotadas mensalmente). Cada ponto revela o índice de interesse que remete à soma de buscas, no mês, em relação ao total, i.e., de todas as buscas realizadas, também no mês. Por exemplo, se foram realizadas 10 milhões de buscas no mês de agosto de 2015 para o termo “educação”, mas o total de buscas realizadas no Google Search, neste mesmo mês, fora de 20 bilhões, a razão entre estes valores é o que está implícito no gráfico. De forma explícita há ainda outra relação.

Consideremos a Figura 7 abaixo, que nos traz a análise do interesse pelos seguintes verbetes: “cinemática”, “reino animal” e “balanceamento”:

⁹² Esta é a mais recente publicada; pesquisa mais recente ainda está para ser publicada no período de elaboração desta dissertação.

⁹³ Segundo Mohebbi et al. (2011), no contexto dos Estados Unidos, em contrapartida, o acesso à internet abrange 77% da população adulta.

Figura 7 – Comparação exemplo no GT



Fonte dos dados: Google Trends (www.google.com/trends).

Os diferentes gráficos, segundo suas cores, mostram a variação no ITR para cada termo ao longo do tempo. Mas a que ordenadas referem-se os picos, altos e baixos, dos mesmos? Ou o que significa um gráfico estar acima de outro? Cada ponto tem como ordenada seu índice, mas este está quantificado no gráfico em relação ao ITR mais alto para os termos em comparação, segundo os filtros (de região, de período e de fonte) em uso. Assim, o pico mais alto terá sempre a “pontuação” de 100, e os demais serão “pontuados” proporcionalmente em relação a este “interesse relativo” (de dado termo em dado mês), como inclusive já discutiremos; na Figura 7, isto ocorre para o termo “balanceamento” em Fevereiro de 2004.

Portanto, no eixo vertical de gráficos ITR há indícios de interesse pelo termo em análise em dois níveis de relação: primeiro, em relação ao volume total de todas as buscas feitas no *Google Search*, que chamamos de “interesse relativo”; segundo, em relação ao maior interesse atingido, na filtragem escolhida, por um dos dados termos em comparação.

Para que o ITR possa ser mais bem tratado com alunos que deste software vão usar, recomendamos comparar esta grandeza estatística com “teor” ou “concentração química”, comparação que se revela satisfatório, em especial, ao gráfico de interesse regional, que a seguir discutiremos a respeito. Esta comparação se faz mais satisfatória, pois no volume do total de buscas existe o interesse em todos os três termos. Os índices destes interesses, assim, estariam como que

“diluídos” em todo o volume de buscas de todos os termos já realizados. Termos com maior “teor/concentração” atingem maior ITR no gráfico assim como maior sabor sentimos do açúcar⁹⁴ na água não em função da quantidade que ele está na água apenas, mas também em função de quanta água há. Tratemos de um exemplo bem básico e que se mostrou adequado aos discentes de nosso estudo.

Podemos ter um copo de água (200 mL) com uma colher de açúcar (20 g) e um balde de água (8.000 mL) com a mesma quantidade de açúcar: o mais doce é o que possui maior teor (relação de açúcar com a quantidade de água) e não o que possui maior quantidade de açúcar. Comparavelmente temos o ITR do GT: quanto maior o índice, maior o interesse em relação a todas as buscas, de todos os termos, feitos segundo os filtros selecionados.

O claro entendimento da natureza racional/relativa do índice de interesse dos termos é crucial para a compreensão de outra característica do gráfico IT: um decréscimo no gráfico não significa um decréscimo absoluto no interesse, i.e., as pessoas não estão, em geral, ficando menos interessadas nos respectivos termos. Isto ocorre porque, ao longo do tempo, com o aumento do acesso à internet, mais pessoas estão acessando em fazendo buscas dos mais diversos tipos – isto é, mais água (buscas), com diferentes substâncias (termos de interesse), está continua e crescentemente sendo despejada no copo/balde (banco de dados da Google). Um decréscimo no gráfico significa que há uma diminuição no interesse do termo em análise em relação a todos os termos. Isso significa também que, no período em que há queda no índice, pode ter havido, inclusive, um crescimento no interesse, mas a queda evidencia que, apesar deste crescimento no interesse, houve uma ampliação em vários outros interesses, que como que “diluíram” aquele crescimento (BARAM-TSABARI; SEGEV, 2009).

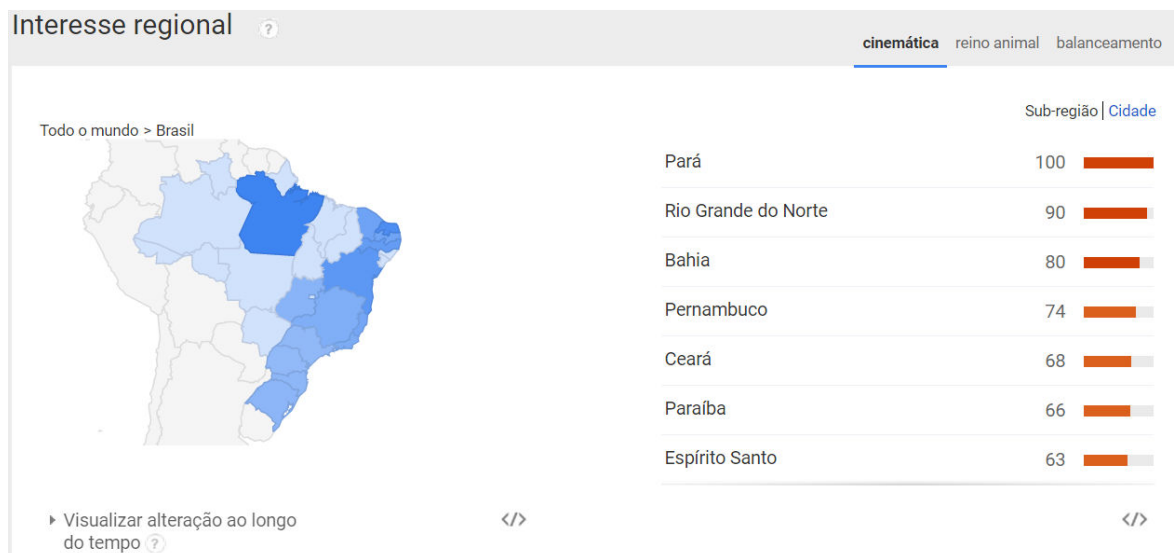
3.1.2.2. Os gráficos de IRR

A lógica conceitual dos índices (como razões) se aplica também nos índices dos gráficos IRR. Há dois gráficos desse tipo: o da esquerda traz o posicionamento

⁹⁴ É importante salientar com os alunos que esta comparação (como toda analogia) é limitada. Uma colher de sal e uma colher açúcar conferem “intensidades de sabor” diferentes a uma mesma quantidade de água. O mesmo não acontece no gráfico IT do GT.

político-geográfico e o da direita um ranking com um indicativo quantitativo dos índices de interesse. Tomemos a Figura 8 para análise:

Figura 8 – Exemplo de gráficos IR no GT



Fonte dos dados: Google Trends (www.google.com/trends).

A Figura 8 nos traz a comparação dos mesmos termos do exemplo anterior. Ali o GT acusa um comparativo entre Estados. Sobretudo, os índices nos gráficos de IRR plotam, como nos gráficos de ITR, a razão entre o interesse por dado termo e o número total de interesse por todos os termos; nos gráficos de IRR, contudo, em especial, esta mesma razão é relacionada com o Estado de maior “teor” de interesse, “pontuado” como 100, ranqueado em primeiro na lista da direita e com maior intensidade de azul no gráfico-mapa da esquerda, e os demais proporcionalmente, em ordem decrescente.

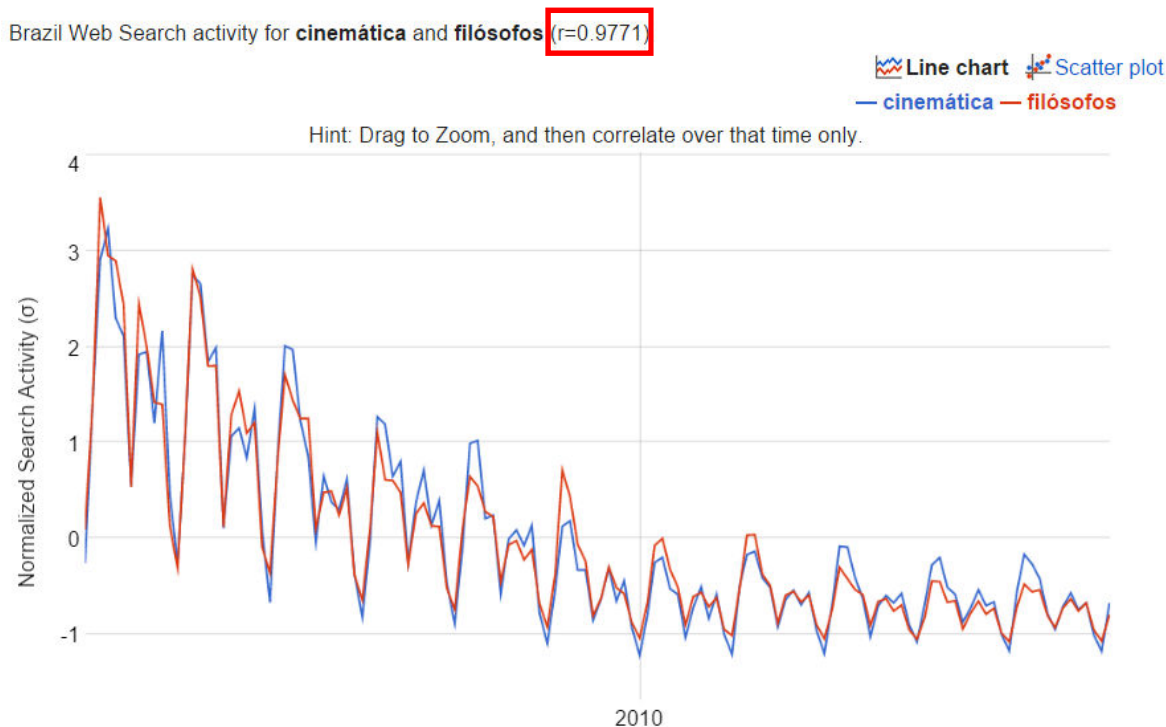
3.1.2.3.O gráfico correlativo do GC

No caso dos gráficos gerados no GC temos uma distinção: ainda são índices de interesse, isto é, medidas estatísticas que indicam o interesse por dado termo em relação ao volume total de buscas, sobretudo são dados normalizados (MOHEBBI *et al.*, 2011). Simplificadamente, isso significa dizer que os valores dos interesses são transformados/convertidos para outra “escala de medida”; porém, crescimentos e quedas nas curvas ainda significam, respectivamente, crescimentos e quedas no “teor” de interesse de dado termo.

Esta normalização se faz necessária pela função que o GC possui: buscar termos cujos gráficos têm comportamento correlato com o gráfico do termo desejado. Esta correlação é feita pelo cálculo do coeficiente de correlação de Pearson (VANDERKAM *et al.*, 2013), ou r (ou ainda “ ρ ” ou também “ R^2 ”).

Simplificadamente, o programa busca por gráficos cujas subidas e quedas, em dados intervalos de tempo, se assemelham ao gráfico de interesse da palavra inserida, nos mesmos intervalos de tempo. Na Figura 9, trazemos um exemplo de estudo do termo “cinemática” (para o Brasil, mês-a-mês, desde o início de 2004 até a data da pesquisa), cujo termo com maior correlação foi “filósofos”, com o coeficiente de correlação R^2 destacado.

Figura 9 – Exemplo de gráficos no GC



Fonte dos dados: Google Correlate (www.google.com/trends/correlate).

O coeficiente em questão varia de 0 a 1, sendo que quanto maior o seu valor mais forte é a correlação entre os interesses das buscas, sendo propostos, inclusive, diferentes índices de correlação, mas que não aqui serão discutidos para não alongar desnecessariamente a dissertação; ao interessado ver, por exemplo, (CLEGG, 1995).

Cabe colocar, de passagem, que o programa também dispõe de gráficos de dispersão (acessível clicando-se em “*Scatter Plot*”), mas que não apresentaremos aqui por não ser o usado em nosso contexto.

Por fim, chamamos atenção ao recurso de solicitar termos correlatos com defasagem temporal, isto é, buscar por termos cujo comportamento do interesse correlaciona com o termo inserido em semanas (ou meses) após dado período. Na Figura 10, comparamos listagens sem defasagem (esquerda) e com defasagem em cinco meses para destacar que a lista dos dez primeiros termos mais correlatos se altera:

Figura 10 – Exemplo de gráficos no GC com e sem defasagens



Fonte dos dados: Google Correlate (www.google.com/trends/correlate).

3.1.2.3.1. Correlação versus Causação

Existem dois conceitos em ciência metodologicamente ligados e que são fundamentais em análises, especialmente as empíricas: correlação e causação. Por exibirem a referida ligação, são também comumente interpretados, quando

articulados na prática, de forma equivocada⁹⁵. Sua essencialidade epistemológica, assim, nos chama atenção, especialmente em Ensino de Ciências, para um cuidado com os mesmos e com a aprendizagem dos mesmos. Como tais conceitos, inclusive, estão subjacentes nos softwares de nosso ambiente, especialmente o GC, é imprescindível diferenciá-los.

Correlação pode ser definida como uma relação existente entre duas entidades (de qualquer natureza) sob o parâmetro do espaço e/ou do tempo. Assim, quando duas entidades – sejam medições, contagens ou representações estatísticas, como médias – sofrem mudanças, por exemplo, simultaneamente, diz-se que ambas as entidades são correlatas (ou que estão correlacionadas). Não são, contudo, inerentes às correlações uma relação de causa e efeito: uma correlação constatada descreve como aquelas entidades se comportam espacial e/ou temporalmente, mas não quer dizer que uma cause a outra.

Causação, por sua vez, se trata de uma relação entre entidades quaisquer que estejam correlatas, a qual suposições *a priori* a elejam como uma relação de causa e efeito, eleição esta comumente derivada de análise empiricamente fundamentada (SIMON, 1954). Tal eleição, contudo, em ciência, pode também ocorrer (e comumente ocorre) *a posteriori*: a identificação de uma correlação pode *posteriormente* ter proposta uma explicação causal verificável/falseável sobre ela, de forma que a testagem desta explicação se dá como forma de refutação ou confirmação da proposta. O “veredito” de causação está associado pela análise estatística de inserção de uma terceira variável supostamente interveniente. Esclareçamos.

Em dado contexto, sejam as variáveis x e y . Constatar sua correlação significa identificar que a forma como variam separadamente ao longo do espaço e/ou do tempo é semelhante. Esta correlação pode ser devidamente quantificada de diversas formas, dependentemente do contexto investigativo – ver, por exemplo, (RODGERS; NICEWANDER, 1988). Para que tal correlação seja testada, são analisadas, comumente, em comparação com as curvas espaço/temporais de x e y ,

⁹⁵ Essa confusão pode estar associada a uma deformidade epistemológica, pois aliada está à filosofia empirista (GIL-PÉREZ et al., 2001). Segundo esta linha epistemologia, os dados denotam-se intrinsecamente: seria, portanto, evidente o que certo conjunto de dados, em certo contexto, quer dizer. Ou ainda: “os dados falariam por si mesmos”. Essa “evidência” (ingênua, como já nos apontaram Bunge e Popper) intrínseca dos dados é que poder estar associada a dita confusão. Para elucidar essa associação, olhe-se, a seguir, para os esclarecimentos sobre aqueles conceitos.

outra/s variável/is que sejam supostamente *a priori* interveniente/s. Dependendo da forma como esta/s variável/is se correlaciona/em, ou não, com x e y , inferências podem ser feitas.

Caso uma variável z que seja considerada interveniente correlacione com y , e não com x , pode acusar que x e z são causas de y , sem x e z possuírem, contudo, uma relação de causalidade – isto é, a ausência de correlação supõe a ausência de causação.

Sobretudo, a presença de correlação não implica em causação direta entre as grandezas correlatas, isto é, a constatação de correlação entre x e y não supõe uma relação de causalidade. Diferente do exemplo dado, pode-se constatar que uma variável w correlacione tanto com x quanto com y . Como definir a(s) causa(s) e/ou a(s) consequência(s) – ou mesmo se há? Aqui entra a intuição humana “manchando a pureza matemática” da estatística com pressuposições empíricas: se o investigador supõe que não “faz sentido” que x ou y cause w , vem que w possa ser uma causa de x e y . Isto é, uma correlação entre duas variáveis pode acusar uma terceira causa comum, sendo esta acusação estatisticamente sugestiva: o veredito, por sua vez, é humanamente intuitivo/criativo.

Pode acontecer ainda, porém, que w seja, como x e y , consequência de z – e a intuição investigativa aí falhar! Isso ilustra como a investigação científica, por valer-se caracteristicamente de análise estatística, conforme nos já identificou Bunge, também deve valer-se de sistemas lógicos empiricamente fundamentados: a simples análise correlativa não se mostra suficiente para estabelecimento de relações de causa e efeito. Tal ilustra também como toda esta racionalidade é intrinsecamente falível por ser humana. Finalizemos com uma aplicação que nos dá Herbert Simon (1954).

Sejam as seguintes variáveis em dada quantidade de grupos sociais:

- x é a fração de pessoas do grupo que é casada;
- y é a quantidade média de doces consumida mensalmente pelo membro do grupo;
- z é a idade média do grupo.

Digamos que foram calculadas altas correlações entre x e y , entre x e z , e também entre y e z . Contudo, quando z é mantida constante (isto é, são comparados apenas grupos com a mesma idade média) não há correlação entre x e y . Portanto,

- ou z é uma variável interveniente (ou fator interferente) entre x e y ;

- *ou simplesmente não há relação causal⁹⁶ entre x e y – e é a variação de z que provoca um efeito combinado entre eles⁹⁷.*

Por “lógica empírica” (que o autor traz inicialmente como “senso comum”), assume-se a segunda conclusão.

Tendo como relevantes e centrais tais conceitos em epistemologia, tenha-se em mente como uma potencialidade do software GC a construção da distinção entre os mesmos.

3.1.3. Limitações intrínsecas do GT e do GC

O uso do GT e GC como ambiente de aprendizagem ao método científico precisa levar em conta algumas limitações lógicas, mas talvez não óbvias e derivadas de sua estrutura algorítmica e de características de seus bancos de dados e de seus usuários. São elas (I) a opacidade da intenção que motiva o interesse das buscas, (II) a enormidade da parcela de buscas estar em função de atividades escolares (em alguns países, como o Brasil) e (III) a (ainda) restrita parcela da população de dada região que é coberta pelas buscas no *Google Search*.

Em primeiro lugar, tratemos da referida opacidade: os algoritmos, tanto do GT quanto do GC não reconhecem a intenção que motivou alguém a inserir dado termo de busca. Por exemplo, não sabemos nem o que interferiu mais (menos ainda o quanto interferiu) na curva de, por exemplo, “educação” (Figura 4): buscas por notícias sobre educação ou estudantes estudando sobre Educação? Não há como distinguir entre estas possibilidades apenas pela simples análise do gráfico.

Em segundo lugar temos um inviabilizador de possíveis insights interessantes, inviabilizador este inerente à característica dos atuais usuários do Google. A maioria dos mesmos são estudantes, fato percebível pelo padrão sazonal que muitos termos possuem, largamente “manchados” pelo calendário escolar, fato também apontado por Mohebbi *et al.* (2011). Tal é visível verificável no interesse por diversos termos, inclusive alguns não inerentemente educacionais, como produtos ou curiosidades, com picos (altos ou baixos) em períodos de férias escolares.

⁹⁶ O autor usa o termo “correlação espúria”, o que pode ser assumido sem considerável prejuízo de sentido.

⁹⁷ or the correlation between marital status and candy consumption is spurious, being a joint effect caused by the variation in age.

Uma última limitação didaticamente relevante do GT/GC é quanto à parcela, da população da região filtrada, abarcada pela amostra que é a soma de usuários do *Google Search*, que engloba apenas usuários da Internet, e apenas parte destes. Para exemplificar esta limitação, vislumbremos brevemente os dados do já citado censo do IBGE (IBGE, 2015a), que nos ilustra como isso ocorre no Brasil.

Apesar de 2005 a 2013 a relação de domicílios com uso de Internet ter aumentado, ainda representava, em 2013, ano de referência da última pesquisa, metade (49,4%) da população brasileira. Em 2013 com relação à idade, a população internauta com representatividade maior que 50% é compreendida apenas na faixa dos 10 aos 39 anos; referente à escolaridade, apenas a com mais de 8 anos de estudo é representada; quanto à renda, apenas a com mais de um salário mínimo *per capita*. Esses dados acusam a limitação de insights empiricamente fundamentados especialmente no Brasil.

4. METODOLOGIA

Tendo em vista nosso objetivo de investigar as possíveis contribuições que nosso ambiente de aprendizagem do método científico possa dar ao desenvolvimento da Literacia Científica aos jovens discentes do primeiro ano do ensino médio foco deste estudo, optamos por duas vias de análise. Uma quantitativa, consistindo de um desenho experimental com grupo de controle com apenas pós-teste – escolha feita baseada em (CAMPBELL; STANLEY, 1966, p. 22) – e outra qualitativa, tratando-se esta de uma análise de conteúdo bardiniana (BARDIN, 2011), com a qual se extraíram significados das atividades/construções de aprendizagem discentes. Com tal complementação de métodos buscamos construir uma triangulação quantitativa-qualitativa (CRESWELL; CLARK, 2007; FLICK; VON KARDOFF; STEINKE, 2004; FLICK, 1992).

Segundo Uwe Flick (1992), a ideia de triangulação tem origem na estratégia militar de sondagem geográfica de um local a partir de diferentes pontos, formando um triângulo (ou figura geométrica de maior número de vértices) ao redor desse local mapeando-o, assim, com melhor qualidade. Na pesquisa social, o emprego desta ideia como uma estratégia metodológica tem como introdutor o norte-americano Norman Kent Denzin na década de 1970. Segundo Udo Kelle e Christian Erzberger (2004), a sondagem quanti-quali na empiria social pode significar:

- *o mesmo fenômeno ser tratado por diferentes métodos;*
- *diferentes aspectos de um mesmo fenômeno (ou mesmo diferentes fenômenos) serem analisados para construir uma quadro mais nítido da realidade.*

A triangulação consiste, portanto, não de uma estratégia que visa ampliar a validação de uma investigação; antes, é usada para ampliar o foco (*scope*), profundidade (*depth*) e consistência da mesma (FIELDING; FIELDING, 1986 *apud* FLICK, 1992). Para tanto, ela pode combinar duas ou mais (I) fontes de dados e/ou (II) aportes teóricos e/ou (III) autores e/ou (IV) estratégias metodológicas (FLICK, 1992). A estratégia aqui utilizada pode ser classificada principalmente como uma triangulação *metodológica* quanti-quali.

Apesar de, historicamente, as pesquisas quantitativas e qualitativas serem tomadas como “paradigmas opostos”, elas sempre tiveram uma complementaridade uma na Ciência, de forma que a Ciência não se construiu/ói com apenas uma: como

nos lembram Kelle e Erzberger (2004), dois dos seus “órgãos vitais”, a hipotetização (a primária, isto é, quando a análise está ainda despida de significado conciso) e a generalização (ou validação externa, ou seja, a possibilidade de extrapolar as inferências analíticas), provém, respectivamente, da análise qualitativa e da quantitativa. Sua triangulação é, portanto, viável, se os métodos associados tiverem em comum uma mesma questão investigativa e compartilharem um mesmo fenômeno ou grupo deles (KELLE; ERZBERGER, 2004).

É de se salientar que a complementação pode ocorrer de forma tanto convergente quanto divergente. Leve-se em conta, como nos dizem Kelle e Erzberger (2004), que mesmo a divergência dos resultados, por exemplo, pode conduzir a uma amplitude modelizadora, indetectável com uma única forma metodológica.

Nossa análise quantitativa, com o referido desenho experimental, foi realizada sobre as respostas ao questionário SLA, *Scientific Literacy Assessment* (avaliação de literacia científica, tradução nossa), de Helenrose Fives et al. (2014), composto por questões de múltipla escolha e Likert (ver nossa versão traduzida no Apêndice D). A análise deste questionário visou acessar a literacia científica dos estudantes de ambas as Turmas (experimental e controle). Os resultados foram interpretados segundo o aporte da própria conceituação dos autores (FIVES *et al.*, 2014). A análise qualitativa, por sua vez, foi realizada sobre os textos exibidos nos cartazes construídos pelos alunos, na fala do vídeo que os mesmos gravaram bem como sob o aporte teórico da conceituação de Fives et al. (2014)⁹⁸ de Literacia Científica, pois esta análise também carrega o fim de acessar tal literacia.

Assim, ambas as análises visaram sondar a literacia dos alunos sob investigação; triangulando-as, objetivou-se ter um quadro mais amplo e profundo da sondagem-foco. Após apresentarmos as ações didático-pedagógicas referentes ao micromundo, explicitamos cada uma das vias de análises com seus devidos detalhes e justificativas da estratégia metodológica por nós optada.

⁹⁸ Em função disso, pode-se classificar nossa análise, no tocante à Literacia Científica, como uma triangulação de dados também (FLICK, 1992).

4.1. EXPLICITAÇÕES DIDÁTICO-PEDAGÓGICAS: RELAÇÕES TEÓRICO-METODOLÓGICAS

Nossa proposta, que nesta seção será detalhada, está inserida dentro da ideia de Renato P. dos Santos (DOS SANTOS; LEMES, 2014; DOS SANTOS, 2014), do uso do GT/GC como um micromundo de Big Data para aprendizado da ciência, um aprender-com-Big-Data. Em especial, delineamos nosso estudo como uma exploração do GT/GC como um ambiente de aprendizagem inspirado⁹⁹ no construcionismo papertiano (PAPERT, 1985, 2008) do método científico (BUNGE, 1998) para desenvolvimento da literacia científica (FIVES *et al.*, 2014). Esta seção de apresentação do micromundo faz, assim, uma conexão teórico-metodológica, uma vez que conecta nossas ações aos referentes aportes teóricos de nosso estudo.

Em primeiro lugar, salientamos a relação de **inspiração** com o Construcionismo de Papert dado nosso contexto escolar. Em função disso, faremos luz especialmente às considerações de Edwards (1998). Inclusive, apesar de referirmo-nos a nosso ambiente de aprendizagem como “micromundo”, tenha-se claro que ele é limitadamente baseado no referido Construcionismo e, portanto, não configura-se como um micromundo genuinamente papertiano.

Em segundo lugar, tendo em vista a orientação de Edwards (1998, tradução nossa), “quando micromundos são usados como uma ferramenta instrucional, deve ser desenvolvido um currículo de atividades que proporcione aos estudantes problemas, desafios ou ainda áreas interessantes para se explorar associados a ele”¹⁰⁰. Sendo assim, nosso micromundo não consiste no simples uso dos softwares GT/GC, mas de uma atividade investigativa na qual o aprendiz é instigado ao pensar cientificamente, ao pensar-com-Big Data, conforme a proposta pedagógica presente em (DOS SANTOS, 2014).

A atividade, tal como foi apresentada aos alunos, se encontra no Apêndice A. Discorramos, então, sobre como ela foi pensada para servir de micromundo ao método científico segundo as concepções epistemológicas de Bunge, discutidas na

⁹⁹ Como mais a frente se discorrerá, várias limitações impostas pelo currículo escolar (que dá contexto ao nosso este estudo) nos restringiram o assumir o construcionismo de Papert de forma integral, de forma que nossas ações didáticas tenham, em vários aspectos, caráter instrucionista.

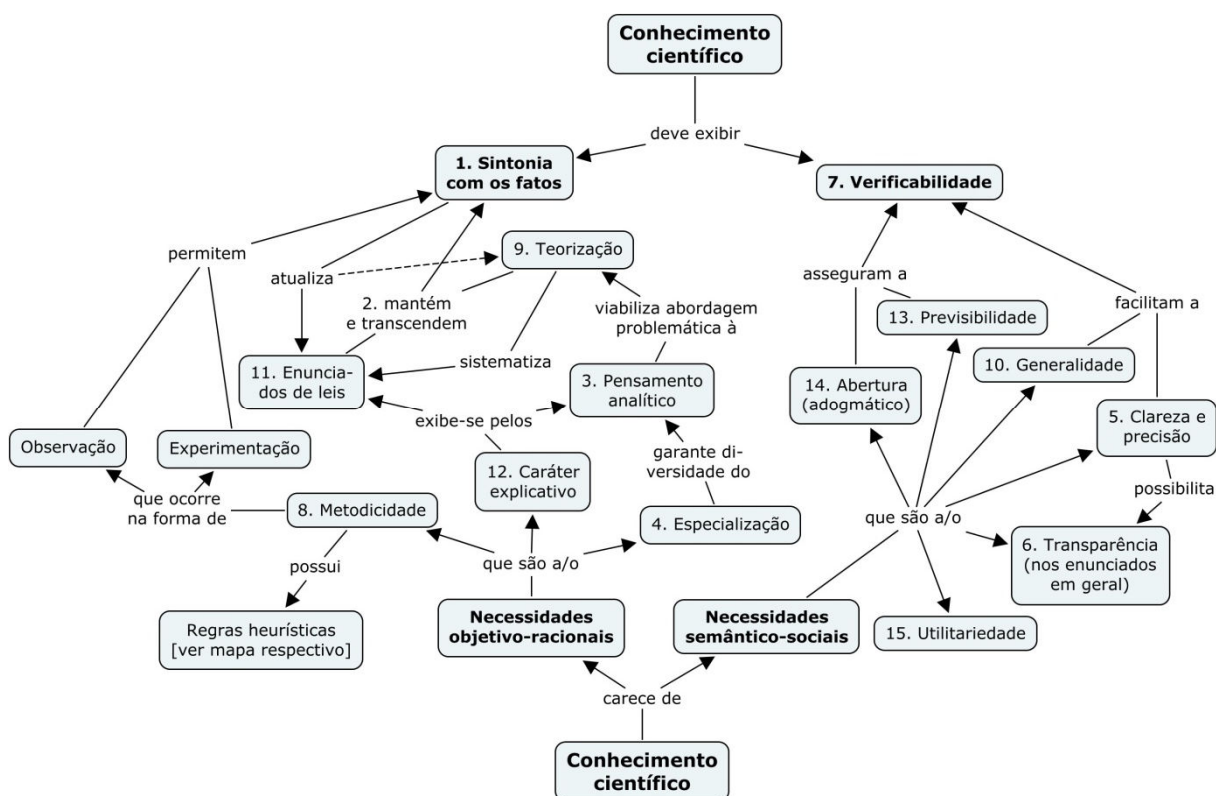
¹⁰⁰ When used as an instructional tool, a curriculum of activities must be developed that provides the students with problems, challenges, or interesting areas to explore.

primeira seção da Fundamentação Teórica. Para tanto, separamos esta seção em três partes: ao tratar das atividades propostas subjacentes ao GT/GC que configuram com ele o micromundo, primeiro apresentamos sobre como elas foram pensadas em sintonia com as referidas concepções epistemológicas; em seguida, discutiremos sobre como as atividades aliadas ao software estão sujeitas, em parte, tanto aos princípios da matemática quanto aos caracteres essenciais de um micromundo papertiano; ao final, tratamos de sua relação com a Literacia segundo Fives *et al.* (2014).

4.1.1. Simulando o método científico bungeano...

Reapresentamos as concepções de Bunge em dois mapas conceituais para remontá-las em sinopse. Na Figura 11, trazemos algumas relações conceituais que articulam as características do conhecimento científico, dada sua essência objetiva e racional.

Figura 11 – Sinopse das características do conhecimento científico em Bunge¹⁰¹

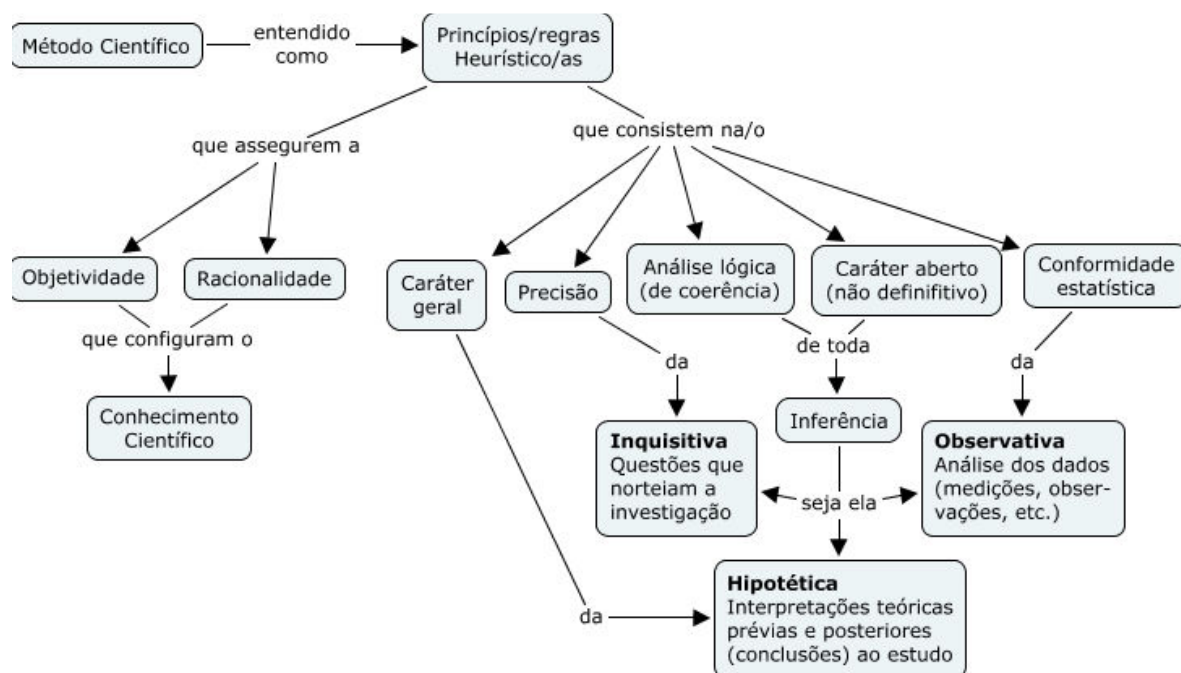


Fonte: elaborado pelo autor com base em (BUNGE, 1998, p. 21–48).

A seguir, na Figura 12, relembremos algumas relações conceituais que ilustram, sucintamente, alguns princípios lógicos do método científico, que também já discutimos:

¹⁰¹ Sabemos que mapas conceituais não podem carregar duplicidade de conceitos, mas também que podem ter mais de duas dimensões. Considerar, portanto, o conceito “Conhecimento científico” em relevo e exibindo, então, as duas conexões subjacentes: “deve exibir” e “carece de”.

