



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

THAÍS SOARES DA SILVA

**A EXPERIMENTAÇÃO NOS EXERCÍCIOS DE LABORATÓRIO PROPOSTA NO
LIVRO 'BIOLOGIA: DAS MOLÉCULAS AO HOMEM' DO *BIOLOGICAL
SCIENCES CURRICULUM STUDY* (BSCS-VERSÃO AZUL)**

Recife
2019

THAÍS SOARES DA SILVA

**A EXPERIMENTAÇÃO NOS EXERCÍCIOS DE LABORATÓRIO PROPOSTA NO
LIVRO ‘BIOLOGIA: DAS MOLÉCULAS AO HOMEM’ DO *BIOLOGICAL
SCIENCES CURRICULUM STUDY* (BSCS-VERSÃO AZUL)**

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

Área de concentração: Educação

Orientadora: **Dr^a Francimar Martins Teixeira**

Coorientador: **Dr^o Kênio Erithon C. de Lima**

Recife
2019

Catálogo na fonte
Bibliotecária Amanda Ganimo, CRB-4/1806

S586e Silva, Thaís Soares da.
A experimentação nos exercícios de laboratório proposta no livro 'biologia: das moléculas ao homem' do biological sciences curriculum study (BSCS- versão azul) / Thaís Soares da Silva. – Recife, 2019.
170 f. : il.

Orientadora: Francimar Martins Teixeira.
Coorientador: Kênio Erithon C. de Lima.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CE.
Programa de Pós-graduação em Educação, 2019.
Inclui Referências e Apêndices

1. Biological Science Curriculum Study. 2. Prática de ensino. 3. Ciência – Material didático. 4. UFPE - Pós-graduação. I. Teixeira, Francimar Martins (Orientadora). II. Lima, Kênio Erithon C. de (Coorientador) III. Título.

371.32 (23. ed.) UFPE (CE2019-058)

THAÍS SOARES DA SILVA

**A EXPERIMENTAÇÃO NOS EXERCÍCIOS DE LABORATÓRIO PROPOSTA NO
LIVRO 'BIOLOGIA: DAS MOLÉCULAS AO HOMEM' DO *BIOLOGICAL
SCIENCES CURRICULUM STUDY* (BSCS-VERSÃO AZUL)**

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

Aprovado em: 29/07/2019

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr^o Kênio Erithon Cavalcante de Lima (Coorientador)
Universidade Federal de Pernambuco - Centro Acadêmico Vitória de Santo Antão

Prof. Dr^a Aida Maria Monteiro Silva (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr^o Marsilvio Gonçalves Pereira (Examinador Externo)
Universidade Federal da Paraíba

Dedico está dissertação a minha família, que esteve presente ao meu lado em todos os momentos. Dedico em especial a minha mãe, mulher forte e guerreira, que esteve sempre comigo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, por estar comigo em todos os momentos e permitir tantas conquistas em minha vida. Obrigada por cada amanhecer.

Aos meus pais, Luciene e Adenilson, por toda dedicação, cuidado, carinho e por ensinar a nunca desistir dos meus sonhos.

Ao meu marido, Gabriel Lins, pelo companheirismo, cuidado, compreensão. Obrigada por escutar todas as minhas angústias e medos. Obrigada por sempre me incentivar.

A minha família, por sempre me apoiar em todo esse percurso.

À minha querida orientadora, Dr^a Francimar Martins Teixeira, pela confiança, dedicação e apoio em todos os momentos de dúvidas. Obrigada por sempre estar ao meu lado me auxiliando e me orientando. Em especial, agradeço pelo carinho nas orientações em todos os nossos encontros e pelos sábios conselhos dados.

Ao meu coorientador, Dr^o Kênio Erithon, Cavalcante de Lima. Obrigada pelas orientações, conversas, confiança, carinho e principalmente pelos ensinamentos ao longo desses anos.

Agradeço aos meus companheiros de estudo. Em especial, aos professores Msc. Gilmar Farias e Msc. Ernani Ribeiro, que ao longo do processo me auxiliaram tanto no desenvolvimento da pesquisa, quanto no desenvolvimento como ser humano.

Se a educação não for provocativa, não
constrói, não se cria, não se inventa, só se
repete.

Mario Sergio Cortella

RESUMO

No presente estudo, analisamos qual a concepção de experimentação didática está instituída no Guia de laboratório da coleção de livros ‘Biologia: das moléculas ao homem’, proposta pela equipe do *Biological Science Curriculum Study* (BSCS-versão azul). O BSCS se denota como um projeto curricular que produziu diversos materiais didáticos, organizados numa coleção que possui filmes, manuais e livros didáticos que se caracterizam como um currículo. O BSCS é incorporado, introduzindo conteúdos e materiais para reformulação curricular do ensino das ciências no Brasil. Utilizamos como referencial teórico Goodson (1995; 1997), Lopes e Macedo (2004; 2011). Para a exploração do material, utilizamos análise de conteúdo temática com categorias a priori e a posteriori proposta por Bardin. Após as verificações, compreendemos que os exercícios de laboratório propostos refletem a ideia de que o ensino de ciências tem como cerne o aprendizado do que se chamava ‘método científico’. Esse consiste em fazer experimentos que vivenciem as etapas do método científico como observação, formulação de hipóteses e experimentação. Identificamos, inclusive, que a coleção apresenta 58 exercícios de laboratório, dos quais 22 (vinte e dois) estão apresentados no primeiro volume, e 36 (trinta e seis) estão retratados no segundo volume. Após a exploração do material, foi possível indicar que nem todos os capítulos possuem atividades experimentais correspondentes às temáticas abordadas, como por exemplo, os conteúdos pertencentes à temática genética que não apresentam atividades práticas correlacionadas à teoria. Já outros conteúdos possuem exercícios que contêm mais de uma atividade sugerida, como é o caso de assuntos relacionados à área da fisiologia. Ao examinarmos o material, entendemos que a intencionalidade do livro é fazer com que os discentes compreendam a natureza da ciência e de seus processos. Constatamos isso ao salientarmos a estrutura do texto prevista pelo livro, que aborda o conteúdo alinhado a uma narração científica ao invés de uma súmula de conclusões, ou seja, o conteúdo deve ser abordado simultaneamente com os exercícios de laboratório, fazendo com que, dessa forma, haja uma maior interação entre os fatos, as ideias e os procedimentos. As atividades experimentais declinadas nos livros se constituem como um conjunto de ações, cuja finalidade é comprovar as conclusões abordadas no conteúdo, o que, de certa forma, é antagônico aos ideais de promover uma ascensão científica através da educação, visto que as atividades tinham muito mais um caráter de comprovar os fatos e as teorias do que fazer com que os alunos construam as suas próprias concepções.

Palavras-chave: BSCS; Ensino de ciências; Experimentação.

ABSTRACT

In the present study, we analyzed which conception of didactic experimentation is instituted in the Laboratory Guide of the book collection *Biology: From Molecules to Man*, proposed by the team of the Biological Science Curriculum Study (BSCS-blue version). BSCS is a curricular project that has produced several didactic materials, organized in a collection that has films, manuals and textbooks that are characterized as a curriculum. BSCS is incorporated, introducing content and materials for curricular reformulation of science education in Brazil. We use as theoretical reference Goodson (1995; 1997), Lopes and Macedo (2004; 2011). To explore the material, we use thematic content analysis with a priori and a posteriori categories proposed by Bardin. After the verifications, we understand that the proposed laboratory exercises reflect the idea that science teaching has as its core the learning of what was called the 'scientific method'. This consists of making experiments that experience the stages of the scientific method such as observation, hypothesis formulation and experimentation. We also found that the collection features 58 laboratory exercises, of which 22 (twenty-two) are presented in the first volume and 36 (thirty-six) are portrayed in the second volume. After exploring the material, it was possible to indicate that not all chapters have experimental activities corresponding to the themes addressed, such as the contents pertaining to the genetic theme that do not have practical activities correlated to the theory. Other contents have exercises that contain more than one suggested activity, such as subjects related to the area of physiology. As we examine the material, we understand that the intentionality of the book is to make students understand the nature of science and its processes. We note this by emphasizing the structure of the text provided by the book, which addresses content aligned with a scientific narrative rather than a summary of conclusions, ie, the content must be addressed simultaneously with the laboratory exercises, thus making it , there is greater interaction between facts, ideas and procedures. The experimental activities declined in the books constitute a set of actions, whose purpose is to prove the conclusions approached in the content, which, in a way, is antagonistic to the ideals of promoting a scientific ascension through education, since the activities had a lot It is more a matter of proving the facts and theories than having students construct their own conceptions.

Keywords: BSCS; Science teaching; Experimentation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Linha do tempo representando os principais acontecimentos que influenciaram o sistema educacional brasileiro	29
Figura 2	Capa do livro guia do professor de biologia BSCS - versão azul.	38
Figura 3-A	Exemplificação da seção inicial referente à introdução dos capítulos do livro do professor 'Biologia: das moléculas ao homem – volume I'.	39
Figura 3-B	Exemplificação de como estão expostas as respostas dos questionários e dos exercícios de sondagem	40
Figura 4	Representação de como estão expostas as notas sobre os exercícios do livro do professor 'Biologia: das moléculas ao homem - volume I	41
Figura 5	Representação de como estão expostos os exercícios de laboratório no livro do professor 'Biologia: das moléculas ao homem - volume I	42
Figura 6	Ilustração referente aos temas generalizadores apresentados no livro do professor 'Biologia: das moléculas ao homem- volume I'	43
Figura 7	Capa do livro BSCS - versão azul - Biologia: das moléculas ao homem (1965).	45
Figura 8	Representação da capa frontal que antecede cada unidade do livro do 'Biologia: das moléculas ao homem - volume I'	48
Figura 9	Representação do prefácio que antecede a explanação do conteúdo em cada capítulo.	49
Figura 10	Representação da temática referente ao <i>Verifique o que aprendeu</i> no livro 'Biologia: das moléculas ao homem - volume I'	50
Figura 11	Representação da temática referente ao <i>Sumário</i> e ao <i>Questionário</i> no livro 'Biologia: das moléculas ao homem - volume I'	51

Figura 12	Representação da temática referente às <i>Obras mencionadas</i> e às <i>Leituras Recomendadas</i> no livro ‘Biologia: das moléculas ao homem - volume I’	52
Figura 13	Representação da temática referente aos <i>Temas Biológicos</i> no livro ‘Biologia: das moléculas ao homem - volume I’	53
Figura 14	Representação do <i>Apêndice</i> no livro ‘Biologia: das moléculas ao homem - volume I’.	54
Figura 15	Representação dos exercícios de laboratório contidos no livro ‘Biologia: das moléculas ao homem - volume I’	56
Figura 16-A	Representação dos exercícios de laboratório contidos no livro ‘Biologia: das moléculas ao homem - volume II’	61
Figura 16-B	Representação dos exercícios de laboratório contidos no livro ‘Biologia: das moléculas ao homem - volume II’	62
Figura 17	Representação esquemática das diversas estratégias de ensino.	77
Figura 18-A	Proposta de atividade prática não experimental de caráter comprobatório.	110
Figura 18-B	Proposta de atividade prática não experimental de caráter comprobatório (continuação).	111
Figura 18-C	Proposta de atividade prática não experimental de caráter comprobatório (continuação).	112
Figura 19-A	Proposta de atividade prática experimental de caráter comprobatório.	113
Figura 19-B	Proposta de atividade prática experimental de caráter comprobatório (continuação).	114
Figura 20	Proposta de atividade prática não experimental de caráter demonstrativo.	116
Figura 21-A	Proposta de atividade de caráter investigativo.	118
Figura 21-B	Proposta de atividade de caráter investigativo (continuação).	119

Figura 21-C	Proposta de atividade de caráter investigativo (continuação).	120
Figura 22-A	Proposta de atividade prática de caráter múltiplo.	121
Figura 22-B	Proposta de atividade prática de caráter múltiplo (continuação).	123
Figura 23-A	Proposta de atividade prática desenvolvida para a produção de equipamento.	132
Figura 23-B	Proposta de atividade prática desenvolvida para a produção de equipamento (continuação).	133

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Estrutura Organizacional do livro 'Biologia: das moléculas ao homem' V. I.	46
Quadro 2	Exercícios de laboratório contido no livro 'Biologia: das moléculas ao homem- volume I'.	55
Quadro 3	Estrutura organizacional do livro 'Biologia: das moléculas ao homem' V. II	57
Quadro 4	Exercícios de laboratório contido no livro 'Biologia: das moléculas ao homem- volume II'	59
Quadro 5	Distribuição dos artigos de acordo com os periódicos.	81
Quadro 6	Representação quantitativa dos exercícios de laboratório por capítulo.	101
Quadro 7	Distribuição dos exercícios de laboratório categorizados como comprobatório.	107
Quadro 8	Distribuição dos exercícios de laboratório categorizados como demonstrativos.	115
Quadro 9	Distribuição dos exercícios de laboratório categorizados como investigativos.	117
Quadro 10	Distribuição dos exercícios de laboratório categorizados como múltiplos.	121
Quadro 11	Distribuição dos exercícios de laboratório categorizados como outros.	124

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Distribuição dos artigos analisados sobre a temática da experimentação.	83
Gráfico 2	Concepção da natureza dos exercícios de laboratório propostos na coleção de livros ‘Biologia: das moléculas ao homem’	104
Gráfico 3	Tipologia dos exercícios de laboratório.	105
Gráfico 4	Proporção de atividades experimentais conforme o conteúdo de Biologia.	125
Gráfico 5	Representação percentual dos recursos didáticos utilizados para o desenvolvimento dos exercícios de laboratório.	131
Gráfico 6	Representação percentual do local utilizado para o desenvolvimento dos exercícios de laboratório.	136
Gráfico 7	Representação percentual da localização dos objetivos propostos na coleção de livros ‘Biologia: das moléculas ao homem’.	138
Gráfico 8	Representação percentual dos objetivos propostos na coleção de livros ‘Biologia: das moléculas ao homem’.	139

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características didático-metodológicas encontradas nos trabalhos avaliados em circulação nacional.	89
Tabela 2	Porcentagem referente à natureza das atividades práticas quanto ao conteúdo curricular.	127
Tabela 3	Porcentagem referente à tipologia das atividades experimentais quanto a sua temática	128
Tabela 4	Porcentagem referente à natureza da atividade e os recursos didáticos utilizados.	134
Tabela 5	Distribuição dos recursos didáticos por temática de Biologia.	135
Tabela 6	Distribuição do local por temática de Biologia.	137
Tabela 7	Distribuição da tipologia referente aos objetivos propostos nos exercícios de laboratório.	140

LISTA DE SIGLAS

ABE	Associação Brasileira de Educação
AIBS	American Institute of Biological Sciences
BSCS	Biological Sciences Curriculum Study
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBA	Chemical Bond Approach
ENEBIO	Encontro Nacional de Ensino de Biologia
EUA	Estados Unidos da América
FUNBEC	Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências
IBECC	Instituto Brasileiro de Educação Ciência e Cultura
KEI	Kit Experimentação Investigativa
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MEC	Ministério de Educação e Cultura
MIT	Instituto de Tecnologia de Massachusetts
NSF	National Science Foundation
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PSSC	Physical Sciences Study Committee
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem da Indústria
SMSG	School Mathematics Study Group
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura.
URSS	União das Repúblicas Socialistas Soviéticas
USAID	United States Agency for International Development

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	A EDUCAÇÃO E O ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA BREVE RETROSPECTIVA HISTÓRICA	24
2.1	FATORES QUE INFLUENCIARAM O CENÁRIO EDUCACIONAL BRASILEIRO ENTRE 1920- 1960	24
2.2	O QUADRO EDUCACIONAL NO BRASIL E O PROCESSO DE RENOVAÇÃO DO ENSINO DE CIÊNCIAS	30
3	TECENDO INFORMAÇÕES SOBRE O <i>BIOLOGICAL SCIENCES CURRICULUM STUDY</i> (BSCS)	33
3.1	O CONTEXTO POLÍTICO EDUCACIONAL ESTADUNIDENSE E O SURGIMENTO DO BSCS	33
3.2	COMPREENDENDO A ORGANIZAÇÃO ESTRUTURAL DO LIVRO ‘BIOLOGIA: DAS MOLÉCULAS AO HOMEM’ (BSCS- VERSÃO AZUL)	37
3.2.1	Guia do professor	38
3.2.1.1	Descrição do Guia do Professor de Biologia- Versão Azul – Volume I	38
3.2.1.2	Descrição do Guia do Professor de Biologia- Versão Azul – Volume II	44
3.3.1	O livro didático ‘Biologia: das moléculas ao homem’	44
3.3.1.1	Descrição do BSCS – ‘Biologia: das moléculas ao homem’ - Versão Azul – Volume I	45
3.3.1.2	Descrição do BSCS – ‘Biologia: das moléculas ao homem’ - Versão Azul – Volume II	57
4	<i>BIOLOGICAL SCIENCES CURRICULUM STUDY</i> (BSCS): LIVRO DIDÁTICO OU CURRÍCULO?	64
4.1	CONCEITUANDO O CURRÍCULO: DE QUE CURRÍCULO ESTAMOS FALANDO?	64
4.2	TECENDO CONCEITOS FUNDAMENTAIS	66
4.2.1	A construção social do currículo na perspectiva de Ivor Goodson	66
4.3	A UNIFICAÇÃO DAS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, A DISCIPLINA ESCOLAR E O BSCS	68