Figura 12 – Sinopse de algumas regras do método científico heurístico de Bunge



Fonte: elaborado pelo autor com base em (BUNGE, 1998, p. 69–74).

A seguir, no Quadro 10, finalmente, relacionamos sucintamente as ações/atividades que configuram o currículo que estrutura o GT/GC como um micromundo do método científico, para melhor discorrer sobre ele a seguir. Lembramos que a atividade didática consta do Apêndice A.

Quadro 10 – Sinopse das atividades subjacentes ao micromundo

Atividade	Enunciado	Regras e orientações
1	Identificar uma expressão de estudo através do GT e/ou GC.	O comportamento não pode ser sazonal nem escolar, comportamentos evitados, em parte, pelo uso do Algoritmo Didático.
2	Elaboração da/s perguntas (e hipótese/s, se optado por elaborá-la/s).	–
3	Planejamentos das ações investigativas.	Cada integrante deverá possuir tarefas a cumprir.
4	Realização das ações da atividade 3.	Cada integrante deve ler pelo menos um dos textos escolhidos.
5	Propor uma resposta para a pergunta da atividade 1.	<ul style="list-style-type: none"> • O/s gráfico/s observados na atividade 1 devem ser explicado/s pela/s resposta/s a que o grupo chegou depois da investigação – caso a pergunta esteja atrelada a isso. • O grupo deve explicar se esta/s conclusão/ões /resposta/s pode/m ser tomada/s como definitiva/s, ou não, e por quê.
6	Construir um cartaz/slide-relatório da investigação e apresenta-lo em gravação de vídeo.	<ul style="list-style-type: none"> • Devem constar no cartaz/slide (visual): apresentação do/s gráfico/s, listagem da/s pergunta/s, da/s hipótese/s e da estratégia e apresentação dos resultados/respostas da investigação. • Devem constar no vídeo (oral): as explicações de como surgiu, no grupo, o interesse pelo comportamento observado na atividade 1; do que se queria investigar e do que se esperava/pensava encontrar; além da indicação de quem fez cada uma das ações e porque dividiram assim as tarefas.

Fonte: elaborado pelo autor.

A primeira ação, interativa com o GT/GC, trata-se da exploração de termos para se estudar o comportamento em função do interesse. Não se trata, aqui, de intentar implicitamente inculcar que o método comece na observação, ação já denunciada por Moreira e Ostermann (1993) como imprópria epistemologicamente. Antes, a intenção é de revelar, em discurso didático explícito, três pontos do método científico bungeano:

- *A necessidade de explorações científicas serem fundamentadas em fatos;*
- *A exigência de coerência lógica entre fatos e ideias;*
- *A transcendência aos fatos, para neles enxergar sentido, na construção de um mundo artificial (o científico), realizada na saída do GT/GC.*

A segunda ação é um movimento de saída do GT/GC. Trata-se do pensar inquisitivamente o fenômeno em investigação. Aqui, o aluno é orientado a pôr sua curiosidade/interesse despertada/o na observação do comportamento oriundo do GT/GC na forma de uma pergunta clara e precisa, de forma que esta pergunta tenha como resposta aquilo que irá “matar sua curiosidade” ou “saciar o interesse” despertado e que esta resposta seja verificável, isto é, seja possível de constatar. O objetivo desta ação é explicitar os seguintes pontos da epistemologia bungeana:

- *A necessidade de coerência lógica entre fatos e inferências;*
- *A necessidade de clareza e precisão nas inferências;*
- *A natureza inquisitiva da ciência;*
- *O caráter verificável das inferências.*

Parte conjunta da segunda ação é a proposta de formulação de hipótese, que inserimos para reforçar nossa intenção epistemológico-pedagógica de instigar os alunos à reflexão sobre o fenômeno, mas que intencionamos no nível de proposta aos alunos salientando, como nos lembram Lederman et al. (2014), de que nem sempre a investigação científica constrói hipóteses a serem ou não confirmadas.

As terceira e quarta ações consistem no delineamento metodológico e na aplicação do mesmo, da investigação dos alunos, os quais serão orientados a buscarem por leituras existentes sobre o tema e a dividirem entre si as tarefas que compõem este movimento metodológico. Esta ação tem como objetivo delinear ao aluno as seguintes explicitações:

- *O caráter coletivo da ciência, tanto em função da cooperação entre colegas quanto em função da necessidade de acesso a conhecimentos construídos por outrem;*
- *O caráter teórico das investigações científicas, que lançam mão destes tipos de sistemas lógicos, tanto para fundamentar argumentos quanto na confecção de hipóteses (sejam elas a priori ou a posteriori da análise ou ainda da experimentação).*

A quinta ação, por sua vez, consiste na construção de argumentações teóricas dos alunos, isto é, explicações causais que eles tenham desenvolvido baseados nas leituras feitas e gráficos/fenômenos analisados. A ação também objetiva a reflexão sobre se tais construções são ou não definitivas. Esta ação tem o objetivo de tratar da:

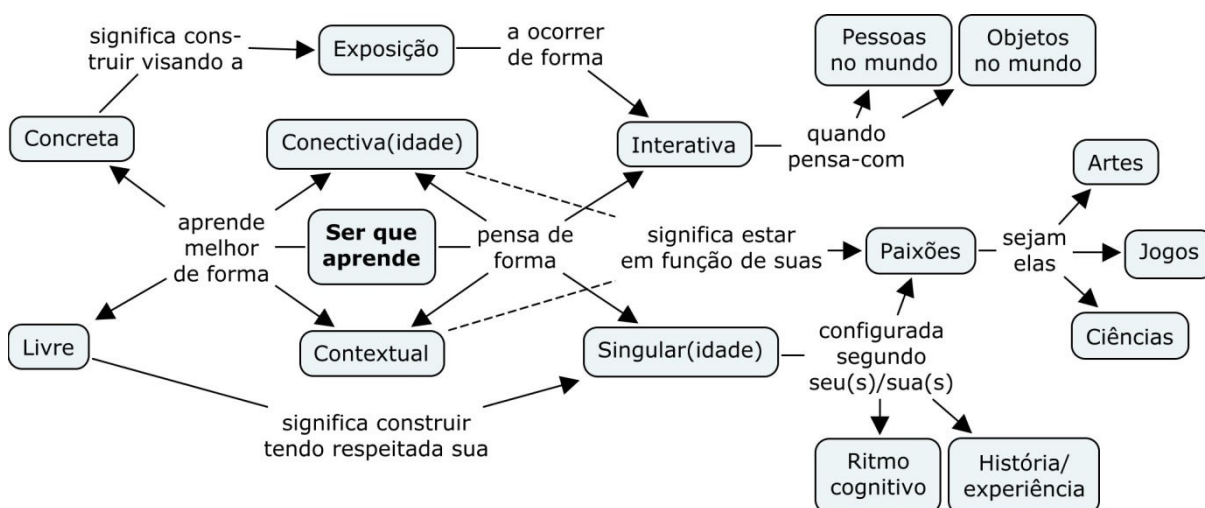
- *Necessidade de coerência lógica entre fatos e inferências;*
- *Necessidade de clareza e precisão nas inferências;*
- *Caráter aberto das inferências.*

A sexta ação consiste na organização de todas as inferências analíticas elaboradas pelos grupos de alunos, mas cujo objetivo é matético, como discutido na próxima subseção.

4.1.2. ... com um olho na matemática...

As ideias discutidas na Fundamentação Teórica sobre a matemática construcionista e bricoladora de Papert são trazidas sinopticamente no mapa conceitual da Figura 13:

Figura 13 – Um mapa conceitual para o Construcionismo de Papert



Fonte: elaborado pelo autor.

Em primeiro lugar, a singularidade do indivíduo, configurada, no meio escolar, em função de seu (I) ritmo cognitivo (rapidez com que aprende os diferentes tipos de conhecimento), de sua (II) complexa história de vida e de suas (III) paixões (*hobbies*, gostos, prazeres, interesses, etc.), nada mais é do que o princípio matético de conceber cada aluno como ser único, cuja cognição funciona segundo a complexa relação destes fatores. Como isto é abarcado em nosso micromundo? A maneira como vislumbramos de considerá-lo foi a seguinte:

- **Ritmo:** este é um fator que julgamos, inspirados em Papert, de extrema relevância no processo de aprendizagem, mas que, da forma como o autor defende, é inconcebível no nosso atual sistema escolar, caracterizado pelo curtíssimo tempo semanal que se possui com os alunos, além da baixa acessibilidade dos mesmos às TIC e à Internet (impossibilitando a comunicação fluente à distância com muitos) e limitado período de desenvolvimento de atividades de longo prazo, forçando alunos diferentes a terem o

mesmo ritmo. Aqui nosso micromundo tem exibido sua primeira limitação frente a um embasamento integral no Construcionismo papertiano: como experimentado no contexto dessa dissertação, ignora, em certa medida, a singularidade do ritmo cognitivo dos alunos.

- *Paixões: deixou-se livre o tema e termos a serem escolhidos e que estruturarão suas construções. A tutoria ocorrerá em proximidade com os trios de alunos, isto é, a liberdade necessária ao respeito às singulares paixões dos estudantes será mantida nos limites do tempo e habilidades a serem desenvolvidas e previstas, bem como das limitações do software GT/GC.*
- *História: foi levado em conta no trato pedagógico do professor para com os alunos, mas não conectado explicitamente em alguma atividade. Entretanto, não discorreremos sobre isso, pois foge do escopo desta dissertação, o que não significa que será/foi ignorado pelo professor-pesquisador da mesma.*

Em segundo lugar, a interatividade com que o aluno pensa/aprende remete à manipulação do mundo, com as pessoas. Esta interatividade, em nosso micromundo, é abarcada da seguinte forma:

- *No desenvolvimento da habilidade de pensar-com-gráficos e do pensar-com-textos, isto é, na manipulação lógica (de coerência) das informações disponíveis em meio à atividade, no qual são propiciadas condições para a aprendizagem em nível individual.*
- *Na intensa interação dialógica entre os integrantes dos grupos investigativos, em suas negociações de sentido e responsabilidades, que será fomentada durante as atividades.*

Em terceiro lugar, a conectividade reside nas associações entre distintos saberes que o ser que aprende pôde usar para aprender. Não apenas se trata da conexão entre conceitos que possam apropriadamente estar correlatos, mas de práticas ou lógicas a serem empregadas em um empreendimento/lógica novo/a. Esta conectividade não explicitamente é abarcada pelo micromundo desta dissertação, antes está implícito na liberdade restrita e interação com que o micromundo serve ao ser que aprende. Ou seja, ao fomentar a interação interpessoal de tema livre, busca-se fomentar, conjuntamente, a associação da lógica científica com alguma lógica analítica cotidiana que os discentes carreguem consigo.

Esta conexão construcionista, em especial no contexto de didática do método científico, cabe colocar, é seguramente relevante: como nos lembram as pesquisas sobre “mudança conceitual” (MOREIRA; GRECA, 2003; MORTIMER, 1996), um

sistema lógico (forma de pensar) novo não será cotidiano/voluntariamente empregado por alguém que não toma este sistema como apropriado (significativo para si) e estavelmente internalizado (seguro com o mesmo). Assim, ao agir e pensar com os colegas e com o professor, serão incentivadas, por este último, as conexões lógicas entre métodos científico e cotidiano, buscando, contudo, o desenvolvimento do pensar científico conforme Bunge.

Em quarto lugar temos o caráter contextual com que o ser que aprende pensa – e forma com que melhor aprende, também, segundo o Construcionismo papertiano. Esta contextualização trata da significância diferenciada com que um dado conhecimento (seja qual for sua natureza) possui frente a um dado contexto que seja significativo ao ser que aprende, isto é, familiar e prazeroso a ele. Este fator, por sua vez, não é abarcado por nosso micromundo, na forma como é tomado nas atividades didáticas subjacentes a esta dissertação, constituindo outra inconsistência construcionista do mesmo. Esta inconsistência se deve à inabilidade nossa de conciliar os seguintes fatores sistêmicos com esta necessidade de contextualização:

- *O remisso período de tempo semanal (e, em certas ocasiões, como a nossa, também trimestral, tendo em vista os vários conceitos e procedimentos subjacentes e requisitados anteriormente) com que se possui para executar investigações longas e singularmente contextualizadas.*
- *A falta de experiência dos alunos em lidar objetivamente com as atividades escolares, dispersando-se e/ou distraindo-se frequentemente.*

Em função destes fatores, portanto, foi que o autor dessa dissertação, enquanto professor, se viu na necessidade de privar da atividade a contextualização individual, já que demandaria certamente maior tempo para atender a singularidade dos alunos com este quesito.

Por fim¹⁰², temos a necessidade de concretude da aprendizagem, isto é, de se construir algo apresentável, discutível, mostrável, criticável – i.e., o princípio da exteriorização (PAPERT, 2008, p. 137). Este fator é abarcado pelo relatório a ser construído na forma de um *banner* (cartaz), ou *slide*, a ser gravado em vídeo e, se houver espaço-tempo no calendário escolar, frente à turma e até aos alunos de outras turmas.

¹⁰² Apesar de estar destacada no mapa da Figura 13 como um conceito em especial, optamos por torná-la implícita na discussão escrita em “respeito às singularidades”.

Em síntese, no Quadro 11 apresentamos o delineamento do micromundo, salientando suas limitações construcionistas, isto é, as incoerências com as ideias de Papert que não conseguimos abarcar pelas justificativas supracitadas:

Quadro 11 – Síntese do delineamento de nosso micromundo frente ao Construcionismo de Papert.

Fatores matéticos	Contemplação			Fatores inerentes à parcialidade ou não contemplação
	Ocorrente	Parcial	Inocorrente	
Singularidade (ritmo cognitivo e paixões)		X		Remisso tempo (sistemicamente escolar) para respeitar apropriadamente o ritmo cognitivo de cada aluno.
Interatividade (interpessoal e equilíbrio individual)	X			
Conectividade (conexões entre os saberes)	X			
Contextualização (ambientação diante de situações significativas aos discentes)			X	Inabilidade docente de conciliar o remisso tempo (sistemicamente escolar) aliado à pouca experiência estudantil de boa parte dos alunos.
Concretude (elaboração de algo mostrável/discutível)	X			

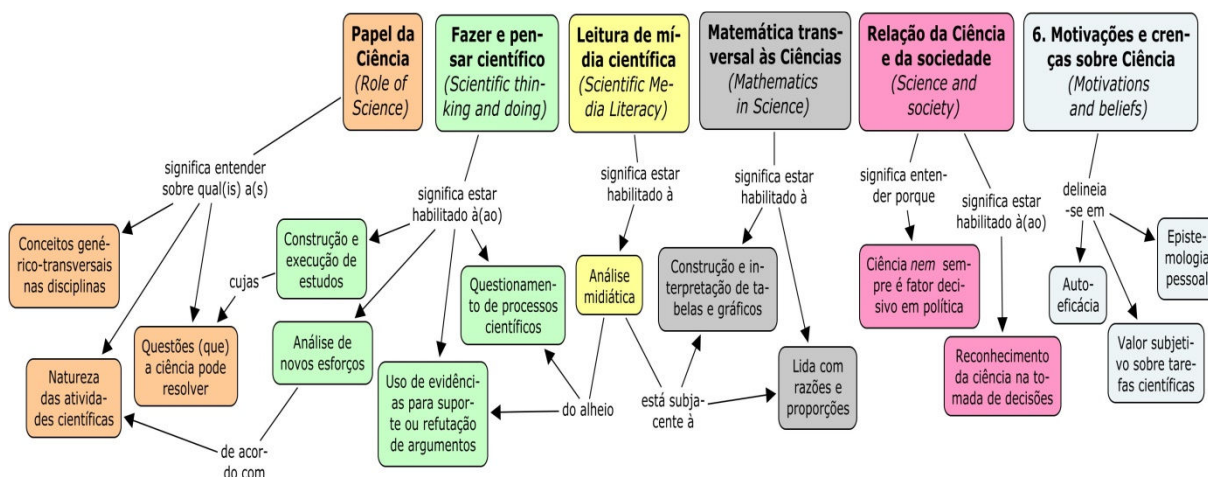
Fonte: Elaborado pelo autor.

Delineado nosso micromundo, e salientadas suas limitações frente ao Construcionismo papertiano, discorramos, a seguir, sobre o delineamento do mesmo frente ao desenvolvimento da literacia científica.

4.1.3. ... e o outro olho na literacia científica

Com o fim de lembrar a discussão do que seja Literacia Científica com relação a este trabalho, trazemos no diagrama da Figura 14 uma relação dos componentes que configuram Literacia segundo Helenrose Fives *et al.* (2014):

Figura 14 – Componentes da Literacia Científica segundo Helenrose Fives *et al.* (2014)



Fonte: elaborado pelo autor a partir de Helenrose Fives *et al.* (2014).

Tendo em mente o Quadro 10, onde trazemos a relação das ações curriculares subjacentes ao micromundo em discussão, passemos ao delineamento sobre como a literacia é nele desenvolvida.

Em primeiro lugar, em virtude da articulação de abordagens explícitas e implícitas para desenvolvimento da Literacia (seja como NdC, IC, CTS ou PC) ser a ação didática mais apropriada (como discorrido na fundamentação teórica), é preciso colocar que se tomou o cuidado de que, antes das atividades referentes a este micromundo, fossem propostas aos alunos investigações com explicitações dos conceitos genérico-transversais, cujo entendimento compõe o componente “papel da ciência”. Com estas investigações, buscou-se uma primeira abordagem de explicitações para que as atividades do micromundo fossem imersões didático-pedagógicas mais frutíferas em função das explicitações que o precederam.

Em segundo lugar, no tocante a como o micromundo, em si, aborda os inerentes entendimentos do componente “papel da ciência”, o mesmo o faz das seguintes maneiras:

- **Conceitos genérico-transversais a disciplinas científicas:** estes conceitos, dentre eles fenômeno, variável, função, correlação e causalidade/causalidade, são explicitados e construídos vivencialmente nas investigações do GT/GC: como os gráficos destes softwares carregam consigo correlações explicitamente, o ato de pensar-com os mesmos necessariamente implica a experiência de construção de/com estes conceitos.
- **Natureza das atividades científicas:** a explicitação ocorre, como já posto ao falarmos sobre a abordagem do método científico bungeano, pela atitude docente em sondar seguidamente o pensar discente e discutir com eles sobre incoerências deste pensar

para com as heurísticas bungeana e a proposta em (LEDERMAN, JUDITH S. et al., 2014). A imersão, por sua vez, decorre do próprio micromundo em si constituir um ambiente de investigação.

- Questões que a ciência pode resolver: este entendimento se configura em função das características do questionar científico. Elas são explicitadas e experimentadas nas características de precisão e verificabilidade, bem como em função da natureza factual da ciência, como nos põe Bunge, com que as questões construídas pelos discentes foram exigidas que possuíssem.

Em terceiro lugar, referente às inerentes habilitações ao fazer e pensar científico, tais são abarcadas pelo micromundo da seguinte forma:

- Construção e execução de estudos: o próprio micromundo consiste na organização e execução de uma investigação como “macroatividade” em si.
- Análise de novos esforços: esta análise será desenvolvida em meio à interação com outros no/s momento/s de exposição das construções, isto é, ao expor para discussão (movimento matético), a análise de esforços alheios estaria¹⁰³ sendo vivenciada, desenvolvida e discutida.
- Uso de evidência para suporte de argumentos: cabe colocar que tal habilidade já fora trabalhada em sala anteriormente com atividades investigativas menores – em nível de exercícios do conceito de variável como “fator interferente/relevante no comportamento/estudo de um fenômeno”. No micromundo, por sua vez, está abarcada na exigência de coerência de dados e inferências.
- Questionamento de processos científicos: esta habilidade está contemplada pela atividade de estruturação metodológica da investigação que cada grupo de discentes realizou. Nela, foi fomentada a reflexão sobre que ações/processos necessários, adequados e os viáveis de executar para responder à questão investigativa.

Em quarto lugar, temos as habilidades e conceitos que estruturam os conhecimentos matemáticos transversais ao fazer e pensar científico, as quais são, sinopticamente, a construção e interpretação de tabelas e gráficos e a lida com razões e proporções. Como é notório na discussão já realizada do que seja a manipulação com o GT/GC, tais habilidades e conceitos são requisitados e, no seu uso, mobilizados a serem significativamente internalizados e desenvolvidos.

¹⁰³ De fato ela não ocorreu devido o tempo. Possíveis consequências disso são trazidas no capítulo de interpretação dos resultados, precisamente na seção 6.2.

Por fim, em quinto lugar, temos os elementos que compõem as motivações e crenças pessoais relativas à ciência. As mesmas são contempladas pelo nosso micromundo da seguinte forma:

- *Auto-eficácia: com um envolvimento matético, isto é, carregado com alguma singularidade e fomentação de conexões de lógicas pessoais com a atividade investigativa, esperou-se que os indivíduos se vissem mais eficazes com o pensar científico.*
- *Epistemologia pessoal: esperou-se também que na investigação proposta os alunos pudessem amadurecer/refinar suas reflexões sobre como o conhecimento científico é construído e que o mesmo é tangível e imersível por eles mesmos.*
- *Valor subjetivo sobre as tarefas científicas: inspirado na matética, esperou-se que os discentes pudessem valorizar mais as tarefas científicas ao percebê-las como apropriáveis e inteligíveis para si.*

Assim, o delineamento recém-apresentado estrutura a forma como projetamos desenvolver a literacia científica, segundo a revisão teórica de Fives *et al.* (2014) bem como conforme as orientações da literatura em Ensino sobre abordar tanto explícita quanto imersivelmente a Literacia. As explicitações, contudo, no que diz respeito a como possam ser inerentes ao micromundo em si, como aqui desenhado, são limitadas, uma vez que tanto explicitações anteriores já terem sido feitas quanto pelo fato de algumas explicitações, por mais heurísticas que fossem, poderiam, temíamos, transparecer algorítmicas aos alunos. Sobretudo, tais limitações são fruto de nossa inabilidade em evitar tal transparecer em uma atividade escolar – nas quais os alunos culturalmente estão acostumados a seguir regras e métodos um tanto rígidos “tal como o professor disse que sejam”.

Outras limitações do micromundo, quanto ao desenvolvimento da literacia, são referentes ao tempo que tivemos para elaborá-lo. Originalmente, ele possuía atividades que abarcavam a reflexão e aprendizagem sobre a relação da ciência com a sociedade e a mídia, mas as mesmas foram propostas apenas no final do ano letivo. Assim, na sua forma reduzida, que foi a usada com os alunos, a habilidade de analisar textos midiáticos, como notícias e reportagens não foi contemplada.

Cabe ressaltar que esta última limitação do micromundo, ainda inerente ao caráter sociológico/antropológico da ciência, como quaisquer atividades de investigações, ignoram questões *explicitamente* sociais em ciência, estas melhor abordadas por estudos teórico-exploratórios propriamente historiográficos e/ou

antropológicos e/ou epistemológicos da ciência. Atividades didático-investigativas, assim, inerentemente não carregam consigo a potencialidade de explicitar e desenvolver os entendimentos e habilidades subjacentes da Ciência frente a questões políticas e de tomada de decisão.

4.2. VIA QUANTITATIVA: O SLA

Segundo os clássicos psicometristas Donald Thomas Campbell e Julian Cecil Stanley, uma análise experimental possui essencialmente duas formas de validação: interna e externa (1966). A primeira remete à propriedade que tenha um desenho experimental de garantir que os efeitos observados possam ser devidamente relacionados, ou não, em função (seja de correlação seja de causação) de dado fator. A segunda forma de validação, a externa, consiste na qualidade de garantia que exhibe um desenho investigativo-experimental/empírico a respeito de sua generalização, isto é, a garantia de que as inferências oriundas do estudo possam ser extrapoladas ou assumidas em outros casos (ao menos naqueles similares).

Dos desenhos experimentais sugeridos por Campbell e Stanley (1966), optamos pelo **desenho de Turma¹⁰⁴ de controle com pós-teste unicamente**: tal desenho, segundo expõem os autores, consiste em, dispondo-se de duas Turmas amostrais, randomicamente eleger uma como Turma controle. Após realização do experimento (e do placebo – de que os autores não tratam, mas que em seguida discutiremos), aplica-se, então, o pós-teste em ambas as Turmas. Desta forma, a validação do experimento é garantida tanto internamente quanto externamente (da última forma, porém, como em seguida se discutirá, de forma limitada). Perceba-se, pois, que a validação é assegurada na medida em que o não uso de pré-teste evita o problema, por exemplo, de interferência de administração de testes; além do mais, a randomicidade assegura a cuidadosa generalização de inferências bem como os efeitos históricos mais drásticos, já que ambas as Turmas indistintamente só se diferem, durante o experimento, pela própria vivência que ele o é.

¹⁰⁴ Desde já distinguimos entre “Turma” e “grupo”, que se referem, respectivamente, a “grupo experimental/controle” e “grupo de alunos”, o segundo, portanto, referindo-se aos quartetos, trios e duetos que os alunos construíram para realizar as atividades propostas. A distinção se faz necessária principalmente, como claramente se verá, na Metodologia.

Sobretudo, com o fim de delineararmos com maior acurácia as discrepâncias cognitivas porventura existentes entre as turmas, tomamos como indicativo o desempenho individual por aluno nos primeiro e segundo trimestres nas áreas de Ciências da Natureza (que engloba Biologia, Física e Química) parte de Ciências Humanas (Geografia, História e Sociologia), parte de Linguagens (Língua Portuguesa) e Matemática. A seleção foi feita em função de disciplinas que possam influenciar na formação da literacia de alunos.

A validação externa deste desenho experimental, contudo, como recém-posto, é limitada. Apesar de ter sido levada em conta a aleatoriedade de eleição da Turma experimental e de controle, não se pode assumir que as turmas sejam idênticas em absoluto – nenhuma das já existentes na realidade pode. Tendo em vista a singularidade cognitiva, caráter chave do construcionismo papertiano, com que cada indivíduo se exhibe, pensa e age no mundo, temos de convir que estas singularidades associadas, tanto em pequena escala (no grupo de investigação durante a atividade) quanto em grande escala (nos relacionamentos com a turma) fazem com que toda e qualquer turma seja singular.

Assim, com o fim de assegurar os “limites” (CAMPBELL; STANLEY, ANO, p. 39) da validação externa, discorremos em subseção subsequente sobre que descritores/caracterizadores das turmas se tomou.

Tendo em vista também que, com o cuidado de procedermos com representatividade mais escolar do que psicológica, optou-se nem por tomar alunos voluntários nem por dividir-se uma mesma turma em controle e experimento, já que tais ações, no contexto do Ensino Médio brasileiro (especialmente na Escola onde a investigação ocorreu), seriam de:

- *Invalidação interna: alunos de uma mesma turma sabendo que estariam fazendo parte de atividades diferentes (pois provavelmente se comunicariam com seus colegas) poderiam ter seus resultados influenciados por este/a conhecimento/consciência.*
- *Invalidação externa: vivências atipicamente escolares (seja de separação da turma ou de trabalhos extraclasse) decaem a representatividade do estudo no âmbito do Ensino, já que seriam vivências extraclasse – vistas como “não escolares”, por assim dizer.*
- *Inviabilidade: muitos alunos trabalham ou fazem curso em turno inverso.*

Discorridas as discussões sobre validação, tratemos dos pormenores de nosso desenho experimental. O mesmo consistiu em, após randomicamente eleger

uma das Turmas para passar pela experiência (interação com Big Data), fez-se a passar por ela, enquanto que a outra Turma não: fez-se a passar por outra forma de interação, que não envolveu nosso micromundo (como que uma aplicação de um “placebo”). Após ambas as Turmas passarem ou pelo experimento ou pelo placebo, foi aplicado um teste de verificação – no nosso caso, o SLA (*Scientific Literacy Assessment*), desenvolvido por Fives *et al.* (2014) e traduzido segundo sua permissão (2015).

O SLA compõe-se de dois testes, ambos quantitativos. O primeiro, denominado SLA-D (que possui duas versões), consiste de um teste de múltipla-escolha com quatro alternativas, cujo objetivo é sondar todos os componentes da literacia científica exceto os referentes a valores e crenças – tais são sondáveis pelo segundo teste, o SLA-MB, que consiste, por sua vez, em um questionário com escala do tipo Likert.

Para melhor apresentar como tal desenho experimental foi gerido como um todo, separamos esta seção em diferentes subseções com o fim de organizar os detalhamentos inerentes. Na primeira, discutimos a diferenciação prévia entre as Turmas, tratando dos conceitos trimestrais como indicativo das características cognitivas de ambas as Turmas, bem como de caracterizações socioeconômicas das mesmas. Na segunda subseção, tratamos das ações didáticas comuns às duas Turmas, bem como apresentamos a “interação placebo” empregada na Turma controle. Já na terceira subseção, discorremos sobre as especificidades do SLA, i.e., sobre como ele abarca as diferentes competências englobadas pela Literacia segundo a revisão de Fives *et al.* (2014), bem como sobre suas limitações validativas inerentes. Por fim, na terceira e última, tratamos sobre de que maneira a análise dos dados se deu.

4.2.1. Diferenciação pré-cognitiva e socioeconômica das Turmas

Como anteriormente referido, as Turmas tiveram sua caracterização de duas maneiras distintas: fatores caracterizadores do rendimento escolar (prévios ao experimento) e socioeconômicos.

Primeiramente, tomaram-se os resultados individuais de ambas as Turmas em determinadas disciplinas que interferissem na Literacia Científica de forma direta,

resultados que são as referências iniciais de diferenciação das cognições entre as Turmas. Foram tomados por “resultados” os conceitos do primeiro e segundo trimestres com as seguintes disciplinas levadas em conta: Biologia, Física, Geografia, História, Língua Portuguesa, Química, Sociologia e Matemática. Cabe salientar, como primeira diferenciação, que a turma experimental não teve aulas de Matemática por um longo período. Enfatizamos, todavia, que a definição de qual turma seria a experimental foi feita aleatoriamente, não tendo sido influenciado, portanto, por essa diferença entre elas.

Os resultados são administrados na Escola em função de três conceitos avaliativos distintos: CSA, CPA e CRA. O conceito CSA (Construção Satisfatória de Aprendizagem) é atribuído ao aluno quando ele demonstrou ter desenvolvidas as habilidades propostas em dado período trimestral; o CPA (Construção Parcial de Aprendizagem) é atribuído quando o aluno apresenta alguma pendência no desenvolvimento das referidas habilidades; já o CRA (Construção Restrita de Aprendizagem) é atribuído quando o aluno não apresentou atividades.

Com o fim de tornar estes dados quantitativos, atribuiu-se o valor de 1 (um) para CRA, 2 (dois) para CPA e 3 (três) para CSA, não tendo pesos diferentes de acordo com o trimestre ou disciplina.

Em segundo lugar, tomamos as características socioeconômicas que, no exame PISA, apresentado na Problematização (seção 1.2.2), obtiveram alta correlação com o desempenho de Literacia Científica; tais características são: computador com internet em casa, local apropriado para estudo, escolaridade dos pais e renda familiar. Estes dados foram acessados por entrevista estruturada com os alunos, cujo questionário se encontra no Apêndice B. Para melhor explicitar o acesso a tais características, o Quadro 12 abaixo visa esmiuçá-las:

Quadro 12 – Especificações de acesso às características socioeconômicas

Característica	Forma de acesso
*Computador em casa	Se há ou não.
*Conexão à internet (em casa ou móvel)	Se há ou não.
Local apropriado para estudo em casa	Se é satisfatoriamente silencioso, ou não, para o estudante. Se dispõe de completo material escolar ou não; por completo considere-se caderno, material de escrita e calculadora (o livro didático é disponível apenas na escola segundo regimento interno desta). Se dispõe de material de estudo próprio, ou não, que auxilie no estudo em

	geral (livro, enciclopédia, programa de computador, etc.).
Renda familiar	Se possui veículo próprio ou não. Se possui residência própria ou não. Quantos <i>smartechs</i> (<i>smartphones</i> e/ou <i>tablets</i>) há na casa. Quantas pessoas há na casa. As características assinaladas com (*) acima.
Escolaridade dos pais	O maior nível de escolaridade dos responsáveis (se completou ou não a 4ª série do ensino fundamental, ou se completou o ensino fundamental, ou se o médio ou se curso tecnólogo superior ou superior).

Fonte: elaborado pelo autor.

Com o fim de quantificar os dados viavelmente, em todos os casos (exceto escolaridade e quantidade de *smartechs*), por se tratar de respostas binárias (sim ou não) foram quantificadas como 0 (zero) e 1 (um) para, respectivamente, não e sim. No caso da escolaridade, tomou-se a quantificação usada no PISA, a saber: 0 (zero) se não completou a 4ª série do ensino fundamental e 1 (um) se a completou; 2 (dois) se completou o ensino fundamental; 3 (três) se completou o ensino médio; 4 (quatro) para ensino superior tecnólogo completo e 5 (cinco) para superior completo. No caso dos *smartechs*, calculou-se a razão entre a quantidade deles pela quantidade de pessoas na casa. Assim, em geral, quanto a maior a pontuação nos quesitos, *individualmente*, mais favoráveis são as condições socioeconômicas ligadas ao desenvolvimento de aprendizagem/literacia.

Por fim, esclarecemos que esse questionário possui como função o desempate de impasses ocorridos no emparelhamento, realizado em função dos desempenhos escolares. Um dos critérios de desempate, como a seguir será discorrido, é o cálculo da média ponderada das diferenças entre os escores “estudantil”, “familiar” e “total”. Assim, cabe ainda esclarecer como foram calculados tais escores:

- Escore estudantil: soma dos quesitos “Silêncio”, “Material completo”, “Material de didático próprio”, “Computador” e “Conexão à internet”;
- Escore familiar: soma dos quesitos “Computador”, “Conexão à internet”, “Veículo próprio”, “Residência própria” e “Smartechs per capita”;
- Escore total: soma de todos os quesitos.

4.2.2. Diferenciação didática das Turmas

Nosso estudo se deu sobre duas Turmas, experimental e controle, com a primeira possuindo 26 integrantes e a segunda 15¹⁰⁵. Cada uma das Turmas consistiu de turmas inteiras de alunos de primeiro ano do Ensino Médio de uma mesma escola. “Turma E” é a identificação daquela que interagirá com nosso micromundo; “Turma C” a identificação da de controle. A aleatoriedade necessária à investigação, salientamos, foi tomada apenas com relação às turmas, já que, no contexto escolar, como já argumentado, é inviável o fracionamento de turmas para experimentos que, como o nosso, intentam possuir validade escolar.

Ambas as Turmas tiveram as mesmas aulas e participaram das mesmas atividades até o momento em que se proporia aos mesmos uma investigação que se configura como a imersão didática de que falam Duschl e Grandy (2013), necessária ao desenvolvimento da Literacia Científica.

Em um primeiro momento, as Turmas tiveram práticas e vivências sobre Metrologia, tais como uso e funcionamento de instrumentos de medida, bem como expressão e transformação de medidas. Em um segundo momento, ambas as Turmas também participaram de aulas expositivo-dialógicas, associadas a curtas investigações, para desenvolvimento de habilidades procedimentais referente à manipulação de softwares de planilhas eletrônicas (para construção de tabelas e gráficos), como também de aulas do mesmo tipo para construção de conceitos gerais em literacia, a saber, fenômeno, variável, função, correlação, causação e média. Em um terceiro momento, ambas as Turmas, por fim, participaram de aulas expositivo-dialógicas sobre ideias gerais de Big Data e aplicações do mesmo na indústria, no comércio e na ciência, como uma forma de trazer-lhes a atualidade da interação computacional pelo mundo. Após precisamente este momento é que ambas as Turmas passaram a ter vivências diferenciadas, ambas, porém, de cunho investigativo, com mediação computacional.

A Turma E participou da interação com nosso micromundo tal qual já foi apresentado no capítulo anterior. Já a Turma C participou da interação com uma atividade investigativa similar (“placebo”), cuja essencial **diferença reside na não**

¹⁰⁵ Foram excluídos de ambos os grupos dois alunos cada, pois tais discentes ou não apresentaram avaliações em todas as disciplinas à escola ou evadiram (E9 e C9) durante o período das atividades.

interação com ferramentas de Big Data. Perceba-se a similaridade da interação placebo, apresentada no Quadro 13 abaixo, com as atividades referentes ao nosso micromundo (Quadro 10). A interação placebo, tal como foi apresentada aos alunos, reside no Apêndice C.

Quadro 13 – Síntese da interação placebo

Atividade	Enunciado	Regras e orientações
1	Saída ao pátio da escola para identificação de que interesse o grupo investigar.	Dar preferência para detalhes que o grupo nunca havia observado. Tirar fotos do que julgarem pertinente.
2	Elaboração da(s) perguntas (e hipótese(s), se optado).	–
3	Planejamentos das ações investigativas.	Cada integrante deverá possuir tarefas a cumprir.
4	Realização das ações da atividade 3.	Cada integrante deve ler pelo menos um dos textos escolhidos.
5	Propor uma resposta para a pergunta da atividade 1.	<ul style="list-style-type: none"> • A/s imagem/ns da Atividade 1 deve/m ser explicada/s pela/s conclusão/ões/resposta/s a que o grupo chegou depois da investigação (Atividades 3 e 4); • O grupo deve explicar se esta/s conclusão/ões/resposta/s pode/m ser tomada/s como definitiva/s, ou não e por quê.
6	Construir um cartaz/slide-relatório da investigação e apresenta-lo em gravação de vídeo.	<ul style="list-style-type: none"> • Devem constar no cartaz/slide (visual): apresentação da/s imagem/ns, listagem da/s pergunta/s, da/s hipótese/s e da estratégia e apresentação dos resultados/respostas da investigação. • Devem constar no vídeo (oral): as explicações de como surgiu, no grupo, o interesse pelo comportamento observado na atividade 1; do que se queria investigar e do que se esperava/pensava encontrar; além da indicação de quem fez cada uma das ações e porque dividiram assim as tarefas.

Fonte: elaborado pelo autor.

Como se nota no Quadro 13, **a substituição da ferramenta de Big Data se deu pela observação *in loco*** de fenômenos que lhes chamassem a atenção no pátio da Escola. O cuidado para que ambas as Turmas interagissem com computadores se deu para que a interação com Big Data, em especial, fosse uma

das mínimas diferenças¹⁰⁶ entre as Turmas – além das identificáveis na caracterização escolar e socioeconômica, fora as insondáveis pela investigação, tendo em vista a complexidade holística que há no ser humano e no social.

4.2.3. Apresentação do SLA

Como já posto, o SLA consiste em dois testes que visam acessar indícios de Literacia Científica do seu respondente de acordo com a estrutura conceitual oriunda da revisão de Fives et al (2014), já discutida na Fundamentação Teórica.

O primeiro teste, denominado SLA-D (*Demonstrable Scientific Literacy Assessment*), possui duas versões (SLA-D1 e SLA-D2), com 19 questões cada¹⁰⁷, que visam acessar, especialmente, a literacia científica demonstrável, isto é, aplicável dentro de contextos cotidianos (em vez de questões que careçam de algum conhecimento científico específico).

O teste

[p]or uma série de questões de itens de múltipla-escolha [...], acessa a literacia pelo exame de entendimentos do papel da ciência, do pensar e fazer científico, das relações entre ciência e sociedade e ciência e mídia e de matemática na ciência¹⁰⁸ (FIVES *et al.*, 2014, tradução nossa).

Estes entendimentos já foram explicitados na fundamentação teórica. Para acessar o último, referente a motivações, valores e crenças, é que foi desenvolvido o SLA-MB (*Motivations and Beliefs*), que consiste de questões de escala Likert. Diferente do primeiro, ele possui uma única versão, tendo em vista que as respostas são pessoais.

O SLA, portanto, possui suas questões classificáveis de acordo com o elemento da Literacia associado a ela. O SLA traduzido se encontra no Apêndice D.

¹⁰⁶ Os alunos foram direcionados ao laboratório de informática onde puderam ler a respeito dos assuntos que julgassem pertinentes. Apesar de incentivada, a Turma C não elaborou (ou precisou elaborar ou buscar por) tabelas nem gráficos. Em virtude disso, apesar de esperadas discrepâncias entre seus desempenhos no quesito Matemática na Ciência, tal expectativa foi frustrada.

¹⁰⁷ Originalmente os SLA-D possuem 25, mas os próprios autores dão orientações de como encurtá-lo para tal quantidade de questões, tendo em vista o remisso tempo tradicionalmente existente em aulas de ciências.

¹⁰⁸ [...] through a series of multiple-choice items [...], to test scientific literacy through the examination of understandings of the role of science, scientific thinking and doing, science and society, science media literacy, and mathematics in science.

O Quadro 14 abaixo apresenta os elementos de Literacia associados a cada questão – as questões de 1 a 19 remetem aos SLA-D e as de 20 a 44 ao SLA-MB:

Quadro 14 – Acesso de Literacia em cada questão do SLA

SLA	Elemento da Literacia	Questões	
		D1	D2
D	Papel da ciência (7 questões)	4,10,11,12,13,14,18	2,7,12,13,15,16,19
	Fazer e pensar científico (8 questões)	1,5,9,11,13,15,17,18	1,5,10,12,14,16,17,18
	Relação entre ciência, sociedade e mídia (5 questões)	2,8,10,15,18	9,11,14,16,19
	Matemática na ciência (7 questões)	3,6,7,9,12,16,19	3,4,6,8,9,10,13
MB	Valor do conhecimento científico (6 questões)	20 a 25	
	Autoeficácia com ciência (8 questões)	26 a 33	
	Crenças sobre ciência (11 questões)	34 a 44	

Fonte: elaborado pelo autor com base em (FIVES *et al.*, 2014, Tabelas 1 e 4).

4.2.4. Sobre a análise dos dados quantitativos

Nossa análise quantitativa tem quatro fontes diferentes de dados, a saber:

- Conceitos dos períodos escolares anteriores à análise: escala intervalar de 1 a 3, representativa dos conceitos CRA, CPA e CSA;
- Características socioeconômicas: escala ordinal que serve como índice simbólico da situação socioeconômica dos discentes.
- Resultados do SLA-D: escala racional, de 0 a 19, que serve como índice dos componentes demonstráveis em literacia científica.
- Resultados do SLA-MB: escala intervalar (Likert), que serve como índice dos componentes de motivações e crenças concernentes à ciência.

A primeira fonte, dos conceitos trimestrais, como salientado, compõe-se de escalas que vão de 1 a 3, e simbolizam a caracterização do desempenho escolar dos alunos que interferiram mais diretamente na Literacia Científica. Quanto maior a pontuação melhor foi seu desempenho em dada disciplina ou no geral, no caso da média destas pontuações.

O segundo, referente à caracterização socioeconômica do estudante, é pontuado de forma que, quão maior for o índice, maior a condição socioeconômica

do estudante no tocante a fatores relevantes a condições apropriadas que possam favorecer no desempenho escolar, segundo as análises do PISA¹⁰⁹ (OECD, 2014, p. 50).

As pontuações desta segunda fonte são calculáveis segundo as diferentes questões que compõem o questionário: há sete questões binárias, sim ou não, com pontuação respectiva de 1 (um) e 0 (zero). Além delas, há a pontuação referente à maior escolaridade dos responsáveis, que varia de 0 a 5, bem com a taxa de *smartechs* por pessoa, calculada pela divisão da soma de *smartphones* e *tablets* pelo número de pessoas na casa.

É importante salientar que a soma de todas as pontuações não carrega sentido, contudo: só possuem sentido dentro do devido agrupamento, e, mesmo assim, só servem como um indicativo ilustrativo; do contrário, ter 5 *smartechs*/pessoa seria mais relevante que ter um local silencioso para estudo! A taxa de *smartechs*/pessoa acusa, assim, apenas um indicativo da renda familiar. Além do mais, tais dados serviram especialmente como critério de desempate no emparelhamento segundo as médias escolares. A “ vitória” do impasse foi decidida segundo os critérios listados abaixo em ordem de prioridade:

1º) O que menor número de discrepâncias apresentou nas condições em geral, quesito a quesito, sem considerar a quantidade de smartechs nem o número de residentes: ao número de discrepâncias foi somada a diferença das quantidades de smartechs per capita entre os alunos a desempatar;

2º) O que menor média¹¹⁰ ponderada apresentou de diferenças entre os três escores do indivíduo a emparelhar.

A terceira base de dados são os resultados do teste SLA-D, que consistem no escore de respostas certas às perguntas de múltipla escolha do mesmo. Por constar de 19 questões, a pontuação total pode variar de 0 a 19. O resultado também é estratificável nos elementos de Literacia Científica abarcadas no SLA-D (papel da ciência, fazer/pensar científico, relação de sociedade e mídia com ciência, e matemática na ciência), de acordo com o número de questões que os abarca e o Quadro 14 recém-apresentado.

¹⁰⁹ Foram suprimidos quesitos de nível internacional, como identificações imigratórias e língua materna.

¹¹⁰ Isto é, fora feita a diferença de cada escore, entre indivíduos, e destas subtrações foram feitas médias ponderadas conforme definição dos escores ao final da seção 4.2.1.

A quarta e última base de dados são os resultados do teste SLA-MB, que consiste no escore das perguntas de escala Likert. Por constar de 25 questões, a pontuação total pode variar de 25 a 75. O resultado também é estratificável nos elementos de Literacia Científica abarcadas no SLA-MB: valor do conhecimento científico (6 questões), autoeficácia com ciência (8 questões) e crenças sobre ciência (11 questões).

Esclarecidas as fontes de dados, tratemos das ações estatísticas assumidas.

4.2.5. Sobre os testes de significância

Como dissemos, nosso estudo se deu sobre duas Turmas, experimental e controle, com respectivamente 26 e 15 integrantes. Visando a mais fiel comparabilidade, foi feito o emparelhamento conforme os resultados do rendimento escolar, tendo como critério de desempate a análise das condições socioeconômicas, ficando, ao final, cada Turma com 15 indivíduos.

Para que o uso de testes paramétricos possa se dar (CLEGG, 1995, p. 121–123; MOREIRA; ROSA, 2013, p. 98), os seguintes requisitos devem ser atendidos:

- *As observações devem ser independentes/não-relacionadas;*
- *A escala de medida deve ser cardinal (isto é, ou intervalar ou racional);*
- *A distribuição dos resultados deve ser normal;*
- *A dispersão dos resultados deve exibir homogeneidade de variância.*

A independência das observações reside no “isolamento comunicativo” existente entre as construções discentes, das Turmas E e C, isto é, são turmas que não se encontram com fins pedagógicos, apesar de serem da mesma escola; além de serem de turnos diferentes, não há na escola a cultura de turmas de estudo. Assim, as aprendizagens ou os desenvolvimentos da literacia de uma turma não interferem nos desenvolvimentos da outra.

Com relação ao requisito da escala, como fora explicitado, todas as fontes possuem escala adequada para testes paramétricos, com exceção da caracterização socioeconômica, tendo em vista que se trata de uma escala ordinal. Para fins de transparência, na Tabela 3 abaixo, são apresentados os valores das médias dos alunos de ambas as Turmas; lembramos que a escala vai de 1 a 3, isto é, quanto mais baixa mais CRA's o/a estudante teve como avaliação e quanto mais

alta mais CSA's obteve nas disciplinas consideradas nos dois primeiros trimestres do ano:

Tabela 3 – Médias escolares dos alunos das Turmas E e C do 1º e 2º trimestres, 2015

Turma E				Turma C			
Aluno	Média	Aluno	Média	Aluno	Média	Aluno	Média
E1	2,4	E16	2,266	C1	2,533	C15	2,533
E2	2,6	E17	2,2	C2	1,933	C16	2,066
E3	2,933	E18	2,866	C3	2,733		
E4	2,4	E19	2,533	C4	1,533		
E5	2,6	E20	2,8	C5	2,466		
E6	2,066	E21	2,466	C6	2		
E7	2,533	E22	2,4	C7	2,533		
E8	1,866	E23	2,066	C8	2,666		
E9*	2,266	E24	2,8	C9*	2,266		
E10	2	E25	2,733	C10	2,333		
E11	2,533	E26	1,933	C11	2,2		
E12	2,866	E27	1,8	C12	2,533		
E13	2,6	E28	2,66	C13	2,8		
E14	1,866			C14	2,666		

*alunos evadidos durante as atividades

Fonte: Elaborado pelo autor

Já com respeito à distribuição normal dos resultados, fora utilizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, em função de seu maior poder frente a outros testes e de sua fidedignidade para o caso de pequenas amostras (THODE, 2002 apud GHASEMI; ZAHEDIASL, 2012). Tendo calculado¹¹¹ os respectivos índices W, os mesmos foram 0,9473 para a Turma E e de 0,9210 para a Turma C, ambos exibindo, portanto, distribuição normal, com significância de 0,1840 e 0,1747 respectivamente (SHAPIRO; WILK, 1965). Outro indicativo de normalidade, as medidas da curtose e assimetria, e seus respectivos erros padrões vêm na Tabela 4.

¹¹¹ O cálculo fora feito pela extensão (*add-in*) *Real Statistics Resource Pack* do programa MS Excel elaborada por Charles Zaiontz, (Versão 4.3). Copyright (2013 – 2015) Charles Zaiontz <http://www.real-statistics.com>.

Tabela 4 – Curtoses e assimetrias das médias discentes das Turmas E e C dos 1º e 2º trimestres, 2015

Turma	Curtose	Erro padrão da curtose	Assimetria	Erro padrão da Assimetria
E	-1,01	0,87	-0,31	0,45
C	0,65	1,09	-0,97	0,56

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme Charles Zaiontz (2012), curtoses e assimetrias não maiores que duas vezes seus respectivos erros padrões classificam os dados como relativamente distribuídos de forma normal¹¹². Assim, como se vê na Tabela 4, e pelo resultado do teste W de Shapiro-Wilk, ambas as Turmas apresentam distribuição normal.

Por fim, quanto à homogeneidade da variância, foi usado o teste ANOVA. O fator F resultante foi de 0,19, bastante abaixo do valor crítico para os graus de liberdade de 43 indivíduos distribuídos em duas Turmas para significância de 0,1%.

Tendo em vista, assim, a normalidade e homogeneidade das Turmas, vem que há cumprimento dos requisitos para uso do teste paramétrico t de Student, conforme acima indicamos (CLEGG, 1995, p. 121–123; MOREIRA; ROSA, 2013, p. 98).

O teste paramétrico t de Student consiste na comparação dos resultados de duas ou mais Turmas para identificar se elas são estatisticamente diferentes entre si ou não, “através das médias e da distribuição dos resultados da amostra relativamente à média” (CLEGG, 1995, p. 126); no contexto do Ensino, isso pode significar, e este é o nosso caso, se as Turmas E e C exibiram diferença estatisticamente significativa no desenvolvimento de sua literacia através dos resultados do SLA. O teste foi feito com hipótese unilateral.

O teste t, para esta dissertação, foi rodado no suplemento (*add-in*) para MS Excel desenvolvido por Charles Zaiontz, *Real Statistics Resource Pack*, o mesmo usado para o cálculo do Teste W de Shapiro-Wilk. O suplemento provê ao programa diversas funções calculáveis nele, mas não disponíveis no mesmo. Uma relação completa dessas funções adicionais que o *Real Statistics Resource Pack* provê pode

¹¹² If the absolute value of the skewness for the data is more than twice the standard error, this indicates that the data are not symmetric, and therefore not normal. Similarly, if the absolute value of the kurtosis for the data is more than twice the standard error this is also an indication that the data are not normal.

ser encontrada no seu site¹¹³, bem como esclarecimentos sobre vários conceitos estatísticos. Seu desenvolvedor é PhD em Matemática pela Universidade de Purdue, em West Lafayette, Indiana, EUA.

Para aplicação do teste t em nossos dados quantitativos do SLA-D, usamos as percentagens das médias ponderadas aritmética e harmônica dos escores/desempenho dos alunos, calculadas da seguinte maneira:

- Média aritmética ponderada: seja $p_{a,i}$ o desempenho do aluno a referente ao elemento i da literacia, elemento este sondado por q_i questões no SLA. A porcentagem da média aritmética ponderada $\% \mu$ é dada por:

$$\% \mu_a = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 \frac{p_{a,i}}{q_i}$$

- Média harmônica ponderada: sejam os mesmos elementos definidos para $\% \mu$. A porcentagem¹¹⁴ da média harmônica ponderada $\% H$ é dada por:

$$\% H_a = \frac{1}{6,75} \frac{\sum_{i=1}^4 q_i}{\sum_{i=1}^4 \frac{q_i}{p_{a,i}}}$$

Já com relação ao teste t realizado sobre o SLA-MB, fora utilizada o seguinte cálculo de média aritmética ponderada:

- Média aritmética ponderada (Likert): Seja $k_{a,i}$ a opinião (escala Likert de 1 a 5) do aluno a referente ao elemento i da literacia, elemento este sondado por q_i questões no SLA. A média aritmética de suas respostas $\mu_{a,i}L$ é dada por:

$$\mu_{a,i}L = \frac{1}{q_i} \sum k_{a,i}$$

4.3. VIA QUALITATIVA: ANÁLISE DE CONTEÚDO BARDINIANA

Para via de análise qualitativa de nossa triangulação optou-se pela Análise de Conteúdo de Laurence Bardin (2011), tendo em vista a forma das apresentações: slides expostos em vídeos, bem como relatórios que os alunos construíram espontaneamente por julgarem, assim, melhor organizar suas ideias. Cogitou-se também ler os relatórios segundo a análise toulminiana de argumentos (BELLO, 2004), mas considerou-se tal leitura demais rigorosa para alunos calouros do Ensino

¹¹³ <http://www.real-statistics.com/>.

¹¹⁴ A maior pontuação pela média harmônica é 6,75.

Médio, os quais ainda não tiveram neles construídas habilidades de argumentação, nem vivenciaram muitas situações que as propiciassem.

Análise de conteúdo bardiniana não remete a uma técnica em si, mas a uma gama de técnicas; gama esta de investigações que objetivam a varredura/sondagem de um grupo de documentos (denominado *corpus*) sejam eles escritos ou orais, para que conotações e/ou denotações oriundas destes fiquem explícitas. O formato como a informação está disponível (vídeo, resposta a questionário) e a forma como ela se explicita (argumentações, hesitações em entrevistas, ênfase egocêntrica, etc.) dão indícios da técnica de análise dos documentos do *corpus* mais adequada. Assim, análise de conteúdo é uma abordagem prática de investigação; é uma perscrutação interpretativa, um escaneamento de conotações, explícitas ou implícitas, em expressões de um indivíduo ou uma coletividade.

A hipotetização analítica sempre existe na análise, seja implícita ou explicitamente (BARDIN, 2011, p. 129–130). Porém optamos por não construí-las para não nos serem “preconceitos apriorísticos” às leituras analíticas.

Antes de realizar a análise, Bardin sugere o cuidado com três fatores em especial, a saber,

[(I) escolha dos documentos, (II) formulação das hipóteses e dos objetivos e (III) elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação final] não se sucedem, obrigatoriamente, segundo uma ordem cronológica, embora se mantenham estreitamente ligados uns aos outros: a escolha dos documentos depende dos objetivos, ou, inversamente, o objetivo só é possível em função dos documentos disponíveis; os indicadores serão construídos em função das hipóteses, ou, pelo contrário, as hipóteses serão criadas na presença de certos índices (BARDIN, 2011, p. 125).

O objetivo da análise de conteúdo realizada foi o de, escrevendo na sua forma completa, **identificar evidências de literacia científica nas construções de alunos calouros de Ensino Médio** que são suas próprias investigações, documentadas na forma de relatórios-slides e apresentação visual em mídia.

O *corpus* de nossa análise, isto é, o conjunto de documentos a ser perscrutado foi classificado em três grandes séries: (I) os slides-relatórios dos alunos, onde constam suas elaborações-respostas às atividades experimentais (nosso micromundo) e placebo; (II) os relatórios que, porventura, tenham entregado (nem todos os grupos julgaram pertinente organizar as ideias assim – nem foi, também, exigido) e (III) os vídeos, gravados pelos alunos, que contém suas falas

apresentando suas pesquisas. Apesar da distinta natureza destas séries, elas estão intimamente relacionadas – e dependentes, pode-se dizer –, já que a apresentação do vídeo decorre do cartaz-relatório sendo este explicado pela fala dos grupos de alunos.

Tendo em vista a estrutura básica proposta aos alunos para construírem suas pesquisas, isto é, a própria série de atividades que serviu de orientação ao design de suas investigações, algumas dimensões da análise de conteúdo poderiam ser estipuladas previamente à análise em si. Oriundas desta estrutura básica, seriam elas: perguntas de pesquisa, hipóteses, estratégia (forma básica e lúdica de “metodologia”) e explicação causal. Contudo, relações existentes entre estas dimensões surgiram em meio à análise. Às dimensões recém-descritas denominamos **dimensões básicas**.

Para tornar a análise mais clara, optou-se por tomar as diferentes dimensões básicas como independentes, fazendo com que as relações de coerência entre elas formassem novas dimensões de análise. À soma destas novas com as básicas denominamos **dimensões didáticas**¹¹⁵ (DD), que são detalhadas abaixo:

- *Dimensão 1, Perguntas de pesquisa (P): consiste na lista de perguntas/curiosidades investigativas dos grupos de alunos.*
- *Dimensão 2, Hipóteses (H): refere-se à lista de hipóteses que os grupos porventura (pois era opcional) tenham construído.*
- *Dimensão 3, Coerência P-H: trata-se da coerência in/existente entre as perguntas e hipótese, isto é, se as hipóteses realmente respondem à pergunta ou não, e de que forma.*
- *Dimensão 4, Estratégia assumida (E): remete às ações metodológicas dos alunos que, em diálogo com o professor, julgaram viáveis e pertinentes tomar em busca de respostas às suas perguntas.*
- *Dimensão 5, Coerência P-E: idem a Dimensão 3, mas entre P e E.*
- *Dimensão 6, Explicação Causal (K): trata-se da resposta construída após/com a/via investigação, seja ela uma elaboração relacional ou causal (apesar do rótulo “causal”).*
- *Dimensão 7, Coerência P-K: idem a Dimensão 3, mas entre P e K.*

¹¹⁵ **Nota à qualificação:** Como é comum em análises de conteúdo, podem surgir novas dimensões de análise ao passo que se analisam o material. Como esta metodologia fora escrita previamente a mesma, é possível que na versão da defesa haja mais (ou menos ou diferentes) dimensões.

- *Dimensão 8, Análise de gráfico/tabela: dimensão exibida apenas pela Turma E¹¹⁶, trata-se das suas interpretações dos gráficos do GT/GC que tenham explorado.*

As dimensões foram traçadas tomando a apresentação final, a unidade trina slide+relatório+vídeo, como uma única fonte de dados de certo grupo de alunos; tal unidade foi estipulada tendo em vista a íntima dependência entre as séries do *corpus*.

Sobretudo, como o objetivo é identificar a Literacia via Análise de Conteúdo, nos vimos na necessidade de outra dimensão: além das dimensões didáticas, a de **dimensões literáticas (DL)**, que remetem aos elementos da Literacia de Fives et al. (2014).

As DL especificam evidências de literacia científica e são transversais a uma ou mais dimensões didáticas, conforme delineamos no Quadro 15.

Quadro 15 – Dimensões de análise

Dimensões Didáticas (DD)	Dimensões Literáticas (DL)		
	1. Papel da ciência	2. Fazer e pensar científico	3. Matemática na ciência
1: Perguntas de pesquisa (P)	X		
2: Hipóteses (H)	X		
3: Coerência P-H	X		
4: Estratégia assumida (E)		X	
5: Coerência P-E		X	
6: Explicação Causal (K)	X	X	
7: Coerência P-K		X	
8: Análise de gráfico/tabela		X	X

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por exemplo: a Dimensão Literática 1 (DL1), Papel da Ciência, conforme especificação de Fives et al. (2014, tradução nossa), complexifica-se no “identificar questões que possam ser respondidas por investigação científica; entender a natureza da empresa científica; e entender conceitos/termos científicos

¹¹⁶ O grupo controle, em virtude dos temas/fenômenos escolhidos para análise, e das perguntas investigativas por eles levantadas, não lidaram com construção de tabelas ou gráficos, por mais que tenha havido o incentivo por parte do professor para uso do recurso.

genéricos”¹¹⁷. Desta forma, a DL1 é acessada pelas DDs que a acessam (1, 2, 3 e 6): ao elaborar questões e (possíveis) hipóteses e conclusões que tenham ocorrido referentes às mesmas, de forma coerente ou incoerente, o grupo entende/usa adequadamente (ou não) conceitos científicos genéricos, como “hipótese” e “investigação”¹¹⁸, exibindo ali, com as atividades (DDs), sua Literacia (DL).

Já a DL2, Fazer e Pensar Científico, trata-se da maestria das seguintes habilidades observacionais e analíticas: “descrever fenômenos naturais; reconhecer padrões; identificar variáveis de estudo; questionar criticamente sobre desenhos de estudo; construir conclusões com base em evidência” (FIVES *et al.*, 2014, tradução nossa). Assim, cada DD que a cruza (4 a 8) o faz, por exemplo, da seguinte forma: ao expor a estratégia ou suas conclusões, os alunos articulam as habilidades relacionadas, como identificação de variáveis e construção de inferências coerentes com os resultados.

Por fim, a DL3, Matemática na Ciência, que consiste no “uso de conhecimentos matemáticos em ciência (como leitura de tabelas e gráficos e articulação de proporções e proposições) e no entendimento de suas aplicações na mesma”¹¹⁹ (FIVES *et al.*, 2014, tradução nossa), é acessível pela análise de gráficos de forma apropriada, isto é, na interpretação dos mesmos coerentemente com a natureza dos dados, a saber, o ITR com motivação limitadamente identificável¹²⁰.

Como é visível, conforme tratamos no capítulo sobre nosso micromundo, suas limitações quanto a alguns elementos da Literacia que não são abarcados refletem aqui na impossibilidade de acesso qualitativo destes elementos, a saber: relação de ciência, sociedade e mídia; e crenças e valores acerca da ciência, sendo tais acessados apenas pelo SLA.

Especificados até aqui o delineamento do corpus e as dimensões de análise, nas próximas subseções será detalhada a análise nos seguintes pontos: na primeira, os indicadores, tipo analítico e a leitura teórica dos dados segundo a literacia de

¹¹⁷ Identify questions that can be answered through scientific investigation; understand the nature of scientific endeavors; understand generic science terms/concepts.

¹¹⁸ Saliente-se que nem todos os conceitos genéricos foram tratados com detalhes expositivamente nas aulas que precederam as atividades investigativas; antes, as incoerências que iam sendo identificadas eram discutidas com os alunos no ato de suas elaborações.

¹¹⁹ Use mathematics in science; understand the application of mathematics in science.

¹²⁰ Com isso lembramos que os gráficos de ITR, em geral, do GT/GC não distinguem a intenção da busca pelo termo: a busca por “vagalume”, por exemplo, pode remeter ao site de letras de música ou ainda ao inseto *Lampyrus noctiluca*. Alguns termos, contudo, conectam alguma intenção, como é o caso de esportes ou filmes.

Fives e a epistemologia bungeana; na segunda, sobre como a interpretação dos resultados foi feita segundo o Construcionismo papertiano.

4.3.1. Tipo de análise e ópticas teóricas

Nesta subseção, é discorrido sobre os detalhes concernentemente aos movimentos da análise, isto é, sobre os significantes identificados nos componentes do *corpus*, segundo as dimensões construídas e as “lentes teóricas” de identificação de desenvolvimento de literacia científica, segundo a epistemologia bungeana, bem como ao tipo de análise efetuada para tal. Já tendo discorrido sobre cada uma das dimensões e seus respectivos cruzamentos, conforme as ópticas teóricas já apresentadas na fundamentação teórica, a saber, a Literacia Científica de Fives *et al.* (2014) e a epistemologia de Mário Bunge (1989, 1998) na subseção anterior, agora tratamos do esclarecimento metódico da análise. Remetemos o leitor ao Quadro 15 para melhor acompanhar o presente delineamento.

O tipo de análise de conteúdo por nós optada, tendo em vista a natureza dos dados (mensagens discentes escritas e orais, nas quais tornam, ora explícitas ora implícitas, suas literacias científicas) e o objetivo de análise (identificar tal literacia), foi a **Análise Proposicional do Discurso** (APD). Este tipo de análise de conteúdo, segundo Bardin (2011, p. 235), “pode ser considerada uma variante da análise temática”, que se centra na estrutura argumentativa: sua “hipótese subjacente é de inspiração estruturalista” (BARDIN, 2011, p. 236).

A APD é razoavelmente simples: consiste essencialmente na (I) determinação de temas (ou referentes-núcleos, ou RN) e a (II) divisão do texto em proposições, as quais circundem os RN exprimindo-lhe os significados a ele atribuídos. Os RN são justamente os centros, portanto, “das cognições do sujeito a propósito [de determinado] texto” (BARDIN, 2011, p. 236).

Com a necessidade de se conceber cada elemento do corpus (isto é, o conjunto “slide+relatório+vídeo”) de forma integrada/estruturada, necessitamos, portanto, de dois movimentos analíticos, como é crucial em uma investigação estrutural: o desmembramento proposicional e a ressystematização do todo. Como metaforiza a autora:

Por detrás da análise das frequências existia a mania do colecionador. Por detrás da análise estrutural existe um gosto pelo jogo do *meccano*¹²¹: desmontar o mecanismo, explicar o funcionamento e... reencontrar as mesmas engrenagens ou o mesmo motor, qualquer que seja a forma do relógio ou a cor da carroceria (BARDIN, 2011, p. 266).

Como há distinções em cada dimensão, houve tanto RN distintos para cada uma delas quanto comuns. Justamente estes RN comuns nos serviram de elo para o movimento ressystematizador: como tais RN são núcleos comuns interdimensões, permitiram-nos resgatar “as cognições dos sujeitos” frente ao todo.

Por se tratar de uma APD, as unidades de registro são cada proposição recortada em função dos RN identificados. As unidades de contexto, por sua vez, tratam-se do próprio conjunto “slide+relatório+vídeo”, pois são dentro do mesmo que elementos das unidades de registro ganham significado. As dimensões, assim, optamos por separá-las de acordo com ambos os movimentos analíticos: as DD de coerência (3, 5 e 7) como próprias da ressystematização e as demais da APD.

Após todas as ações analíticas, tendo já o material “falado” o que tem a falar sobre Literacia Científica, e tendo a mesma já sido identificada qualitativamente, partiu-se a interpretação construcionista dos resultados, interpretação esta discorrida na próxima seção.

4.3.2. Interpretação construcionista dos resultados

O desenvolvimento da literacia dos discentes foi avaliado/identificado com base no conceito de Literacia de Fives *et al.* e na epistemologia de Bunge. Contudo, como interpretar a qualidade com que as literacias foram mais bem, ou não, desenvolvidas? Isto é, como compreender o processo de aprendizagem ocorrido? Sob esta questão é que o Construcionismo de Papert nos serviu como lente.

Em função das características das construções discentes, bem como em diferenças observadas entre as Turmas, construímos inferências baseadas, essencialmente, nos princípios matéticos explicitados na Fundamentação Teórica.

¹²¹ Meccano é uma marca inglesa de brinquedos mundial e historicamente conhecida por produtos ligados a máquinas de funcionamento mecânico, com roldanas, eixos e rodas, tais como guindastes e retroscavadeiras, máquinas estas desmontáveis de forma a desenvolver *insights* sobre mecânica newtoniana (originalmente o brinquedo se chamava “*Mechanics made easy*”). Para maiores detalhes, ver <<http://www.meccano.com/about>>.

Assim, apesar das limitações de nosso micromundo em poder ser caracterizado apropriadamente com o Construcionismo de Papert, assumimos esta lente teórica como forma de interpretar os eventos decorrentes em nossos ambientes de aprendizagem.

5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Como discorrido nos capítulos até aqui apresentados, nossa análise configura-se como uma triangulação quanti-quali com o SLA e a Análise Proposicional de Discurso, com o fim de identificar diferenças exibidas em duas turmas, uma experimental e uma de controle, concernente às possíveis consequências que a interação com um micromundo de crowdledge oferece à literacia científica dos mesmos em comparação com atividades observacionais e de leitura.

Para início do capítulo, trataremos de pormenores da experiência docente com a atividade em si. Após, em semelhança à Metodologia, na segunda seção há a apresentação da análise de dados quantitativa, isto é, o teste t de Student sobre os desempenhos no SLA. Finalmente, na terceira seção, a APD sobre o material entregue pelos alunos com a apresentação de suas investigações é analisada.

5.1. DIÁRIO DE CLASSE

As atividades didáticas iniciaram, como organizadas no Quadro 10, com a identificação, pelos grupos de ambas as Turmas, de fenômenos de estudo relevantes para si, cada turma, porém, no seu devido ambiente. Enquanto a Turma E o fazia no laboratório de informática da Escola analisando gráficos no Google Trends e/ou no Google Correlate, a Turma C o fazia no pátio da mesma analisando livremente o que desejassem.