4.4	COMPREENDENDO O LIVRO DIDÁTICO ‘BIOLOGIA: DAS MOLÉCULAS AO HOMEM’	71
5	A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS	74
5.1	CONCEITUAÇÕES E DEFINIÇÕES QUE PERMEIAM AS DIVERSAS ESTRATÉGIAS DE ENSINO	74
5.1.1	Atividades experimentais no ensino de ciências: de que experimento estamos falando?	77
5.2	A EXPERIMENTAÇÃO E SUAS IMPLICAÇÕES NOS DIAS ATUAIS	81
6	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	94
6.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	94
6.2	CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO DA PESQUISA	95
6.3	CONSTRUÇÃO DO CORPUS EMPÍRICO DA PESQUISA	96
6.3.1	Obtenção dos documentos	96
6.3.2	Organização dos documentos	97
6.4	DEFINIÇÃO DOS INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE DO CORPUS EMPÍRICO	98
7	OS EXERCÍCIOS DE LABORÁTÓRIO DO LIVRO ‘BIOLOGIA: DAS MOLÉCULAS AO HOMEM’ (BSCS-VERSÃO AZUL) E A DIMENSÃO DA EXPERIMENTAÇÃO DIDÁTICA	100
7.1	A EXPERIMENTAÇÃO BASEADA NA PROPOSTA DE CIÊNCIA POR INVESTIGAÇÃO: UMA LEITURA A PARTIR DO LIVRO ‘BIOLOGIA: DAS MOLÉCULAS AO HOMEM’ (BSCS- VERSÃO AZUL)	100
7.1.1	O BSCS e a “Ciência por Investigação”	102
7.2	COMPREENDENDO O TIPO DE EXPERIMENTO PROPOSTO NO GUIA DE LABORATÓRIO	103
7.2.1	A natureza da atividade prática	101
7.2.2	Tipologia dos exercícios de laboratório (Prático-experimental)	104
7.2.3	Explanação dos exercícios de laboratório quanto a sua tipologia	106
7.2.3.1	Exercícios de laboratório grupo I	107
7.3.2.2	Exercícios de laboratório grupo II	113

7.3.2.3	Exercícios de laboratório grupo III	116
7.3.2.4	Exercícios de laboratório grupo IV	120
7.3.2.5	Exercícios de laboratório grupo V	124
7.2.4	O conteúdo conceitual de Biologia evidenciado nos exercícios de laboratório	124
7.2.4.1	Os exercícios de laboratório, a natureza das atividades práticas e os conteúdos curriculares	127
7.2.5	Os recursos didáticos utilizados no desenvolvimento dos exercícios de laboratório	130
7.2.5.1	A concepção da natureza científica e os recursos didáticos	134
7.2.5.2	Os conteúdos de Biologia e a sua relação com os recursos didáticos	135
7.2.6	A relação entre o local e os exercícios de laboratório	136
7.2.7	Os exercícios de laboratório e o objetivo de cada atividade	138
7.3	CONVERGÊNCIAS ENTRE AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E A CONSTRUÇÃO SOCIAL DO CURRÍCULO	141
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	144
	REFÊRENCIAS	148
	APÊNDICE 01- ROTEIRO PARA ANÁLISE DOS ARTIGOS CIENTÍFICOS	159
	APÊNDICE 02- FICHA PARA ANÁLISE DOS EXERCÍCIO DE LABORATÓRIO	160
	APÊNDICE 03- TABELA COM CATEGORIAS A <i>PRIORI</i> E A <i>POSTERIORI</i>	162
	APÊNDICE 04- CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS ARTIGOS CIENTÍFICOS QUE TRATAM DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS PRESENTES EM PERIÓDICOS CIENTÍFICOS DE CIRCULAÇÃO NACIONAL	165

1 INTRODUÇÃO

No presente estudo apresentamos a análise de como a experimentação didática está instituída na coleção do livro didático ‘Biologia: das moléculas ao homem’ BSCS - (versão azul). Conduzimos o estudo com o intuito de compreender/identificar a concepção de experimento disseminada nos materiais curriculares destinados a disciplina de biologia. Para isso analisamos o conteúdo da coleção azul de livros didáticos produzido pela equipe do *Biological Sciences Curriculum Study (BSCS)*. Pesquisadores da área do ensino das ciências, no Brasil, afirmam enfaticamente que o material didático produzido pelo BSCS se constitui como um propulsor e disseminador das ideias curriculares recomendadas na década de 1960 (FRACALANZ; MEGID NETO, 2008). Afirmam ainda que o BSCS influenciou de modo marcante a organização curricular na área do ensino da biologia. Compreender a concepção de experimento contida no livro didático que marcou a área constitui base para, em momento posterior, entender a organização curricular para o ensino de biologia, nos dias atuais, no Brasil.

O BSCS versão azul que analisamos tem sua origem na reforma curricular dos EUA para a área do ensino das ciências. Por sua vez, as motivações para a referida reforma e introdução de tal currículo no Brasil têm suas origens no contexto pós Segunda Guerra Mundial, destacando que, apesar desta nomeação, de fato, não o foi efetivamente. Trata-se de conflito armado, do qual nem todos os países do globo participaram (daí porque o termo guerra mundial é inadequado) e, os diversos países envolvidos no conflito se uniram constituindo dois grandes blocos: Em um extremo os Aliados (reunia os países que seguiam as orientações do Reino Unido, França, União Soviética e Estados Unidos) e no outro, os países do Eixo (os que pactuavam da liderança da Alemanha, Itália e Japão). Os países reunidos em torno dos “Aliados”, no intuito de compactuar acordos que mantivessem a segurança e paz mundial, criaram a ONU (Organização das Nações Unidas). Os países membros da ONU assumiram o compromisso de, através de relações diplomáticas, promoverem ações relacionadas à: garantia de direitos humanos, auxiliar no desenvolvimento econômico, progresso social e questões ambientais. Porém, dentre os países membros da ONU, fez-se explícita a disputa entre os EUA e a URSS para estabelecer-se como potência tecnológica, econômica, social e ideológica, de modo a firmarem-se como líder diante das nações que se uniram aos Aliados, durante a guerra. Como não havia o confronto bélico direto entre os EUA e a URSS, denominou-se o conflito de Guerra Fria.

Em 1957, nesse cenário de disputa por afirmação, entre EUA e URSS como potência líder (a chamada Guerra Fria), foi lançado pela então URSS o satélite Sputnik. Nos EUA o lançamento do Sputnik foi interpretado como evidência da superioridade tecnológica dos URSS e, defendida a necessidade de reforma curricular nos EUA de modo a promover atualização dos conteúdos e modos de ensinar ciências. Coube aos cientistas a tarefa de selecionar conteúdos e propor atividades para ensiná-los. A reforma curricular nos EUA tinha também o objetivo de estimular a busca por carreiras científicas e criar a simpatia do contribuinte fiscal para o investimento em ciência e tecnologia de modo a promover nos EUA avanços científicos e tecnológicos.

No Brasil, a introdução dos chamados currículo Sputniks passou por adaptações, tanto no que diz respeito à tradução do inglês para o português, quanto na qualidade dos materiais e quantidade de conteúdo e, até mesmo, nos objetivos da introdução de tais currículos. O Brasil com apoio de financiamento, em especial de empresas privadas dos EUA, vivia fase de “modernização”, com transição de país agrário para urbano. Ocorriam implementações de indústrias, as quais precisavam de mão de obra qualificada e, foram introduzidos produtos que precisavam de mercado consumidor. Os currículos Sputniks se propunham à inovação. Assim, ao trazê-los para uso no Brasil se traria a inovação que contribuiria para a modernização do país. Nota-se que diversas das justificativas para a criação dos currículos Sputniks nos EUA, não foram aplicadas à realidade brasileira, como por exemplo, promover simpatia para investimento financeiro em ciência e tecnologia. Destacamos que as motivações para introdução dos currículos Sputniks no Brasil, sob uma perspectiva crítica, associando-o ao contexto político e econômico da guerra fria, aos interesses dos EUA para manter-se como liderança econômica e política na América Latina, e as diferenças entre as motivações para uso dos currículos Sputniks no Brasil, ainda é um vasto campo de pesquisa a ser explorado.

O BSCS produziu três coleções de livros. Cada coleção enfatizava algum aspecto da ciência: versão azul trazia a Biologia Molecular, a versão amarela Genética e a versão verde Ecologia.

No cenário brasileiro a inserção do BSCS se deu através do Instituto Brasileiro de Educação Cultura e Ciência (IBECC), que tinha como intuito implantar e disseminar uma nova proposta de ensino. O IBECC surge no Brasil através da UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, órgão da ONU, criada em 1946, com a finalidade de promover ações que visassem à ascensão da educação. Países membros da UNESCO firmaram o compromisso de criarem comissões que difundissem a cultura, ciência e

a educação. Nessa perspectiva, no Brasil, em 1946, foi criada a comissão nacional da UNESCO (TEIXEIRA, 2013).

Mediante investimentos e apoio financeiro da Fundação Rockefeller e do Ministério da Educação, o IBECC produziu kits para o ensino médio, com o intuito de disseminar a cultura científica. No início da década de 1960, foram traduzidos e adaptados os projetos utilizados nos Estados Unidos; kits para o ensino de Química (Chemical Bond Approach – CBA), Física (Physical Science Study Committee – PSSC), Matemática (Science Mathematics Study Group – SMSG) e Biologia (Biological Science Curriculum Study – BSCS). Estes Kits receberam a denominação de “sopa alfabética” uma vez que, as iniciais das nomenclaturas utilizadas por cada projeto tinham uma variedade de letras (KRASILCHIK, 2000).

A inserção desses projetos no currículo brasileiro, de acordo com Krasilchik (2008), influenciou bastante as propostas curriculares tanto na época como até os dias atuais. De acordo com Krasilchik (2008), a Biologia antes da inserção do BSCS era abordada como História Natural, disciplina subdividida em tópicos como Botânica, Zoologia e Mineralogia. Após a introdução da proposta curricular sugerida no BSCS, a Biologia passou a apresentar novas subdivisões como, Genética, Evolução e Citologia. Desta forma, o BSCS introduziu no cenário educacional brasileiro novos tópicos conceituais. O BSCS apresentava tanto informações (conteúdos conceituais), quanto auxiliava o aluno a compreender como se produz conhecimento científico e novas tecnologias, estimulando-o para investimento de busca de profissionalização na área de ciências. Em outras palavras, com o BSCS pretendia-se formar jovens cientistas (AZEVEDO, 2015).

Para isso, o BSCS trouxe atividades experimentais como estratégias de ensino diferenciadas. As atividades experimentais tinham por intuito utilizar o trabalho científico numa perspectiva que buscava reproduzir o modo como se acreditava que os cientistas trabalhavam. Assim, pretendia-se que, com as atividades experimentais, os alunos fossem encorajados a levantar hipóteses, planejar experiências, observar, analisar dados de forma a viver todo o percurso investigativo que os cientistas supostamente percorrem no desenvolvimento de suas atividades.

Partindo da premissa epistemológica sobre o conceito de experimentação, temos que esta é proveniente da palavra experiência à qual tem o seu sentido polissêmico, pois, eventualmente o termo está relacionado à ideia de experiência adquirida com o tempo, uma vez que o ato ou efeito de experimentar está implicitamente ligado às concepções prévias que temos sobre determinado conteúdo/assunto. Dessa forma, a ação obtida na experimentação ou

no experimento é singular para cada indivíduo, uma vez que o mesmo é constituído de concepções únicas ao longo da vida. Deste modo, o experimento pode ser repetido inúmeras vezes, mas, a experiência de cada atividade é única (ROSITO, 2003).

Apesar dessa diversidade de conceituações, neste trabalho utilizaremos o termo experimentação baseado nos pressupostos apresentados nos manuais de metodologia científica (GONÇALVES; MARQUES, 2006). Tomando como base esses manuais, o termo experimento significa “análise ou trabalho científico que tem por objetivo comprovar um fenômeno físico” (AURELIO, 2018). Nesse contexto, entendem-se como a experimentação e as atividades realizadas, sobre condições pré-estabelecidas, ou seja, ao desenvolver o experimento os alunos devem delimitar o problema, as hipóteses, as variáveis e a metodologia utilizada, buscando estabelecer relações entre o objeto de estudo.

Existe uma pluralidade de significados, o termo experimentação/atividades experimentais (OLIVEIRA, 2008; ZANARDI; MURAMATSU, 2012; LIMA e TEIXEIRA, 2014).

Consideremos que o BSCS é um livro didático que traz uma nova proposta curricular para o ensino de Biologia na educação secundária no Brasil, pois, a sua estrutura organizacional, moldada nos princípios de investigação científica, propostos pelos exercícios de laboratório e a organização estrutural dos conteúdos a partir de temas unificadores, era diferente do que se tinha instituído e do que era vivenciado no Brasil. Adicionalmente “o livro didático também é considerado como um veículo portador de um sistema de valores, de uma ideologia, de uma cultura” (BITENCOURT, 2004, p.72), pois, o livro didático direciona as ideologias curriculares propostas no contexto educacional, constituindo a transposição do saber acadêmico para o saber escolar.

Diversos autores como Ferreira; Selles (2008); Roquetti (2011); Valla (2011), consideram o BSCS como um propulsor do processo de renovação do Ensino das Ciências. Diante disto, buscamos averiguar como a investigação científica e as atividades experimentais estão instituídas nesse projeto curricular.

Nesse contexto, nossa pesquisa teve como objetivo geral analisar qual a concepção de experimentação didática está instituída nos Guia de laboratório da coleção de livros didáticos produzidos pela equipe do *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS) – a versão azul. A partir deste objetivo de pesquisa emergiram algumas questões subsidiárias que nos fazem pensar sobre:

- Como está estruturado o currículo BSCS - versão azul?

- Quais as estratégias e recursos didáticos são encontrados nos currículos BSCS (versão azul) para o ensino da atividade experimental?
- Que concepção de atividade experimental está proposta no BSCS?

Em vista disso temos como objetivos específicos: 1. Analisar como a experimentação está caracterizada nos exercícios de laboratório da coleção de livros ‘Biologia: das moléculas ao homem’ (BSCS - versão azul); 2. Verificar como as temáticas apresentadas no livro texto se correlacionam com os exercícios de laboratório; 3. Identificar quais os recursos didáticos utilizados para o desenvolvimento dos exercícios de laboratório; 4. Identificar quais os objetivos dos exercícios de laboratório que compõem a coleção de livros ‘Biologia: das moléculas ao homem’ (BSCS - versão azul).

Visando o atendimento dos objetivos propostos, a nossa dissertação divide-se em seis capítulos. No primeiro capítulo trazemos um breve panorama do contexto sócio histórico na educação do Brasil, buscando salientar os fatores que influenciaram o processo de renovação das ciências, bem como a incorporação do BSCS na proposta curricular brasileira. No segundo capítulo relatamos sobre o surgimento do BSCS no contexto estadunidense e enfatizamos como o mesmo está organizado em sua estrutura. No terceiro capítulo apresentamos algumas considerações sobre currículo, com o propósito de discutirmos como o BSCS se caracteriza no âmbito curricular, elucidamos também algumas questões referentes à estruturação do BSCS como livro didático, ressaltamos também algumas concepções teóricas que embasam a nossa pesquisa, bem como, discutimos a unificação das Ciências Biológicas e suas influências no campo curricular. No quarto capítulo apresentamos inicialmente uma discussão acerca das diferentes estratégias didáticas, enfatizando as argumentações referentes à temática da experimentação, bem, como trazemos uma revisão da literatura a respeito de como essa temática vem sendo abordada nos dias atuais. No quinto capítulo são explanados os procedimentos metodológicos da pesquisa. No sexto capítulo estão discutidos os resultados da análise empreendida. E, posteriormente, apresentamos as considerações finais sobre a pesquisa apresentada.