Nas duas primeiras semanas, a Turma E observou gráficos diversos aliados a gostos pessoais, como esportes (artes marciais) e artes (cinema, música, dança e moda). É interessante notificar que, nesse período inicial da vivência didática, duas situações atípicas (para essa Turma) chamaram a atenção do seu professor: os alunos não se dispersaram/distraíram com o uso de redes sociais (o que ocorria comumente durante outras aulas), bem como a de que alunos que comumente não participavam de atividades em sala engajaram-se com razoável empenho. Mas tais situações foram próprias dessa primeira atividade, apenas, tendo sido observadas comumente em aulas posteriores.

Com relação à busca por um fenômeno a análise no Google Trends, a Turma em geral mostrou-se com dificuldade: seguidamente caía-se em gráficos e/ou questões triviais, ou seja, com padrão escolar ou de padrão sazonal, sendo os alunos orientados a buscarem por outros termos ou ainda relacionar diferentes termos ao mesmo tempo. Observamos também que o algoritmo (ver Apêndice A) não fora utilizado pelos alunos: seguidamente os grupos caíam nas trivialidades evitáveis por ele, e, mesmo após visto que ele o fazia, não o consultavam, ficando somente em função das orientações docentes e discussões internas dos grupos.

A Turma C, por sua vez, em sua observação no pátio da Escola teve como foco árvores, limos, mofos e líquens. No mesmo dia da observação, os alunos, em seus grupos, propuseram-se os diversos questionamentos que viriam a nortear suas investigações, como também teceram as respectivas hipóteses que carregaram consigo referentes a cada questionamento. Já a Turma E elaborou suas questões apenas a partir¹²² do segundo dia: assim se deu, pois eles precisaram de um momento de familiarização com o Google Trends.

No tocante ao planejamento de estratégias dos grupos, ambas as Turmas mostraram-se carentes de orientação: todos os grupos solicitaram auxílio do professor e poucos foram o que puderam traçar alguma estratégia sem buscar tal auxílio.

Ambas as turmas usaram da internet como meio de consulta a textos diversos que os auxiliasse a responderem suas inquisições, mas apenas a Turma C lançou mão de livros didáticos de Biologia, dado que muitos dos textos encontrados por eles mostrarem-se com linguagem muito avançada aos mesmos.

Quanto à construção do relatório, ambas as Turmas levaram de duas a três semanas para tanto. Alguns grupos tomaram espaço, inclusive, de turno inverso. Ambas as Turmas mostraram-se preocupadas com como deveria ser construído, em parte, porque a atividade decorreu no final do período letivo e os alunos manifestavam-se com assaz preocupação para com suas aprovações. Alguns grupos, no entanto, seguros de sua aprovação, não mostraram o mesmo engajamento que no início, abandonando perguntas de pesquisa, ou formulando fechamentos extremamente sucintos (como simples rankings), como se tratará na seção 5.3.1.

¹²² Houve grupos que fizeram a atividade em um único dia (o último), a saber, E-VIII e E-IX.

5.2. RESULTADOS QUANTITATIVOS: TESTE T SOBRE O SLA

Como já apresentado na Metodologia, foi aplicado o teste t sobre os desempenhos de ambas as turmas, experimental (Turma E) e controle (Turma C), após emparelhamento segundo seus desempenhos escolares com desempate segundo situação socioeconômica. Para apresentar os resultados de forma mais clara, dividimos a apresentação dos resultados quantitativos em duas subseções. Na primeira, trazemos o processo de emparelhamento; na segunda, o teste t.

5.2.1. Emparelhamento

A Tabela 5, a seguir, mostra médias de ambas as turmas ordenadas segundo a Tabela 3. A semelhança desta última, na Tabela 5 as médias remetem aos conceitos CRA, CPA e CSA, de forma que, quão mais próximo de 1 maior o número de disciplinas que o discente avaliado fora com CRA dois primeiros trimestres letivos, bem como quão mais próximo de 3 maior o número de disciplinas com CSA. Perceba-se como houve empates¹²³ (destacados em caixas coloridas) entre as médias escolares. Os alunos E9 e C9, lembramos, evadiram; já o aluno E4 não compareceu no dia das sondagens.

¹²³ Por empate tenha-se em conta não apenas médias iguais, mas médias equidistantes do indivíduo a ser emparelhado. Por exemplo, E16 possui média diferente de E1 e E22, mas suas médias são equidistantes do indivíduo C10; em condição de emparelhamento, portanto, estão todos os três empatados.

Tabela 5 – Emparelhamento parcial dos alunos das Turmas E e C segundo suas médias do 1º e 2º trimestres, 2015

Turma E		Turma C	
<i>Aluno</i>	<i>Média</i>	<i>Aluno</i>	<i>Média</i>
E27	1,8	C4	1,533
E8	1,866	C2	1,933
E14	1,866	C6	2
E26	1,933	C16	2,066
E10	2	C11	2,2
E6	2,066	C10	2,333
E23	2,066	C5	2,466
E17	2,2	C1	2,533
E16	2,266	C7	2,533
E1	2,4	C12	2,533
E22	2,4	C15	2,533
E21	2,466	C8	2,666
E7	2,533	C14	2,666
E11	2,533	C3	2,733
E19	2,533	C13	2,8
E2	2,6		
E5	2,6		
E13	2,6		
E28	2,66		
E25	2,733		
E20	2,8		
E24	2,8		
E12	2,866		
E18	2,866		
E3	2,933		

Fonte: elaborada pelo autor.

Os empates/impasses, de acordo com a Tabela 5, são esquematizados no Quadro 16. Quando os impasses se mesclaram, os mesmos foram ordenados em ordem crescente de diferença entre as médias, sempre priorizando o emparelhamento por médias iguais. Cada impasse foi codificado com letras maiúsculas que caracterizam justamente a ordem que deveriam ser resolvidos.

Quadro 16 – Ordenação dos impasses de emparelhamento pelas médias

Impasse	Diferença	Turma E	Turma C
A	0	E6 e E23	C16
B	0,067	E16, E1 e E22	C10
C	0,006	E28	C8 e C14
D	0,066	E2, E5 e E13	Sobra do impasse C
E	0	E7, E11 e E19	C1, C7, C12 e C15
F	0,067	Sobras do impasse D	Sobra do impasse E
G	0	E20 e E24	C13

Fonte: elaborada pelo autor.

A Tabela 6 e a Tabela 7, abaixo, apresentam os resultados da pesquisa socioeconômica realizada com os discentes, para resolver os impasses de emparelhamento. Nelas, são agrupados os indivíduos envolvidos em impasse no Quadro 16, tendo destacados em negrito os indivíduos “vencedores” do impasse, os quais, lembramos, foram decididos segundo (em ordem de prioridade) o número de discrepâncias e a média aritmética de diferenças entre os três escores do indivíduo a emparelhar (ver seção 4.2.4).

Para exemplificar mais claramente o desempate, tome-se o primeiro grupo da Tabela 6: C16, E6 e E23. São identificados na Tabela suas respostas (1 para sim e 0 para não) ao questionário (ver Apêndice B), bem como o cálculo da relação *smartechs per capita* (isto é, soma de *smartphones* e *tablets* na casa dividido pelo número de moradores), além do grau de escolaridade dos responsáveis. O número¹²⁴ de discrepâncias (ou seja, itens com respostas diferentes), entre C16 (assinalado com uma caixa de borda espessa) e E6 é contabilizado na coluna “Disc. Cond.” na linha de E6; já a média das diferenças entre os escores (estudantil, familiar e total) destes alunos é posta na coluna “Dif. Escor.”, também na linha do aluno E6. As diferenças entre C16 e E23, por sua vez, são levantadas na linha de E23. Finalmente, com base nos dados dessas colunas, comparou-se as linhas dos dois alunos a desempatar, E6 e E23. Como E6 apresentou menor número de discrepâncias, fora eleito para o emparelhamento (e destacados os seus dados em negrito).

Destacamos que a Tabela 6 apresenta apenas os impasses A, B, C, D e G: por se tratarem de impasses mais complexos, os impasses E e F são tratados na Tabela 7, em separado.

¹²⁴ Não são contadas aqui discrepâncias no número de moradores e no número de *smartechs*, já que são levados em conta no cálculo de *smartechs per capita*.

Tabela 6 – Resolução dos impasses A, B, C, D e G segundo resultados da pesquisa socioeconômica com os alunos das Turmas E e C

Impas.	Alu.	Condição do local de estudo			Condições familiares								Totais			Disc. Cond.	Dif. Escor.
		Silêncio	Mat. Básic.	Mat. Didát. Próp.	Comput.	Internet	Velc. Próp.	Domic. Próp.	Quant. Smartechs	Núm. de resid.	Smartechs per capita	Escolar. dos respons.	Escore estudantil	Escore familiar	Escore total		
A	C16	1	1	0	0	1	1	1	7	7	1,000	2	3	6,000	8,000	-	-
	E6	1	1	0	0	0	1	1	2	4	0,500	1	2	3,500	5,500	2,5	0,9
	E23	0	1	0	1	1	0	1	3	5	0,600	2	3	5,600	6,600	3,4	0,2
B	C10	0	1	0	0	1	0	0	2	4	0,500	2	2	3,500	4,500	-	-
	E16	1	1	1	0	1	1	1	1	5	0,200	1	4	4,200	7,200	5,3	0,8
	E1	0	1	0	1	1	1	0	3	5	0,600	3	3	6,600	7,600	3,1	1,1
	E22	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1,000	3	5	8,000	11,000	6,5	2,1
C	E28	0	0	0	1	1	0	0	4	9	0,444	1	2	3,444	3,444	-	-
	C8	0	1	1	0	1	1	1	3	3	1,000	0	3	4,000	6,000	6,6	0,6
	C14	0	1	1	1	1	1	1	4	4	1,000	2	4	7,000	9,000	5,6	1,6
D	C8	0	1	1	0	1	1	1	3	3	1,000	0	3	4,000	6,000	-	-
	E2	1	1	1	0	1	0	1	1	2	0,500	3	4	5,500	8,500	3,5	0,7
	E5	0	1	1	1	1	1	1	5	5	1,000	0	4	5,000	7,000	1	0,5
	E13	0	1	0	1	1	1	1	3	6	0,500	2	3	6,500	7,500	3,5	0,6
G	C13	1	1	1	0	1	0	0	5	5	1,000	1	4	3,000	6,000	-	-
	E20	0	1	0	0	0	0	1	0	4	0,000	2	1	3,000	4,000	6	0,8
	E24	1	1	1	0	0	1	1	3	2	1,500	0	3	3,500	6,500	4,5	0,1

Fonte: elaborada pelo autor.

A Tabela 7 a seguir, como dito, traz os impasses E e F. O emparelhamento foi decidido pelo par com menor discrepância; assim, E11 emparelhou com C12, pois foi com ele que obteve menores discrepâncias se comparadas às discrepâncias para com C1, C7 e C15.

Tabela 7 – Resolução dos impasses E e F segundo resultados da pesquisa socioeconômica com os alunos das Turmas E e C

Impas.	Alu.	Condição do local de estudo			Condições familiares								Totais			Disc. Cond.	Dif. Escor.
		Silêncio	Mat. Básic.	Mat. Didát. Próp.	Comput.	Internet	Veic. Próp.	Domic. Próp.	Quant. Smartechs	Núm. de resid.	Smartechs per capita	Escolar. dos respons.	Escore estudantil	Escore familiar	Escore total		
E	C1	1	1	0	0	1	1	1	3	6	0,500	1	3	4,500	6,500	-	-
	E7	1	1	1	1	1	1	1	5	4	1,250	3	5	8,250	11,250	3,8	1,6
	E11	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1,000	2	5	7,000	10,000	3,5	1,2
	E19	0	1	1	0	0	1	1	2	4	0,500	2	2	4,500	6,500	4	0,2
	C7	0	1	0	0	0	0	1	2	6	0,333	1	1	2,333	3,333	-	-
	E7	1	1	1	1	1	1	1	5	4	1,250	3	5	8,250	11,250	6,9	2,7
	E11	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1,000	2	5	7,000	10,000	6,7	2,3
	E19	0	1	1	0	0	1	1	2	4	0,500	2	2	4,500	6,500	3,2	0,9
	C12	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1,000	2	5	7,000	10,000	-	-
	E7	1	1	1	1	1	1	1	5	4	1,250	3	5	8,250	11,250	1,3	0,4
	E11	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1,000	2	5	7,000	10,000	0	0
	E19	0	1	1	0	0	1	1	2	4	0,500	2	2	4,500	6,500	3,5	1,4
	C15	0	1	0	1	1	1	1	6	5	1,200	1	3	6,200	7,200	-	-
	E7	1	1	1	1	1	1	1	5	4	1,250	3	5	8,250	11,250	3,1	1,2
	E11	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1,000	2	5	7,000	10,000	3,2	0,8
E19	0	1	1	0	0	1	1	2	4	0,500	2	2	4,500	6,500	5,7	0,6	
F	C1	1	1	0	0	1	1	1	3	6	0,500	1	3	4,500	6,500	-	-
	E2	1	1	1	0	1	0	1	1	2	0,500	3	4	5,500	8,500	3	0,6
	E13	0	1	0	1	1	1	1	3	6	0,500	2	3	6,500	7,500	3	0,4

Fonte: elaborada pelo autor.

Finalmente, tendo sido realizado o desempate, a Tabela 8 nos traz as amostras devidamente emparelhadas:

Tabela 8 – Emparelhadas dos alunos das Turmas E e C segundo suas médias e condições socioeconômicas

Turma Experimental (E)		Turma Controle (C)	
<i>Aluno</i>	<i>Média</i>	<i>Aluno</i>	<i>Média</i>
E27	1,8	C4	1,533
E26	1,933	C2	1,933
E10	2	C6	2
E6	2,066	C16	2,066
E17	2,2	C11	2,2
E1	2,4	C10	2,333
E21	2,466	C5	2,466
E13	2,6	C1	2,533
E19	2,533	C7	2,533
E11	2,533	C12	2,533
E7	2,533	C15	2,533
E5	2,6	C8	2,666
E28	2,66	C14	2,666
E25	2,733	C3	2,733
E24	2,8	C13	2,8

Fonte: elaborada pelo autor.

5.2.2. Teste t sobre o SLA-D

A Tabela 9 nos traz os desempenhos das amostras emparelhadas ao SLA-D; no cabeçalho da tabela é destacado (entre parênteses) o número de questões de cada um dos quatro elementos da literacia acessado no teste (i.e., papel da ciência, fazer e pensar científico, ciência na mídia e na sociedade e matemática na ciência). O cálculo das médias ponderadas aritmética e harmônica foi apresentado na Metodologia.

Tabela 9 – Desempenhos no SLA-D das amostras emparelhadas

Turma	Aluno	Papel (7)	Pensar e fazer (8)	Social e midiático (5)	Matemática (7)	Média aritmética ponderada	Média harmônica ponderada
E	E1	3	4	3	5	0,561	0,541
	E5	1	2	2	3	0,305	0,253
	E6	2	5	3	3	0,485	0,440
	E7	2	3	3	1	0,351	0,270
	E10	1	3	3	1	0,315	0,218
	E11	4	2	4	4	0,548	0,457
	E13	2	1	2	2	0,274	0,229
	E17	2	4	3	1	0,382	0,282
	E19	5	5	3	3	0,592	0,571
	E21	1	3	1	1	0,215	0,185
	E24	3	3	3	4	0,494	0,475
	E25	8	1	2	5	0,596	0,313
	E26	1	1	2	3	0,274	0,202
	E27	2	3	1	1	0,251	0,220
	E28	5	2	3	1	0,427	0,284
C	C1	2	3	3	2	0,387	0,353
	C2	2	3	4	3	0,472	0,410
	C3	3	1	1	1	0,224	0,179
	C4	3	2	2	4	0,413	0,378
	C5	3	5	3	2	0,485	0,440
	C6	2	4	2	1	0,332	0,267
	C7	4	2	3	4	0,498	0,436
	C8	1	1	1	1	0,153	0,148
	C10	2	2	2	4	0,377	0,340
	C11	1	2	1	2	0,220	0,205
	C12	1	1	1	2	0,188	0,170
	C13	4	6	4	4	0,673	0,658
	C14	5	5	4	4	0,678	0,667
	C15	5	3	2	4	0,515	0,481
	C16	4	2	2	0	0,305	0

Fonte: elaborada pelo autor.

Com base nos dados da Tabela 9 fora rodado o Teste t de Student pela extensão *Real Statistics*¹²⁵. Na Tabela 10 são trazidas as médias, desvios e demais valores referentes ao Teste t entre as médias aritmética e harmônica no SLA-D. Lembramos que os testes todos foram feitos sob hipótese unilateral.

¹²⁵ Real Statistics Resource Pack do programa MS Excel elaborada por Charles Zaiontz, (Versão 4.3). Copyright (2013 – 2015) Charles Zaiontz <http://www.real-statistics.com>.

Tabela 10 – Teste t unilateral sobre as médias aritmética e harmônica do SLA-D das Turmas E e C, 2015

Teste t sobre as médias aritméticas (alfa = 5%)					
<i>Turma</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>T</i>	<i>gl</i>
E	0,404667	0,132751	0,057752097	0,1731539	14
C	0,394667	0,162672			
<i>Resultados:</i>				p 0,432504	t-crítico 1,76131

Teste t sobre as médias harmônicas (alfa = 5%)					
<i>Turma</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>T</i>	<i>gl</i>
E	0,329333	0,130478	0,065984212	-0,1939858	14
C	0,342133	0,186017			
<i>Resultados:</i>				p 0,424487	t-crítico 1,76131

Fonte: elaborado pelo autor com o add-in Real Statistics Resource Pack do programa MS Excel elaborada por Charles Zaiontz, (Versão 4.3). Copyright (2013 – 2016) Charles Zaiontz <http://www.real-statistics.com>.

Como é notável na Tabela 10, dados a significância de 5%, os valores de t críticos e os valores de p, vem que por nenhuma das médias, aritmética ou harmônica, é significativa a diferença entre as Turmas. O resultado se repete nas análises de cada elemento da literacia em particular, como é visível na Tabela 11:

Tabela 11 – Teste t unilateral sobre cada elemento do SLA-D das Turmas E e C, 2015

Teste t sobre os percentuais do elemento Papel da Ciência (alfa = 5%)					
<i>Turma</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>t</i>	<i>gl</i>
E	0,4	0,281603	0,083648578	0	14
C	0,4	0,196173			
<i>Resultados:</i>				p 0,5	t-crítico 1,76131
Teste t sobre os percentuais do elemento Fazer e pensar científicos (alfa = 5%)					
<i>Turma</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>t</i>	<i>gl</i>
E	0,35	0,165022	0,082736	0	14
C	0,35	0,195941			
<i>Resultados:</i>				p 0,5	t-crítico 1,76131
Teste t sobre os percentuais do elemento Relação da Ciência com a sociedade e a mídia (alfa = 5%)					
<i>Turma</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>t</i>	<i>gl</i>
E	0,506667	0,166762	0,07855844	0,509175077	14
C	0,466667	0,222539			
<i>Resultados:</i>				p 0,30928	t-crítico 1,76131
Teste t sobre os percentuais do elemento Matemática na Ciência (alfa = 5%)					
<i>Turma</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>t</i>	<i>gl</i>
E	0,361905	0,215078	0,072442	$1,53 \times 10^{-15}$	14
C	0,361905	0,201066			
<i>Resultados:</i>				p 0,5	t-crítico 1,76131

Fonte: elaborado pelo autor com o add-in Real Statistics Resource Pack do programa MS Excel elaborada por Charles Zaiontz, (Versão 4.3). Copyright (2013 – 2016) Charles Zaiontz <http://www.real-statistics.com>.

5.2.3. Teste t sobre o SLA-MB

A Tabela 12 nos traz os desempenhos das amostras emparelhadas ao SLA-MB. Novamente no cabeçalho da Tabela é destacado (entre parênteses) o número de questões de cada um dos quatro elementos da literacia acessado no teste (i.e., valor da ciência, autoeficácia e crenças a respeito da ciência). Os desempenhos de cada elemento são apresentados como médias aritméticas de suas respostas, cujo cálculo também já foi apresentado na Metodologia.

Tabela 12 – Desempenhos no SLA-MB dos alunos das Turmas E e C sob emparelhamento, 2015

Turma	Aluno	Valores (6)	Autoeficácia (8)	Crenças (11)
E	E1	0,8	0,75	0,273
	E5	0,733	0,6	0,364
	E6	0,767	0,575	0,509
	E7	0,767	0,75	0,455
	E10	0,733	0,525	0,564
	E11	0,7	0,525	0,527
	E13	0,8	0,8	0,745
	E17	0,633	0,475	0,4
	E19	0,633	0,6	0,418
	E21	0,767	0,525	0,545
	E24	0,7	0,675	0,309
	E25	0,933	0,475	0,636
	E26	0,533	0,4	0,564
	E27	0,4	0,425	0,364
E28	0,9	0,45	0,273	
C	C1	0,767	0,625	0,745
	C2	0,567	0,65	0,6
	C3	0,933	0,825	0,691
	C4	0,867	0,425	0,582
	C5	0,8	0,525	0,764
	C6	0,9	0,6	0,655
	C7	0,633	0,675	0,473
	C8	0,733	0,475	0,382
	C10	0,8	0,525	0,255
	C11	0,633	0,4	0,527
	C12	0,9	0,6	0,855
	C13	0,9	0,8	0,491
	C14	0,4	0,575	0,764
	C15	0,567	0,425	0,382
	C16	0,633	0,475	0,618

Fonte: elaborado pelo autor.

Como anteriormente, com base na Tabela 12 fora rodado o Teste t de Student pela extensão *Real Statistics*. Na Tabela 13 são trazidas as médias, desvios e demais valores referentes ao Teste t de cada elemento sondado pelo SLA-MB:

Tabela 13 – Teste t unilateral sobre cada elemento do SLA-MB das Turmas E e C, 2015

Teste t sobre os percentuais do elemento Valores da Ciência (alfa = 5%)					
<i>Turma</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>T</i>	<i>gl</i>
E	0,719933	0,133855	0,04075067	-0,38282	14
C	0,735533	0,157585			
<i>Resultados:</i>				p 0,353802863	t-crítico 1,76131
Teste t sobre os percentuais do elemento Autoeficácia com Ciência (alfa = 5%)					
<i>Turma</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>T</i>	<i>gl</i>
E	0,57	0,12507	0,04204	-0,0793	14
C	0,57333	0,12903			
<i>Resultados:</i>				p 0,468959646	t-crítico 1,76131
Teste t sobre os percentuais do elemento Crenças sobre Ciência (alfa = 5%)					
<i>Turma</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>T</i>	<i>gl</i>
E	0,46307	0,13742	0,05931	-2,0661	14
C	0,5856	0,1682			
<i>Resultados:</i>				p 0,028917988	t-crítico 1,76131

Fonte: elaborado pelo autor com o add-in Real Statistics Resource Pack do programa MS Excel elaborada por Charles Zaiontz, (Versão 4.3). Copyright (2013 – 2016) Charles Zaiontz <http://www.real-statistics.com>.

A análise da Tabela 13, à significância de 5%, dados os valores de t críticos e os valores de p calculados, também revela que não há significativa diferença relevante entre as Turmas, sob hipótese unilateral, exceto para o elemento Crenças sobre Ciência.

5.3. ANÁLISE PROPOSICIONAL SOBRE AS INVESTIGAÇÕES DISCENTES

Nesta seção é apresentada a análise qualitativa da investigação. Para tanto, optamos em dividi-la, para melhor clarear sua apresentação, em duas subseções. Na primeira, discorreremos sobre a identificação de RN de cada DD (exceto as de coerência), bem como categorizações e contabilização de razões que identificamos para elucidar semelhanças ou diferenças entre as turmas. Na segunda subseção, discorreremos sobre a ação ressystematizadora de todo o “desmanche” feito em cada unidade de contexto.

5.3.1. Identificação dos referentes núcleos e divisões proposicionais

Como dito, trazemos aqui a identificação dos referentes núcleos e divisões proposicionais para cada DD de análise. No Quadro 17, referente à DD1 (pergunta de pesquisa), trazemos cada uma delas por grupos de alunos.

Quadro 17 – DD1: Perguntas de pesquisa dos grupos de alunos

Turma	Grupo	Alunos integrantes	Perguntas investigativas dos grupos
Experimental	E-I	E12, E18 e E20	Quais os doces mais consumidos, exceto o chocolate?
	E-II	E15 e E16	(a) Qual país da América Latina se interessa mais por cinema? (b) O que provocou a queda no gráfico entre 2010 e 2015?
	E-III	E1, E13 e E24	O Brasil escuta mais músicas nacionais ou internacionais?
	E-IV	E7 e E23	O que influenciou, em cada período de alta (no Brasil) de diferentes artes marciais (Jiu-Jitsu, Caratê, Boxe e Muay-Thai), nos diferentes períodos observados pelo <i>Google Trends</i> ?
	E-V	E11, E25 e E26	(a) Quais os tipos de funk que a população brasileira escuta? (b) Quais são os mais tocados?
	E-VI	E3, E22 e E28	Quais as raças de cachorro mais pesquisadas no Brasil?
	E-VII	E2, E19 e E21	(a) Por que o boné esteve mais em alta em 2012 do que nos outros anos? (b) Quais as marcas de boné que estão em alta? (c) Nos anos anteriores de 2012 o boné não era tão utilizado. Por quê?
	E-VIII	E5 e E6	Qual é o aparelho tecnológico que ganhou um maior interesse entre os internautas brasileiros a partir de 2004 até os dias de hoje entre notebook, iphone e computador?
	E-IX	E4, E8 e E10	Entre Neymar, Messi e C. Ronaldo qual desses jogadores é mais pesquisado no Google?
Controle	C-I	C2, C8 e C10	(a) Qual a interferência do solo no crescimento da árvore? (b) Por que a raiz da árvore está para fora? (c) Por que o tronco da árvore está descascando? (d) Por que as raízes das árvores são trançadas ¹²⁶ ?
	C-II	C4, C6 e 12	(Este grupo acabou por não realizar a atividade, limitando-se apenas a rápidas colagens no último dia de aula).
	C-III	C1, C13 e C14	(a) O que causa o musgo? (b) Por que ele nasce em lugar úmido e não em seco?
	C-IV	C5, C7, C11 e C17	(a) O que são as manchas observadas nas árvores? (b) Como aparecem nas árvores? (c) Por que aparecem nas árvores?
	C-V	C3, C15 e C16	(a) O que é (o limo) ¹²⁷ ? (b) Como ele surge? (c) Por que ele surge?

Fonte: elaborado pelo autor.

Diante da DD1, passamos à categorização das perguntas indistintamente a que Turma, seja experimental seja controle, segundo os tipos de indagações realizadas: estes tipos de indagações são os RN desta dimensão especialmente. Essa categorização segue no Quadro 18.

¹²⁶ Posteriormente o grupo identificou que a árvore se chama *Tipuana Tipu*.

¹²⁷ Apesar de o grupo chamá-lo assim, não possuía certeza a respeito.

Quadro 18 – Categorização das indagações (DD1)

Categorias	Definição	Perguntas (DD1)	
		Turma E (9 grupos)	Turma C (5 grupos)
<u>Categoria 1</u> : Identificação de fatos e informações	Sonda algum atributo, característica de algo	I, IIa, III, Va, Vb, VI, VIIb, VIII, IX	Ia
<u>Categoria 2</u> : Identificação de causa	Busca causa, interferente de um ocorrido	IIb, IV, VIIa, VIIc	Ib, Ic, Id, IIIa, IIIb, IVc, Vc
<u>Categoria 3</u> : Essência	Visa encontrar de que algo se trata, como nome ou espécie de um ser		IVa, Va
<u>Categoria 4</u> : Ocorrência	Intenta achar como algo ocorre		IVb, Vb
Total de perguntas:		13	12

Fonte: elaborado pelo autor.

Alguns pontos notórios nesta dimensão são a diversidade de tipos de questões e a quantidade delas (apesar de menor número de alunos e grupos) da parte da Turma C frente à E, como também, em contrapartida, a diversidade de temas da Turma E frente à C (nesta última, quase todos os grupos visaram briófitas). É perceptível, também, que a Categoria 1 mostrou-se correlata à Turma E. Mas e quanto à literacia?

A DL referente a esta DD é o Papel da Ciência. Do que temos mais precisamente em nosso aporte do que seria este papel há o inquirir da ciência segundo sua natureza. Tomando-se essa natureza como que descrita em Bunge, vemos esse inquirir caracterizado como carente de precisão, lógica/coerência (com fatos, principalmente) e verificabilidade. Analisamos, no Quadro 19, esses pontos na DD1 de acordo com as categorias identificadas no Quadro 18, tendo como critério justamente tais carências da seguinte maneira:

- **Precisão**: *dada pergunta será precisa quando claramente expuser delimitação de sua abrangência (mesmo que implícita em pergunta relacionada).*
- **Lógica/coerência**: *dada pergunta será coerente se expor, ao menos, os elementos:*
 - *Pronome inquisitivo (qual, como, por que, etc.), que foi destacado em negrito.*
 - *Objeto de estudo, que foi destacado entre colchetes (ou entre chaves, se implícito, e tachado se rearranjado).*
 - *Descriptor predicativo (complemento que delimite o contexto), que foi destacado com sublinhado.*
- **Verificabilidade**: *dada pergunta será verificável quando mostrar-se viável de experimentar ou observar alguma variável que carregue. Caso a viabilidade for limitada segundo os recursos disponíveis, a pergunta foi sinalizada com um “~” (til).*

Quadro 19 – Cruzamento DD1xDL: precisão, lógica/coerência e verificabilidade

Categoria	APD s/ DD1	Precisão	Lógica/coerência	Verificabilidade
Categoria 1: Identificação de fatos e informações	E-I: Quais [os doces mais consumidos], exceto o chocolate?	-	OK	-
	E-IIa: Qual país da América Latina se [interessa mais por cinema]?	OK	OK	~
	E-III: {Quais [músicas]} O Brasil [escuta mais]{:} músicas nacionais ou internacionais?	OK	OK	~
	E-Va: Quais [os tipos de funk] <u>que a população brasileira [escuta]?</u>	OK	OK	~
	E-Vb: Quais são [os {tipos de funk} mais tocados]?	-	OK	OK
	E-VI: Quais [as raças de cachorro mais pesquisadas] <u>no Brasil?</u>	OK	OK	~
	E-VIIb: Quais [as marcas de boné] <u>que estão em alta?</u>	-	OK	~
	E-VIII: Qual [é o aparelho tecnológico que ganhou um maior interesse] <u>entre os internautas brasileiros a partir de 2004 até os dias de hoje [entre notebook, iphone e computador]?</u>	OK	OK	OK
	E-IX: [Entre Neymar, Messi e C. Ronaldo] qual [desses jogadores é mais pesquisado no Google]?	-	OK	OK
	C-Ia: Qual a interferência [do solo no crescimento] <u>da árvore?</u>	OK	OK	~
C-IV: [O gás carbônico do ser humano] tem alguma relação com os fungos?	OK	OK	~	
Categoria 2: Identificação de causa	E-IIb: O que provocou a queda no gráfico [entre 2010 e 2015]?	OK	OK	OK
	E-IV: O que influenciou, <u>em cada período de alta de diferentes artes marciais (Jiu-Jitsu, Caratê, Boxe e Muay-Thai), [nos diferentes períodos observados pelo Google Trends]?</u>	-	OK	OK
	E-VIIa: Por que [o boné esteve mais em alta] <u>em 2012 do que nos outros anos?</u>	OK	OK	OK
	E-VIIc: Nos anos anteriores de 2012 [o boné não era tão utilizado]. Por quê?	OK	OK	~
	C-Ib: Por que [a raiz] <u>da árvore [está para fora]?</u>	OK	OK	~
	C-Ic: Por que [o tronco] <u>da árvore está descascando?</u>	OK	OK	~
	C-I d: Por que [as raízes das árvores são trançadas]?	-	-	~
	C-IIIa: O que causa [o musgo]?	-	-	OK
	C-IIIb: Por que [ele {o musgo}] nasce em <u>lugar úmido e não em seco?</u>	OK	OK	~
C-IVc: Por que [{as manchas observadas}] <u>aparecem nas árvores?</u>	-	OK	~	
Categoria 3: Essência	C-IVa: O que são [as manchas observadas] <u>nas árvores?</u>	OK	OK	OK
	C-Va: O que é [(o limo)]?	-	-	OK
Categoria 4: Ocorrência	C-IVb: Como [{as manchas observadas}] <u>aparecem] nas árvores?</u>	OK	OK	OK
	C-Vb: Como [ele {(o limo)} surge]?	-	-	~

Fonte: elaborado pelo autor.

Com o fim de dar melhor visibilidade aos dados, separamos algumas razões contabilizadas a partir do Quadro 18 e do Quadro 19 na Tabela 14 abaixo.

Tabela 14 – Razões do cruzamento DD1xDL para as Turmas E e C, 2015

Razões	Turma E	Turma C	
Razão A: <i>Número de perguntas pelo número de grupos na Turma</i>	12/9 = 1,3	12/5 = 2,4	
Razão B: <i>Número de perguntas pelo número de alunos (frequentes) na Turma</i>	12/26 = 0,5	12/15 = 0,8	
Razão C: <i>Número de perguntas pelo total de questões feitas na Turma para cada quesito</i>	<i>Precisão:</i>	8/12 = 0,7	7/12 = 0,6
	<i>Lógica/ coerência:</i>	13/13 = 1,0	8/12 = 0,7
	<i>Verificabilidade:</i>	6/12 = 0,5	4/12 = 0,3
Razão D: <i>Número de perguntas pelo número de grupos na Turma para cada quesito</i>	<i>Precisão:</i>	8/9 = 0,9	7/5 = 1,4
	<i>Lógica/ coerência:</i>	13/9 = 1,4	8/5 = 1,6
	<i>Verificabilidade:</i>	6/9 = 0,7	4/5 = 0,8
Razão E: <i>Número de perguntas pelo número de alunos (frequentes) na Turma para cada quesito</i>	<i>Precisão:</i>	8/26 = 0,3	7/15 = 0,5
	<i>Lógica/ coerência:</i>	13/26 = 0,5	8/15 = 0,5
	<i>Verificabilidade:</i>	6/26 = 0,2	4/15 = 0,3
Razão F: <i>Total de perguntas, com todos os quesitos "OK", por Turma, pelo total de questões feitas na Turma</i>	3/12 = 0,3	2/12 = 0,2	

Fonte: elaborado pelo autor.

As razões apresentadas na Tabela 14 consistem em relações com o número de perguntas feitas, seja total ou em relação a dado quesito de DL (precisão, lógica/coerência e verificabilidade), por exemplo, e nos revelam algumas características das duas Turmas.

As Razões A e B nos mostram que a Turma C (controle) teve maior quantidade de perguntas por “fonte de ideias”¹²⁸, apesar da diversidade de temas (dado não contabilizado, mas evidente pelo Quadro 17) ter surgido no contexto apenas de nosso micromundo. Já as Razões C, D, E e F nos mostram que não há consideráveis disparidades entre as Turmas, exceto quanto ao quesito de lógica e

¹²⁸ São apresentadas ambas as razões, pois poderá se argumentar, pelo Socioconstrutivismo, que uma turma com vários grupos, com poucas pessoas por grupo, será menos fértil que uma turma com poucos grupos, mas várias pessoas por grupo, já que a interação cultural poderia ser mais intensa na segunda que na primeira. Tendo isso em vista, cabe colocar que, se contabilizássemos o “número de comércios” (isto é, possibilidades de diálogos dois a dois por grupo) em cada Turma, e calculássemos uma razão entre o número de perguntas e esse “número de comércios”, ainda assim os resultados seriam semelhantes aos das razões apresentadas.

coerência, que tem acusada uma diferença tímida pelas Razões C e D, as quais, todavia, mostram tendências contraditórias.

Já referente à dimensão DD2, sobre as hipóteses, também perpassada pela DL1, a relação das mesmas vem no Quadro 20:

Quadro 20 – DD2: Hipóteses dos grupos de alunos

Turma	Grupo	Alunos integrantes	Hipóteses dos grupos
Experimental	Nenhum grupo da Turma E formulou hipóteses frente às suas indagações.		
Controle	C-I	C2, C8 e C10	(a) Porque quando o solo é bom a árvore cresce bonita (b) Porque o aterramento baixa e as raízes sobem. (c) Quanto mais tempo ela tem, mais escamada ela fica. (d) Conforme o tempo uma raiz nasce por cima da outra.
	C-II	C4, C6 e 12	(Vide observação referente ao grupo no Quadro 17).
	C-III	C1, C13 e C14	Todos do grupo tiveram um mesmo pensamento, que foi o musgo limo pode ser uma planta do solo úmido, porque ele geralmente nasce em terra úmida, pedras, rochas, perto de cachoeiras, etc. Começa em fase menor e conforme os dias vão passando e com a ajuda do clima.
	C-IV	C5, C7, C11 e C17	(a) Acreditamos que seja algum tipo de fungo que aparece nas árvores pela umidade relativa do ar (se é muito/pouco úmido/seco), aparecendo em árvores de diferentes idades, sendo mais comuns em árvores mais velhas. Não sabendo ao certo, mas com o intuito de que o gás carbônico (tanto do humano, quanto do ser animal), tem uma correlação com o fungo. (b) Acreditamos que poderia ser um tipo de fungo, pela árvore ser úmida.
	C-V	C3, C15 e C16	Acreditamos que são plantas ou algum tipo de vegetação. Também acreditamos que ela se reproduz através da água, pois nós só encontramos em lugares úmidos.

Fonte: elaborado pelo autor.

Diante do Quadro acima, descartamos a categorização e comparação, já que a Turma E não apresentou hipóteses. Tal descarte, pelo mesmo motivo, foi feito à DD3, de coerência entre hipóteses e perguntas (P-H). Semelhantemente, a DD8 também, pois a Turma C não teve tabelas analisadas.

No Quadro 21, referente à DD4 (estratégias investigativas), trazemos cada uma delas por grupos de alunos.

Quadro 21 – DD4: Estratégias dos grupos de alunos

Turma	Grupo	Estratégias investigativas dos grupos
Experimental	E-I	Busca por doces mais comuns e exploração [dos mesmos em] gráficos no GT.
	E-II	(Grupo não explicitou qualquer estratégia; na primeira pergunta usaram simples busca no Google Trends, mas desconhece-se a estratégia usada à segunda pergunta).
	E-III	Exploração de gráficos no GT, confrontando artistas internacionais contra nacionais e busca por rankings de sites de letras de música.
	E-IV	Busca por notícias em diferentes períodos , classificados de acordo com o gráfico obtido pelo Google Trends.
	E-V	A estratégia que usaremos é pesquisa em sites da internet, pesquisa com alunos da escola e gráficos do Google Trends e Correlate.
	E-VI	Busca por listas de raças e comparação no GT entre o interesse delas ao longo do tempo.
	E-VII	Pesquisa em sites da internet.
	E-VIII	Busca no Google Trends.
	E-IX	Busca no Google Trends e em prêmios ganhos.
Controle	C-I	Leitura.
	C-II	(Vide observação referente ao grupo no Quadro 17).
	C-III	Nós pesquisamos nosso trabalho em livros e entrevista com a professora de biologia.
	C-IV	Leitura e observação
	C-V	Nós pesquisamos nosso trabalho em livros, entrevista com a professora de biologia, [e análise de amostras com] uma lupa.

Fonte: elaborado pelo autor.

Diante da análise da DD4, passamos à respectiva categorização segundo os tipos de ações metodológicas discentes em torno dos RN desta dimensão. Eles foram destacados em negrito, além de adicionados entre colchetes observações quando estiveram eles implícitos de outras dimensões. A seguir, identificamos as frequências em cada Turma no Quadro 22 segundo a referida categorização:

Quadro 22 – Categorização das estratégias (DD4)

Categorias	Definição	Perguntas (DD4)	
		Turma E (9 grupos)	Turma C (5 grupos)
Categoria 1: Exploração comum	Exploração de gráficos no GT unicamente, associado ou não a “buscas na internet” a esmo (Turma E); leitura de livro didático (e/ou sites) apenas (Turma C)	II, V, VIII	I, III
Categoria 2: Exploração orientada	Exploração de gráficos no GT além de análise externa (Turma E); leitura de livro didático (e/ou sites) além de observações (Turma C).	I, III, IV, VI, VII, IX	II, IV e V
Razões a cada categoria:		1: 3/9 grupos 2: 6/9 grupos	1: 2/5 grupos 2: 3/5 grupos

Fonte: elaborado pelo autor.

O único ponto notório na dimensão DD4 é a semelhança de razões da Categoria 2, sob a qual aninhamos estratégias não tão simplistas: 0,67 e 0,6 respectivamente às Turmas E e C.

Já a DL referente à DD4 é o Fazer e Pensar Científicos, especialmente a habilidade (complexa) de construir e executar um estudo. Sobretudo, dada a simplicidade das estratégias dos grupos, simplicidade essa relacionada ao caráter introdutório de alfabetização científica dos mesmos, não encontramos neles material a analisar com nossa metodologia.

A DD6, que trata da análise da explicação causal, i.e., do juízo cognitivo¹²⁹ desenvolvido pelos grupos de alunos, a mesma vem disposta no Quadro 23.

¹²⁹ De fato, explicação causal e juízo cognitivo não são sinônimos. Acontece que esta dimensão originalmente tinha a intenção de instigar os alunos a proporem explicações causais aos comportamentos observados (especialmente à Turma E), mas após optou-se por liberar a juízos cognitivos quaisquer ou ainda a mera interpretação dos dados.

Quadro 23 – DD6: Explicações causais dos grupos de alunos

Turma	Grupo	Explicações causais dos grupos
Experimental	E-I	1º Lugar: brigadeiro; 2º Lugar: cupcake; 3º Lugar: quindim; 4º Lugar: truffle.
	E-II	(a) Os países [que mais se interessam por Cinema na América Latina] são Uruguai, Chile, México e Brasil. (b) A queda no interesse entre 2010 e 2015 é uma grande consequência da pirataria, [da parte de] pessoas, sites que publicam filmes gratuitamente ¹³⁰ .
	E-III	Concluimos que entre 2004 e 2009, os brasileiros escutavam mais músicas internacionais, e que a partir de 2010 tiveram mais interesse em músicas nacionais, reconhecendo o trabalho de seus artistas.
	E-IV	Lançamento de filmes e novela, bem como campeonatos relevantes, influenciaram nas subidas e quedas dos gráficos.
	E-V	Os funks mais escutados são os seguintes: o funk Carioca, o funk Paulista e o funk Melody. E o mais conhecido e escutado é o funk ostentação. De acordo com o primeiro gráfico o funk evoluiu em 2015. Não podemos concluir uma resposta porque funk cada vez evoluindo mais.
	E-VI	1º: Pit Bull, 2º: Pug, 3º: Boxer.
	E-VII	"(a) O boné esteve em alta em 2012 por que foi o ano em que o skate estava na moda, e a maioria dos skatistas usavam boné. Por isso em 2012 o boné foi mais utilizado. (b) New Era, Pyramid, Supreme, Philadelphia Co, Benny Gold, segundo < http://modices.com.br/moda/marcas-de-bones-para-sua-colecao/ >. (c) Já foi a época em que os bonés eram símbolo de meninos que curtiem rap, skate ou coisas do tipo. Hoje é muito comum ver homens dos mais variados estilos acrescentando o acessório aos mais diversos looks e não há nada de errado nisso, apenas é necessário um certo cuidado com a ocasião para não ficar muito despojado conforme a situação. A verdade é que ao usar boné você acaba ficando com uma aparência mais jovem e casual, não tem jeito, o acessório dá um toque mais jovem ao look."
	E-VIII	"Em fevereiro de 2004 o aparelho de mais interesse entre os internautas brasileiros era o computador, ele reinou entre os demais aparelhos até no mês de outubro no ano de 2009. Porém no mês de outubro de 2010 o computador deu uma caída os internautas passaram a se interessar pelos aparelhos notebook e iphone e a media ficou dos mais procurados. E no mês de outubro do ano de 2011 e computador passou a ser o menos utilizado e o iphone deu uma arrancada e passou a ser mais procurado pelos internautas. Em janeiro de 2012 o notebook deu também uma arrancada deixando o computador assumindo a ultima posição no ranking, de maior interesse dos internautas. E na ultima atualização do google trends que foi no mês de outubro do ano de 2015, o gráfico nos mostra que o iphone ainda está mais em alta que os notebook e os computadores."
	E-IX	No google sobre o mais pesquisado basicamente não se chega a um resultado, mas aparece como ganhadores do ano e como de melhores jogadores. E esses são os melhores da atualidade "concorrentes" 2015: Messi com 4 bolas de ouros, Cristiano com 3 e Neymar com nenhuma.
Controle	C-I	(a) É o material mineral ou orgânico, <i>inconsolidado</i> na superfície da terra, que serve como um meio natural para o crescimento e desenvolvimento de plantas terrestre. Basicamente, plantas crescem no campo, dependem do solo para a água e nutrientes. (b) Por que as raízes se distribuem por uma área com o raio igual à altura da árvore.

¹³⁰ Extraído do vídeo enviado pelo grupo; o aluno orador no vídeo possui disfemia, o que impossibilitou a transcrição *sic*.

		(c) O tronco da árvore se descasca com o tempo. A casca velha se desprende aos pedaços. A casca cresce de dentro para fora, empurrando a casca velha e a casca nova é lisa. (d) As raízes das árvores crescem conforme o tempo aí uma vai se alastrando uma em cima da outra formando um tipo de trança.
	C-II	(Vide observação referente ao grupo no Quadro 17).
	C-III	Nós concluímos que o limo não nasce em partes secas, e ele nasce em partes úmidas bastante forte em coloração e também firme em solo. Com o passar do tempo se o solo secar ele começa a se “desprender” do chão, e perde sua coloração.
	C-IV	Concluímos assim que nossa hipótese estava praticamente certa, que o líquen é um fungo assexuado e é transmitido pelo ar. O desaparecimento dele em um ambiente indica que o ar do lugar está poluído. Muitas espécies de líquen também servem como indicação do grau de poluição do ar, uma vez que absorvem as substâncias tóxicas (não possuem sistemas capazes de excretá-las). Líquens são associados entre um fungo e uma alga (em geral, uma ascomiceto), uma cianobactéria (quase sempre uma clorofícea).
	C-V ¹³¹	[a] As Briófitas(musgos) são plantas da família algas verdes que se juntam e formam um grupo de plantas no ambiente terrestre. [b] É reproduzido por um ciclo Haplonte-diplonte, é produzido por gotas de chuva que respingam de um gametófito para outro. As Briófitas são agrupadas no filo Bryophyta e são dividida nas classes musgus, hepáticas e antóceros. O termo Briófitas é usado para indicar as plantas desses três filios.

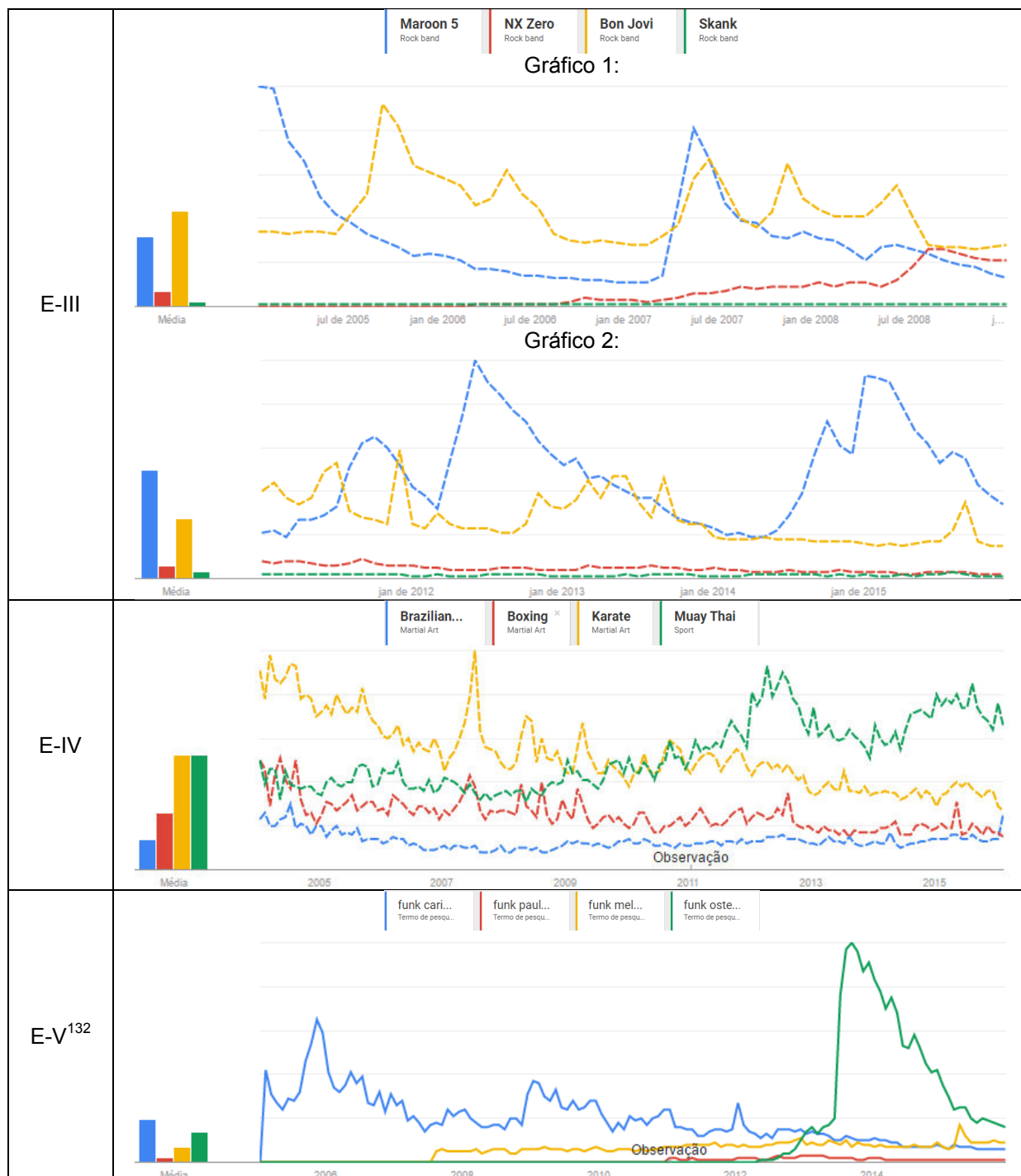
Fonte: elaborado pelo autor.

Para dar maior clareza e sentido às construções da Turma E, organizamos recortes dos gráficos referenciados por eles no Quadro 24.

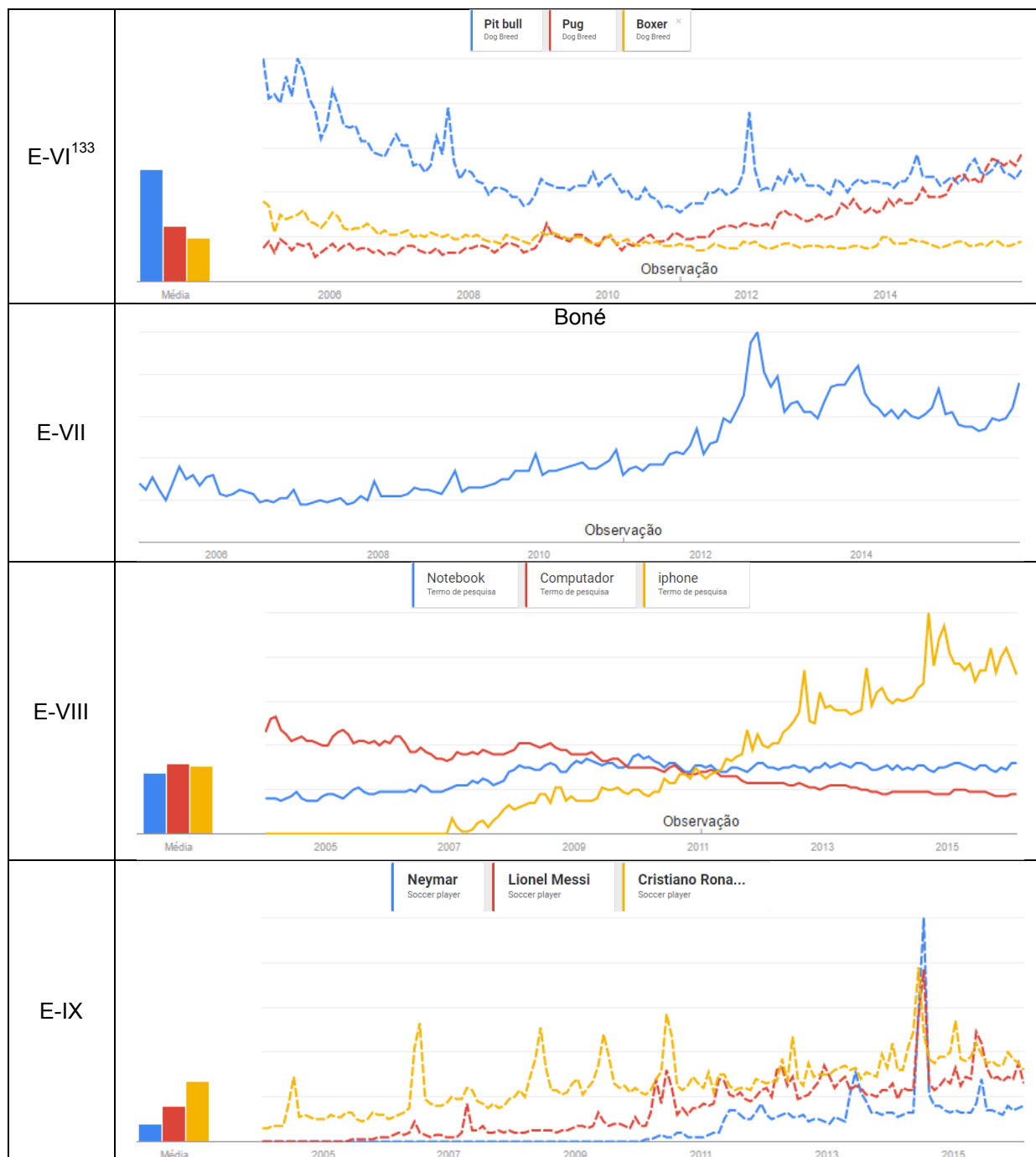
Quadro 24 – Gráficos referidos nas respostas da Turma E

Grupo	Gráfico(s)
E-I	
E-II	(Grupo não enviou os gráficos, apenas o vídeo com a pergunta e a explicação que a responde).

¹³¹ As alíneas que indicam que parte da explicação responde a dada pergunta (DD1) são observações nossas; o grupo não deixou tal dado explícito.



¹³² Na época em que o grupo fez a pesquisa, o Google Trends ainda não oferecia a opção de somar/aninhar as pesquisas, como possível aos grupos anteriores, por exemplo. Em fevereiro de 2016 esta opção já se mostra disponível a alguns termos do Grupo E-V.



Fonte: organizado pelo autor. Gráficos construídos com dados oriundos de Google Trends (www.google.com/trends).

A leitura do Quadro 23 nos revela a mesma discrepância observada em outros, especialmente no Quadro 21, discrepância esta referente à natureza (principalmente metodológica) da pesquisa assumida por cada Turma, em virtude

¹³³ É apresentado apenas o gráfico final para tornar sucinto o quadro. Outras análises feitas pelos grupos foram, em ordem cronológica, 1º) Yorkshire Terrier, Dachshund, Pug, Golden Retriever, Rottweiler; 2º) Pug, Golden Retriever, Rottweiler, pastor alemão, boxer; 3º) Pug, Rottweiler, Boxer, Pit Bull, Cocker Spaniel; 4º) Pug, Rottweiler, Boxer, Pit Bull, chihuahua. Apesar do ranking construído pelo grupo, cabe colocar, há períodos em que as raças Rottweiler e Golden Retriever superam/ram a Boxer, terceiro lugar no referido ranking. Ignora-se a razão do descuido da análise.

dos fenômenos que optaram por/dispunham para estudar. No Quadro 23 identificamos que, enquanto a Turma E esboçou explicações ou constatações, a Turma C trouxe dados de livros didáticos de Biologia. Além da discrepância, vemos também que apenas um grupo, E-V, apresentou um sinal de abertura sobre suas considerações, i.e., que as mesmas não são estáticas/definitivas no tempo.

Uma possível categorização desta DD seria aquela já realizada na DD4 (vide Quadro 22); visando ampliar a análise, no Quadro 25 trazemos uma caracterização que fale da interpretação/leitura realizada pelos grupos sobre os dados levantados pelos mesmos. Destacamos que a categorização realizada não é derivada apenas do Quadro 23: antes traz informações oriundas também do relato realizado na seção 5.1.

Quadro 25 – Categorização das explicações (DD6)

Categorias	Definição	Grupos	
		Turma E (9 grupos)	Turma C (5 grupos)
<u>Categoria 1:</u> Transcrição	Cópia integral (ou quase-integral) de informações encontradas em livros didáticos e/ou sites ou simples leitura/tradução de gráfico.	VII, VIII	I, IV, V
<u>Categoria 2:</u> Extrapolação	Escrita de inferências sem apresentação de fontes adicionais que as permitam.	II, III, VII, IX	-
<u>Categoria 3:</u> Interpretação equivocada	Escrita interpretativa dos dados e informações coletados pelo grupo, mas que não coincidem com a natureza dos dados.	V, VII	-
<u>Categoria 4:</u> Interpretação razoável	Escrita interpretativa dos dados e informações coletados pelo grupo.	I, III, IV, VI	I, II
Razões a cada categoria:		1: 2/9 grupos 2: 4/9 grupos 3: 2/9 grupos 4: 4/9 grupos	1: 3/5 grupos 2: 0/5 grupos 3: 0/5 grupos 4: 2/5 grupos

Fonte: organizado pelo autor.

Para melhor elucidar a análise realizada sobre o Quadro 25, explicitemos suas categorias com trechos extraídos dos textos discentes do Quadro 23.

Na Categoria 1, as transcrições aparecem nos vários termos extraídos dos livros didáticos dos quais os discentes lançaram mão sobre orientação da professora de Biologia, ou ainda da simples leitura do gráfico-foco (e. g., o grupo E-VIII – comparar Quadro 23 e Quadro 24). A Categoria 2 refere-se a asseverações discentes que, apesar de se relacionarem com inferências plausíveis sobre os dados, são realizadas sem aporte, como uma leitura realizada pelo grupo, por exemplo.

A Categoria 3, por sua vez, remete a interpretação dos dados gráficos, mas com construção de inferências não remetentes a eles, apesar de serem inferências plausíveis. Por exemplo, o grupo E-VII diz “em 2012 o boné foi mais utilizado”, mas usa o interesse de internautas (gráficos do GT) para fundamentar tal asseveração.

Por fim, a Categoria 4 fala das asseverações devidamente conectadas aos dados. Por exemplo, o grupo E-IV descreve que as quedas/altas nos interesses referem-se a lançamentos de filmes, novela e campeonatos específicos, tendo enviado os sites referenciando tais lançamentos.

Apresentadas as categorias, observamos que a razão de grupos que fazem inferências em geral (i.e., Categorias 2, 3, e 4) é maior na Turma E, exibindo 8/9 (0,9) contra 2/5 (0,4) da Turma C¹³⁴. Além disso, observamos que a Turma C não apresentou extrapolações quaisquer, nem interpretações equivocadas (Categorias 2 e 3).

Tendo realizado até aqui uma análise dimensional das construções discentes, passamos na próxima seção à ressystematização dos elementos do *corpus*, com a análise das dimensões de coerência DD3, DD5 e DD7.

5.3.2. Resystematização/integração das conotações

Como referimos, as DDs referentes a ressystematização, 3, 5 e 7, são aqui analisadas para identificar conotações que identifiquemos da integralidade de cada unidade de contexto que compõe o *corpus*. Lembramos, entretanto, do descarte da DD3 (coerência P-H), já que a Turma E não apresentou hipóteses, anulando a necessidade de tal DD.

Quanto à DD5, que relaciona a coerência entre pergunta e estratégia (P-E), ao lermos os respectivos quadros destas dimensões, a saber, o Quadro 17 e o Quadro 21, observa-se que não há distinção entre as Turmas E e C quanto à coerência interna, isto é, todas as perguntas se comunicam bem logicamente com as respectivas estratégias. Para explicitar as coerências, trazemos no Quadro 26 uma relação de conexão entre a DD1 e a DD4 em torno dos seus RN destacados ali em negrito.

¹³⁴ Perceba-se que categorizamos um mesmo grupo (E-III e E-VII) em diferentes categorias, de forma que a soma dos grupos em cada categoria é maior que o número de grupos na Turma.

Quadro 26 – DD5: Coerência P-E

Turma	Grupo	RN em DD1	RN em DD4
Exp.	E-I	Quais os doces mais consumidos , exceto o chocolate?	Busca por doces mais comuns e exploração de gráficos no GT.
	E-II	(a) Qual país da América Latina se interessa mais por cinema? (b) O que provocou a queda no gráfico entre 2010 e 2015?	-
	E-III	O Brasil escuta mais músicas nacionais ou internacionais ?	Exploração de gráficos no GT, confrontando artistas internacionais contra nacionais e busca por rankings de sites de letras de música.
	E-IV	O que influenciou, em cada período de alta (no Brasil) de diferentes artes marciais (Jiu-Jitsu, Caratê, Boxe e Muay-Thai), nos diferentes períodos observados pelo <i>Google Trends</i> ?	Busca por notícias em diferentes períodos , classificados de acordo com o gráfico obtido pelo Google Trends.
	E-V	(a) Quais os tipos de funk que a população brasileira escuta? (b) Quais são os mais tocados?	A estratégia que usaremos é pesquisa em sites da internet, pesquisa com alunos da escola e gráficos do Google Trends e Correlate.
	E-VI	Quais as raças de cachorro mais pesquisadas no Brasil?	Busca por listas de raças e comparação no GT entre o interesse delas ao longo do tempo.
	E-VII	(a) Por que o boné esteve mais em alta em 2012 do que nos outros anos? (b) Quais as marcas de boné que estão em alta? (c) Nos anos anteriores de 2012 o boné não era tão utilizado. Por quê?	Pesquisa em sites da internet [sobre boné].
	E-VIII	Qual é o aparelho tecnológico que ganhou um maior interesse entre os internautas brasileiros a partir de 2004 até os dias de hoje entre notebook, iphone e computador?	Busca no Google Trends [pelos aparelhos].
	E-IX	Entre Neymar, Messi e C. Ronaldo qual desses jogadores é mais pesquisado no Google?	Busca no Google Trends e em prêmios ganhos [pelos jogadores].
Con.	C-I	(a) Qual a interferência do solo no crescimento da árvore? (b) Por que a raiz da árvore está para fora? (c) Por que o tronco da árvore está descascando? (d) Por que as raízes das árvores são trançadas?	Leitura.
	C-II	(Este grupo acabou por não realizar a atividade, limitando-se apenas a rápidas colagens no último dia de aula).	(Vide observação referente ao grupo no Quadro 17).
	C-III	(a) O que causa o musgo? (b) Por que ele nasce em lugar úmido e não em seco?	Nós pesquisamos nosso trabalho em livros e entrevista com a professora de biologia.
	C-IV	(a) O que são as manchas observadas nas árvores? (b) Como aparecem nas árvores? (c) Por que aparecem nas árvores?	Leitura e observação.
	C-V	(a) O que é (o limo)? (b) Como ele surge? (c) Por que ele surge?	Nós pesquisamos nosso trabalho em livros, entrevista com a professora de biologia, [e análise de amostras com] uma lupa.

Fonte: elaborado pelo autor.

Não destacamos os RN da Turma C, pela razão que nela observamos o seguinte padrão: “DD1: curiosidade a respeito de dado ser vivo” e “DD4: leitura a respeito de dado ser vivo”. Ou seja: ali identificamos uma característica já sinalizada na própria análise da DD4, a saber, uma exploração bibliográfica trivial (leitura em

livro didático) em torno de um fenômeno comum (ser vivo presente no ambiente escolar). Assim, a coerência P-E na Turma C é geral.

Já ao analisarmos a coerência P-E à Turma E, percebemos no grupo V um diálogo truncado: fala-se em “população brasileira” e “pesquisa com alunos da escola”, havendo aí uma incoerência de representatividade amostral. Todavia, trata-se da exceção nesta Turma; além do mais, a incoerência detectada é justificável pela inexperiência e desconhecimentos metodológico e estatístico dos alunos nesse nível escolar.

Quanto à DD7, que relaciona a coerência entre pergunta e explicação causal (P-K), lemos nos respectivos quadros destas dimensões, a saber, o Quadro 17 e o Quadro 23, a frágil coerência em vários grupos: no Quadro 27 trazemos um comparativo para explicitar tal inferência. Semelhantemente a análise de DD5, destacamos em **negrito** elementos que conectem as dimensões de modo que explicitem que **a/s pergunta/s é/são**, de fato, **respondida/s**; são **sublinhados** elementos que denotem alguma quebra na coerência.

Quadro 27 – DD7: Coerência P-K

Turma	Grupo	RN em DD1	RN em DD6
Exp.	E-I	Quais os doces mais consumidos, exceto o chocolate?	1º Lugar: brigadeiro ; 2º Lugar: cupcake ; 3º Lugar: quindim ; 4º Lugar: truffle .
	E-II	(a) Qual país da América Latina se interessa mais por cinema? (b) O que provocou a queda no gráfico entre 2010 e 2015?	(a) Os países [que mais se interessam por Cinema na América Latina] são Uruguai, Chile, México e Brasil. (b) A queda no interesse entre 2010 e 2015 é uma grande consequência da pirataria, [da parte de] pessoas, sites que publicam filmes gratuitamente ¹³⁵ .
	E-III	O Brasil escuta mais músicas nacionais ou internacionais?	Concluímos que entre 2004 e 2009, os brasileiros escutavam mais músicas internacionais , e que a partir de 2010 tiveram mais interesse em músicas nacionais , reconhecendo o trabalho de seus artistas.
	E-IV	O que influenciou, em cada período de alta (no Brasil) de diferentes artes marciais (Jiu-Jitsu, Caratê, Boxe e Muay-Thai), nos diferentes períodos observados pelo <i>Google Trends</i> ?	Lançamento de filmes e novela, bem como campeonatos relevantes, influenciaram nas subidas e quedas dos gráficos.
	E-V	(a) Quais os tipos de funk que a população brasileira escuta? (b) Quais são os mais tocados?	(a) Os funks mais escutados são os seguintes: o funk Carioca, o funk Paulista e o funk Melody. (b) E o mais conhecido e escutado é o funk ostentação. De acordo com o primeiro gráfico o funk evoluiu em 2015. Não podemos concluir uma resposta porque funk cada vez evoluindo mais.
	E-VI	Quais as raças de cachorro mais pesquisadas no Brasil?	1º: Pit Bull , 2º: Pug , 3º: Boxer .
	E-VII	(a) Por que o boné esteve mais em alta em 2012 do que nos outros anos? (b) Quais as marcas de boné que estão em alta? (c) Nos anos anteriores de 2012 o boné não era tão utilizado. Por quê?	(a) O boné esteve em alta em 2012 por que foi o ano em que o skate estava na moda , e a maioria dos skatistas usavam boné. Por isso em 2012 o boné foi mais utilizado. (b) New Era, Pyramid, Supreme, Philadelphia Co, Benny Gold , segundo < http://modices.com.br/moda/marcas-de-bones-para-sua-colecao/ >. (c) Já foi a época em que os bonés eram símbolo de meninos que curtiam rap, skate ou coisas do tipo. Hoje é muito comum ver homens dos mais variados estilos acrescentando o acessório aos mais diversos looks e não há nada de errado nisso, apenas é necessário um certo cuidado com a ocasião para não ficar muito despojado conforme a situação. A verdade é que ao usar boné você acaba ficando com uma aparência mais jovem e casual, não tem jeito, o acessório dá um toque mais jovem ao look.
	E-VIII	Qual é o aparelho tecnológico que ganhou um maior interesse entre os internautas brasileiros a partir de 2004 até os dias de hoje entre notebook, iphone e computador ?	Em fevereiro de 2004 o aparelho de mais interesse entre os internautas brasileiros era o computador, ele reinou entre os demais aparelhos até no mês de outubro no ano de 2009. Porém no mês de outubro de 2010 o computador deu uma caída os internautas passaram a se interessar pelos aparelhos notebook e iphone e a media ficou dos mais procurados. E no mês de outubro do ano de 2011 e computador passou a ser o menos utilizado e o iphone deu uma arrancada e passou a ser mais procurado pelos internautas. Em janeiro de 2012 o notebook deu também uma arrancada deixando o computador assumindo a última posição no ranking de maior interesse dos internautas.

¹³⁵ Extraído do vídeo enviado pelo grupo; o aluno orador no vídeo possui disfemia, o que impossibilitou a transcrição *sic*.