2 A EDUCAÇÃO E O ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA BREVE RETROSPECTIVA HISTÓRICA

No presente capítulo explanamos brevemente o contexto sócio histórico da educação, no Brasil, no período de 1920 a 1960, de modo a traçar caminhos para entender porque nesse período foi intensamente propalado a renovação do ensino das Ciências. Para tanto, investigamos influências, ideários e sujeitos que influenciaram o movimento renovador do ensino das ciências no período de 1920 a 1960. Este primeiro capítulo está subdividido em duas seções. Na primeira, caracterizo o período de estudo e faço uma retrospectiva histórica de alguns acontecimentos que acreditamos serem marcantes para o desenvolvimento do sistema educacional brasileiro e consecutivamente para o movimento de renovação do ensino das ciências. Na segunda, exponho o cenário educacional brasileiro e os fatos que influenciaram na remodelação e na reformulação do currículo para o ensino das ciências e que conseqüentemente culminou no processo de renovação na área em estudo.

2.1 FATORES QUE INFLUENCIARAM O CENÁRIO EDUCACIONAL BRASILEIRO ENTRE 1920 E 1960.

A educação é um construto coletivo, por meio do qual a humanidade elabora a si mesma em todos os aspectos (SAVIANI, 2008). A educação está intimamente ligada ao progresso social, econômico e cultural de uma população. Dessa forma, a educação é primordial para o desenvolvimento e ascensão de uma sociedade. Nesse contexto de análise, constatamos que o cenário educacional brasileiro passou por diversas reestruturações ao longo da história (ROMANELLI, 2002), às quais influenciaram o Ensino das Ciências.

Desde as primeiras décadas do século XX, a educação do país é pauta de discussão em diversos setores da sociedade, norteados pela premissa de que a educação seria a chave para o progresso brasileiro (ROMANELLI, 2002). Assim, fazia-se necessário reestruturar os padrões de educação e cultura, disseminando a ideologia de que a educação iria proporcionar a ascensão do país (SAVIANI, 2008). À vista disso, em 1924 um grupo de educadores se reuniu com o intuito de discutir e propor novos ideais para a educação, a finalização desse ideário se efetivou com a criação da Associação Brasileira de Educação (ABE) que impulsionou discussões importantes. A ABE realizou conferências e agendas de debates entre educadores, cujo principal intuito fora fomentar a educação tanto na perspectiva do

contexto das políticas públicas em geral, quanto na perspectiva de modernização dos métodos pedagógicos (ROMANELLI, 2002).

A década de 1930, no Brasil, é compreendida como o marco referencial da modernização, essa entendida como processo de urbanização e industrialização, é nesse cenário que surge o ideário reformista, cujos objetivos principais eram a homogeneização da educação, uma vez que a educação ainda se objetivava a formação das elites e a incorporação de padrões e ideários capitalistas (ROMANELLI, 2002).

Atribuiu à educação o papel de principal propulsor para modernização. Acreditava-se que a expansão de instituições de ensino auxiliariam na inserção das novas camadas sociais, surgidas com a nova estratificação econômica oriunda do início do declínio de uma elite rural (que dominou por muito tempo) e ascensão de um novo modelo econômico pautado na industrialização e, conseqüentemente, na urbanização.

Esse novo modelo econômico carecia de mão-de-obra qualificada. Fazia-se necessário instruir a população: eis a razão pela qual a educação escolar foi considerada um fator primordial para capacitar a população e conseqüentemente auxiliar na expansão econômica. (ROMANELLI, 2002). Em outras palavras: educação poderia inserir uma nova camada social que poderia coadjuvar no desenvolvimento nacional (SAVIANI, 2008).

As novas camadas que se formaram na sociedade brasileira foram provenientes de algumas mudanças ocorridas ainda na década de 1930. Dentre as mudanças, destacaremos a crise econômica no setor agroexportador do café agravada com a quebra da bolsa de Nova York em 1929, e os diversos embates de segmentos sociais descontentes com a até então conjuntura política atual na época, marcadas por consecutivas eleições que culminaram em um golpe de estado que se instalou e resultou em um novo governo, a princípio de caráter provisório, sob a presidência de Getúlio Vargas.

De acordo com Saviani (2008), a primeira medida do governo provisório foi criar novos ministérios, dentre eles o Ministério dos Negócios da Educação e Saúde Pública, em que o ministro Francisco Campos elaborou um conjunto de seis decretos, os quais passaram a tratar a educação como questão nacional. Os decretos propostos pelo ministro promoveram a reestruturação do ensino secundário, comercial e superior. Organizaram um currículo e estabeleceram o ensino em dois ciclos: um fundamental, com duração de cinco anos, e outro complementar, com duração de dois anos, além de criarem o Conselho Nacional da Educação (ROMANELLI, 2002). Através do Curso Complementar, as disciplinas científicas começaram a ter maior ênfase na estrutura curricular, pois,

O curso Complementar, obrigatório para os candidatos a matrículas em determinados institutos de ensino superior, será feito em dois anos de estudo intensivo, com exercícios e trabalhos práticos individuais, e compreenderá as seguintes matérias: Alemão ou Inglês, Latim, Literatura, Geografia, Geofísica e Cosmografia, História da Civilização, Matemática, Física, Química, História Natural, Biologia Geral, Higiene, Psicologia e Lógica, Sociologia, Noções de Economia e Estatística, História da Filosofia e Desenho. (DECRETO Nº 19.890,1931)

Então, a disciplina Biologia passou a ser obrigatória para candidatos que desejavam ingressar no ensino superior. Estas medidas ficaram conhecidas como a Reforma Francisco Campos (1931), a qual homogeneizou o ensino secundário e reestruturou para adequá-lo à obra de modernização nacional, pautada no desenvolvimento tecnológico e na necessidade de mão de obra qualificada. De acordo com Romanelli (2002), estes decretos configuraram, de certa forma, a organização do sistema escolar até então inexistente. A Reforma Francisco Campos foi a primeira reforma educacional importante para o Ensino das Ciências, já que antes o sistema educacional era pautado nos regimes de cursos preparatórios e exames parcelados, não havendo obrigatoriedade nem assiduidade no ensino referente às áreas das Ciências (DALABRIDA, 2009).

Neste cenário de reformas e conflitos ideológicos, surge em primeiro plano a atuação de pensadores como Lourenço Filho, Fernando Azevedo e Anísio Teixeira. A junção desses pensadores juntos com demais intelectos culminaram no Manifesto dos Pioneiros da Educação (1932)¹, o qual resultou em um documento que trazia inovações pedagógicas. Um dos principais objetivos dessas inovações era renovar o sistema educacional brasileiro, cujos principais ideais era lutar por uma escola única, laica e gratuita.

Nesse ideário é introduzido no Brasil o movimento chamado de Pedagogia Nova, baseando os seus ideais na Escola Nova de John Dewey². De acordo com Santos, Prestes e Vale (2006, p 132.), “o movimento educacional conhecido como Escola Nova surgiu para propor novos caminhos a uma educação”. A teoria de John Dewey coloca a atividade prática e a democracia como agentes importantes no processo educacional, pois, o princípio do pensamento de Dewey se estabelece na realização de tarefas associadas aos conteúdos

¹Refere-se a um documento idealizado por Fernando Azevedo e assinado por 26 educadores em 1932, com o título a reconstrução educacional no Brasil ao povo e ao governo. Que circulou em âmbito nacional com a finalidade de oferecer diretrizes para uma política educacional que propunha que o Estado organizasse um plano geral da educação e definisse a bandeira de uma escola única, obrigatória e gratuita (ROMANELLI, 2013).

²Sobre Escola nova ver CUNHA M. V. John Dewey e o pensamento educacional brasileiro: a centralidade da noção d movimento. Revista brasileira de Educação, n17, p.86-99, 2001.

ensinados em sala de aula. De acordo com Cunha (2001), fazia-se necessário estreitar a relação entre a teoria e a prática. Acreditava-se que as hipóteses só tinham sentido aliadas ao dia a dia.

Os ideários da Escola Nova implantadas no Brasil buscaram contrapor o sistema educacional tradicional, quando propuseram um novo modelo de ensino-aprendizagem pautado na problematização e nos conhecimentos prévios dos alunos, com novas técnicas pedagógicas que auxiliariam na inserção das pessoas na nova camada social, oriunda da industrialização e urbanização.

Acreditava-se que a educação seria o meio mais efetivo de proporcionar tanto a democracia quanto o desenvolvimento do país neste novo contexto da industrialização. Começara a surgir, por conseguinte, a necessidade de transformações, dentre estas, uma escola preparada para o novo Brasil que se construía, reconhecendo a educação como um dos caminhos que motivaria tais mudanças para a modernização do país (AZEVEDO; SELLES; LIMA-TAVARES, 2016).

No final da década de 1930, com o estabelecimento do Estado Novo em 1937, elaborou-se uma nova política para o campo educacional, voltada principalmente para a criação de novas instituições de Ensino Superior, que tinham como finalidade formar professores. As reformas educacionais desta época ampliaram a carga horária do Ensino das Ciências e da Matemática na educação secundária, igualando a carga horária dessas disciplinas com a de Humanidades (ROMANELLI, 2002). Além da ampliação no quantitativo de aulas, promoveu-se a utilização de atividades práticas no âmbito escolar, uma vez que, se tinha o intuito de ofertar um ensino das Ciências Naturais voltado mais para a prática e menos para a teoria. De acordo com Lima (2015, p. 44), no cotidiano escolar “tais mudanças repercutiram minimamente, já que coexistia ainda limitado domínio conceitual e técnico dos profissionais que executariam tais atividades práticas para explorarem os conteúdos atrelados aos resultados das experimentações”, que seria uma das formas de materializar o ensino prático dos alunos.

De acordo com Romanelli (2002, p.157), “as lutas ideológicas em torno dos problemas educacionais entravam numa espécie de hibernação”. Só por volta de 1942, o Ministro de Vargas, Gustavo Capanema, iniciou algumas reformas no campo educacional, denominada de Reforma Capanema que instituíram as leis orgânicas do ensino, estruturando o ensino industrial e reorganizando o ensino comercial (criando o SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial), acrescido de modificações no ensino secundário.

A Reforma Capanema reformulou os objetivos do Curso Complementar, tanto ampliando a sua carga horária de dois anos para três, quanto anexando o curso nas escolas, haja vista que os mesmos eram ministrados nos anexos das universidades. Posto isso, o conteúdo do Curso Complementar que era dado em “blocos”, de modo rápido, passa a ser distribuído em forma de uma disciplina.

Após a Reforma Capanema, a terceira reforma educacional denominada de “Programa Mínimo”, foi estabelecida pela Portaria 966, de 2 de outubro de 1951, pelo ministro Simões Filho. A reforma teve como objetivo estabelecer os planos de desenvolvimento dos programas mínimos secundários, ou seja, estabeleceu os conteúdos que deveriam ser ministrados, bem como as instruções metodológicas para o processo de ensino aprendizagem dessas temáticas.

Entre o fim do Estado Novo e a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases, a educação foi tema de várias discussões. O sistema educacional brasileiro passou por várias remodelações, com reformas do ensino tanto secundário quanto o superior, sofrendo influência das Constituições de 1934, 1937 e a de 1946 que iniciou o processo de organização da 1ª Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Pois:

A constituição de 1946 se inspirou nas doutrinas sociais do século XX. Com a preocupação de uma lei que amparasse os vários segmentos da educação [...] o objetivo foi de montar um projeto de forma geral da educação nacional. Elaborado por três subcomissões, do Ensino Primário, do Ensino Secundário e do Ensino Superior, o projeto foi apresentado à Câmara Federal, em 1948, para a apreciação e discussão. (SANTOS, PRESTES e VALE, 2006, p. 139-141).

A Lei de Diretrizes e Bases trazia duas concepções para serem discutidas, vejamos: a primeira centralizava as discussões referentes à organização da escola, bem como os seus princípios norteadores. A segunda concepção se referia como se daria a administração dessas instituições de ensino. De acordo com Meloni (2013), a Lei de Diretrizes e Bases:

[...] descentralizou a organização da educação possibilitando que cada instituição de ensino definisse “sua organização, a constituição dos seus cursos, e o seu regime administrativo, disciplinar e didático” (Lei N. 4.024/1961, Art. 43). Respeitadas as disciplinas obrigatórias que o Conselho Federal de Educação deveria indicar e que não poderia ser superior a cinco (Lei N. 4.024/1961, Art. 35, § 1º), cada estabelecimento tinha a liberdade de organizar os seus currículos (MELONI, 2013, p 07).

A partir da publicação da 1ª Lei de Diretrizes e Bases, o Ensino de Ciências obteve maior visibilidade no campo do currículo, e novos horizontes para o que se buscava ao ensinar ciências.

Ao estudo das ciências, num e noutro caso, orientará sempre o princípio de que não é papel do ensino secundário formar extensos conhecimentos,

encher os espíritos adolescentes de problemas e demonstrações, de leis e hipóteses, de nomenclaturas e classificações, ou ficar na superficialidade, na mera memorização de regras, teorias e denominações, mas cumpre-lhe essencialmente formar o espírito científico [...] (CAPANEMA, 1943 apud MELONI, 2013, p. 02).

A Lei de Diretrizes e Base estabeleceu a necessidade da formação do espírito científico no ensino secundário, buscava-se muito mais além que a mera memorização de conteúdo, pretendia-se desenvolver algo prático, ou seja, algo real, em oposição ao abstrato que imperava no ensino memorístico.

Portanto, podemos concluir que diversos fatores influenciaram a educação brasileira e, conseqüentemente, o Ensino das Ciências. Vários projetos e estabelecimentos foram criados gradativamente com o intuito de melhorar e ampliar a educação no Brasil. Em síntese, podemos representar esse panorama de reformas e acontecimentos que influenciaram o sistema educacional brasileiro e o Ensino das Ciências através da figura 1.

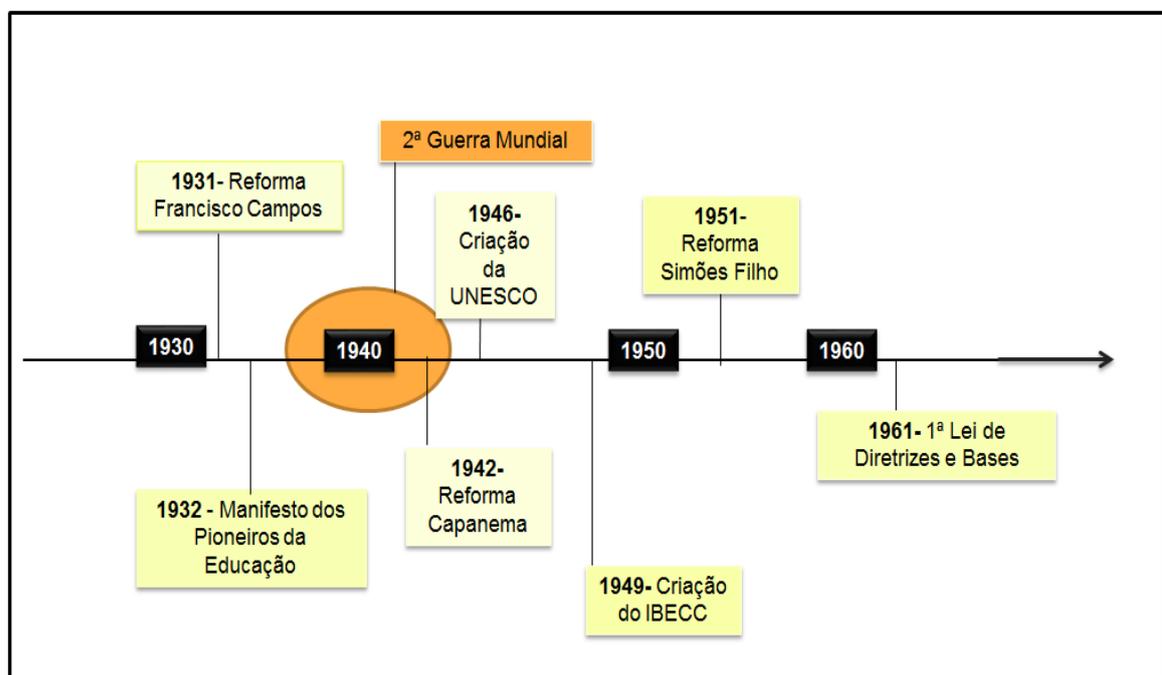


Figura 1: Linha do tempo representando os principais acontecimentos que influenciaram o sistema educacional brasileiro. Fonte: autor, 2018.

2.2 O QUADRO EDUCACIONAL NO BRASIL E O PROCESSO DE RENOVAÇÃO DO ENSINO DE CIÊNCIAS.

Tomando como marco o início da década de 1950, é possível reconhecer que diversos fatores ao longo da história influenciaram a educação. O reconhecimento da Ciência e da Tecnologia como fatores primordiais para o desenvolvimento do país fez com que, o Ensino de Ciências em todos os níveis se tornasse essencial para o crescimento econômico, social e cultural (KRASILCHIK, 2000).

O movimento de renovação do Ensino das Ciências está intrinsecamente ligado ao término da Segunda Guerra Mundial, com a criação da UNESCO, em 1946, buscava-se a livre disseminação da ciência, com o intuito de promover ações que visassem à ascensão da educação, da cultura e da paz. De acordo com Valderrama (1995, p. 21, apud Abrantes e Azevedo, 2010), “a nova entidade deveria estabelecer a solidariedade moral e intelectual na humanidade, prevenindo, assim, um novo conflito mundial”. Portanto, a UNESCO tinha a finalidade de manter a paz e propagar a educação nos países aliados (ABRANTES; AZEVEDO, 2010, LIMA, 2015).

De acordo com Lima (2015, p.46), “a intervenção da UNESCO no Brasil se fez com a criação da comissão denominada de Instituto Brasileiro de Educação Ciência e Cultura (IBECC), estabelecida pelo Decreto Federal nº 9.355 em 1946”; que inicialmente teve a sua sede no estado do Rio de Janeiro. Porém, por solicitação do governo paulista, uma comissão do IBECC também foi inaugurada em São Paulo por volta de 1950 (LIMA, 2015). O IBECC paulista foi formado por um grupo de renomados pesquisadores da USP, dentre eles o Isaías Raw, um recém-formado médico que desenvolveu várias propostas de ensino, vinculadas aos projetos da UNESCO, o que ocasionou “importantes transformações para o futuro do ensino das Ciências Naturais” (LIMA, 2015, p.46).

O IBECC tinha como principal objetivo iniciar projetos que promovessem melhorias para o ensino secundário, melhorias como atualização dos conteúdos curriculares e participação do ensino (KRASILCHIK, 1980; LORENZ, 2008).

O papel central do IBECC era reformular o currículo brasileiro para o ensino das ciências, uma vez que, até a metade do século XX, o ensino de ciências fora proposto de forma expositiva. Existia uma escassez de materiais didáticos voltados para atividades laboratoriais, e muitos dos livros didáticos utilizados nas escolas na época ainda eram de origem europeia (LORENZ, 2008). Segundo Krasilchik

Os textos forneciam informações e muito raramente incluíam problemas para que os alunos resolvessem. Manuais de laboratório eram praticamente inexistentes e os escassos roteiros para experiências disponíveis visavam levar apenas à confirmação de fatos ou princípios já dados aos alunos em aulas teóricas, tendo por tanto finalidades essencialmente ilustrativas (KRASILCHIK, 1980, p.168).

Com o propósito de reformular o currículo brasileiro, o IBCEC passou a ser influenciado pelas reformulações do currículo que vinham acontecendo nos Estados Unidos; pois, o movimento renovador do ensino de ciências estadunidense influenciou a América Latina (LORENZ, 2008). A partir desse interesse nas Ciências o IBCEC recebeu apoio financeiro e doações para que as reformas curriculares ocorressem. De acordo com Lorenz (2008),

[...] a Fundação Rockefeller doou ao IBCEC, em 1957, equipamentos e matérias-primas no valor de 10.000 dólares para apoiar suas atividades. Dois anos depois, a Fundação cedeu mais recursos financeiros, junto ao MEC, que, em seu orçamento de 1959, destinou Cr\$ 1.800.000,00 ao Instituto (LORENZ, 2008, p.16).

De acordo com Alves (1968), nos anos de 1960 diversos acordos foram estabelecidos entre o Ministério da Educação brasileiro (MEC) e a *United States Agency for International Development* (USAID), os quais objetivavam estabelecer parcerias referentes à assistência técnica e à cooperação financeira para o desenvolvimento de projetos que valorizassem a ascensão do sistema educacional.

Nessa perspectiva, entendemos que os acordos MEC-USAID,

[...] inseriam-se num contexto histórico fortemente marcado pelo tecnicismo educacional da teoria do capital humano, isto é, pela concepção de educação como pressuposto do desenvolvimento econômico. Nesse contexto, a “ajuda externa” para a educação tinha por objetivo fornecer as diretrizes políticas e técnicas para uma reorientação do sistema educacional brasileiro, à luz das necessidades do desenvolvimento capitalista internacional. Os técnicos norte-americanos que aqui desembarcaram, muito mais do que preocupados com a educação brasileira, estavam ocupados em garantir a adequação de tal sistema de ensino aos desígnios da economia internacional, sobretudo aos interesses das grandes corporações norte-americanas. Na prática, os MEC-USAID não significaram mudanças diretas na política educacional, mas tiveram influência decisiva nas formulações e orientações que, posteriormente, conduziram o processo de reforma da educação brasileira na Ditadura (SOKOLOWSK, 2015, p.231).

Por isso, o auxílio externo oriundo dos acordos pretendia reorientar a organização do sistema educacional em consonância com a necessidade do desenvolvimento do capitalismo. Portanto, entendemos que esse apoio financeiro tinha a finalidade de subsidiar adaptações, traduções de materiais didáticos além de treinamentos de professores. É nesse contexto sócio

político, que no início da década de 1960 foram introduzidos no Brasil os primeiros projetos estadunidenses, sendo eles o Biological Sciences Curriculum Study (BSCS), Physical Science Curriculum Study (PSCS), e o Chemical Bond Approach (CBA), compreendendo o ensino de Biologia, Física e Química respectivamente. De acordo com Lorenz

[...] também iniciou a produção de equipamentos para a realização de experiências de laboratório propostas nos novos cursos de ciências. Com respeito à comercialização dos materiais, produzidos por IBECC, o instituto firmou um convênio com a Universidade de Brasília, que visava à publicação dos textos, traduzidos e adaptados pelo Instituto, e com a United States Agency for International Development (USAID), que se comprometeu a financiar os primeiros 36.000 exemplares publicados (LORENZ, 2008, p. 16).

A lei de Diretrizes e Bases 4024/61 estabeleceu a descentralização do currículo, garantindo uma maior autonomia das instituições de ensino. A 1ª LDB também ampliou bastante a atuação do ensino de ciências no currículo, garantindo um aumento na carga horária da referida disciplina. (KRASILCHIK, 2000; NASCIMETO et al., 2010).

A mudança na política educacional ocorrida na época com a implementação da 1ª LDB proporcionou um ambiente de maior receptividade aos projetos do IBECC. Entre 1961 e 1964, o instituto trouxe para o Brasil a versão verde do BSCS, textos referentes ao PSSC e o CBA. Também iniciou a produção de materiais de laboratórios e equipamentos que auxiliariam no desenvolvimento e na implantação dos projetos (LORENZ 2008; LIMA, 2015). A partir daí, surgiu um convênio com a Universidade de Brasília, o qual auxiliaria na publicação e na adaptação dos textos, ficando a United States Agency for International Development (USAID) no compromisso de financiar os primeiros 36.000 exemplares publicados (LORENZ, 2008).

De acordo com Lorenz (2008), devido a toda essa ascensão, o referente à produção e à comercialização desse material em 1967, o IBECC passou por algumas mudanças que culminaram na criação da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC). Um órgão criado a partir do instituto com a finalidade de comercializar o material didático produzido pelo IBECC, já que, devido a sua filiação com a UNESCO, o instituto estava impossibilitado de realizar as vendas (LORENZ, 2008). Esses materiais distribuídos tinham o intuito de apresentar “aos jovens os problemas científicos a serem desenvolvidas por meio de experiências, tirando os jovens suas próprias conclusões ao invés de apenas lerem sobre experiências que outros fizeram e conclusões que outros tiraram” (BARRA; LORENZ, 1986, p.1975).

3 TECENDO INFORMAÇÕES SOBRE O *BIOLOGICAL SCIENCES CURRICULUM STUDY (BSCS)*

Uma vez apresentados os contextos que influenciaram o processo educacional no Brasil e conseqüentemente o Ensino das Ciências, faz-se pertinente compreendermos como surgiu o BSCS e como o mesmo está organizado. O presente capítulo está subdividido em duas seções: a primeira apresenta o surgimento do BSCS em meio a uma fração do quadro político educacional dos Estados Unidos da América vivenciado na época. Na segunda, descrevemos como o BSCS está organizado estruturalmente.

3.1 O CONTEXTO POLÍTICO EDUCACIONAL ESTADUNIDENSE E O SURGIMENTO DO BSCS

O *Biological Sciences Curriculum Study (BSCS)* se constitui como um propulsor e disseminador das ideias curriculares recomendadas na década de 1960 (FRACALANZ; MEGID NETO, 2008). Para compreender como surgiu o BSCS faz-se necessário reportar ao contexto sócio político vivenciado na época.

Após o término da Segunda Guerra Mundial, o mundo se dividia em dois grandes blocos. Estava de um lado os Estados Unidos da América (EUA) e os seus princípios capitalistas e do outro, a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) com os ideais socialistas. Ambos os países disputavam a hegemonia política, militar e econômica do mundo, o que deu surgimento a um conflito geopolítico denominado de Guerra Fria, liderada por dois países com ideologias distintas.

O mundo estava dividido em dois grandes grupos o socialismo e o capitalismo. De acordo com Teixeira (2013, p.273): “Ambos os países líderes destes blocos conduziam a disputa para formar seu poder no cenário mundial empregando estratégias diversas”. Isto é, tanto os Estados Unidos da América, quanto a URSS investiam com o intuito de assegurar a fidelização de outros países. Pois,

[...] para os países centrais, que implementavam a expansão do capitalismo, os investimentos na área de educação em países periféricos objetivavam expandir mercados, introduzindo novos hábitos de consumo nas camadas mais altas da população e, ao mesmo tempo, criar, por meio do ensino, mão de obra. Dessa forma, a dependência cultural representa ao mesmo tempo, fator e instrumento de reforço da dependência política e da dependência econômica. (CLARK, 2006, p. 128 apud (AZEVEDO, SELLES e LIMA-TAVARES, 2016, 249)

Durante a Guerra Fria, os Estados Unidos da América e a extinta União das Repúblicas Socialistas Soviéticas se digladiavam num conflito ideológico, o qual objetivava viabilizar o exercício de poder sobre outros países perante suas ideologias. Nessa ótica, cada país investia em diversas áreas como tecnologia, educação, armamento bélico, cuja finalidade era difundir a superioridade do modelo econômico, o qual cada país defendia.

Uma das formas de disseminar a supremacia dos seus ideais era através do desenvolvimento tecnológico. Nesse sentido, os Estados Unidos da América e a extinta União das Repúblicas Socialistas Soviéticas disputavam a “batalha espacial”, cujo objetivo era a exploração do espaço, visto que, a mesma era símbolo de superioridade tecnológica e ideológica. Em 1957, foi lançado pela então URSS o satélite *Sputnik*. Com o lançamento desse satélite, os Estados Unidos da América perceberam uma grande defasagem tecnológica do bloco capitalista, defasagem a qual ocorria devido à falta de investimentos no campo do ensino das ciências.

O lançamento do satélite pela antiga URSS abalou a credibilidade do capitalismo, posto que o lançamento do satélite indicou um atraso tecnológico dos estadunidenses, fazendo com que dessa forma ocorresse uma ampliação nos investimentos e nas reformas educacionais voltadas para melhorar o ensino, principalmente as disciplinas voltadas para o ensino de ciências (ROQUETTE, 2011).

Acreditava-se que só investindo na educação secundária haveria desenvolvimento educacional e tecnológico (CHASSOT, 2004; ROQUETTI, 2011; TEIXEIRA, 2013; LIMA, 2015). Para autores como Krasilchik (2000), Ferreira (2008), Nardi (2005), Moreira (2013) e Teixeira (2013), o lançamento do satélite foi um grande marco para o referido movimento renovador, uma vez que, a renovação do Ensino de Ciências iniciou-se nos Estados Unidos por volta de 1951 e só após do lançamento do satélite *Sputnik* ampliaram-se os investimentos no campo educacional (KRASILCHIK, 1995; FERREIRA, 2005; 2007; NARDI, 2005; TEIXEIRA, 2013).

A amplificação nos investimentos materializaram novos diálogos que culminaram em uma nova proposta metodológica, de acordo com Salles, Azevedo e Lima-Tavares (p.243, 2016), “chamada revolução do ensino de ciências”. Isto é, fazia-se necessária a renovação do currículo estadunidense com o intuito principal de tornar o ensino de ciências eficiente, pois, “a Guerra Fria demandou das escolas um currículo que proporcionasse rigor intelectual necessário para competir internacionalmente com os soviéticos e que, ao mesmo tempo reafirmasse os valores de uma sociedade americana democrática” (AZEVEDO, SELLES e

LIMA-TAVARES, 2016, p. 243). Dessa forma, a partir da década de 1950, o currículo escolar tornou-se um importante aliado para disseminar a nova batalha ideológica (AZEVEDO, 2015).

De acordo com Taglieber (1984), fazia-se necessário modificações no currículo estadunidense, pois,

Os currículos de ciências das escolas secundárias não mais refletiam os pontos de vista da comunidade científica; b) [...] A unidade da Ciência dos currículos ensinados nas escolas secundárias desapareceu numa variedade de conteúdos desconectados entre si; c) [...] sobrecarga de conteúdos nos programas de ciências com ideias secundárias e periféricas de aplicações tecnológicas associadas a uma metodologia de ensino que induzia a memorização e se esquecia da compreensão e a aplicação dos conhecimentos; d) [...] os conceitos científicos eram minimizados em relação às questões tecnológicas e sociais [...] (TAGLIEBER, 1984, p.95).

As ideias que embasavam a revolução se firmaram na natureza do conhecimento científico. Foi necessário não só ensinar conceitos, mas, como esses conceitos foram constatados, ou seja, fazer com que o aluno compreendesse a vivência do método científico, no intuito de despertar vocações para a carreira científica (AZEVEDO, 2015; TAGLIEBER, 1984). De acordo com Taglieber (1984, p.96), “os currículos da década de 60 objetivavam a formação de um cientista em cada cidadão. Ou melhor, preconizavam o método científico como método de vida”.

De acordo com autores como Lorenz (2008) e Atkin e Black (2003), em meados de 1950 e 1960, vários pesquisadores e acadêmicos se reuniram com o intuito de reformular o currículo das Ciências da Natureza. O campo da matemática foi o primeiro a buscar novas reformulações para a sua prática. Logo após o ensino da matemática, o ensino de física também buscou mudanças. Essa idealização no ensino da física foi desenvolvida por professores da MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) em 1956, com o projeto conhecido como PSSC (*Physical Science Study Committee*) (ATKIN e BLACK, 2003).

A comunidade científica que se reuniu com o propósito de reorganizar o currículo formou uma comissão, a qual recebeu apoio financeiro da (NSF) National Science Foundation. De acordo com Azevedo, Selles e Lima-Tavares (2016), o NSF investiu cerca de US\$ 500 milhões para o desenvolvimento de materiais didáticos para a formação de professores e para a disseminação das novas ideias educacionais.

Nessa conjuntura surgiram vários projetos que buscavam a melhoria e o progresso do ensino das ciências. De acordo com Krasilchik (2000), esses projetos ficaram conhecidos como “sopa alfabética” devido as suas nomenclaturas, sendo eles os projetos de Física

(Physical Science Study Committee - PSSC), de Biologia (Biological Science Curriculum Study - BSCS), de Química (Chemical Bond Approach - CBA) e (Science Mathematics Study Group – SMSG). Esses projetos desenvolvidos tinham o desafio de “elaborar e solidificar bases teóricas para a construção de uma proposta curricular que sustentasse o propósito da recuperação da proeminência educacional dos Estados Unidos” (AZEVEDO, SELLES e LIMA-TAVARES, p.245, 2016).

Ao analisar a conjuntura na qual a ampla inserção do ensino de ciências foi posto, os EUA, através da inserção de currículos e materiais pedagógicos voltados para o ensino de ciências, tiveram o intuito de ampliar tanto a sua influência quanto o seu poder político e econômico em diversos países (TEIXEIRA, 2013). Pois, para a implementação curricular fazia-se necessária aquisição de novos materiais e recursos didáticos. Assim, os EUA auxiliavam países em desenvolvimento através de recursos financeiros, pois, mediante esse apoio, pretendiam-se disseminar a supremacia da ideologia capitalista.