			E na última atualização do google trends que foi no mês de outubro do ano de 2015 , o gráfico nos mostra que o iPhone <u>ainda está mais em alta</u> que os notebook e os computadores."
	E-IX	Entre Neymar, Messi e C. Ronaldo qual desses jogadores é mais pesquisado no Google?	No Google sobre o mais pesquisado basicamente não se chega a um resultado , mas aparece como ganhadores do ano e como de melhores jogadores. E esses são os melhores da atualidade "concorrentes" 2015: Messi com 4 bolas de ouros, Cristiano com 3 e Neymar com nenhuma.
Con.	C-I	(a) Qual a interferência do solo no crescimento da árvore? (b) Por que a raiz da árvore está para fora? (c) Por que o tronco da árvore está descascando? (d) Por que as raízes das árvores são trançadas?	(a) É o material mineral ou orgânico , consolidado na superfície da terra , que serve como um meio natural para o crescimento e desenvolvimento de plantas terrestre . Basicamente, plantas crescem no campo, dependem do solo para a água e nutrientes. (b) Por que as raízes se distribuem por uma área com o raio igual à altura da árvore. (c) O tronco da árvore se descasca com o tempo . A casca velha se desprende aos pedaços. A casca cresce de dentro para fora, empurrando a casca velha e a casca nova é lisa. (d) As raízes das árvores crescem conforme o tempo aí uma <u>vai se alastrando</u> uma em cima da outra formando um tipo de trança.
	C-II	(Vide observação referente ao grupo no Quadro 17).	
	C-III	(a) O que causa o musgo? (b) Por que ele nasce em lugar úmido e não em seco?	Nós concluímos que o limo não nasce em partes secas, e ele nasce em partes úmidas, bastante forte em coloração e também firme em solo. Com o passar do tempo se o solo secar ele começa a se "desprender" do chão, e perde sua coloração.
	C-IV	(a) O que são as manchas observadas nas árvores? (b) Como aparecem nas árvores? (c) Por que aparecem nas árvores?	Concluímos assim que nossa hipótese estava praticamente certa, que o líquen é um fungo assexuado e é transmitido pelo ar. O desaparecimento dele em um ambiente indica que o ar do lugar está poluído. Muitas espécies de líquen também servem como indicação do grau de poluição do ar, uma vez que absorvem as substâncias tóxicas (não possuem sistemas capazes de excretá-las). Líquens são associados entre um fungo e uma alga (em geral, uma ascomiceto), uma cianobactéria (quase sempre uma clorofíceia).
	C-V	(a) O que é (o limo)? (b) Como ele surge? (c) Por que ele surge?	[a] As Briófitas (musgos) são plantas da família algas verdes que se juntam e formam um grupo de plantas no ambiente terrestre. [b] É reproduzido por um ciclo Haplonte-diplonte, é produzido por gotas de chuva que respingam de um gametófito para outro . As Briófitas são agrupadas no filo Bryophyta e são dividida nas classes musgus, hepáticas e antóceros. O termo Briófitas é usado para indicar as plantas desses três filos.

Fonte: elaborado pelo autor.

Para elucidar as in/coerências observadas no Quadro 27, trazemos no Quadro 28 uma categorização das mesmas, conjuntamente com a contabilização de algumas razões, a saber, a relação da quantidade de grupos classificados em cada categoria e o número total de grupos, bem como a relação de pares P-K classificados em cada categoria e o número total de pares. Destacamos que, neste

quadro, dada a observação feita ao grupo C-II nos últimos quadros, optamos por contabilizar a primeira razão com um total de apenas 4 grupos.

Quadro 28 – Categorização das in/coerências P-K (DD7)

Categorias	Definição	Pares P-K	
		Turma E (9 grupos)	Turma C (5 grupos)
<u>Categoria 1:</u> incoerência	Explicação não responde, em absoluto, à respectiva pergunta investigativa.	-	Ib, Id, IIIa, IIIb, IVa, IVb, IVc, Va, Vc
<u>Categoria 2:</u> coerência parcial	Explicação responde em parte à respectiva pergunta investigativa, fazendo alusão a elementos ligeiramente diferentes daqueles presentes na pergunta.	Ila, Va, Vb, VIIc, VIII	Ic
<u>Categoria 3:</u> coerência razoável	Explicação responde explícita ou implicitamente à respectiva pergunta investigativa.	I, IIb, III, IV, VI, VIIa, VIIb, IX	Ia, Vb
Razões a cada categoria:		Categoria 1: 0/9 grupos 0/13 perguntas Categoria 2: 4/9 grupos 5/13 perguntas Categoria 3: 8/9 grupos 8/13 perguntas	Categoria 1: 4/4 grupos 9/12 perguntas Categoria 2: 1/4 grupos 1/12 perguntas Categoria 3: 2/4 grupos 2/12 perguntas

Fonte: organizado pelo autor.

Com as razões contabilizadas segundo a classificação realizada sobre as categorias por nós identificadas, constatamos que a Turma C em suas explicações destacou-se por apenas tangenciar uma resposta às suas inquisições, sem, contudo, explicitar alguma, com tal tangenciamento tendo sido observados em todos os grupos desta Turma, não o tendo sido, porém, em nenhum par/grupo da Turma experimental.

Em contrapartida, a Turma E apresentou notoriamente maior razão tanto de pares P-K quanto de grupos nas duas categorias que exibiram alguma coerência, como boa parte delas sendo razoável (Categoria 3), i.e., com resposta ao menos implícita à respectiva pergunta investigativa: 90% dos grupos (8/9) e 60% das perguntas (8/13) frente a 50% grupos (2/4) e 20% das perguntas (2/12) na Turma C.

6. INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Semelhantemente ao capítulo de apresentação dos resultados, discorreremos separadamente, na sua interpretação, dos resultados quantitativos e qualitativos, nessa ordem.

6.1. ANÁLISE DOS DADOS QUANTITATIVOS

Tendo em mente a Tabela 10, a Tabela 11 e a Tabela 13, que discorrem sobre o teste t aplicado nos resultados das Turmas E e C no SLA, observamos que, para uma significância de 5%, sob hipótese unilateral, as duas amostras mostraram-se estatisticamente semelhantes quanto à literacia científica (exceto para o quesito “crenças sobre ciência”). O que isso representa?

As ações didáticas a ambas as turmas tiveram como fundo um ambiente inspirado no construcionismo papertiano, onde os sujeitos, com relativa liberdade (relativa, pois tolhida pela estrutura escolar, com seu currículo razoavelmente rígido), construísem algo mostrável, socialmente discutível, em essência. Qual a diferença entre as turmas então? Buscamos manter como variável experimental o pano de fundo observacional tido nas Turmas: enquanto a Turma C observou o mundo *in loco*, a Turma E observou o mundo via crowdledge, i.e., construindo conhecimento a partir de emergências fracas (os gráficos do GT) provenientes de informações espontaneamente deixadas por multidões (DOS SANTOS, 2015).

A Turma E observou padrões e características inerentes de dados computacionalmente gerados, apenas representações do mundo, mas não “o mundo em si”, como os indivíduos da Turma C com seus próprios sentidos. Assim, vem que os resultados da interação com Big Data, para a literacia em geral (isto é, sem distinguir seus elementos, o que em seguida faremos), foram estatisticamente semelhantes aos da interação observacional *in loco*. Sobretudo, quando olhamos para os resultados do teste t para cada um dos elementos, não vemos um quadro muito diferente, exceto para o caso do elemento Matemática na Literacia e Crenças na Ciência.

O teste t unilateral, ao mostrar que ambas as turmas tiveram desempenhos estatisticamente semelhantes, nos revelam o ganho que o micromundo de

crowdledge apresenta neste quesito: lembremos que a Turma E não teve aulas de matemática por algumas semanas, justamente no momento letivo em que se estudariam funções e construção e análise de gráficos.

No tocante à análise de crenças e motivações, o SLA-MB, não possui um resultado/pontuação geral, pois em cada diferente elemento que analisa, a escala aponta para tipos de opiniões diferentes. Vejamos cada caso.

Ao elemento “Valores quanto à Ciência” (ver Apêndice D), a pontuação 1 representa, em geral, valorações negativas, e a 5, em oposição, negativa; no elemento “Auto-eficácia com Ciência”, a escala se dá de forma semelhante, indo de 1 a 5, em geral, insegurança com habilidades científicas à confiança em agir com as mesmas. Por fim, no elemento “Crenças sobre Ciência”, por sua vez, o respondente é invitado a concordar (5) ou discordar (1) de notáveis “exageros” sobre ciência, com pronomes e conjunções como “todos” e “sempre”.

O teste t sobre os resultados do SLA-MB forneceu dados semelhantes ao do SLA-D: estatisticamente, para uma hipótese unilateral e significância de 5%, ambas as turmas apresentaram opiniões semelhantes quanto aos elementos de literacia referente a crenças e valores, exceto para o elemento “Crenças”, cujo valor de p foi de 0,028918. Para a significância dada, a Turma E, portanto, apresenta significativa diferença para com a Turma C: com uma média mais baixa que a Turma C (ver Tabela 13), a Turma experimental mostrou-se com uma opinião um tanto mais cética quanto as “afirmações exageradas” sobre o trabalho científico.

Em suma, o micromundo de crowdledge mostrou resultados interessantes frente ao seu placebo nos quesitos “Matemática na Ciência” e “Crenças sobre Ciência”. Quanto ao primeiro quesito, foi suficientemente eficiente para compensar o atraso nas aulas de Matemática da Turma experimental. Quanto ao segundo, para uma significância de 5 %, o micromundo de crowdledge mostrou-se como formador de um senso mais cético (as médias da Turma neste quesito foram menores do que os da Turma C) com relação ao trabalho científico, isto é, de que aquelas afirmações exageradas do teste SLA-MB, não são tal como apresentadas.

6.2. ANÁLISE DOS DADOS QUALITATIVOS

Nessa seção apresentamos algumas versatilidades e limitações que inferimos dos dados qualitativos construídos no último capítulo.

6.2.1. Pluralidade temática

A análise do primeiro cruzamento de dimensões (ver Tabela 14), DD1 e DL1, nos mostra que as turmas são epistemologicamente semelhantes, isto é, suas características epistemológicas, extraídas da análise proposicional das perguntas, são parecidas (em geral) no tocante à precisão, coerência interna e verificabilidade.

Há uma diferença marcante entre as turmas, porém. Quando lemos as perguntas separadamente para cada Turma (ver Quadro 17), observa-se que a Turma E, envolvida no micromundo de crowdledge, apresenta uma profusão de temas diversificados, praticamente um para cada grupo, apesar de investigações em essência semelhantes entre os grupos da Turma, enquanto que a Turma C, tendo exposta sua curiosidade livremente apenas à observação do pátio da Escola, optou apenas pelo tema briófitas, sejam limos ou árvores.

Dessa primeira dimensão, pudemos observar que a Turma experimental teve no micromundo um ambiente mais fértil em temas, conectados com suas individualidades (como música e esportes). E, de fato, tal conexão é prevista em Papert (1985, 2008): micromundos computacionais são versáteis no desenvolvimento da aprendizagem, tendo em vista a matemática, em especial o princípio “psico-termodinâmico”, em que as áreas “quentes” (temas de interesse pessoal) da rede cognitiva se conectam com áreas “frias” (geralmente temas escolares) tornando a aprendizagem mais prazerosa e eficaz.

6.2.2. Perplexidade-hipotética

Sobre a análise da DD2, apesar de nem podermos cruzar satisfatoriamente com sua respectiva DL, nem a Turma E ter apresentado hipóteses, podemos buscar interpretar esta não-apresentação.

Pela análise da DD1 identifica-se que a Turma E explorou temas diversos, mas há outra característica implícita nestes temas: os fenômenos observados/estudados dificilmente seriam encontrados explicitamente e com relativa facilidade em algum lugar, seja em livros, seja em sites na Internet (tenha-se em vista também a inexperiência investigativa dos discentes envolvidos em nossa pesquisa). De fato, hipotetizar a respeito de fenômenos cotidianos (Turma C) pode ser até mais simples, uma vez que as hipóteses *possivelmente* estarão carregadas de senso comum. Mas fazê-lo frente a fenômenos tangíveis apenas em um pensar-com-Big Data mostrou-se, pelo que pudemos observar, mais difícil à nossa amostra (Turma E).

Dali, entendemos que esta possível dificuldade em hipotetizar, dado que a Turma não propôs hipóteses da parte de nenhum grupo – o que denominamos “perplexidade-hipotética” frente a gráficos de crowdledge –, seja outro indício favorável de nosso ambiente à Literacia Científica, porque justamente coloca o discente sob uma condição de desafio diante do fenômeno novo e inesperado. Como isso pode ser favorável?

Entendemos que, se um dos objetivos da alfabetização é identificar com o discente a tênue linha entre o pensar científico e o pensar cotidiano, então situações didáticas sobre as quais haja, da parte dos discentes, desconhecimento prévio de interpretações sobre o fenômeno em estudo, tais situações podem ser mais adequadas que aquelas às quais estejam atrelados aportes “teoricamente carregados de senso-comum” (como a “biologia dos limos” apresentada pela Turma C). Tenha-se em vista que esta “carga teórica” é inadequada, dependentemente da linha teórica do professor/pesquisador assumida (ver, por exemplo, (REIF, 2008)), à construção do pensar científico¹³⁶.

¹³⁶ Leve-se em conta que, apesar do conhecimento base da Turma C apresentar saberes conhecidos pela Biologia, tratou-se meramente de conhecimento científico diluído em senso comum, tendo em vista tanto a familiaridade dos alunos com os fenômenos observados por eles quanto à trivialidade de suas hipóteses, fazendo elas alusão apenas a nomenclaturas e descrição simples de habitat (ver Quadro 20).

6.2.3. Inviabilização de *conceptual debugging*

Cabe aqui em função da discussão recém-apresentada de senso comum e Ciência, tratar de uma limitação de nosso ambiente evidenciada em nossas observações.

Identificamos a ocorrência de similitude/equivalência entre o pensar científico “almejado” e o apresentado pelos aprendizes (senso-comum) pós-interações com o ambiente. Entendemos poder interpretar tal similitude como uma *não ocorrência* da reestruturação do conhecimento prévio (aprendizagem do conhecimento proposto), ou como o construcionismo de Papert propõe, como uma ocorrência débil de *conceptual debugging* (ver seção 2.4.3), já que esta reestruturação é justamente o que este processo promove. E essa debilidade, salientamos, identificamos como inerente ao próprio ambiente, como discorreremos na seção 3.1.3 sobre as limitações de nosso ambiente diante do construcionismo no qual se inspira.

Pela carência de um mecanismo do ambiente que promova ou possibilite ao aprendiz o confrontar-se com um erro/incoerência seu/sua para devida depuração, vem que esta se torna pouco provável de ocorrer no mesmo. Sobretudo, não encontramos nenhum princípio matético explícito na obra de Papert que esclareça o evento de “não aprendizagem”, então propomos outro como que um corolário do princípio da exteriorização, que definimos na seção 2.4.2 como *a aprendizagem é mais bem desenvolvida quando apoiada por construções/atividades públicas para ocorrência de interação social*. O princípio proposto é o seguinte:

- *Princípio da dialética*: *a aprendizagem é mais bem desenvolvida quando construções/atividades públicas são sujeitas a alguma forma de depuração (debugging), seja ela social (crítica) ou introspectivamente mediada (autoanalítica).*

Em primeiro lugar, nosso ambiente de aprendizagem (no GT) carece de um recurso similar ao de execução (*run*, em inglês), típico em ambientes de desenvolvimento de programas (em inglês, *Integrated Development Environment* ou IDE), com o qual é possível testar/simular se o que foi programado funciona e como o faz – e, assim, identificar erros a depurar. Por possuir tal carência, nosso ambiente não viabiliza a depuração autoanalítica, isto é, do próprio aprendiz identificar-com-o-computador seus próprios erros (daí o termo “introspecção *mediada*” em nossa definição, fazendo referência em especial a erros de raciocínio e não de sintaxe da programação) e depurá-los – e, ali, assim, aprender com seus erros.

De fato, desenvolver um ambiente que permita a depuração dessa forma a respeito do pensar científico seria nada trivial, tendo em vista a complexidade do método científico – e até a sua obscuridade, tendo em vista também a imprecisão epistemológica (e.g., de como o conhecimento é construído) que cientistas carregam consigo e, mesmo assim, “fazem ciência”. Tal imprecisão é especialmente revelada na interpretação analítica, i.e., na tradução de dados em informações segundo seu/s aporte/s teórico/s: cientistas o fazem sem necessariamente a consciência de como o fazem¹³⁷.

Nessa carência de um recurso similar ao supracitado para o método científico, a exposição à crítica alheia, ou seja, a sujeição do construído pelo aprendiz a outros que sejam aptos¹³⁸ a auxiliarem na identificação de incoerências, essa exposição/sujeição se torna a ação viável, em se tratando do método científico, ao *conceptual debugging*. Como não houve espaço nas atividades para algo semelhante, podemos atribuir a esta carência no rol de atividades a similitude do método com o senso comum.

Além da similitude, encontramos outra evidência da inviabilização de *conceptual debugging* em nosso ambiente na análise de DD4. Lembremos que tal análise, com a qual identificamos semelhança entre as turmas quanto à razão de grupos categorizáveis com estratégias de exploração comum ou orientada, não pudemos identificar material relevante para aprofundar análise de conteúdo, tendo em vista a simplicidade dessas estratégias.

Sobretudo, a referida semelhança também nos aponta à limitação do ambiente em não ter viabilizado o *conceptual debugging*, já que desenvolvimento (ou necessidade de desenvolvimento) de **uma estratégia investigativa mais elaborada não foi característica de nenhuma das Turmas**, conforme nossos dados apontaram. Apesar da análise da DD2 recém-interpretada nos dar indícios de viabilizar algo como que uma “perplexidade-hipotetizadora”, esta perplexidade não mostrou-se, por si, suficiente para despertar, ao menos implicitamente, a

¹³⁷ Há uma anedota fabulosa que Papert nos traz em seu livro (1985) que ilustra essa imprecisão: intrigada no caminhar da centopeia, a joaninha indaga-a – “com qual pé você dá o primeiro passo?”; ao entrar em introspecção a respeito, a centopeia nunca mais conseguiu andar.

¹³⁸ Essa interação social é essencial na Ciência, e toma corpo especialmente no processo de revisão de artigos científicos por pares (*peer review*) e em bancas de graduação (TCC) e pós-graduação *strictu sensu*, como nos apontam Popper (1975, p. 46), Bachelard (1996, p. 296) e Leung, Wong e Yung (2014).

necessidade de uma exploração orientada, isto é, acompanhada de algum fundamento interpretativo, com não apenas “os dados por si”.

De fato, não houve sólida exposição/explicitação nas aulas de Física, durante o ano letivo, acerca de estratégias metodológicas em nenhuma das duas Turmas, de forma que a referida insuficiência constada era, inclusive, esperada, já que alertado está por revisões de desenvolvimento escolar de Literacia Científica, como vimos na seção 2.2.4.

6.2.4. Ousadia semântica

Concernente à análise da DD6, que visou identificar indícios da Literacia dos alunos referente à construção de juízos cognitivos com base nos dados e informações coletadas em suas investigações, observamos que a Turma E caracterizou-se por exibir maior proporção de grupos exibindo inferências em geral que a Turma controle, mesmo que tais inferências fossem extrapolações (isto é, *inferências sem apresentação de fontes adicionais que as permitam*), ou interpretações equivocadas (ou seja, *inferência sobre dados e informações coletadas, mas que não coincidem com a natureza dos dados*), o que *pode* significar uma “ousadia semântica” ou tentativa de atribuir sentido a poucas disponíveis informações, mesmo que tal atribuição não se exiba explicitamente como “ousadia”. Esclareçamos este indício.

Diante de fenômenos tematizados por assuntos notoriamente de interesse dos aprendizes, estes mesmos aprendizes tiveram tais fenômenos **limitados** (I) pela plotagem oferecida pelo GT (interesse temporal e regional de usuários do *Google Search*) e (II) por justamente serem estes fenômenos carregados de interesse da parte dos aprendizes. Estas duas limitações, entendemos, ao terem elas frustradas as expectativas discentes a respeito de “respostas” que “surgissem” do GT ou de suas pesquisas, elaboraram significados que correspondessem às suas inquietações. De fato, essa elaboração poderá ter sido ousadia da parte de alguns e debilidade na coerência da parte de outros. Sobretudo, propor inferências sobre o que ocorreu com os dados disponíveis seria arriscado, de forma que, reiteramos, a “ousadia” é uma *possibilidade* de causa dessa característica identificada na Turma E.

6.2.5. Objetividade

A análise da DD5, de coerência entre as perguntas investigativas e as estratégias, possibilitou-nos identificar tal coerência em ambas as Turmas, de forma que, nessa DD, não há indícios de diferença na literacia entre as Turmas: porém tais foram constatados na análise da DD7.

Ao analisarmos a última DD, verificamos que a Turma E caracterizou-se com maior número de pares de coerência entre a inquisição investigativa e os seus respectivos juízos cognitivos. O que isso nos diz? Entendemos que uma diferença entre os ambientes experimental e placebo esteja no cerne dessa discrepância no referido número de pares, diferença esta referente ao caráter mais ou menos objetivo (em oposição a subjetivo) de cada ambiente.

Este caráter mais objetivo de nosso ambiente de crowdledge, como se pode imaginar, é devido a que o mundo seja ali acessível através de gráficos, de forma que este acesso dependa, em certa medida, de trivial habilidade de leitura gráfica. Essa trivialidade permitiria, assim, que o ambiente de crowdledge ofereça fenômenos mais facilmente interpretáveis que aqueles acessíveis por observações *in loco* (ambiente placebo), observações estas que dependem, também em certa medida, de treinamento (técnica ou método) e/ou conhecimento (teoria) prévio sobre o que se visa observar precisamente.

Vimos em Bunge que a Ciência é objetiva – ou, ao menos, intenta construir conhecimento objetivo (1998). No entanto, nos lembramos Lederman *et al.* (2014), não se pode ignorar a carga subjetiva a que ela está sujeita da parte do/a pesquisador/a, por suas limitações em geral, ou visão de mundo ou ainda in/experiência profissional que carregue ele/a consigo. Portanto, cabe indagar, nosso ambiente poderia ser classificado como adequado apenas dependentemente de que aspecto epistemológico (objetividade ou subjetividade) se queira apresentar em aula? Entendemos que não, e isso por duas razões.

Em primeiro lugar, podemos conceber que a subjetividade do pesquisador é, em parte, “suprimida” diante de um sistema de codificação padrão e compartilhável: o fenômeno se torna coletivamente observável e interpretável no momento em que ele é descrito em linguagem comunicável. De outra maneira, a objetividade, como nos diz Bunge (1998), se dá pela concordância do objeto (mundo) com o conhecimento/descrição realizado, isto é, a objetividade científica prescinde de um

código de correspondência entre o mundo e a razão, de forma não apenas a tornar este mundo “legível”, mas também “compartilhável”. Assim, dado que o caráter objetivo de nosso ambiente se dá com um código compartilhado (Matemática, com os gráficos do GT), vem que ele é potencialmente¹³⁹ adequado por ter viabilizado objetividade que permitisse estatisticamente maior coerência lógica entre inquirição e juízos que a observação *in loco* dos inexperientes discentes da Turma Controle.

Em segundo lugar, apesar da subjetividade intrínseca do pesquisador ser epistemologicamente saliente, especialmente em análises qualitativas, acreditamos nosso ambiente ser adequado para salientar também este aspecto. Apesar de não termos proposto isto aos alunos, este caráter subjetivo da ciência poderia se manifestar ao propor a grupos diferentes que investiguem a mesma inquirição via GT: esperar-se-ia encontrar resultados (em algum grau) diferentes, apesar de mesmo norte investigativo e forma de acesso ao mundo, contanto que os alunos não carreguem aportes comuns, nem teórico nem metodológico, a respeito do fenômeno subjacente à inquirição comum, já que tais aportes influenciariam notoriamente os juízos discentes, podendo gerar similitude desses juízos.

Assim, defendemos, dados nossos resultados interpretados, que nosso ambiente viabilizou objetividade suficiente a ocorrência de construções logicamente coerentes, ocorrência maior que em observações *in loco* feitas por discentes não treinados. Essa última asserção inferencial cabe ter analisada os dois pontos destacados.

Em primeiro lugar, salientamos a inexperiência discente, em função de que nosso ambiente tem caráter alfabetizador/introdutório. Assim, frente ao ambiente placebo, o GT mostrou-se estatisticamente mais adequado para o fim de alfabetização.

Em segundo lugar, chamamos atenção a que a ocorrência de coerência lógica não tenha como fator único (ou sequer de maior relevância) um núcleo semântico (fenômeno, no caso da ciência) que seja apresentado em forma objetiva. O maior ou menor domínio de habilidades e/ou conhecimento de análise semântica, ou ainda argumentativa, podem influenciar significativamente na construção proposições logicamente coerentes. Assim, nossas conclusões acerca da eficácia da objetividade sobre a viabilização da coerência em questão são limitadas, tendo em

¹³⁹ Potencialmente dada nossa amostra reduzida.

vista as referidas habilidades e conhecimentos serem variáveis dependentes não consideradas em nosso experimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitos questionamentos permearam essa dissertação: tanto da parte dos alunos participantes quanto da de seu professor/autor. Ao tecer as considerações finais deste estudo, que questões podemos enfrentar com um pouco mais de clareza? Certamente, este estudo não construiu informação suficiente nem para as questões discentes nem para àquelas amplas da Introdução e que pululam nossa sociedade continuamente. Mas uma pergunta em especial, derivada dessas inquietações transcendentais, teve sua abordagem refinada: quais os indícios de literacia científica que a interação com um micromundo de Big Data à investigação científica viabiliza a jovens calouros no ensino médio de uma dada escola pública hamburguense?

O primeiro indício, oriundo da análise do SLA-D, precisamente no elemento “Matemática na Ciência”, revelou que o micromundo viabilizou à Turma experimental obter um desempenho estatisticamente semelhante à Turma controle, apesar da primeira, justamente, ter recebido menos aulas de Matemática que a segunda por falta de docente na Escola. Este resultado nos aponta para um papel promissor do micromundo em crowdledge no desenvolvimento desse elemento da Literacia. Sua eficácia no referido desenvolvimento, contudo, ainda carece de maiores investigações para conclusões mais precisas; seria ingênuo extrapolar, com nossa pequena amostra, para qualquer contexto, mesmo da própria cidade, tendo em vista a pluralidade de interações entre indivíduos de uma Escola a outra e mesmo entre bairros, onde diversas experiências sociais diferem de uma região para outra.

Com o mesmo cuidado podemos apontar para outro indício de Literacia viabilizado via micromundo aos alunos foco dessa dissertação: a análise do teste SLA-MB sobre o elemento “Crenças sobre Ciência” revelou que a Turma experimental significativamente mostrou-se mais cética quanto aos exageros a serem avaliados no teste. Levando em conta que estes exageros remetem a “deformidades da ciência”, nas palavras de Daniel Gil-Pérez *et al.* (2001), vem que o micromundo possibilitou o desenvolvimento de “menor deformação epistemológica” em relação à Turma controle. Mas, como dissemos, salientamos “mais” e “menor” com cuidado, tendo em vista a necessidade de maiores estudos para conectar esse ceticismo como subjacente ao usuário do micromundo.

Os indícios aqui apresentados referem-se à perspectiva quanti – o que temos da parte quali de nossa triangulação? Nossa análise qualitativa pintou um quadro caracterizador que não revela precisa ou amplamente in/ocorrência de literacia científica, mas, em geral, versatilidades que nosso micromundo oferece ao desenvolvimento da mesma.

Uma das versatilidades é a fertilidade de temas que o micromundo viabilizou frente ao placebo. Sob a óptica construcionista, isso indica um benefício matético para a literacia, ao prover, com esta fertilidade, vias diversificadas de desenvolvimento da literacia. Essa fertilidade acaba sendo um indício benéfico, porquanto imersões investigativas são ações didáticas efetivas para promoção da literacia (se aliadas a explicitações). Logo, como investigações sempre possuem uma temática de fundo, um ambiente fértil em temas é altamente desejável.

Outra versatilidade foi a ocorrência do que denominamos “perplexidade-hipotética”: por oferecer “janelas de acesso” (gráficos do GT) ao mundo impossíveis/inviáveis pela observação *in loco* (nosso placebo), tais janelas deixaram os aprendizes como que perplexos sobre o que hipotetizar a respeito do que viam. Se tal perplexidade estiver aliada a um desprendimento do senso comum, temos que ela pode também ser benéfica se este desprendimento consistir em um movimento de exploração desse “desconhecido perplexante”.

Uma terceira versatilidade identificada por nós foi a viabilização de algo que chamamos de ousadia semântica. Na necessidade de dar sentido/significado aos dados e informações coletados, os discentes em interação com nosso micromundo exibiram conexões que, embora várias delas com falhas lógicas, ocorreram proporcionalmente mais que na Turma controle. Assim, se essa versatilidade for suportada por maiores explicitações a respeito de argumentação científica, ela pode crescer no desenvolvimento da literacia.

A última versatilidade por nós identificada foi o caráter objetivo com que o micromundo se exhibe ao ser que aprende, caráter este próprio dos gráficos de crowdledge. A relevância dessa versatilidade reside, especialmente, na proximidade que a exploração do tipo se aproxima daquela própria de Big Science, conforme discorreremos na Fundamentação Teórica em dos Santos (2014).

Cabe também aqui fazer luz à maior limitação oferecida pelo micromundo, referente à inviabilização de *conceptual debugging*. Aos educadores que queiram explorar ou se valer de nosso micromundo, chamamos atenção que tal limitação

pode ser superada ao dispor tempo (não realizado por nós) para interações sociais entre os alunos (ou a professores) com exposições de suas construções investigativas, para que, nestas interações, eles possam depurar incoerências identificadas socialmente e, assim, aprender com as mesmas.

Finalmente, salientamos a respeito das validações científica e escolar de nosso estudo que limitam a generalização de nossas inferências. A validação externa científica é limitada, pois nossa amostra é assaz reduzida; já a escolar a limitação entendemos ser menor, uma vez que atuamos em um contexto corriqueiramente escolar. Tendo isso em vista, reconhecemos que os indícios e versatilidades por nós encontradas não podem ser generalizados como que inerentes ao nosso micromundo, mas podem sim ser esperadas, ao menos em parte, dentro de um contexto escolar semelhante.

Diante desses juízos cognitivos, podemos refletir: qual o valor dos mesmos? Olhemos novamente a algumas daquelas amplas questões que introduziram esse estudo para, quiçá nos assistir nessa reflexão: Quais os desafios deste mundo em que vivemos? Como os abordar? Foquemos nos desafios educacionais de um mundo cuja sociedade se faz em rede com as TD. Os benefícios e versatilidades recém-apresentados/as nos revelam que optar por investigações em um ambiente/micromundo de crowdledge tem suas vantagens sobre observações *in loco* como as subjacentes ao placebo do referido ambiente.

De fato, nosso micromundo de crowdledge, com as atividades curriculares propostas que o acompanharam e seu ambiente subjacente (o *Google Trends*), não se mostrou efetivamente superior no desenvolvimento dos diferentes elementos da literacia, mas este é o primeiro estudo deste grupo de pesquisa voltado para identificação de contributos à literacia. Abre-se a deixa, então, para pormos inquisições e diversificações de estudo a futuras investigações, na área de Ensino especialmente, que aprofundem a proposta de Renato P. dos Santos (2014, 2015), sob a qual nos aninhamos.

Salientamos que, na relação que segue, quando falamos em um “micromundo de crowdledge” (MC) não nos referimos ao dessa dissertação com suas atividades curriculares ou ainda mesmo ao software *Google Trends* como ambiente, mas qualquer recurso de crowdledge que potencialmente sirva à aprendizagem de ciências.

- *A estrutura conceitual (conceptual framework) de Fives et al. (2014) não traz uma relação apurada de conceitos transversais às investigações científicas (como variável, experimentação e observação) que permita ao pesquisador precisamente estudar contribuições de dado recurso educacional (no nosso caso, um MC) ao desenvolvimento desses conceitos. Assim, supondo que seja possível obter um quadro dos conceitos em questão consistente e suficientemente aportado por revisão de literatura ou alguma epistemologia, qual a eficácia de um MC ao desenvolvimento desses conceitos?*
- *Dados os princípios da matemática limitados (ou suprimidos) pelas atividades escolares que contextualizaram o estudo dessa dissertação – como a necessidade de contextualização e liberdade/espço que respeitem as singularidades do ser que aprende – quais contributos pode um grupo (seja em um workshop, atividades extraclases, ou ainda comunidades virtuais) obter de um MC com os princípios da matemática largamente observados pelos organizadores da pesquisa?*
- *Em se tratando de contributos escolares – não necessariamente construcionistas, portanto – qual a eficácia de um MC em termos de desenvolvimento didático/intencional de conhecimentos cognitivos superiores (de qualquer natureza, como conceituais e procedimentais) da literacia, tendo em vista, por exemplo, (I) a Taxonomia de objetivos educacionais revisada (KRATHWOHL, 2002), ou (II) uma unidade de ensino potencialmente significativa (MOREIRA, 2011), ou (III) a orquestração de habilidades (ZABALA; ARNAU, 2010)?*
- *Tomando o desafio de desenvolvimento conceitual no contexto escolar, de que forma um MC cumpre esse desafio segundo (I) a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1998), ou (II) a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e Novak (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980)?*
- *Por mais ampla e precisa que seja a epistemologia bungeana, ela não nos apresentou, dadas as obras que tivemos acesso, aportes filosóficos férteis quanto à relação tecnologia-ciência. Qual epistemologia discorre (ou que epistemologia uma revisão de literatura sugere adequadamente tratar) sobre esta relação de forma apropriada a promover maiores insights à investigação em Ensino de um MC?*

Dados os juízos tecidos, bem como as questões que se julgaram pertinentes pôr, para fomentar pesquisas nas áreas, seja dentro ou fora deste grupo de pesquisa, essa dissertação se encerra aqui com uma esperança. A expectativa de que, como gota que é no oceano do conhecimento científico, contribua a ele. Esperança de que sirva à nobre e incessante busca para que abordagens de Ensino cada vez mais eficazes frente às mazelas que, especial e diariamente, professores,

e seus formadores enfrentam para o cumprimento da finalidade que julgam o Ensino possuir.