Nesse intuito, os EUA investiram no ensino de ciências tanto em seu país, bem como apoiaram o desenvolvimento e a distribuição de materiais educacionais em outros países. Os objetivos do material produzido pelos Estados Unidos da América eram

1) Aumentar o número de cientistas. 2) desenvolver líderes políticos com entendimento do que é ciência, de modo que esses incluíssem em suas agendas. 3) Assegurar por parte do público em geral uma atitude de simpatia em relação a atividade dos cientistas e reconhecimento pelos avanços que estas atividades trazem. (TEIXEIRA, 2013, p. 274).

Dessa forma, as reformulações nas propostas curriculares objetivavam a formação de futuros cientistas para que o país avançasse tecnologicamente, economicamente e politicamente, pois, as conquistas estadunidenses dependiam de certa forma dos cursos secundários, porque é através desses cursos que os jovens iriam se sentir estimulados a seguirem carreiras científicas, aumentando a probabilidade de maior progresso e avanço tecnológico. Esses materiais curriculares desenvolvidos influenciaram tanto o ensino de ciências estadunidense, quanto o do Brasil.

3.2 COMPREENDENDO A ORGANIZAÇÃO ESTRUTURAL DO LIVRO BIOLOGIA: DAS MOLÉCULAS AO HOMEM - *BIOLOGICAL SCIENCES CURRICULUM STUDY* (BSCS - VERSÃO AZUL)

O *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS) foi um projeto desenvolvido por professores do ensino secundário e por pesquisadores no campo das Ciências Biológicas. Teve a finalidade de produzir material didático e reformular o currículo das Ciências Biológicas nos EUA, sua principal finalidade era repensar o ensino das Ciências fomentando os moldes científicos na disciplina escolar Biologia. A elaboração das coleções de livros didáticos produzidos pela equipe do *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS) surgem na perspectiva de trazer o conhecimento científico de ponta para o ensino secundário, tornando a disciplina escolar mais próxima do contexto acadêmico.

A versão azul do BSCS explicitamente adota a visão do conhecimento científico como propulsora para o avanço do ensino secundário, uma vez que, no prefácio da obra está explícito que “Em toda a obra do BSCS, foi dada a ênfase à investigação e pesquisa, como o melhor método de se conseguir conhecimentos científicos significativos” (BSCS, 1965, p.07). Diante disto, para elaboração do material houve uma ampla participação de profissionais de vários segmentos, tanto do campo educacional quanto do campo científico.

As primeiras edições produzidas pelo BSCS foram publicadas nos Estados Unidos no início da década de 1960. Foram produzidas três coleções: versão azul, versão verde e versão amarela, cada uma elaborada a partir de um tema central norteador: Biologia Molecular, Ecologia e Genética, respectivamente. As primeiras versões foram elaboradas nos anos de 1960 e 1961. Após a sua elaboração, as mesmas foram testadas em cerca de 950 escolas secundárias Estadunidenses. Depois da revisão e avaliação, iniciou-se a comercialização em 1963. Nos Estados Unidos, os livros foram publicados em volume único. No Brasil, os livros foram trazidos pelo IBCEC e foram publicados no ano de 1965. Os livros foram traduzidos e adaptados, para que dessa forma correspondessem melhor à demanda do ensino de ciências no Brasil, fez-se necessária a reformulação do material para que os exercícios de laboratório se adequassem em função dos equipamentos e dos recursos disponíveis no âmbito brasileiro. Diferentemente da versão estadunidense, que era composta por um único volume, na versão brasileira os livros foram fragmentados. A versão verde foi publicada em três volumes, a versão azul foi fracionada em dois volumes e a versão amarela não foi traduzida no Brasil.

Nessa pesquisa, detivemo-nos a analisar a versão azul do BSCS, intitulada de “Biologia: das moléculas ao homem”, uma vez que a mesma tem como cunho principal o ensino por investigação e as atividades experimentais, objeto central da nossa pesquisa.

3.2.1 Guia do Professor de Biologia

Faz-se pertinente apresentar e descrever o manual de apoio pedagógico do livro ‘Biologia: das moléculas ao homem’, intitulado de Guia do Professor de Biologia - versão azul.

O Guia do Professor foi preparado para acompanhar o livro texto e tinha como finalidade auxiliar o trabalho do professor. O livro foi elaborado pelos professores que constituíram a equipe do BSCS. Foi traduzido e adaptado pelos professores do IBECC de São Paulo e publicado pela editora EDART- São Paulo, Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do ensino de Ciências. A versão brasileira do Guia do Professor, assim como o livro, texto foi subdividido em dois volumes, correspondentes aos livros textos e aos exercícios de laboratório (Figura 02).

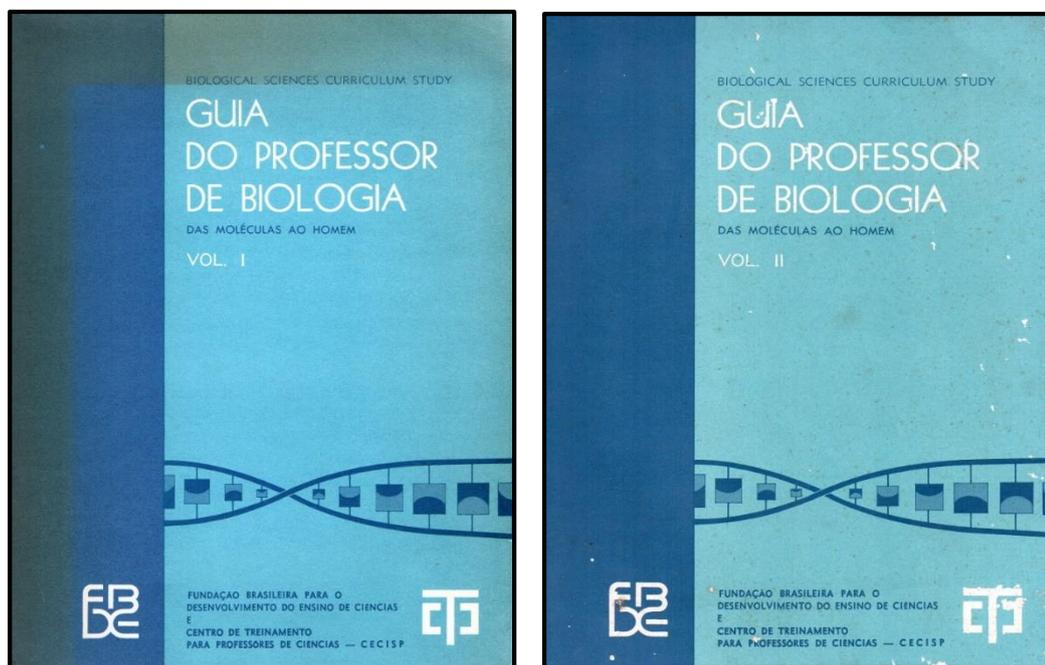


Figura 02: Capa do livro guia do professor de biologia BSCS - versão azul. A esquerda o volume I e a direita o volume II. Fonte: BSCS, 1965.

2.2.1.1 Descrição do Guia do Professor de Biologia – Versão Azul – Volume I

O volume I do Guia do Professor de Biologia – versão azul é dividido em quatro partes.

A primeira parte do livro fundamenta e explica a estrutura e a organização da *Versão Azul*, relatando de forma concisa a finalidade de cada uma das oito unidades. Nesta primeira parte, é relatado como cada capítulo é apresentado no decorrer da unidade, nesse tópico é explanado como o professor deve abordar os conteúdos e os demais tópicos presentes no livro.

Na segunda parte, cada capítulo é abordado de forma mais detalhada. O guia apresenta sugestões de como abordar cada conteúdo, além de expor as referências bibliográficas utilizadas. Para cada capítulo são apresentados: uma introdução que explica sua finalidade e indica os conceitos que devem ser salientados. Seguem-se a discussão detalhada de cada item, bem como, as respostas referentes às perguntas propostas nos títulos *Verifique o que Aprendeu* e *Questionário* (Figura 03-A, 03-B).

SEGUNDA PARTE

Notas Sobre os Capítulos

Capítulo 1

CIÊNCIA COMO INVESTIGAÇÃO

Em seu livro *Science and Common Sense* (New Haven, Yale University Press, 1951), James B. Conant definiu ciência como uma série de conceitos correlacionados, originados de experiências e observações e que levam a novos experimentos e a novas observações. De acordo com esta definição, uma determinada área do conhecimento é "científica" quando as informações obtidas com base em fatos puderem ser interpretadas em termos de amplos esquemas de conceitos (teorias).

Entretanto, a maioria dos estudantes, inicia um curso de ciências com a idéia de que ciência seja uma coleção de fatos indiscutíveis (muitos estudantes acham que esses fatos devem ser memorizados por um tempo limitado e depois esquecidos ou relegados para um segundo plano, como informações interessantes porém desnecessárias).

Os autores esperam que os professores possam fazer com que esses estudantes compreendam melhor a natureza da Ciência. É por isso que o primeiro capítulo dá ênfase à importância das hipóteses e teorias em biologia. Se ao terminá-lo, o estudante entender que ciência é uma interação de fatos e idéias, terá conseguido um começo promissor. Começará a propor questões fundamentais e ver problemas que não via antes. Saberá distinguir fatos de suposições. Perceberá que, em ciência, nem fatos nem idéias bastam por si mesmos, que ambos são indispensáveis e que devem ser correlacionados.

O professor pode levar seus alunos a adquirirem os conceitos fundamentais contidos nesse capítulo, apresentando-o de várias maneiras. Pode, por exemplo, analisar em classe um trabalho científico original ou comparar o trabalho do cientista ao do detetive, como sugere o item 1-2. Pode também começar seu curso com os Exercícios 1, 2 e 3 que correspondem ao capítulo, ou então fazer alguns Convites ao Raciocínio que julgar adequados (todos os do Grupo I são pertinentes). Pode ainda seguir a sugestão feita nos comentários sobre o item 1-10. Em seguida, os alunos lerão o capítulo e o discutirão em classe. Isso e mais a discussão dos exercícios realizados farão com que fiquem com uma noção exata do que sejam fatos, suposições, hipóteses, teorias, etc., conceitos esses que darão tom ao curso.

O número de janeiro de 1966 da revista *Bioscience* (publicada pela AIBS — American Institute of Biological Sciences), traz uma série de artigos sob o título "Logic in Biological Investigation", que é de grande interesse para o professor.

1-1 Cientistas lidam com problemas. A maioria dos estudantes não percebe como é difícil fazer boas perguntas ou propor bons problemas. Muitos estudantes já graduados levam meses procurando um problema digno de pesquisa. Como um exercício para a classe, o professor poderá pedir a cada aluno uma lista de

Figura 03 a: Exemplificação da seção inicial referente à introdução dos capítulos do livro do professor 'Biologia: das moléculas ao homem – volume I'. Fonte: BSCS, 1965.

20 NOTAS SOBRE OS CAPÍTULOS

Página 24 — Verifique o que aprendeu.

1. As duas principais funções de uma hipótese são: (1) explicar os fatos, ou dados, relacionados a um determinado problema, organizando-os de modo significativo e (2) prever novas informações.
2. É difícil explicar como se origina uma hipótese, porque é difícil explicar como a mente humana cria idéias e resolve problemas. Não há uma explicação completa, etapa por etapa, do que se passa na mente do cientista quando ele procura a resposta para um problema. A maneira pela qual o cientista, subitamente, encontra o procedimento que levará à solução que procura é, em si mesma, um problema que a ciência ainda não resolveu.
3. Experiências são procedimentos empregados para testar hipóteses. Se os fatos previstos pela hipótese puderem ser determinados experimentalmente, a hipótese ficará fortalecida.
4. e 5. Uma experiência controlada é baseada numa hipótese e verifica cuidadosamente e de maneira lógica uma parte do problema. O empirismo é um método de "tentativa e erro", no qual as observações são coletadas a cego, independentemente de suas correlações ou de uma teoria.

Página 25 — Questionário

A

1. Uma hipótese resulta de um esforço para correlacionar os fatos conhecidos. É formulada quando se raciocina sobre os fatos. É um ato criador e, como todos os atos criadores, é praticamente impossível defini-la.
2. Darwin previu que perfurações através do calcário do atol, atingiriam rocha vulcânica a uma profundidade bem menor de que a do fundo do oceano.
3. Quando foram realizadas perfurações, confirmou-se a hipótese de Darwin.
4. Para solucionar um problema, o cientista deve primeiramente dispor de alguns fatos com os quais trabalhar. As observações devem ser feitas com a finalidade de obter esses fatos.

B

5. Geralmente usa-se o termo "hipótese" para uma primeira solução-tentativa para o problema. À medida que a hipótese vai sendo aprimorada e vão sendo conhecidos mais fatos que a apóiam, ela passa a constituir uma "teoria".
6. Experiência controlada é um meio de coletar dados para determinar o efeito de um único fator, ou variável, em uma experiência. Assim, devem ser mantidos constantes todos os fatores, exceto aquele cuja influência se quer verificar. Se variar mais de um fator, o experimentador não poderá saber qual deles exerce a influência observada. No "controle" da experiência, o fator cuja influência está sendo estudada também é mantido constante. Dessa maneira, pode-se comparar essa situação com aquela na qual o fator analisado varia.
7. O cientista precisa testar sua hipótese, para verificar se ela está considerando os fatos conhecidos (pistas) e ver se, com ela, pode prever fatos ainda desconhecidos.
8. Uma hipótese é, muitas vezes, uma série de suposições. A hipótese de Darwin e a das crateras são ambas constituídas por um conjunto de suposições.
9. A hipótese deve explicar primeiramente os fatos conhecidos. Em segundo lugar, deve prever novos fatos que possam ser confirmados pela experimentação. A hipótese de Darwin sobre os atóis explicou os fatos existentes e previu um fato ainda desconhecido.
10. Ver a resposta à questão 6.
11. É impossível. Em geral, nenhuma hipótese pode explicar os fatos e ser também um guia para observações e fornecer sugestões para experiências controladas. O início das pesquisas em um novo campo científico é, frequentemente, empírico em grande parte.

C

12. As suposições da hipótese das crateras são: (1) Nas profundidades dos oceanos, havia crateras de vulcões extintos. (2) Nas bordas das crateras acumularam-se rochas coralíneas.

Figura 03-B: Exemplificação de como está exposto no livro do professor 'Biologia: das moléculas ao homem – volume I' as respostas dos questionários e dos exercícios de sondagem (verifique o que aprendeu). Fonte: BSCS, 1965.

A terceira parte do Guia do Professor apresenta anotações referentes aos exercícios de laboratório. A terceira parte se inicia com *Notas Sobre os Exercícios*, tóptico esse que aborda o valor dos exercícios e a sua classificação (Figura 04).

TERCEIRA PARTE				
Notas Sobre os Exercícios				
De maneira geral o valor dos Exercícios de Laboratório é equivalente. Entretanto, para auxiliar a programação do professor, os exercícios foram classificados em tipos A — B — C. Do tipo A, são aqueles aos quais a maioria dos professores dá prioridade. Do tipo B, são aqueles que podem ser escolhidos como alternativas ao tipo A. Do tipo C, são alguns exercícios que, pelas técnicas e materiais que		exigem, podem ser feitos pelo professor como demonstração.		
		Na lista seguinte damos uma sugestão para o tempo necessário (em aulas de 50 minutos) para a sua realização. O asterisco indica que é preciso mais tempo para verificações posteriores, além do necessário para a montagem da experiência.		
TEMPO SUGERIDO				
N.º	Título	Tempo (aulas)	Tipo	Página
1	Medidas em Biologia	2,5	A	86
2	Observação qualitativa dos seres vivos	1	A	87
3	Uma experiência quantitativa controlada	2	A	88
4	A variedade dos seres vivos	1-2	A	89
5	Uso do microscópio composto	1	A	89
6	Organismos microscópicos num ambiente de laboratório	1 (*)	A	89
7	Variações em seres vivos	1	A	90
8	Seleção natural	1 (trabalho de casa: 2 noites)	A	91
9	Fontes de bactérias	1 (*)	A	91
10	O pH de substâncias biológicas	1-2	B	93
11	Formação de coacervados	1	A	93
12	Síntese ao acaso	1 (trabalho de casa: 1 noite)	A	93
13	Atividade catalítica de diversos enzimas	1	A	94
14	Efeitos de diversos fatores na atividade enzimática	2	B	95
15	Atividades da membrana celular	1	A	97
16	Permeabilidade das células de levedo	2 (consecutivas)	B	97
17	Fermentação	1	A ou C	98
18	Separação e exame dos pigmentos dos cloroplastos	1	A	99
19	Efeito de diversos fatores na velocidade da fotossíntese	2	A	100
20	Divisão Celular	1	A	101
21	Comportamento de um mixomicete	1	B	101
22	Início de organização pluricelular	1-2	A	102

Figura 04: Representação de como estão expostas as notas sobre os exercícios do livro do professor 'Biologia: das moléculas ao homem- volume I'. Fonte: BSCS, 1965.

Na parte referente aos exercícios de laboratório, o Guia traz considerações sobre os materiais utilizados, bem como os procedimentos que devem ser adotados para o desenvolvimento do exercício, além de explicar um pouco a atividade e trazer as respostas para as questões propostas na *Discussão* de cada exercício (Figura 05).

CAP. 13 — REPRODUÇÃO 15

vídus com duas cabeças entre os vertebrados, inclusive mamíferos, resulta de uma separação accidental da extremidade anterior de embriões em estágio inicial de desenvolvimento.

Para os estudantes que desejarem fazer algum trabalho suplementar sobre regeneração em plânrias, o professor poderá recomendar experiências sobre o efeito da temperatura ou de drogas, tais como as do Exercício 37. Se dois grupos de pedaços em regeneração forem mantidos em diferentes temperaturas constantes (de 10° C a 40° C), a cabeça será maior e a região pré-faringeana mais longa, naqueles que estiverem em temperatura mais elevada. A regeneração sob influência de certas drogas pode levar a uma diminuição do tamanho da cabeça e região pré-faringeana ou a outras irregularidades. Outra experiência interessante que requer repetidos cortes para manter os pedaços afastados, é a separação lateral da extremidade posterior, permanecendo intacta uma parte da extremidade anterior da qual, porém, se eliminou a cabeça. Esta operação às vezes produz um animal com duas cabeças no centro, prolongando-se a cauda ao lado de cada uma delas.

Discussão

1. A parte regenerada caracteriza-se pela ausência de pigmentos.
2. Um pedaço relativamente pequeno.
3. Nas margens do corte.
4. Geralmente.

Obras Recomendadas

BUCHSBAUM, R. *Animals Without Backbones*. Chicago, University of Chicago Press, 1948.

MOOG, F. *Animal Growth and Development*, (Um Bloco de Laboratório do BSCS) Boston, D. C. Heath and Co., 1963.

RUGH, R. *Experimental Embriology*. Minneapolis, Burgess Publishing Co., 1948.

Exercício 24

REGENERAÇÃO EM VEGETAIS

Os estudantes poderão chegar, através deste exercício, a uma apreciação do papel da regeneração na propagação de muitas espécies e na reparação de danos em indivíduos.

Materiais

Coleus, gerânio (*Pelargonium*), *Bryophyllum*, ou qualquer outra planta que apresente caules longos, poderão ser utilizadas. Se a planta possuir folhas alternadas, as instruções deverão ser ligeiramente modificadas, porém a idéia geral permanecerá a mesma.

Recipientes. Béqueres, vasos, frascos de boca larga, recipientes de plástico, copos de papel, etc. Em lugar de recipientes pequenos para cada equipe, a classe toda poderá usar uma caixa grande e baixa.

Areia. Use areia moderadamente fina, para não prejudicar o arejamento adequado das raízes. A areia pode ser substituída por vermiculita.

Cobertura de Plástico. A cobertura de plástico (polivinil ou polietileno) é aconselhável na maioria das localidades. Em regiões de umidade elevada, entretanto, pode haver proliferação de fungos sob a mesma. Em tais casos é melhor removê-la, devendo tomar cuidado para que a areia se conserve sempre úmida.

Procedimento

Em geral a temperatura não é crítica, devendo-se, porém, evitar aquecimento excessivo. A extensão do período de observação será variável de acordo com a temperatura. Se a sala for muito fria à noite, por exemplo, o crescimento será mais lento, e exigirá um período maior de observação. Se o espaço para a conservação das plantas em classe for inadequado, os estudantes deverão levá-las para casa.

Discussão

Se as plantas receberam água em quantidade adequada, a maioria dos ramos cortados ainda estará viva. Poderá morrer, mais provavelmente, o segmento B. A superfície cortada da parte inferior de um ramo deverá mostrar o desenvolvimento de um calo, massa de células pouco diferenciadas, que envolve a superfície cortada. A partir deste, ou do caule acima, desenvolvem-se novas raízes, as quais surgem, primeiramente, como expansões um tanto brilhantes sobre o caule. Mais tarde irrompem através da epiderme começando a parecer-se com as raízes comuns.

A superfície cortada do ápice do ramo A, irá provavelmente murchar, podendo mesmo recuar até o nó que dá origem às folhas.

Qualquer novo brotamento de caules ou ramos, ocorrerá a partir de gemas nas axilas das

Figura 05: Representação de como estão expostas os exercícios de laboratório no livro do professor 'Biologia: das moléculas ao homem- volume I'. Fonte: BSCS, 1965.

Na última parte do Guia são apresentados os temas generalizadores do BSCS, aos quais o texto dá ênfase. Ao todo são nove temas: 1. Ciência como investigação, 2. A história dos conceitos biológicos, 3. Mudanças dos seres vivos através do tempo-evolução, 4. Diversidade de tipo e unidade de padrão, 5. Continuidade genética da vida, 6. Relações complementares do organismo e do meio, 7. Raízes biológicas do comportamento, 8. Relações complementares da estrutura e função e 9. Regulação e homeostase-preservação da vida face às mudanças. Os nove temas generalizadores são encontrados no livro texto intitulado de temas biológicos (Figura 06).

QUARTA PARTE

Temas Generalizadores do BSCS

Os membros da Comissão Diretora do BSCS chegaram à conclusão de que nenhum livro poderia dar ênfase a todas as facetas da Biologia, sem se tornar apenas um catálogo de conclusões. Ficou claro também que temas centrais eram necessários para correlacionar fatos, conceitos e princípios nos diversos níveis de organização biológica e nas diversas subdisciplinas dessa ciência. O BSCS assumiu a tarefa de produzir três Versões que compunham três diferentes cursos de biologia para a escola secundária. Eram necessárias variações na apresentação e seleção dos tópicos, devido à diversidade de preparação dos professores e também aos problemas regionais de ensino em uma cidade: um método de apresentação pode adaptar-se melhor que outro. Assim, prepararam-se a Versão Azul, que dá ênfase à bioquímica, a Versão Amarela, com ênfase em genética e a Versão Verde, com ênfase em ecologia. Porém, todas elas são um curso completo de biologia. Foram escritas para o estudante da Escola Secundária e o apresentam à Ciência, permitindo-lhe compreender seus métodos e sua contribuição para a sociedade moderna.

As três versões têm em comum nove temas generalizadores:

Ciência como Investigação. O estudante verifica que a Ciência não é uma história acabada, mas continua a evoluir, cada vez com maior velocidade. Verifica ainda que dados significativos resultam de experiências e de observações cuidadosamente controladas. Aprende que os cientistas podem errar e que uma parte importante da investigação científica depende de contínua revisão de idéias. Os exercícios de laboratório desempenham importante papel na compreensão deste tema.

A História dos Conceitos Biológicos. Esse tema se relaciona à evolução das idéias e conceitos na história da Biologia. Dá-se ainda ênfase à Ciência como Investigação através de

uma série de exemplos no livro de texto e de Convites ao Raciocínio.

Mudanças dos Seres Vivos através do Tempo — Evolução. É impossível dar uma visão coerente da variedade dos seres vivos sem apresentar a história da evolução. As mais extraordinárias características dos seres vivos são *produtos* de processos evolutivos. Por isso, esse tema é introduzido nas Versões do BSCS de três maneiras:

a) entrelaçados nos capítulos de fisiologia celular, ecologia, sistemática, desenvolvimento e diversidade.

b) como descrição da história dos seres vivos.

c) nos capítulos que tratam da dinâmica da evolução.

Diversidade de Tipo e Unidade de Padrão. A diversidade de tipo é óbvia quando se observam os seres vivos, assim como também é evidente a unidade de certos padrões, quando se analisa, por exemplo, o papel do ATP na transferência de energia, ou o significado do DNA na herança. Por isso, esse tema, tão associado ao da evolução, é tratado sob dois aspectos nas versões do BSCS: em capítulos específicos e sempre que haja diversidade e unidade associadas aos mecanismos de adaptação, derivados da seleção natural e mutação.

Continuidade Genética da Vida. Os estudantes são levados a compreender a continuidade e descontinuidade genética. Na compreensão da capacidade de duplicação exata e dos "erros" ocasionais dessa duplicação, residem as respostas para o desenvolvimento da estrutura e função, a continuidade das espécies e das variações como matéria prima para evolução.

Relações Complementares do Organismo e do Meio. Esse tema também é relacionado

Figura 06: Ilustração referente aos temas generalizadores apresentados no livro do professor 'Biologia: das moléculas ao homem- volume I'. Fonte: BSCS,1965.

3.2.1.2 Descrição do Guia do Professor de Biologia – Versão Azul – Volume II

Neste segundo volume do Guia do Professor Versão Azul, foram introduzidas algumas modificações que acompanham as do livro de texto, as quais os exercícios de laboratório apresentam-se ao término de cada capítulo, ao invés de estarem reunidos no Guia de Laboratório. Dessa forma, “[...] há maior integração entre o texto e as atividades experimentais, esperando-se com isto que o trabalho de laboratório ganhe cada vez maior importância nos cursos de Biologia de nossas escolas” (GUIA DO PROFESSOR DE BIOLOGIA-VERSÃO AZUL, 1968, p.4).

Devido a essas modificações, o volume dois do Guia não é dividido por partes como no primeiro volume. Dessa forma, cada capítulo é apresentado de forma detalhada, sendo fornecidas informações e sugestões para o ensino de cada item. No mesmo bloco de informações, seguem-se as respostas às questões apresentadas sob os títulos *Verifique o que Aprendeu* e *Questionário*, bem como sugestões e orientações sobre a maneira mais conveniente de realizar cada exercício, além das respostas às questões formuladas na *Discussão* dos mesmos.

No segundo volume, foram suprimidos os seguintes tópicos: 1. Características do Livro Texto, 2. Propósitos da Versão Azul e os 3. Temas Generalizadores do BSCS, pois, por constarem no primeiro volume, seriam no segundo volume meras repetições.

O Guia do Professor - Versão Azul se encerra com uma relação de materiais necessários para a execução dos exercícios.

3.3.1 O Livro didático ‘Biologia: das moléculas ao homem’

O livro ‘Biologia: das moléculas ao homem’ possui capa colorida e as seguintes dimensões: 25 centímetros de altura e 18 centímetros de largura. É composto por dois volumes. O primeiro volume contém 278 páginas e o segundo, 385 páginas (Figura 07).

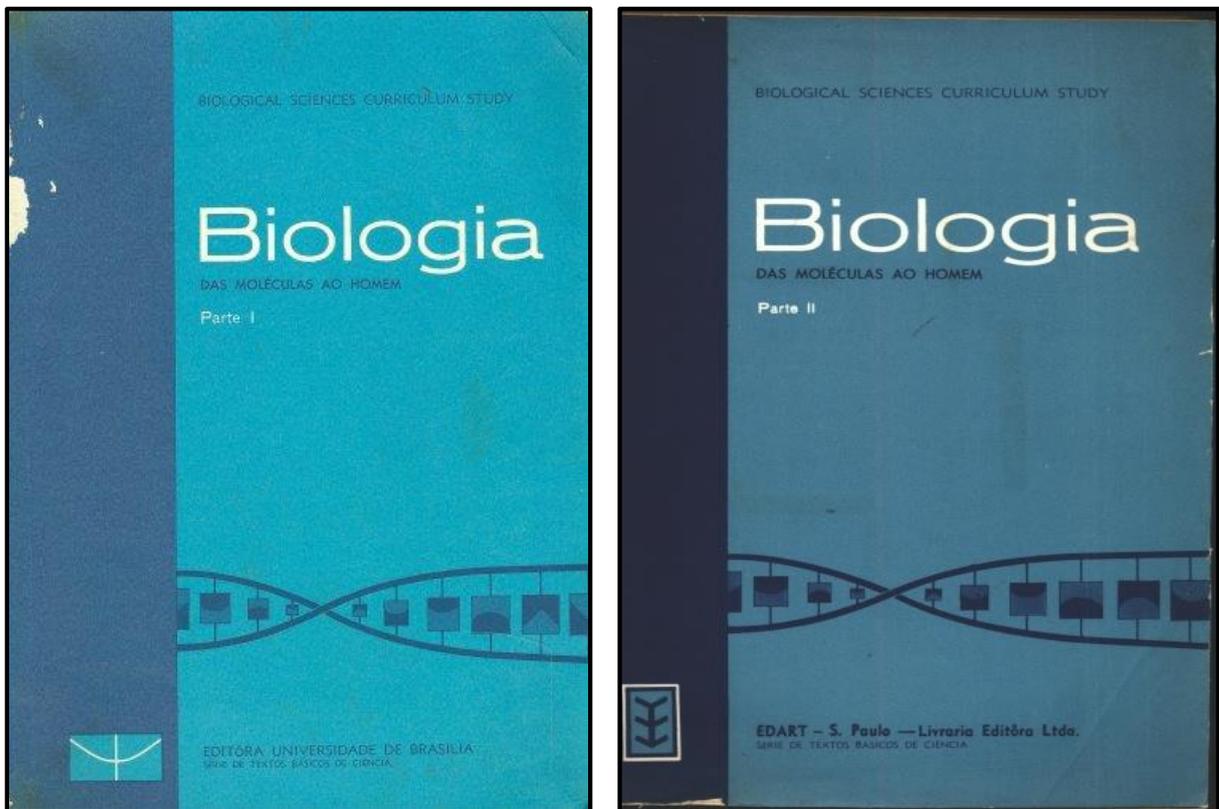


Figura 07: Capa do livro BSCS - versão azul - Biologia: das moléculas ao homem (1965). À esquerda o volume I e a direita o volume II. Fonte: BSCS, 1965.

3.3.1.1 Descrição do BSCS – ‘Biologia: das moléculas ao homem’ – BSCS – Versão Azul – Volume I

No Brasil, a primeira edição do livro “Biologia: das moléculas ao homem” (BSCS) versão azul (Parte I) foi lançada pela Editora Universidade de Brasília, em 1965. A obra foi traduzida pelo IBECC e com a direção de Isaias Raw em parceria com a Missão Norte Americana de Cooperação Econômica e Técnica USAID – Aliança para o Progresso.

Em suas primeiras páginas, o livro traz uma introdução elaborada por Isaias Raw apresentando uma breve síntese como se deu o projeto do BSCS no Brasil, ressaltando agradecimentos à equipe estadunidense pelo auxílio e pelo apoio para a realização desse trabalho. Após a introdução, o livro contém um prefácio relatando, de maneira mais específica, o surgimento do BSCS nos Estados Unidos, assim como o intuito do material, que seria apresentar o conhecimento científico. Para isso, foi dada ênfase aos aspectos investigativos da metodologia científica. Ainda no prefácio, foram apresentadas considerações

relevantes à organização do material produzido pelo BSCS, constituído de livro texto, guia de laboratório, guia do professor e filmes.

Nas páginas seguintes, a obra traz considerações para os estudantes, esclarecendo que a Biologia passa por vários progressos e que o desenvolvimento dessa ciência será apresentado ao aluno como uma interação de fatos e ideias: “[...] os fatos biológicos não serão apresentados apenas como uma série de conclusões nem as teorias serão apresentadas como fatos. Em vez disso, tentamos apresentar a Biologia como uma aventura no campo das ideias [...]” (BSCS, 1965, p. 09).

Após os elementos pré-textuais, o livro apresenta o Índice Geral, elemento que apresenta a localização dos conteúdos, dos capítulos e de seus respectivos tópicos e subtópicos.

O volume I da coleção BSCS versão azul é composto por três unidades. Cada unidade reúne capítulos subordinados a um tema central, totalizando em 12 capítulos, distribuídos da seguinte forma (quadro 1).