REFERÊNCIAS

- ACEVEDO, J. A. *et al.* Mitos da Didática das Ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no Ensino de Ciências. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 1, p. 1–15, 2005.
- ACKERMANN, Edith K. Piaget's Constructivism, Papert's Constructionism: What's the difference? *Future of learning group publication*, v. 5, n. 3, p. 438, 2001.
- ACKOFF, Russel L. From data to wisdom: presidential address to ISGSR. *Journal of Applied Systems Analysis*, v. 16, 1989.
- ADAMS, Jonathan; PENDLEBURY, David; STEMBRIDGE, Bob. *BUILDING BRICKS – Exploring the global research and innovation impact of Brazil, Russia, India, China and South Korea. Global Research Report*. New York: Thomson Reuters, 2013.
- ANDRADE, Beatrice L. De; ZYLBERSZTAJN, Arden; FERRARI, Nadir. As analogias e metáforas no Ensino de Ciências à luz da Epistemologia de Gaston Bachelard. *ENSAIO - Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 2, p. 11, 2000.
- ARÉNILLA, Louis *et al.* Educação. *Dicionário de Pedagogia*. 2. ed. Lisboa: Instituto Piaget, 2000. p. 167–169.
- AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento cts no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 7, n. 1, p. 1–13, 2001.
- AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. *Psicologia educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BACHELARD, Gaston. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BARAM-TSABARI, Ayelet; SEGEV, Elad. Just Google it! Exploring New Web-based Tools for Identifying Public Interest in Science and Pseudoscience. 2009, Raanana, Israel: Proceedings of the Chais conference on instructional technologies research 2009: Learning in the technological era, Feb. 18, 2009, 2009. p. 20–28.
- BARDIN, Laurence. *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BEDAU, Mark A. Is weak emergence just in the mind? *Minds and Machines*, v. 18, n. November, p. 443–459, 2008.
- BELLO, Luisa Isabel Rodríguez. El Modelo Argumentativo de Toulmin en la escritura de artículos de investigación educativa. *Revista Digital Universitaria*, v. 5, n. 1, p. 1–18, 2004.
- BITTAR, Marisa; BITTAR, Mariluce. História da Educação no Brasil: a escola pública no processo de democratização da sociedade. *Acta Scientiarum*, v. 34, n. 2, p. 157–168, 2012.
- BLUMER, Anselm *et al.* Occam's Razor. *Information Processing Letters*, v. 24, n. 6, p. 377–380, 1987.
- BOYD, Danah; CRAWFORD, Kate. Six Provocations for Big Data. *SSRN Electronic*

Journal, p. 1–17, 2011.

BRASIL. *PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

BRASIL. *Relatório Nacional PISA 2012: Resultados Brasileiros. Resultados Brasileiros no PISA*. São Paulo: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira (INEP), 2013.

BRASIL. *Resultados Nacionais – Pisa 2006: Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Pisa). Resultados Brasileiros no PISA*. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira (INEP), 2008.

BUNGE, Mario Augusto. *La ciencia: su método y su filosofía*. 3. ed. Buenos Aires: Sudamericana, 1998.

BUNGE, Mario Augusto. *Seudociencia e ideología*. Madrid: Alianza Editorial, 1989.

BYRNES, James P.; DUNBAR, Kevin N. The Nature and Development of Critical-Analytic Thinking. *Educational Psychology Review*, v. 26, n. 4, p. 477–493, 12 out. 2014.

CAMPBELL, Donald Thomas; STANLEY, Julian Cecil. *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. Tradução Mauricio Kitaigorodski. Buenos Aires: Amorrortu, 1966.

CASTELLS, Manuel. The Network Society: From Knowledge to Policy. In: CASTELLS, MANUEL; CARDOSO, GUSTAVO (Org.). *The Network Society: From Knowledge to Policy*. Washington, DC: Center for Transatlantic Relations, 2005. p. 3–21.

CHALMERS, David J. Strong and Weak Emergence. In: CLAYTON, P.; DAVIES, P (Org.). *The reemergence of emergence*. New York: Oxford University Press, 2006. p. 244–256.

CLEGG, Frances. *Estatística para todos*. Tradução Catarina Horta. Lisboa: Gradiva, 1995.

CLERMONT, Marcel; DYCKHOFF, Harald. Coverage of Business Administration Literature in Google. *Bibliometrie - Praxis und Forschung*, v. 1, n. 1, p. 1–54, 6 mar. 2012.

CORTELLA, Mario Sergio. *A escola e o conhecimento: fundamentos epistemológicos e políticos*. 14. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CRESWELL, John W.; CLARK, Vlicki L. Plano. Choosing a mixed methods design. *Designing and conducting mixed methods research*. London: Sage, 2007. p. 53–106.

CULPI, Ludmila A. A metodologia dos programas de pesquisa de Imre Lakatos e revolução da teoria de relações internacionais. *Ciencias Sociales y Relaciones Internacionales nuevas perspectivas desde América Latina*. Heredia, Costa Rica: Escuela de Relaciones Internacionales de la Universidad Nacional - CLACSO, 2015. p. 139–154.

CUPANI, Alberto; PIETROCOLA, Maurício. A relevância da epistemologia de Mario Bunge para o ensino de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, n.

especial, p. 100–25, 2002.

DATHEIN, Ricardo. Inovação e Revoluções Industriais: uma apresentação das mudanças tecnológicas determinantes nos séculos XVIII e XIX. *DECON Textos Didáticos*, v. 2, 2003.

DOS SANTOS, Renato P. Big Data as a Mediator in Science Teaching: A Proposal. *Innovation Educator: Courses, Cases & Teaching eJournal*, v. 2, n. 25, p. 1, 2014.

DOS SANTOS, Renato P. Big Data: Philosophy, Emergence, Crowledge, and Science Education. *Themes in Science & Technology Education*, v. 8, n. 2, p. 115–127, 2015.

DOS SANTOS, Renato P. Uma proposta didática para o uso de Big Data no ensino de Ciências. *Revista NUPEM*, 2013.

DOS SANTOS, Renato P.; LEMES, Isadora Luiz. Aprender-com-Big-Data no Ensino de Ciências. *Acta Scientiae*, v. 16, n. 4, 2014.

DRIVER, Rosalind *et al.* Construindo conhecimento científico na sala de aula. *Química Nova na Escola*, n. 9, p. 31–40, 1999.

DUHIGG, Charles. How Companies Learn Your Secrets. *The New York Times*, New York, 12 fev. 2012. Disponível em: <<http://www.nytimes.com/2012/02/19/magazine/shopping-habits.html>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

DUMBILL, Edd. What is big data? *O'Reilly Media*, 11 jan. 2012. Disponível em: <<https://www.oreilly.com/ideas/what-is-big-data>>. Acesso em: 19 nov. 2015.

DUSCHL, Richard A.; GRANDY, Richard. Two views about explicitly teaching Nature of Science. *Science & Education*, v. 22, p. 2109–2139, 6 out. 2013.

EDWARDS, Laurie D. Embodying mathematics and science: Microworlds as representations. *The Journal of Mathematical Behavior*, v. 17, n. 1, p. 53–78, 1998.

EKBIA, Hamid *et al.* Big data, bigger dilemmas: A critical review. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, v. 66, n. 8, p. 1523–1545, 2015.

FARIAS, Leonel Marques; SELLITTO, Miguel Afonso. Uso da energia ao longo da história: evolução e perspectivas futuras. *Revista Liberato*, v. 12, n. 17, p. 7–16, 2011.

FERRAZ, Ana Paula do Carmo Marcheti; BELHOT, Renato Vairo. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gestão e Produção*, v. 17, n. 2, p. 421–31, 2010.

FIVES, Helenrose *et al.* Developing a Measure of Scientific Literacy for Middle School Students. *Science Education*, v. 98, p. 549–580, 2014.

FIVES, Helenrose. *SLA-D in Brazilian context [mensagem pessoal]*. Mensagem recebida por: <geovani.phy.dias@gmail.com>; <wwhuebner@yahoo.com> em 29 de agosto, 2015.

FLICK, Uwe. Combining methods – lack of methodology: discussion of Sotirakopoulou & Breakwell. *Ongoing Production on Social Representations*, v. 1, n. 1, p. 43–8, 1992.

FLICK, Uwe; VON KARDOFF, Ernst; STEINKE, Ines (Org.). *A Companion to*

Qualitative Research. London: Sage, 2004.

GHASEMI, Asghar; ZAHEDIASL, Saleh. Normality Tests for Statistical Analysis: A Guide for Non-Statisticians. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, v. 10, n. 2, p. 486–489, 2012.

GIL-PÉREZ, Daniel *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 125–53, 2001.

GINSBERG, Jeremy *et al.* Detecting influenza epidemics using search engine query data. *Nature*, v. 457, n. 7232, p. 1012–4, 19 fev. 2009.

GOOGLE INC. *Trends Help*. Disponível em: <<https://support.google.com/trends/>>. Acesso em: 20 nov. 2015.

HILBERT, Fee *et al.* Coverage of academic citation databases compared with coverage of scientific social media. *Online Information Review*, v. 39, n. 2, p. 255–264, 2015.

HODGES, Andrew. *Alan Turing: The Enigma*. Disponível em: <<http://www.turing.org.uk/publications/dnb.html>>. Acesso em: 19 nov. 2015.

HOFFER, David. What Does Big Data Look Like? Visualization Is Key for Humans. *Wired - Insights*, 10 jan. 2014. Disponível em: <<http://www.wired.com/insights/2014/01/big-data-look-like-visualization-key-humans>>. Acesso em: 24 jan. 2014.

IBGE. *Acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal – 2013. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios*. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Geografia e Estatística (IBGE), 2015a.

IBGE. *Acesso à internet e posse de telefone móvel celular para uso pessoal – 2011. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2013.

IBGE. *Brasil em síntese*. Disponível em: <<http://brasilemsintese.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 20 nov. 2015b.

INSTITUTO ABRAMUNDO. *Indicador de Letramento Científico. Relatório técnico da edição 2014*. São Paulo: Instituto Abramundo, 2014.

JACOBS, Adam. The Pathologies of Big Data. *Communications of the ACM*, v. 52, n. 8, p. 36–44, 2009.

JACSÓ, Péter. Metadata mega mess in Google Scholar. *Online Information Review*, v. 34, n. 1, p. 175–191, 2010.

JAMES, Oliver *et al.* Gravitational lensing by spinning black holes in astrophysics, and in the movie *Interstellar*. *Classical and Quantum Gravity*, v. 32, n. 6, p. 065001, 2015.

JOHNSON-LAIRD, Philip N. *El ordenador y la mente – Introducción a la ciencia cognitiva*. Tradução Alfonso Medina. Barcelona: Paidós, 1990.

KELLE, Udo; ERZBERGER, Christian. Qualitative and Quantitative Methods: Not in Opposition. In: FLICK, UWE; VON KARDOFF, ERNST; STEINKE, INES (Org.). *A Companion to Qualitative Research*. London: Sage, 2004. p. 172–177.

KITCHIN, Rob. Big data. *The data revolution: Big data, open data, data*

- infrastructures and their consequences*. London: Sage, 2014a. p. 67–79.
- KITCHIN, Rob. Big Data, new epistemologies and paradigm shifts. *Big Data & Society*, v. 1, n. 1, p. 1–12, 2014b.
- KITCHIN, Rob. Enablers and sources of Big Data. *The data revolution: Big data, open data, data infrastructures and their consequences*. London: Sage, 2014c. p. 80–99.
- KOMENSKÝ, Jan Amos. *Spicilegium didacticum artium discendi ac docendi summam brevibus praeceptis exhibens*. Rosenbergae: Typis Caroli Salva, 1895.
- KRATHWOHL, David R. A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory Into Practice*, v. 41, n. 4, p. 212–218, nov. 2002.
- KUHN, Thomas Samuel. *A estrutura das revoluções científicas*. Tradução Beatriz Vianna Boeira; Nelson Boeira. 6. ed. São Paulo: Perspectiva, 2001.
- LASTRES, Helena Maria Martins; FERRAZ, João Carlos. Economia da Informação, do Conhecimento e do Aprendizado. In: LASTRES, HELENA MARIA MARTINS; ALBAGLI, SARITA (Org.). *Informação e globalização na era do conhecimento*. Rio de Janeiro: Campus, 1999. p. 27–57.
- LAUGKSCH, R. C. Scientific Literacy : A Conceptual Overview. *Science Education*, v. 84, n. 1, p. 71–94, 2000.
- LEDERMAN, Judith S. *et al.* Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry – The views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 51, n. 1, p. 65–83, 2014.
- LEDERMAN, Norman G.; LEDERMAN, Judith S.; ANTINK, Allison. Nature of Science and scientific inquiry as contexts for the learning of Science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, v. 1, n. 3, p. 138–47, 2013.
- LEUNG, Jessica Shuk Ching; WONG, Alice Siu Ling; YUNG, Benny Hin Wai. Understandings of Nature of Science and Multiple Perspective Evaluation of Science News by Non-science Majors. *Science & Education*, n. Aaas 1993, 2014.
- LÉVY, Pierre. *As Tecnologias da Inteligência - o futuro do pensamento na era da informática*. Tradução Carlos Irineu Da Costa. São Paulo: Editora 34, 1993.
- LEY, Timothy J. *et al.* DNA sequencing of a cytogenetically normal acute myeloid leukaemia genome. *Nature*, v. 456, n. 7218, p. 66–72, 2008.
- MARIN, Lisa M.; HALPERN, Diane F. Pedagogy for developing critical thinking in adolescents: Explicit instruction produces greatest gains. *Thinking Skills and Creativity*, v. 6, n. 1, p. 1–13, 2011.
- MATTMANN, Chris A. Computing: A vision for data science. *Nature*, v. 493, n. 7433, p. 473–475, 2013.
- MCAFEE, Andrew; BRYNJOLFSSON, Erik. Big data: The Management Revolution. *Harvard business review*, p. 1–9, 2012.
- MOHEBBI, Matt *et al.* *Google Correlate Whitepaper*. . Mountain View: [s.n.], 9 jun. 2011.
- MOHLER, G. O. *et al.* Self-Exciting Point Process Modeling of Crime. *Journal of the*

- American Statistical Association*, v. 106, n. 493, p. 100–108, 2011.
- MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa crítica. 2000, Peniche: Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, 2000. p. 47–65.
- MOREIRA, Marco Antonio. Modelos Mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 1, n. 3, p. 193–232, 1996.
- MOREIRA, Marco Antonio. Unidades de enseñanza potencialmente significativas - UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 2, n. 1, p. 43–63, 2011.
- MOREIRA, Marco Antonio; GRECA, Ileana María. A mudança conceitual: análise crítica e propostas à luz da teoria da Aprendizagem Significativa. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 301–15, 2003.
- MOREIRA, Marco Antonio; OSTERMANN, Fernanda. Sobre o ensino do método científico. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 10, n. 2, p. 108–117, 1993.
- MOREIRA, Marco Antonio; ROSA, Paulo Ricardo da Silva. *Uma introdução à Pesquisa Quantitativa em Ensino*. Campo Grande, MS: UFMS, 2013.
- MORIN, Edgar. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. Tradução Catarina Eleonora F. Da Silva; Jeanne Sawaya. 2. ed. São Paulo; Brasília: Cortez; UNESCO, 2011.
- MORTIMER, Eduardo Fleury. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de Ciências para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 1, n. 1, p. 20–39, 1996.
- OECD. *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy. OECD Report*. Paris: OECD, 2013.
- OECD. *PISA 2012 Technical Report*. . Paris: OECD, 2014.
- PAPERT, Seymour. *A Máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Tradução Sandra Costa. Revisada ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- PAPERT, Seymour. *Logo: Computadores e educação*. Tradução José Armando Valente; Beatriz Bitelman; Afira Vianna Ripper. São Paulo: Brasiliense, 1985.
- PAPERT, Seymour. *Why school reform is impossible*. Disponível em: <http://www.papert.org/articles/school_reform.html>. Acesso em: 20 nov. 2015.
- PAPERT, Seymour A.; HAREL, Idit. Situating Constructionism. In: HAREL, IDIT; PAPERT A. (Org.). . *Constructionism*. Norwood, NJ: Ablex Publishing, 1991. p. 1–14. Disponível em: <<http://www.papert.org/articles/SituatingConstructionism.html>>. Acesso em: 15 mar. 2012.
- PIETROCOLA, Maurício. A Matemática como estruturante do conhecimento físico. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 19, n. 1, p. 88–108, ago. 2002.
- PINTRICH, Paul R. The role of metacognitive knowledge in learning, teaching and assessing. *Theory Into Practice*, v. 41, n. 4, p. 219–25, 2002.
- PÓLYA, George. *A Arte de Resolver Problemas*. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.
- POPPER, Karl Raimund. *A lógica da pesquisa científica*. São Paulo: Cultrix, 1975.
- PORRA, Angélica Cristina; SALES, Nilva Lúcia Lombardi; SILVA, Cibelle Celestino. Concepções de natureza da ciência: adaptação de um instrumento para aplicação

em alunos de licenciatura de universidades públicas brasileiras. 2002, Campinas: Atas do VIII Enpec, 2002.

POTS, Marieke. *How Big Data Became so Big: A media-archaeological study of transhistorical ideas about technology & the rising popularity of Big Data*. 2014. Utrecht University, Utrecht, 2014.

PRAIA, João Felix. Aprendizagem significativa em D. Ausubel: Contributos para uma adequada visão da sua teoria e incidências no ensino. 2000, Lisboa: [s.n.], 2000. p. 121–34.

PRAIA, João Felix; GIL-PÉREZ, Daniel; VILCHES, Amparo. O papel da Natureza da Ciência na Educação para a Cidadania. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 2, p. 141–156, 2007.

PRIETO, Teresa; ESPAÑA, Enrique; MARTÍN, Carolina. Algunas cuestiones relevantes en la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 9, n. 1, p. 71–77, 2012.

REIF, Frederick. *Applying Cognitive Science in Education: Thinking and learning in Scientific or Other Complex Domains*. Cambridge: The MIT Press, 2008.

RIBEIRO, Vera Masagão; FONSECA, Maria da Conceição Ferreira Reis. Matriz de referência para a avaliação do alfabetismo. Uma proposta de abordagem integrada da leitura, escrita e habilidades matemáticas. *Lectura y Vida: Revista Latinoamericana de Lectura*, v. 30, n. 3, p. 30–43, set. 2009.

ROBERTS, John Morris. *O livro de ouro da história do mundo*. Tradução Laura Alves; Aurélio Rebello. 13. ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

RODGERS, Joseph Lee; NICEWANDER, W. Alan. Thirteen Ways to Look at the Correlation Coefficient. *Journal of the American Statistical Association*, v. 42, n. 1, p. 59 – 66, 1988.

SANTANA, Ana Paula; BERGAMO, Alexandre. Cultura e identidade surdas: encruzilhada de lutas sociais e teóricas. *Educação & Sociedade*, v. 26, n. 91, p. 565–582, 2005.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira Dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *ENSAIO - Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 02, n. 2, p. 1–23, 2002.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika*, v. 52, n. 3/4, p. 591–611, 1965.

SILVEIRA, Fernando Lang Da. A filosofia de Karl Popper e suas implicações no Ensino de Ciência. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 6, n. 2, p. 148–162, 1989.

SIMON, Herbert A. Spurious Correlation: a causal interpretation. *Journal of the American Statistical Association*, v. 49, n. 267, p. 467–479, 1954.

SLISKO, Josip; CRUZ, Adrian Corona. Helping Students to Recognize and Evaluate an Assumption in Quantitative Reasoning: A Basic Critical-Thinking Activity with Marbles and Electronic Balance. *European Journal of Physics Education*, v. 4, n. 4,

p. 19–25, 2013.

SOUZA, Bruno Campello De. *A Teoria da Mediação Cognitiva : Os impactos cognitivos da Hipercultura e da Mediação Digital*. 2004. 128 f. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

SWAN, Melanie. *Philosophy of Big Data: Expanding the Human-Data Relation with Big Data Science Services*. 2015, Washington, DC: IEEE Computer Society, 2015.

TALA, Suvi; VESTERINEN, Veli-Matti. Nature of Science Contextualized: Studying Nature of Science with Scientists. *Science & Education*, v. 24, p. 435–457, 2015.

TENREIRO-VIEIRA, Celina; VIEIRA, Rui Marques. Literacia e pensamento crítico: um referencial para a educação em ciências e em matemática. *Revista Brasileira de Educação*, v. 18, n. 52, p. 163–242, 2013.

UNIC/RIO. *Declaração Universal dos Direitos Humanos da ONU*. . [S.l.: s.n.]. , 2000

VALADARES, Jorge A. A importância epistemológica e educacional do Vê do conhecimento. 2000, Peniche: Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, 2000. p. 87–120.

VANDERKAM, Dan *et al*. *Nearest Neighbor Search in Google Correlate*. . Mountain View: Google Inc., 2013.

VERGNAUD, Gérard. A comprehensive theory of representation for mathematics education. *Journal of Mathematical Behavior*, v. 17, n. 2, p. 167–181, 1998.

VYGOTSKY, Lev S. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. 12. ed. São Paulo: Ícone, 2012. p. 103–117.

VYGOTSKY, Lev S. *Pensamento e Linguagem*. Eletrônica ed. [S.l.]: Ridendo Castigat Mores, 2001.

WESTPHAL, Murilo; PINHEIRO, Thais Cristine. A epistemologia de Mario Bunge e sua contribuição para o ensino de ciências. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 3, p. 585–596, 2004.

WOODCOCK, Brian A. “The Scientific Method” as Myth and Ideal. *Science & Education*, v. 23, n. 10, p. 2069–2093, 27 maio 2014.

YOUYOU, Wu; KOSINSKI, Michal; STILLWELL, David. Computer-based personality judgments are more accurate than those made by humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 112, n. 4, p. 1036–1040, 2015.

ZABALA, Antoni; ARNAU, Laia. *Como aprender e ensinar competências*. Porto Alegre: Artmed, 2010.

ZAIONTZ, Charles. *Real Statistics*. Disponível em: <<http://www.real-statistics.com/tests-normality-and-symmetry/analysis-skewness-kurtosis/>>. Acesso em: 19 nov. 2015.

ZIKOPOULOS, Paul *et al*. *Harness the Power of Big Data: The IBM Big Data Platform*. New York: McGraw-Hill, 2013.

APÊNDICE A – ATIVIDADE SUBJACENTE AO MICROMUNDO

Dia 1

<p>Atividade 1: Escolher uma expressão (palavra, frase, dúvida, etc.) para estudar o interesse que ela possui</p> <ul style="list-style-type: none"> • Em gráficos do Google Trends (temporal ou regional) – google.com/trends • Em gráfico do Google Correlate (correlativo) – google.com/trends/correlate <p>O comportamento presente no(s) gráfico(s) que interessarem o grupo será o próprio fenômeno/objeto de estudo.</p>
Regra: O comportamento não pode ser sazonal nem escolar.
Orientações: O caráter não sazonal/escolar pode ser evitado, em parte, pelo uso do Algoritmo Didático no verso desta folha.
Atenção: Enviar a(s) imagem(ns) do(s) gráfico(s) ao e-mail do professor, pois serão necessárias impressas na última atividade. E-mail: geovani.phy.dias@gmail.com
Tempo previsto para a atividade: 1 período (50 min).

<p>Atividade 2A: Elaborar uma pergunta (ou mais de uma, mas que estejam relacionadas), cuja resposta:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seja aquilo que “mate a curiosidade” surgida com respeito ao fenômeno observado na Atividade 1; • Seja possível de verificar – isto é, uma ideia que possa ser testada.
Atividade 2B (opcional): Propor respostas possíveis à pergunta investigativa da Atividade 2A. Chamaremos estas “respostas possíveis” de agora em diante de hipóteses.
Observação: Esta(s) pergunta(s) irá(ão) orientar toda a investigação.
Atenção: Ter anotadas todas as perguntas e hipóteses, pois serão necessárias na última atividade.
Tempo previsto para a(s) atividade(s): 1 período (50 min).

Dias 2 e 3

<p>Atividade 3: Traçar uma estratégia, em grupo, sobre como responder à(s) pergunta(s) investigativa(s), isto é, planejar quais ações fazer para obter uma resposta à pergunta investigativa, como por exemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quais leituras (de livros, sites, etc.) que possam ajudar a responder à pergunta. • Outros gráficos (não precisam ser do GT/GC) para comparar com os analisados na Atividade 1.
Regra: Cada integrante deverá possuir tarefas a cumprir.
Atenção: Ter anotadas todas as ações, pois serão necessárias na penúltima atividade!
Tempo previsto para a atividade: 1 período (50 min).

Atividade 4: Realizar a estratégia organizada na Atividade 3.
Regra: Cada integrante deve ler pelo menos um dos textos escolhidos.
Atenção: Ter anotadas todas as ações, pois serão necessárias na penúltima atividade.
Tempo previsto para a atividade: 3 períodos (150 min).

Dia 4

Atividade 5: Elaborar uma explicação causal para o fenômeno em estudo, isto é, propor uma resposta (chegar a uma conclusão) para a pergunta investigativa construída após a estratégia de pesquisa ter sido realizada.
Regras:
<ul style="list-style-type: none"> • O(s) gráfico(s) da Atividade 1 devem ser explicado(s) pela(s) conclusão(ões)/resposta(s) a que o grupo chegou depois da investigação (Atividades 3 e 4); • O grupo deve explicar se esta(s) conclusão(ões)/resposta(s) pode(m) ser tomada(s) como definitiva(s), ou não e por quê.
Atenção: Guardar o texto escrito, pois será necessário na penúltima atividade.
Tempo previsto para a atividade: 2 períodos (100 min).

Dia 5

Atividade 6: Construir um cartaz-relatório da investigação, isto é, organizar tudo que já foi feito até agora.
Regras:

- Deve ser manuscrito (ou colados textos impressos) em papel pardo ou cartolina.
- Deverá ser preparada apresentação oral para gravar em vídeo (todos os integrantes devem apresentar).
- Devem constar pelo menos os seguintes elementos:

Cartaz (visual)

IA: Apresentação do(s) gráfico(s).

IIA: Listagem da(s) (a) pergunta(s) e (b) hipótese(s), com

IIIA: Listagem das ações (estratégia) executada na Atividade 4.

IIVA: Apresentação dos resultados da investigação da Atividade 5.

Apresentação (oral)

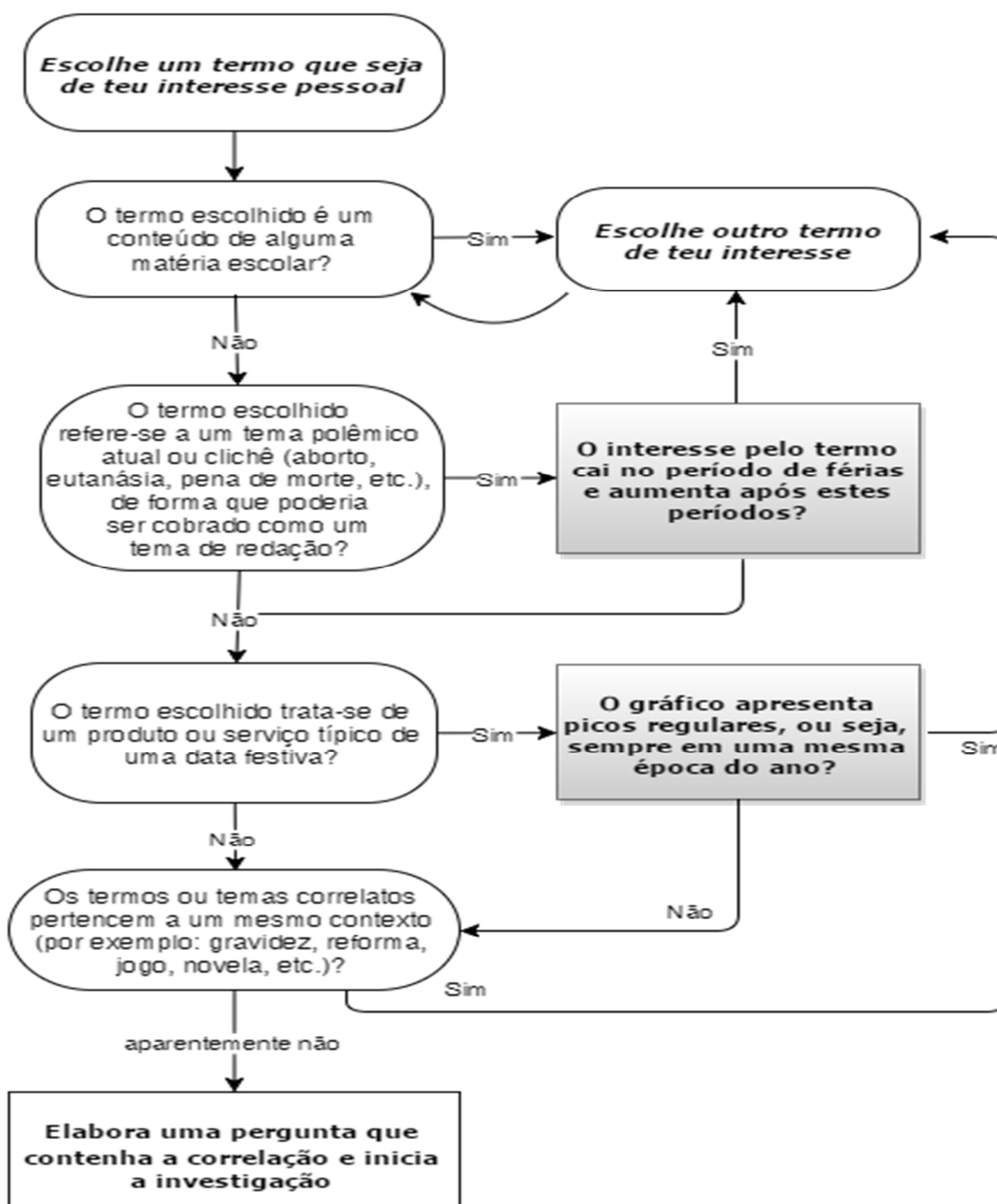
IB: Explicação de como surgiu, no grupo, o interesse pelo comportamento observado na Atividade 1.

IIB: Explicação detalhada do que se queria investigar e do que se esperava/pensava encontrar.

IIIB: Indicar (a) quem fez cada uma delas e (b) porque dividiram assim as tarefas.

Tempo previsto para a atividade:

- Construção do cartaz: 1 período (50 min).
- Preparação para a apresentação da pesquisa: 30 min.
- Tempo máximo para o vídeo: 5 min.



APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO SOCIOECONÔMICO

Questionário Socioeconômico | *Prof. Geovani L. Dias*
| *Prof. Dr. Renato P. dos Santos*

Código: _____

Nome: _____

Turma: _____

1	Você considera possuir um ambiente de estudo silencioso onde mora?	☐ Sim ☐ Não
2	Você dispõe de material escolar básico completo (isto é, caderno, material de escrita e calculadora)?	☐ Sim ☐ Não
3	Você dispõe de algum outro material escolar, que seja propriamente seu (livro didático não conta) e que auxilie no estudo em geral (livros, enciclopédia(s), programa de computador, etc.)?	☐ Sim ☐ Não
4	Você possui computador em casa?	☐ Sim ☐ Não
5	Você possui acesso à internet em casa?	☐ Sim ☐ Não
6	Sua família possui algum veículo motorizado próprio (moto ou carro)?	☐ Sim ☐ Não
7	Sua família possui residência própria (apartamento ou casa)?	☐ Sim ☐ Não
8	Quantos <i>smartphones</i> e/ou <i>tablets</i> a sua família (moradores de sua casa) possuem no total?	Resposta: _____
9	Quantas pessoas moram na mesma casa que você?	Resposta: _____
10	Qual a maior escolaridade dos seus pais (ou responsáveis)?	
	☐ não completou a 4ª série (5º ano) do ensino fundamental	☐ completou o ensino médio
	☐ completou a 4ª série do ensino fundamental	☐ completou curso tecnólogo superior
	☐ completou a 8ª série (9º ano) do ensino fundamental	☐ completou curso superior

APÊNDICE C – ATIVIDADE PLACEBO

Dia 1

<p>Atividade 1: Sair pelo pátio da escola para identificar algum fenômeno que interesse o grupo investigar, por exemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Nas plantas do pátio (por exemplo, alguma característica ou ser vivo estranho ao grupo); ● Na estrutura do prédio (por exemplo, degradação de alguma parte da estrutura); ● Etc.
<p>Regra: Dar preferência para detalhes que o grupo nunca havia reparado.</p>
<p>Atenção: Enviar foto(s) do(s) fenômeno(s) ao e-mail do professor, pois serão necessárias impressas na última atividade. E-mail: geovani.phy.dias@gmail.com</p>
<p>Tempo previsto para a atividade: 1 período (50 min).</p>

<p>Atividade 2A: Elaborar uma pergunta (ou mais de uma, mas que estejam relacionadas), cuja resposta:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Seja aquilo que “mate a curiosidade” surgida com respeito ao fenômeno observado na Atividade 1; ● Seja possível de verificar – isto é, uma dúvida que seja possível de ser testada.
<p>Atividade 2B (opcional): Propor respostas possíveis à pergunta investigativa da Atividade 2A. Chamaremos estas “respostas possíveis” de agora em diante de hipóteses.</p>
<p>Observação: Esta(s) pergunta(s) irá(ão) orientar toda a investigação.</p>
<p style="text-align: center;">Atenção: Ter anotadas todas as perguntas e hipóteses, pois serão necessárias na última atividade.</p>
<p>Tempo previsto para a(s) atividade(s): 1 período (50 min).</p>

Dias 2 e 3

<p>Atividade 3: Traçar uma estratégia, em grupo, sobre como responder à(s) pergunta(s) investigativa(s), isto é, planejar quais ações fazer para obter uma resposta à pergunta investigativa, como por exemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Quais leituras (de livros, sites, etc.) que possam ajudar a responder à pergunta. ● Que outras observações ou medições podem ser feitas para comparar com as analisados na Atividade 1.
<p>Regra: Cada integrante deverá possuir tarefas a cumprir.</p>
<p style="text-align: center;">Atenção: Ter anotadas todas as ações, pois serão necessárias na penúltima atividade!</p>
<p>Tempo previsto para a atividade: 1 período (50 min).</p>

<p>Atividade 4: Realizar a estratégia organizada na Atividade 3.</p>
<p>Regra: Cada integrante deve ler pelo menos um dos textos escolhidos.</p>
<p style="text-align: center;">Atenção: Ter anotadas todas as ações, pois serão necessárias na penúltima atividade.</p>
<p>Tempo previsto para a atividade: 3 períodos (150 min).</p>

Dia 4

<p>Atividade 5: Elaborar uma explicação causal para o fenômeno em estudo, isto é, propor uma</p>
--

resposta (chegar a uma conclusão) para a pergunta investigativa construída após a estratégia de pesquisa ter sido realizada.
Regras: <ul style="list-style-type: none"> • A(s) imagem(ns) da Atividade 1 devem ser explicado(s) pela(s) conclusão(ões)/resposta(s) a que o grupo chegou depois da investigação (Atividades 3 e 4); • O grupo deve explicar se esta(s) conclusão(ões)/resposta(s) pode(m) ser tomada(s) como definitiva(s), ou não e por quê.
Atenção: Guardar o texto escrito, pois será necessário na penúltima atividade.
Tempo previsto para a atividade: 2 períodos (100 min).

Dia 5

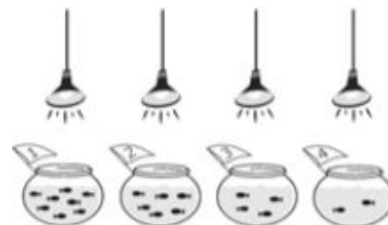
Atividade 6: Construir um cartaz-relatório da investigação, isto é, organizar tudo que já foi feito até agora.	
Regras: <ul style="list-style-type: none"> • Deve ser manuscrito (ou colados textos impressos) em papel pardo ou cartolina. • Deverá ser preparada apresentação oral para gravar em vídeo (todos os integrantes devem apresentar). • Devem constar pelo menos os seguintes elementos: 	
Cartaz (visual) IA: Apresentação da(s) imagem(ns). IIA: Listagem da(s) (a) pergunta(s) e (b) hipótese(s), com IIIA: Listagem das ações (estratégia) executada na Atividade 4. IVA: Apresentação dos resultados da investigação da Atividade 5.	Apresentação (oral) IB: Explicação de como surgiu, no grupo, o interesse pelo comportamento observado na Atividade 1. IIB: Explicação detalhada do que se queria investigar e do que se esperava/pensava encontrar. IIIB: Indicar (a) quem fez cada uma delas e (b) porque dividiram assim as tarefas.
Tempo previsto para a atividade: <ul style="list-style-type: none"> • Construção do cartaz: 1 período (50 min). • Preparação para a apresentação da pesquisa: 30 min. • Tempo máximo para o vídeo: 5 min. 	

APÊNDICE D – TRADUÇÃO DO SLA

Teste SLA – Número 1
Versão em Língua Portuguesa

Prof. Geovani L. Dias
Prof. Dr. Renato P. dos Santos
Prof. Dra. Helenrose Fives

1. Um estudante está interessado no comportamento de peixes. Ele possui quatro aquários e 20 peixes (todos do mesmo tipo). Ele põe 8 peixes no primeiro aquário, seis peixes no segundo aquário, 4 peixes no terceiro aquário e 2 peixes no quarto aquário. Ele põe cada aquário sob uma luz e mantém todos os aquários à temperatura de 25 °C.



Número de peixes	8	6	4	2
Temperatura (°C)	25	25	25	25

- O que o estudante pode descobrir fazendo este experimento?
- Se o número de peixes no aquário afeta o comportamento de peixes.
 - Se a temperatura do aquário afeta o comportamento de peixes.
 - Se a temperatura do aquário e a quantidade de luz afetam o comportamento de peixes.
 - Se o número de peixes, a temperatura e a quantidade de luz afetam o comportamento de peixes.
2. Um estudante encontra um *site* na internet criado pelo “Comitê dos Todos Contra o Tema de casa!”. O estudante então deseja saber as razões a favor e contra um professor propor tema de casa. Assim, este *site* é uma fonte confiável?
- Sim. Este grupo é contra temas de casa e conhece todos os argumentos.
 - Sim. Informações de sites na internet são sempre equilibradas e corretas.
 - Não. Este grupo pode estar dando mais atenção a argumentos contra temas de casa.
 - Não. Este grupo provavelmente não é muito bom em argumentar a favor nem contra professores proporem tema de casa.
3. Em uma cidade, 40% das pessoas tem certa doença. Cinquenta por cento das pessoas são mulheres. Qual a percentagem daqueles que estão doentes são mulheres?
- 10%
 - 20%
 - 50%
 - Não há como dizer dadas as informações disponíveis.
4. Leia os quatro questionamentos abaixo. Qual destes questionamentos seria melhor respondido usando métodos ou instrumentos científicos?
- Quanto sorvete é vendido a cada ano?
 - Como foi que a primeira pessoa fez sorvete?
 - Como sorvete era resfriado antes de existirem congeladores?
 - Quantas calorias há em uma colher de sorvete?
5. Um grupo de estudantes está fazendo aviõezinhos de papel. Eles acham que o tipo de papel e o formato do avião interferem na distância a que um aviõezinho de papel consegue chegar. Os estudantes, então, testam se o tipo de papel interfere em quanto os aviõezinhos voam. Eles fazem, assim, muitos aviões de diferentes tipos de papel, usando o mesmo formato (dobradura) de avião de papel. Por que é importante que todos os aviões tenham o mesmo formato?
- Por usarem o mesmo formato, os estudantes podem aprender tanto sobre o efeito do formato quanto sobre o efeito do tipo de papel.
 - Por usarem o mesmo formato, os estudantes podem aprender sobre o efeito do formato do avião.
 - Se não usarem o mesmo formato, os estudantes não podem aprender sobre o efeito do tipo de papel.
 - Não** é importante que os aviões tenham o mesmo formato porque os estudantes não estão testando a interferência do formato.

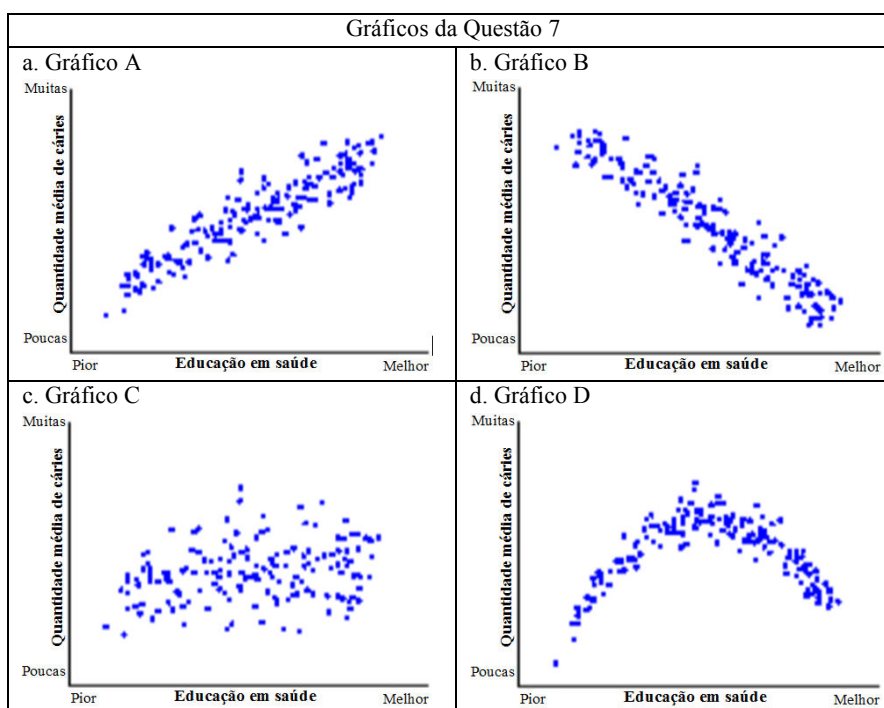
6. André, Lisete e Maria estudaram dez exercícios de matemática cada todos os dias durante uma semana. A tabela ao lado mostra o número de respostas corretas por estudante. Em quantos dias Lisete obteve o maior número de respostas corretas?

- a. 1
b. 2
c. 3
d. 4

	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
André	4	5	8	6	5
Lisete	3	8	6	5	8
Maria	4	5	5	6	9

7. Olhe para os gráficos ao lado. Qual deles mostra que o número médio de cáries por pessoa é mais baixo em países com melhor educação em saúde?

8. Você recebeu um e-mail que anuncia o seguinte: “Pessoas que dormem com livros em baixo do travesseiro conseguem resultados melhores na escola por osmose”. Osmose é um processo científico: algumas moléculas passam por um filtro semipermeável pelo qual moléculas grandes são barradas. Este processo é usado para obter água pura a partir

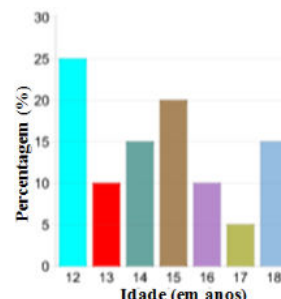


de água salgada (do mar), além de outras finalidades. Baseado no anúncio, você deveria dormir com seus livros para obter resultados melhores na escola?

- a. Sim, se você usar travesseiros semipermeáveis.
b. Sim, porque osmose é um conhecido processo científico.
c. Não, porque livros em baixo do travesseiro perturbariam o sono.
d. Não, porque osmose não está relacionada com resultados melhores na escola.
9. Um país registra o número de acidentes de carro a cada ano. Em um ano, foram registrados 1.056 acidentes em rodovias de 4 e 6 pistas; no mesmo ano, registrou-se 589 acidentes em rodovias de apenas 2 pistas. O presidente concluiu que dirigir em rodovias com 4 ou 6 pistas é mais perigoso que dirigir em rodovias com apenas 2 pistas. O que você pensa dessa conclusão?
- a. Correto. Rodovias com 4 ou 6 pistas são conhecidas por serem mais perigosas.
b. Incorreto. O número de acidentes em rodovias de 2 pistas pode estar aumentando.
c. Correto. Os países possuem mais rodovias com 4 ou 6 pistas que rodovias de 2 pistas.
d. Incorreto. Ele não considerou o número de carros usando cada tipo de rodovia.
10. Algumas pessoas dizem que quando o pássaro rabo-de-palha grita, vai chover em breve. Uma equipe de reportagem foi observar o comportamento do pássaro em uma floresta. Ao encontrarem um, e acompanharem-no por várias horas, ele começou a gritar. Qual é a observação científica correta sobre o ocorrido?
- a. O pássaro gritou.
b. Irá chover.
c. O pássaro se incomodou com a equipe de reportagem.
d. Pássaros rabo-de-palha possuem, de nascença, habilidades de previsão de chuva.

11. Os pais de Welinton desejam que ele melhore seus resultados na escola. Sua mãe leu um estudo científico sobre o assunto. Após ler o estudo, ela decidiu que, a partir de agora, Welinton precisa ir para a cama às 21 h. Quais destes estudos a mãe de Welinton leu?
- Quando estudantes vão para a cama às 21 h, eles se mostram menos cansados na escola.
 - Estudantes que possuem bons resultados na escola são mais alertas quando estão na escola.
 - Quando estudantes vão para a cama às 21 h, seu desempenho escolar melhora.
 - Estudantes que vão para a cama cedo têm mais energia no próximo dia.

12. Qual o percentual de pessoas na amostra apresentada no gráfico ao lado possui idade maior que 15 anos?



- 20 %
- 30 %
- 40 %
- 50 %

13. Suelen quer descobrir quais as condições de crescimento que possam afetar o comprimento de brotos de feijão. Ela então põe em algodão úmido uma semente em dez copos plásticos (copos estes todos iguais). Destes, cinco copos ela põe no parapeito de uma janela de modo que pegue sol. Os outros cinco copos ela põe em uma geladeira sem luz. Depois de uma semana, Suelen mede o comprimento de cada um dos brotos. Olhe para as variáveis abaixo. Quais variáveis Suelen está testando para verificar como estas variáveis afetam o comprimento dos brotos de feijão?

- Temperatura e umidade.
- Umidade e tamanho do copo.
- Luz e temperatura.
- Luz e quantidade de tempo.

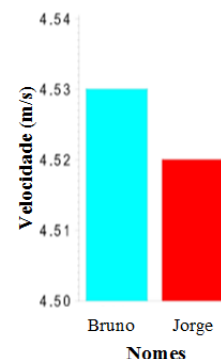
14. Certo país possui um alto número de cáries dentais por número de pessoas. Qual das perguntas abaixo pode ser respondida apenas com experimentos científicos?

- Neste país, possuem os homens mais cáries que as mulheres?
- A inserção de vitamina D nos reservatórios de água interferem nos casos de cárie?
- O número de casos de cárie aumentou nos últimos dez anos?
- O número de cáries é mais comum em certas regiões do país?

15. A diretora de uma escola de ensino fundamental quer impedir a venda de doces e refrigerantes; no seu lugar, ela quer que sejam vendidos alimentos saudáveis. Ela quer investigar o que os estudantes da escola pensam sobre essa mudança. Qual seria o melhor jeito de se obter resultados mais precisos para esta pesquisa?

- Perguntar a todos os estudantes que praticam alguma atividade física (como esportes ou dança).
- Perguntar a todos os estudantes que possuem o hábito rígido de comer comidas saudáveis.
- Perguntar a um em cada vinte estudantes de uma lista que contenha todos os estudantes.
- Perguntar a todos os estudantes que costumam comprar doces ou refrigerantes.

16. Bruno e Jorge disputaram uma corrida de bicicleta cinco vezes. Bruno fez um gráfico da velocidade média de ambos. O que você pode compreender pela análise do gráfico ao lado?



- Jorge corre muito pior de bicicleta do que Bruno corre.
- Bruno é muito mais rápido, porque sua velocidade média é muito maior que a de Jorge.
- Um é praticamente tão rápido quanto o outro, porque não há muita diferença entre as velocidades.
- Bruno ganhou todas as cinco corridas.

17. O conselho da prefeitura de uma cidade quer proteger os gatos de serem atropelados nas ruas da cidade. Este conselho, então, toma a decisão de proibir que todos os gatos de estimação (domésticos) saiam das casas de seus donos. Qual das opções abaixo trata de um possível efeito, mas não intencional, desta decisão?

- Um crescimento na população de ratos.
- Uma diminuição na população de gatos de estimação.
- Um aumento no número de acidentes de carros.
- Um decréscimo no número de acidentes de carros.

18. O repórter que dá as previsões do tempo de certo jornal disse: “São Paulo está se encaminhando para uma grave escassez de água”! Qual dos fatores listados abaixo seria o mais importante para suportar esta previsão?
- Quantidade média de chuva da semana
 - Temperatura média da semana
 - Nível da água nas marés altas
 - Número de dias nublados

19. Um jornal científico publica um estudo sobre os efeitos da rotina alimentar de ratos. Por seis

	Ratos que desenvolveram manchas pretas	Ratos que não desenvolveram manchas pretas	TOTAL
Tratados com ração de cachorro	42	18	60
Tratados com ração de rato normal	16	44	60

semanas, os cientistas deram aos ratos somente ração de cachorro para 60 ratos machos. Durante as mesmas seis semanas, eles deram ração de rato normal para outros 60 ratos machos. Ao fim das seis semanas, eles contaram o número de ratos que desenvolveram manchas pretas no seu pelo. Os resultados estão presentes na tabela abaixo:

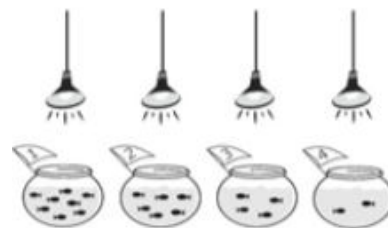
Qual conclusão é sugerida pelos resultados apresentados na tabela?

- É bom tratar ratos com ração para cachorros.
- Ratos com manchas pretas preferem ração de cachorro.
- O tipo de comida está relacionado com manchas pretas em ratos.
- A rotina alimentar não tem nada a ver com ratos desenvolverem manchas pretas.

Teste SLA – Número 2
Versão em Língua Portuguesa

Prof. Geovani L. Dias
Prof. Dr. Renato P. dos Santos
Prof. Dra. Helenrose Fives

1. Um estudante está interessado no comportamento de peixes. Ele possui quatro aquários e 20 peixes (todos do mesmo tipo). Ele põe 8 peixes no primeiro aquário, seis peixes no segundo aquário, 4 peixes no terceiro aquário e 2 peixes no quarto aquário. Ele põe cada aquário sob uma luz e mantém todos os aquários na temperatura de 25 °C.



Número de peixes	8	6	4	2
Temperatura (°C)	25	25	25	25

O que o estudante pode encontrar fazendo este experimento?

- Se o número de peixes no aquário afeta o comportamento de peixes.
 - Se a temperatura do aquário afeta o comportamento de peixes.
 - Se a temperatura do aquário e a quantidade de luz afetam o comportamento de peixes.
 - Se o número de peixes, a temperatura e a quantidade de luz afetam o comportamento de peixes.
2. O conhecimento científico é mais bem descrito como:
- Verdades óbvias que não mudam ao longo do tempo.
 - Opiniões sobre como o mundo ao nosso redor funciona.
 - Afirmações sobre o mundo com as quais a maioria das pessoas concorda.
 - Ideias baseadas em fatos que alguém possa observar ou repetir.
3. Em uma cidade, 40% das pessoas têm certa doença. Cinquenta por cento das pessoas são mulheres. Qual a porcentagem daqueles que estão doentes são mulheres?
- 10%
 - 20%
 - 50%
 - Não há como dizer dadas as informações disponíveis.
4. Considere a situação em que você tenha alguns filhotes de cachorro em sua casa. Eles possuem diferentes colorações de pelo entre si: há 4 com os pelos brancos, 1 com os pelos pretos, 2 malhados em branco e preto e 3 com os pelos marrons. De olhos fechados, aleatoriamente, você pega um dos filhotes. Quais são as chances (ou qual a probabilidade) de que haja pelos brancos no filhote que você pegou?
- 3/10
 - 4/10
 - 7/10
 - Nenhuma das respostas anteriores

O conselho de educação de uma cidade está tentando reduzir o número de acidentes nas escolas. Os integrantes do conselho acreditam que pendurar pôsteres sobre segurança nas escolas irá ajudar. Cada escola possuirá uma quantidade diferente de pôsteres. Uma enfermeira por escola irá contar o número de acidentes que lhe forem comunicados pelos estudantes.

Responda as próximas duas questões sobre essa situação.

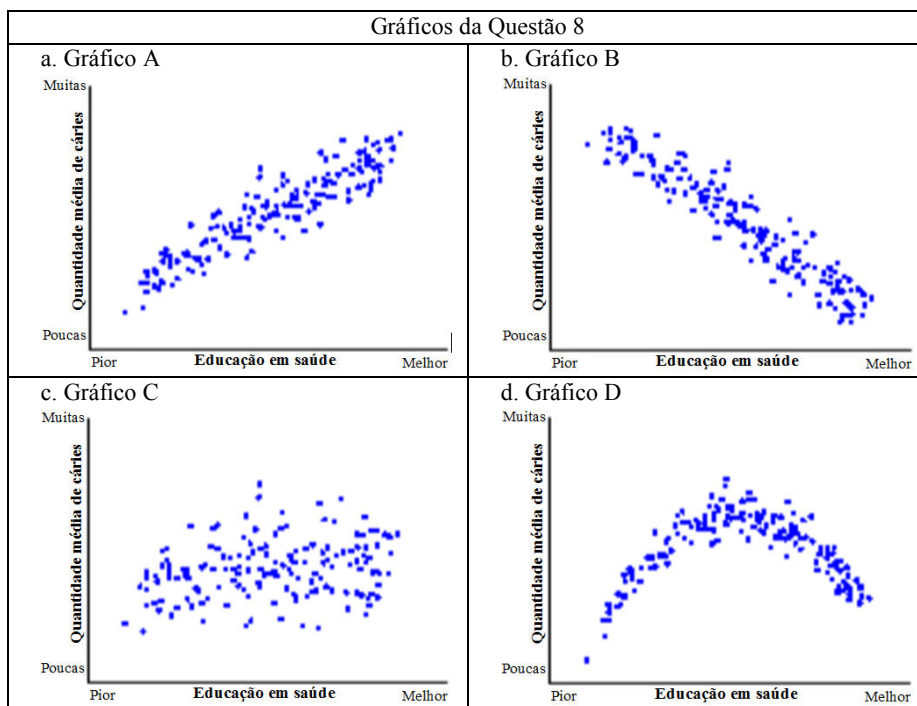
5. Qual das opções abaixo são medidas da eficácia da ação do conselho de educação?
- Acidentes comunicados à enfermeira.
 - Acidentes na escola.
 - Número de pôsteres sobre prevenção de acidentes.
 - Número de escolas.

	Escola 1	Escola 2	Escola 3	Escola 4
Número de estudantes	200	200	400	400
Número de pôsteres	5	10	15	20
Número de comunicados	10	13	12	14

6. Olhe a tabela ao lado. Em qual escola os alunos são mais propensos a comunicar acidentes?
- Escola 1

- b. Escola 2
 c. Escola 3
 d. Escola 4
7. Para fazer uma observação científica, o observador deve sempre usar:
 a. Seus sentidos (visão, tato, etc.)
 b. Matemática
 c. Experimentos
 d. Instrumentos

8. Olhe para os gráficos ao lado. Qual deles mostra que a média de cáries por pessoa é mais baixa em países com melhor educação em saúde?



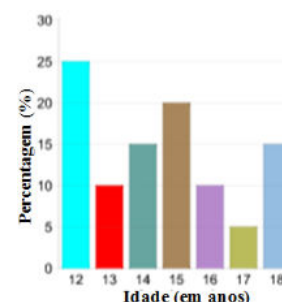
9. Como você interpretaria esta afirmação? “150% da turma aumentou de peso na viagem escolar”.
- a. Quem disse isso está exagerando.
 b. 50% a mais que o esperado dos estudantes ganharam peso.
 c. Os estudantes comeram 50% mais calorias do que eles precisavam.
 d. 50% a mais que o esperado dos estudantes comeram mais calorias do que eles precisavam.

10. Um país registra o número de acidentes de carro a cada ano. Em um ano, foram registrados 1.056 acidentes em rodovias de 4 e 6 pistas; no mesmo ano, registraram-se 589 acidentes em rodovias de apenas 2 pistas. O presidente concluiu que dirigir em rodovias com 4 ou 6 pistas é mais perigoso do que dirigir em rodovias com apenas 2 pistas. O que você pensa dessa conclusão?
- a. Correto. Rodovias com 4 ou 6 pistas são conhecidas por serem mais perigosas.
 b. Incorreto. O número de acidentes em rodovias de 2 pistas pode estar aumentando.
 c. Correto. Os países possuem mais rodovias com 4 ou 6 pistas que rodovias de 2 pistas.
 d. Incorreto. Ele não considerou o número de carros usando cada tipo de rodovia.
11. Algumas pessoas dizem que quando o pássaro rabo-de-palha grita, anuncia chuva. Uma equipe de reportagem foi observar o comportamento do pássaro em uma floresta. Ao encontrarem um, e acompanharem-no por várias horas, ele começou a gritar. Qual é a observação científica correta sobre o ocorrido?
- a. O pássaro gritou.
 b. Irá chover.
 c. O pássaro se incomodou com a equipe de reportagem.
 d. Pássaros rabo-de-palha possuem, de nascença, habilidades de previsão de chuva.
12. Os pais de Welinton desejam que ele melhore seus resultados na escola. Sua mãe leu um estudo científico sobre o assunto. Após ler o estudo, ela decidiu que, a partir de agora, Welinton precisa ir para a cama às 21 h. Quais deste estudos a mãe de Welinton leu?
- a. Quando estudantes vão para a cama às 21 h, eles se mostram menos cansados na escola.
 b. Estudantes que possuem bons resultados na escola são mais alertas quando estão na escola.

- c. Quando estudantes vão para a cama às 21 h, seu desempenho escolar melhora.
 d. Estudantes que vão para a cama cedo têm mais energia no próximo dia.

13. Qual o percentual de pessoas na amostra de pessoas apresentada no gráfico ao lado possui idade maior que 15 anos?

- a. 20 %
 b. 30 %
 c. 40 %
 d. 50 %



14. Certo dia você percebe uma propaganda vendendo chá de babosa. A propaganda anuncia o seguinte: “Chá de babosa fará você inteligente”! Qual tipo de evidência ajudaria a avaliar cientificamente este anúncio?

- a. Uma lista das 20 pessoas inteligentes mais famosas que bebem chá de babosa.
 b. Comparação dos resultados em testes de inteligência de pessoas que bebem e pessoas que não bebem chá de babosa.
 c. Um homem cuja inteligência aumentou 30% após beber chá verde por um ano.
 d. Nenhuma das opções anteriores ajudaria a cientificamente avaliar este anúncio.

15. Cientistas do Rio de Janeiro estão estudando dois compostos químicos, para ver qual dos dois funciona melhor como inseticida especialmente contra mosquitos. Cedo pela manhã, durante três semanas, eles aplicaram os compostos químicos conforme a tabela ao lado.

Cidades 1, 2 e 3	Composto A
Cidades 4, 5 e 6	Composto B
Cidades 7, 8 e 9	Sem aplicação

Cinquenta crianças de cada cidade participaram do estudo. No dia anterior ao início do estudo, os cientistas perguntaram para cada criança quantas picadas de mosquitos eles possuíam naquele dia. A mesma pergunta fora feita às mesmas crianças no último dia do estudo, três semanas mais tarde. Escolha qual das perguntas abaixo pode ser respondida pelo estudo.

- a. O composto químico A reduz o número de picadas de mosquito se comparado à não aplicação?
 b. O composto químico A provoca maiores problemas respiratórios se comparado à não aplicação?
 c. É mais eficaz aplicar inseticidas cedo pela manhã ou cedo pela tarde?
 d. É três semanas a melhor duração de aplicação de inseticidas?

16. O professor de Educação Física deseja saber se assistir um vídeo esportivo interfere no número de estudantes que se inscrevem em algum time esportivo da escola. Ele mostra o vídeo para todos os estudantes da Escola A e não mostra o vídeo para qualquer estudante da Escola B. Um mês depois, ele compara o número de estudantes que se inscreveram, nas duas escolas, para algum time esportivo. O que está errado, se é que há algo errado, com a forma como esta pesquisa foi feita?

- a. Não há qualquer coisa errada com a pesquisa.
 b. Esta pesquisa não inclui um grupo de comparação.
 c. Este estudo não considera outras diferenças entre as escolas.
 d. Assistir a um vídeo não tem nada a ver com inscrever-se e algum time esportivo.

17. O diretor de sua escola apresenta a contagem dos casos de lesões (machucados) por acidente com esportes em sua escola:

Lesões provocadas por esportes no pátio	16
Lesões provocadas por esportes na calçada	27

O diretor, então, olha para os números acima. Ele decide que a chance de que alguém se machuque na calçada é maior do que no pátio. Você concorda ou discorda dele, e por quê?

- a. Concordo. Há menor supervisão de professores nos corredores.
 b. Concordo. As rachaduras nas calçadas fazem com que andar de esportes nelas seja mais perigoso.
 c. Discordo. A maioria dos esportistas aprendem a andar de esportes na calçada.
 d. Discordo. Pode haver prática mais intensa de esportes (skateboarding) na calçada que no pátio.

18. O conselho da prefeitura de uma cidade quer proteger os seus gatos de serem atropelados nas ruas da cidade. Este conselho, então, toma a decisão de proibir que todos os gatos de estimação (domésticos) saiam das casas de seus donos. Quais das opções abaixo trata-se de um possível efeito, mas não intencional, desta decisão?

- a. Um crescimento na população de ratos.
 b. Uma diminuição na população de gatos de estimação.

- c. Um aumento no número de acidentes de carros.
 d. Um decréscimo no número de acidentes de carros.
19. O repórter que dá as previsões do tempo de certo jornal disse: “São Paulo está se encaminhando para uma grave escassez de água”! Qual das evidências listadas abaixo melhor suporta esta previsão?
- a. Quantidade média de chuva da semana
 b. Temperatura média da semana
 c. Nível da água nas marés altas
 d. Número de dias nublados

SLA-MB

Parte 1: Valores científicos

Orientações: Para cada item abaixo selecione o número que melhor descreva o quanto você concorda ou discorda de cada afirmação. Estas são suas opiniões, e não há, portanto, respostas certas ou erradas. **Use a grade extra** que lhe foi entregue para marcar suas respostas.

20	Em geral, eu acho que trabalhar com tarefas científicas é	1 Muito entediante (“chato”)	2	3	4	5 Muito interessante (“divertido”)
21	Comparada à maioria das outras atividades que você faz, o quanto útil é o que você aprende de ciência?	1 Completamente inútil	2	3	4	5 Muito útil
22	Para mim, ser bom em ciências é	1 Nada importante	2	3	4	5 Muito importante
23	Comparada à maioria das outras atividades que você faz, o quanto importante é para você o que você aprende de ciência?	1 Nada importante	2	3	4	5 Muito importante
24	O quanto você gosta de ciência?	1 Nada	2	3	4	5 Muito
25	Algumas coisas que você aprende na escola ajudam você a fazer algumas atividades melhores fora da escola, isto é, elas são úteis. Por exemplo, aprender sobre plantas pode lhe ajudar a cuidar de um jardim. Em geral, o quanto útil é o que você aprende em ciência?	1 Completamente inútil	2	3	4	5 Muito útil

Parte 2: O que eu posso fazer com ciência

Orientações: Selecione o número que melhor descreve o quanto você concorda ou discorda de cada afirmação abaixo. Estas são suas opiniões, e não há, portanto, respostas certas ou erradas. **Use a grade extra** que lhe foi entregue para marcar suas respostas.

		Discordo totalmente				Concordo plenamente
26	Eu sei quando usar a ciência para responder a questões no dia-a-dia	1	2	3	4	5
27	Eu consigo usar ciência para tomar decisões sobre minha vida diária	1	2	3	4	5
28	Eu sei usar o método científico para resolver problemas (desafios)	1	2	3	4	5
29	É fácil para mim dizer a diferença entre resultados científicos e propagandas.	1	2	3	4	5
30	Quando eu faço atividades nas aulas de ciências, eu sou capaz de construir ideias importantes	1	2	3	4	5
31	Eu sou capaz de usar matemática em questões científicas	1	2	3	4	5
32	Eu sou capaz de dizer a diferença entre observações e conclusões em uma dada situação.	1	2	3	4	5
33	É fácil para mim construir um gráfico de dados que eu colete.	1	2	3	4	5

Parte 3: Minhas crenças sobre ciência

Orientações: Selecione o número que melhor descreva o quanto você concorda ou discorda de cada afirmação abaixo. Estas são suas opiniões, e não há, portanto, respostas certas ou erradas. Use a **grade extra** que lhe foi entregue para marcar suas respostas.

		Discordo totalmente				Concordo plenamente
34	Todos devem acreditar no que os cientistas dizem	1	2	3	4	5
35	Todas as questões científicas têm uma resposta certa	1	2	3	4	5
36	Conhecimento científico é sempre verdadeiro	1	2	3	4	5
37	Na ciência, você tem de acreditar no que os livros dizem sobre as coisas.	1	2	3	4	5
38	A coisa mais importante na ciência é chegar à resposta certa.	1	2	3	4	5
39	O que quer que seja que o professor diga na aula de ciência é verdade.	1	2	3	4	5
40	Cientistas sabem praticamente	1	2	3	4	5

APÊNDICE E – AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL À ATIVIDADE



Escola Estadual de Ensino Médio
Maurício Sirotsky Sobrinho

AUTORIZAÇÃO

Por meio deste, autorizamos a Geovani Lopes Dias, RG 8098112165, professor dessa instituição, a, como aluno do Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, realizar práticas pedagógicas, bem como avaliar os alunos desta instituição, para realização de sua pesquisa na área de Ensino de Ciências, cujo objetivo é “Analisar as possíveis contribuições à alfabetização científica de alunos de Ensino Médio de uma interação didática com Big Data”.

Novo Hamburgo, 21 de outubro de 2015.

Valdemir Raguse

Diretor da Escola
VALDEMIR RAGUSE
DIRETOR

ID 970808/02

APÊNDICE F – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

1. Identificação do Projeto de Pesquisa

Título do Projeto: Estudo de possíveis mudanças na literacia científica de discentes de Ensino Médio através do Big Data	
Área do Conhecimento: Ciências exatas e da Terra	
Curso: Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática	
Número de sujeitos no centro: 45	Número total de sujeitos: 45
Patrocinador da pesquisa: CAPES/FAPERGS	
Instituição onde será realizado: Universidade Luterana do Brasil – ULBRA	
Nome dos pesquisadores e colaboradores: Geovani Lopes Dias e Renato P. dos Santos	

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa acima identificado. O documento abaixo contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua colaboração neste estudo será de muita importância para nós, mas se desistir, a qualquer momento, isso não causará nenhum prejuízo a você.

2. Identificação do Sujeito da Pesquisa

Nome:	
Data de Nascimento:	Nacionalidade:
Estado Civil:	Profissão:
CPF/MF:	RG:
Endereço:	
Telefone:	E-mail:

3. Identificação do Pesquisador Responsável

Nome: Geovani Lopes Dias	
Profissão: Professor	ID: 361.584.7/02
Endereço profissional: Rua Humaitá, 465. Bairro Sto. Afonso. Novo Hamburgo/RS.	
Telefone profissional: (51) 3525.2370	E-mail: geovani.phy.dias@gmail.com

Eu, sujeito da pesquisa, abaixo assinado(a), concordo de livre e espontânea vontade em participar como voluntário(a) do projeto de pesquisa acima identificado. Discuti com o pesquisador responsável sobre a minha decisão em participar e estou ciente que:

- 1) O **objetivo** desta pesquisa é: analisar as possíveis contribuições à alfabetização científica de alunos de Ensino Médio de uma interação didática com Big Data.
- 2) Não há **qualquer desconforto ou risco** esperado.
- 3) A **minha participação** neste projeto tem como objetivo contribuir para o ensino de Ciências na Educação Básica.
- 4) A **minha participação é isenta de despesas e tenho direito** à indenização por danos morais.
- 5) Tenho a liberdade de desistir ou de interromper a colaboração nesta pesquisa no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação.
- 6) A minha desistência não causará nenhum prejuízo à minha saúde ou bem estar físico. Não virá interferir no meu trabalho e na minha vida.
- 7) Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que **meus dados pessoais não sejam mencionados**.
- 8) Poderei consultar o **pesquisador responsável** (acima identificado) ou o **CEP-ULBRA Canoas (RS)**, com endereço na Av. Farroupilha, 8001- Prédio 14, Sala 225, Canoas, RS, bairro São José, telefone (51) 3477-9196, e-mail dirpesquisa@ulbra.br, sempre que entender necessário obter informações ou esclarecimentos sobre o projeto de pesquisa e minha participação no mesmo.
- 9) Tenho a garantia de tomar conhecimento, pessoalmente, do(s) resultado(s) parcial(is) e final(is) desta pesquisa.

Declaro que obtive todas as informações necessárias e esclarecimento quanto às dúvidas por mim apresentadas e, por estar de acordo, assino o presente documento em duas vias de igual teor (conteúdo) e forma, ficando uma em minha posse.

Canoas/RS, 2 de dezembro de 2015.

Pesquisador Responsável pelo Projeto

Sujeito da pesquisa e/ou responsável