BSCS: BIOLOGIA DAS MOLÉCULAS AO HOMEM	
PRIMEIRA UNIDADE: Biologia: Interação de fatos e ideias	Capítulo 1: Ciência como Investigação
	Capítulo 2: A variedade dos Seres Vivos
	Capítulo 3: Mecanismo da Evolução Dois pontos de vista em Conflito
	Capítulo 4: Origem dos Seres Vivos
SEGUNDA UNIDADE: A Evolução da Célula	Capítulo 5: Precursores da Vida
	Capítulo 6: Energia Química Para a Vida
	Capítulo 7: Moléculas Mestras
	Capítulo 8: O Código Genético
TERCEIRA UNIDADE: Os Organismos em Evolução	Capítulo 9: Luz, fonte de Energia Para a <u>Vida</u>
	Capítulo 10: A Célula Atual
	Capítulo 11: A Teoria Celular
	Capítulo 12: O Organismo Pluricelular

Quadro1: Estrutura Organizacional do livro ‘Biologia: das moléculas ao homem’ V. I. (BSCS - versão azul). Fonte: Autor, 2018

O conteúdo apresentado no decorrer do livro segue uma organização sequencial fundamentada na teoria da evolução. A obra trazia a evolução darwiniana para o ensino

secundário fixando os preceitos da evolução para exemplificar tanto o trabalho experimental quanto associar aos demais conteúdos. A temática evolução é abordada em vários momentos no livro, pois este anuncia que “[...] evolução não é um credo, mas, uma teoria científica que se desenvolveu baseada num conjunto de fatos e tem sido testada por mais de um século, diante de um acúmulo de conhecimentos cada vez maior” (BSCS, vol. I, p. 32). Nessa perspectiva, a obra utiliza-se dos preceitos da evolução para exemplificar e sustentar o uso dos laboratórios mediante as atividades práticas, introduzindo a ideia de uma Biologia unificada e fundamentada. Essa teoria aliada às descobertas da genética ressignificou o ensino das ciências, uma vez que a mesma passou a produzir dados matemáticos que podiam ser representados e interpretados, ou seja, a matematização das ciências bem como a teoria da evolução e as bases genéticas auxiliaram no preenchimento de várias lacunas no campo das Ciências Biológicas (MARANDINO; FERREIRA; SELLES, 2008; ROQUETTI, 2013).

Os conteúdos, no decorrer dos capítulos, estão organizados do micro para o macro, fazendo com que o aluno saia do abstrato para o concreto, por exemplo, o livro parte da temática referente à *Variedade dos Seres Vivos* (capítulo 2) até as suas relações ecológicas e o seu comportamento no âmbito global como é retratado na temática do capítulo 58 denominado de *Comunidades*. Como já supracitado anteriormente, o volume I do BSCS versão azul possui três unidades. **A primeira unidade** traz uma síntese do ensino investigativo relatando seus métodos e conceitos. Após a explanação sobre essa temática, é abordada a variedade dos seres vivos e como a evolução corroborou com as diversas descobertas referentes à origem da vida. A primeira unidade também explana a origem dos seres vivos expondo algumas hipóteses e teorias sobre a origem da vida na terra. **Na segunda unidade**, são trabalhadas questões referentes à evolução dos organismos unicelulares, expondo como organismos unicelulares evoluíram, relacionando essa temática à importância da descoberta do mecanismo de evolução. Além desses pressupostos, a unidade aborda alguns conceitos superficiais de bioquímica, explanando processos metabólicos de obtenção e utilização de energia. Ainda nesta unidade, são explanadas questões referentes à genética relacionando como o DNA está intimamente ligado à transmissão de características genéticas. **Na terceira unidade**, são abordadas temáticas referentes aos organismos complexos formados a partir do processo de evolução. São trabalhados também conteúdos referentes à fotossíntese, desenvolvimento da respiração e outros conceitos bioquímicos mais aprofundados como o ciclo do ácido cítrico. Ainda na terceira unidade são abordadas questões referentes à célula, a teoria celular e a origem de organismos pluricelulares.

O livro possui, no decorrer de seus capítulos, várias ilustrações. As imagens são acromáticas e estão integradas didaticamente no decorrer do texto, o que auxilia na compreensão e na exemplificação do conteúdo.

Na abertura de cada unidade, o livro apresenta um conjunto de ideias que introduzem e interligam os capítulos trabalhados no decorrer da abordagem. Uma unidade contempla vários temas. Em cada tema, o aluno estuda parte dos conceitos necessários para compreender a temática (Figura 08).



Figura 08: Representação da capa frontal que antecede cada unidade do livro do 'Biologia: das moléculas ao homem- volume I'. Fonte: BSCS, 1965.

Após a abertura das unidades, encontra-se um conjunto de capítulos correspondentes a mesma. No início do capítulo, são apresentados a ideia central do capítulo, bem como os

assuntos em pauta (figura 09). Cada capítulo é composto de diversas seções que abordam itens relacionados ao título do capítulo. Os capítulos compõem as unidades e refletem a organização do curso de Biologia sugerido pelos organizadores do novo curso.

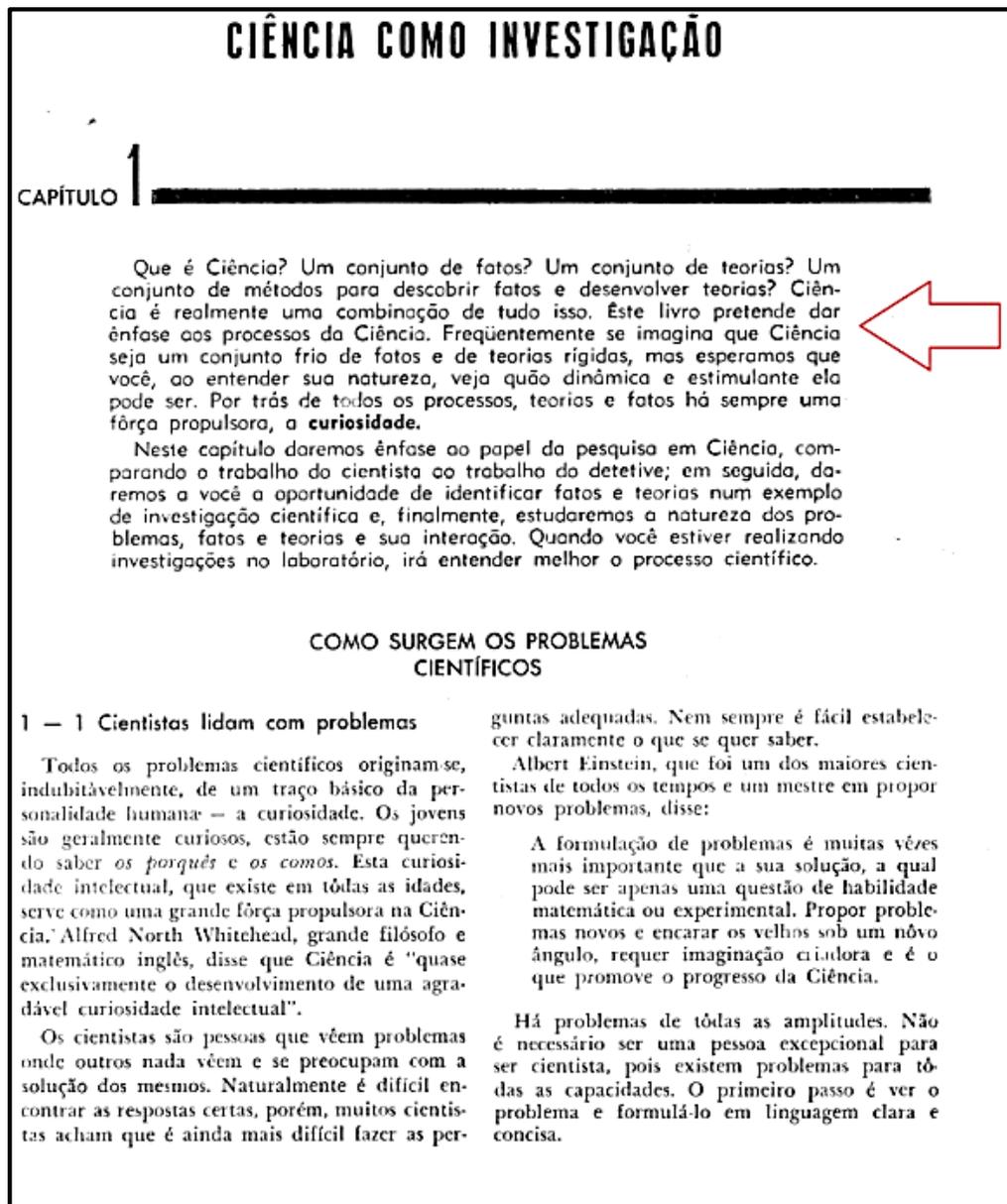


Figura 09: Em destaque a representação do prefácio que antecede a explanação do conteúdo em cada capítulo. Fonte: BSCS, 1965.

Em cada capítulo encontramos um conjunto de tópicos e subtópicos organizados de forma distinta, ou seja, cada capítulo possui uma variação em relação ao quantitativo tanto de tópicos centrais como de subtópicos específicos. Ao término de cada tópico, localiza-se um breve resumo que focaliza os conceitos principais abordados no tópico geral. Além do breve resumo, encontra-se também o “verifique o que aprendeu”. Esse item traz perguntas abertas

sobre a temática trabalhada no decorrer do tópico. Averiguamos que o “verifique o que aprendeu” traz um quantitativo diversificado de questões podendo variar de três à quinze questões. Ao analisar o material, percebemos que as respostas encontram-se de forma explícita no decorrer do texto (figura 10).

24 CIÊNCIA COMO INVESTIGAÇÃO

gredientes escolhidos ao acaso. Podemos chamar esse método de “tentativa-e-erro”, mas os cientistas preferem usar o termo empirismo. *Empirismo* baseia-se em observações do tipo tentativa-e-erro, sem usar hipóteses assentadas em fatos conhecidos. O conhecimento empírico se fundamenta, essencialmente, na observação direta.

Como você sabe, um dos grandes problemas científicos atuais é o da descoberta da causa e da cura do câncer. Um exemplo de experiência, tipo tentativa-e-erro, para resolver esse problema, poderia ser imaginado assim: colocam-se tecido canceroso e tecido normal num grupo de tubos de ensaio, com alimento adequado para sua manutenção. Suponha que se adicione uma série de substâncias, uma a uma, ao acaso, na esperança de que uma delas mate as células cancerosas sem afetar as normais. Este tipo de experiência só é usado, atualmente, em casos raros, quando os cientistas não dispõem de outros meios, pois, além de ser um processo lento, seu resultado é muito duvidoso.

1 — 10 Exemplo de problema sugerido por Einstein

Vamos usar um exemplo sugerido por Einstein para discutir alguns dos aspectos fundamentais da Ciência que já foram descritos. Ele faz distinção entre fatos e suposições quando diz:

...No nosso esforço para compreender a realidade, somos como um homem tentando entender o mecanismo de um relógio fechado. Ele vê o mostrador e os ponteiros, ouve o seu tique-taque, mas não tem meios para abrir a caixa. Se esse alguém for habilidoso poderá imaginar um mecanismo responsável pelo que observa, mas nunca poderá ficar completamente seguro de que sua explicação seja a única possível⁵.

Os fatos ou observações, nessa situação, são os seguintes: o mostrador, os ponteiros em movimento, os tique-taques. O mecanismo imaginado seria uma hipótese. Uma hipótese pode conter várias suposições. Nesse exemplo, como no caso dos atóis, pode haver várias hipóteses, com suposições diferentes. Note, contudo, que as hipóteses, mesmo quando bem aceitas, estão sujeitas a modificações. As suposições específicas não são fatos ou observações e, como Einstein lembra, um cientista “nunca pode ficar completamente seguro de que sua explicação seja a única possível para os fatos que ele observa”.

Falamos muito sobre observações, dados empíricos, suposições, hipóteses e teorias, mas isso é apenas o começo. Este livro mostrará como tudo o que se conhece, até hoje, no campo da Biologia, foi conseguido através de processos que se enquadram nas categorias acima mencionadas. Auxiliaremos você a tornar-se hábil em distinguir observações de suposições e esperamos que o laboratório lhe dê oportunidade para um verdadeiro trabalho de cientista. Queremos que você colete dados, formule suas próprias hipóteses e aprenda a estabelecer suposições. Através das experiências, você verá como os fatos interagem com as idéias no campo da Biologia.

...Os fatos científicos são observações que podem ser repetidas e verificadas e sobre as quais não se admitem controvérsias. A curiosidade é elemento vital na solução de problemas científicos. Uma apresentação clara e concisa dos problemas é essencial para o progresso da Ciência. As experiências controladas são importantes para testar hipóteses, ao passo que o empirismo, ou experiências tipo tentativa-e-erro, devem ser evitadas sempre que possível. A função de uma hipótese é explicar ou relacionar os fatos associados a um determinado problema, podendo, também, prever novas informações.

VERIFIQUE O QUE APRENDEU

1. Quais as duas principais funções de uma hipótese?
2. Por que é difícil explicar a elaboração de uma hipótese?
3. Qual a relação entre as hipóteses e as experiências?
4. Em que uma experiência controlada difere do método empírico?
5. Por que o empirismo é pouco recomendável para o trabalho do cientista?

SUMÁRIO

Ciência é um conjunto de informações obtidas a partir de fatos, um conjunto de hipóteses e de teorias, enfim, uma atividade que relaciona fatos e hipóteses.

Fatos que possam ser repetidos e observações que possam ser confirmadas são fundamentais para a Ciência. Fatos e um espírito curioso auxi-

Figura 10: Em destaque na figura representação da temática referente ao *Verifique o que aprendeu* no livro ‘Biologia: das moléculas ao homem - volume I’. Fonte: BSCS, 1965.

Ainda referente à estrutura organizacional do livro, podemos encontrar no término de cada capítulo um “sumário”. O mesmo se refere a um breve resumo do conteúdo explanado no capítulo, o sumário tem por finalidade unir os vários conceitos abordados no decorrer do capítulo (figura 11).

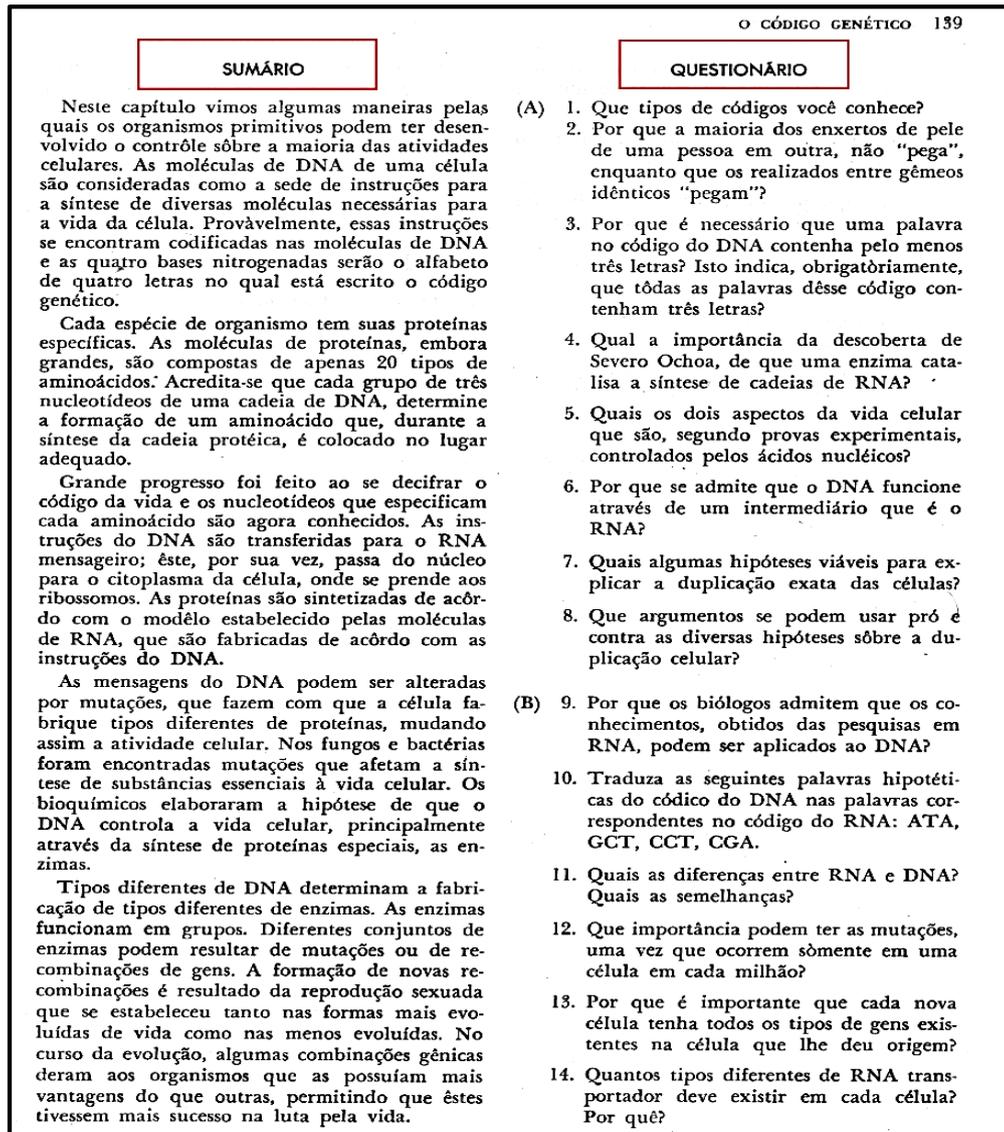


Figura 11: Em destaque na figura representação da temática referente ao *Sumário* e ao *Questionário* no livro ‘Biologia: das moléculas ao homem - volume I’. Fonte: BSCS, 1965.

Após o sumário, encontra-se o “Questionário”. Esse item se refere a um conjunto de questões tanto objetivas, quanto discursivas relacionadas a todo o conteúdo abordado no capítulo. Essa seção tem a finalidade de revisar e aplicar os conceitos estudados no decorrer do capítulo. No questionário, as perguntas são agrupadas segundo grau de dificuldade A, B e C. De acordo com o Guia do professor

[...] As questões do grupo A relacionam-se ao conteúdo; as do grupo B avaliam a capacidade de organizar esse conteúdo e as do grupo C desafiam a capacidade criadora dos melhores estudantes [...] (GUIA DO PROFESSOR, 1973, p. 10)

No fechamento de cada capítulo podemos encontrar algumas referências bibliográficas, exceto nos capítulos oito e doze. As obras utilizadas no decorrer da explanação

do conteúdo são intituladas de “Obras mencionadas” (figura 12). Além das obras mencionadas, o livro traz “leituras recomendadas”. Essa seção apresenta sugestões de leituras complementares, cujo intuito é aprofundar o conhecimento sobre a temática trabalhada. Essa seção é encontrada em todos os capítulos, exceto nos capítulos dois e onze (figura 12).

CIÊNCIA COMO INVESTIGAÇÃO 25

liam a formular problemas científicos. As hipóteses e teorias têm como função fornecer soluções lógicas para esses problemas. Uma hipótese só é frutífera se sugerir novas idéias e previsões que, por sua vez, possam ser testadas. Quando uma hipótese for testada, confirmada e aceita pode ser considerada uma teoria.

As experiências controladas são essenciais para verificação de hipóteses e para a descoberta de novos fatos. Uma experiência controlada implica na tentativa de conservar todas as condições constantes, exceto aquela cuja influência se quer verificar. A experiência por tentativa-e-erro (empirismo) é, geralmente, perda de tempo. A tentativa de explicar a origem dos atóis é um dos exemplos do tipo de trabalho de investigação que os cientistas têm que realizar e, por isso, foi usado por nós. Há muitas hipóteses para explicar a existência das ilhas de coral, mas nenhuma fornece explicação satisfatória. O problema permanece sem solução e como este há muitos outros em Ciência.

QUESTIONÁRIO

(A) 1. Como é formulada uma hipótese?
 2. Qual a pressuposição contida na teoria de Darwin sobre a origem dos atóis?
 3. Como foi ela testada?
 4. Por que um cientista deve ser, antes de tudo, um bom observador?
 5. Qual a diferença entre hipótese e teoria?
 6. Que é uma experiência controlada?

(B) 7. Que deve um cientista fazer depois de estabelecer uma hipótese?
 8. Qual a estrutura geral de uma hipótese? Dê um exemplo.

9. Quais as funções e finalidades das hipóteses? Exemplifique.
 10. Qual a importância das experiências controladas?
 11. É possível evitar-se completamente o empirismo? Explique.

(C) 12. Compare as três suposições contidas na teoria de Darwin sobre os atóis com as três existentes na hipótese das crateras. Quais foram as modificações introduzidas por ele?
 13. Quais as informações provenientes das perfurações feitas na Ilha de Eniwetok?
 14. Qual a hipótese atual sobre a existência dos atóis?

OBRAS MENCIONADAS

1 EINSTEIN, A. and I. INFELD: *The Evolution of Physics*. New York, Simon and Schuster, 1952, p. 95.
 2 *Ibid.*, p. 4.
 3 DARWIN, Charles. *The Voyage of the Beagle* (1840). New York, Harper and Brothers, 1959, p. 301.
 4 DARWIN, Charles. *The Autobiography of Charles Darwin*. New York, Dover Publications, 1958, p. 299.
 5 EINSTEIN, A. and I. INFELD. *Op. cit.*, p. 33.

LEITURAS RECOMENDADAS

CAJAL, S. Ramon y. *Regras e Conselhos sobre a Investigação Científica* (trad.). Ed. Zélio Valverde, Rio, 1942.
 HOEL, Paul G. *Estatística Elementar* (trad.). Ed. Fundo de Cultura, 1962.
 ROSTAND, Jean. *Fanáticos e Sábios* (trad.). Ed. Ibrasa, 1959.
 HOGBEN, Lancelot. *O Homem e a Ciência* (trad.). Ed. Globo, Fundo de Cultura Geral, 1952.
 WALD, George. “A Origem da Vida” — capítulo 1.º do livro *Física e Química da Vida (Scientific American)*. Ed. Ibrasa, 1961.

Figura 12: Em destaque na figura representação da temática referente às *Obras mencionadas* e às *Leituras Recomendadas* no livro ‘Biologia: das moléculas ao homem- volume I’. Fonte: BSCS, 1965.

Outro elemento encontrado no livro é o “tema biológico”. Os temas biológicos correspondem a um texto elucidativo que se ancoram na explicação sobre a importância de cada temática, além de inquietar e estimular o aluno em relação à temática abordada no tema biológico.

Os temas biológicos são temas que unificam as três versões do BSCS, uma vez que, “os temas centrais eram necessários para correlacionar fatos, conceitos e princípios nos diversos níveis de organização biológica e nas diversas subdisciplinas dessa ciência” (BSCS, VERSÃO AZUL - GUIA DO PROFESSOR, 1973, p. 103). Dessa forma, tanto a coleção

verde, quanto a coleção amarela e a azul possuíam esses temas em comum, visando ou contemplando um aspecto análogo em todas as coleções do BSCS, pois, o BSCS desenvolveu três cursos completos de biologia para o ensino secundário, tendo cada curso uma ênfase em determinada temática. A versão amarela destaca a genética, a versão verde a ecologia e a versão azul a bioquímica. As três versões possuem os seguintes temas biológicos: 1. Ciência como Investigação; 2. A História dos Conceitos Biológicos; 3. Mudanças dos Seres Vivos através do Tempo – Evolução; 4. Diversidade de Tipo e Unidade Padrão; 5. Continuidade Genética da Vida; 6. Relações Complementares do Organismo e do Meio; 7. Raízes Biológicas do Comportamento; 8. Relações Complementares da Estrutura e Função e 9. Regulação e Homeostase – Preservação da Vida face as Mudanças. Ao todo, as coleções apresentam nove temas biológicos.

No BSCS versão azul, volume I, podemos encontrar os temas biológicos dispostos de forma aleatória no final do livro. Encontramos três dos nove temas. São eles: 1. Ciência como Investigação; 2. A História dos Conceitos Biológicos; 3. Mudanças dos Seres Vivos através do Tempo – Evolução, os mesmos são encontrados respectivamente no final do capítulo oito, o segundo no final do capítulo nove e o terceiro no final do capítulo onze (figura 13).

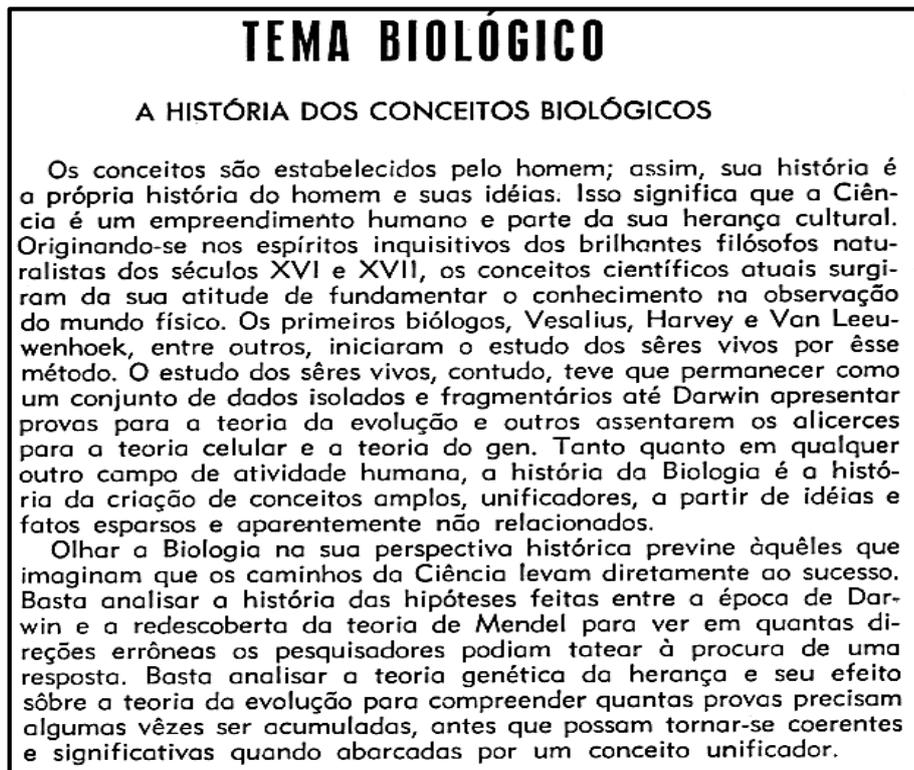


Figura 13: Na figura representação da temática referente aos *Temas Biológicos* no livro 'Biologia: das moléculas ao homem - volume I'. Fonte: BSCS, 1965.

No final do livro localiza-se o apêndice (figura 14) que compreende um conjunto de imagens e textos que complementam e ilustram alguns organismos de acordo com os reinos Protistas, Vegetais e Animais. O Apêndice, no final do livro, visa auxiliar o aluno na compreensão da organização taxonômica dos mesmos.

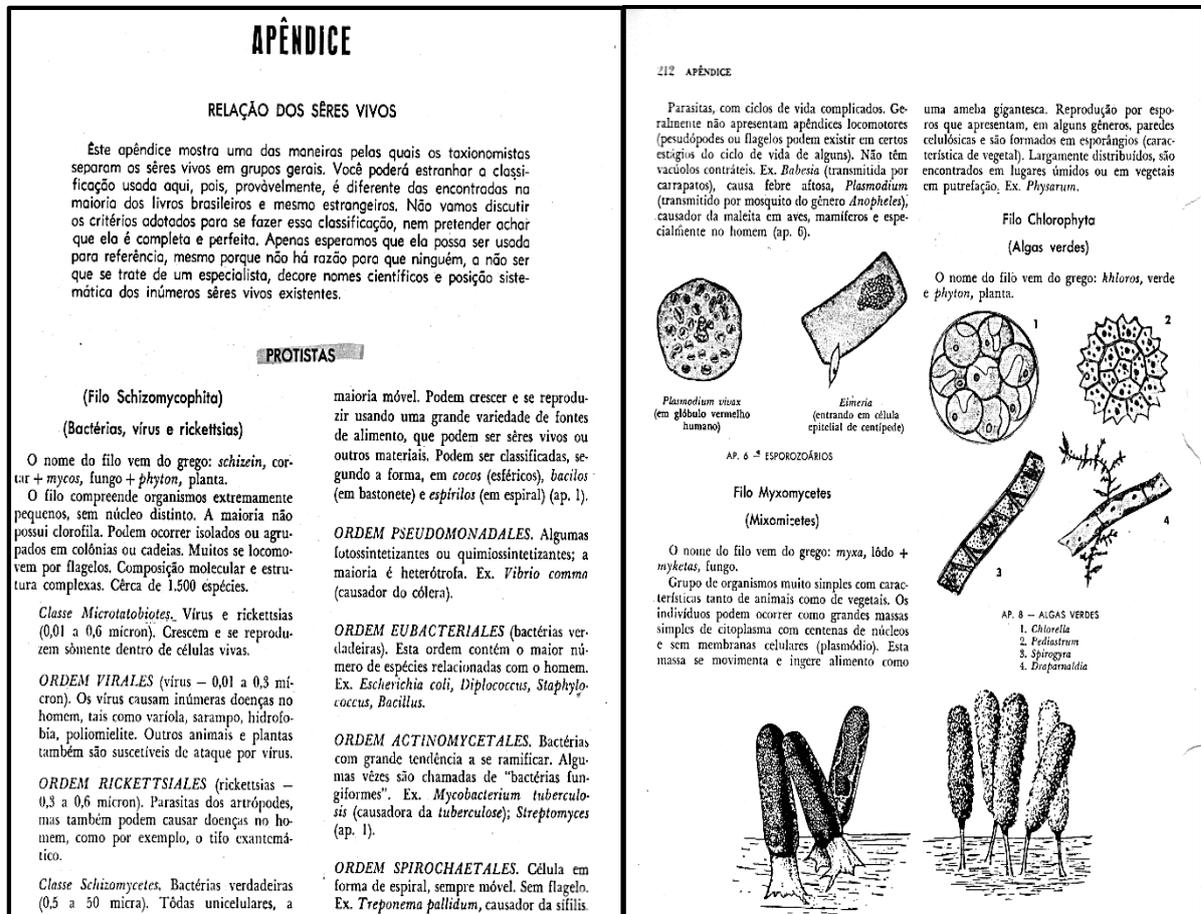


Figura 14: Na figura representação do Apêndice no livro 'Biologia: das moléculas ao homem-volume I'. Fonte: BSCS, 1965.

Após o apêndice, como último item do livro, encontramos o Guia do laboratório. Este traz um breve prefácio em sua primeira página, apresentando a importância e a finalidade do curso de laboratório. Em seguida, o guia do laboratório explana algumas regras para seu uso, bem como algumas recomendações para maior compreensão dos exercícios propostos para o decorrer da aula. Ele é composto por vinte e duas atividades, que o livro denomina de exercícios de laboratório (quadro 2).

EXERCÍCIOS DE LABORATÓRIO – VOLUME I

Número	Título da atividade
01	Medidas em Biologia
02	Observação qualitativa dos seres vivos
03	Uma experiência quantitativa controlada
04	A variedade dos seres vivos
05	Uso do microscópio composto
06	Organismos microscópicos num ambiente de laboratório
07	Variações em seres vivos
08	Seleção Natural
09	Fontes de bactérias
10	O pH de substâncias biológicas
11	Formação de coacervados
12	Síntese ao acaso
13	Atividade catalítica de diversas enzimas
14	Efeitos de diversos fatores na atividade enzimática
15	Atividades da membrana celular
16	Permeabilidade das células de lêvedo
17	Fermentação
18	Separação e exame dos pigmentos dos cloroplastos
19	Efeito de diversos fatores na velocidade da fotossíntese
20	Divisão celular
21	Comportamento de um mixomicete
22	Início da organização pluricelular

Quadro 2: Quadro elucidativo dos exercícios de laboratório contido no livro ‘Biologia: das moléculas ao homem - volume I’. Fonte: Autor, 2019.

Os exercícios de laboratório propostos pelo Guia de Laboratório são compostos pela seguinte estrutura: apresenta um título, logo em seguida algumas considerações em relação à atividade proposta. Apresenta a lista de materiais necessários, os procedimentos, ou seja, a metodologia de como desenvolver a atividade e por fim o exercício de laboratório traz um tópico denominado de discussão, contendo questões abertas para complementar o desenvolvimento da atividade, fazendo com que os alunos estabeleçam uma relação entre os exercícios e os conceitos apresentados (figura 15).

GUIA DE LABORATÓRIO 259

Discussão.

Usando o mesmo procedimento, tente responder às seguintes questões:

1. O pH da água das culturas feitas no Exercício 6 é o mesmo de dia e à noite? O pH é sempre o mesmo sejam quais forem os organismos presentes? Como explica?
2. Os organismos que se desenvolvem nos frascos do Exercício 9 causam alguma modificação no pH dos frascos? Por quê?
3. Que acontece a uma solução básica, se bó-lhas de gás carbônico são nela introduzidas?
4. Há variação no pH da urina de diversos indivíduos?

Exercício 11

FORMAÇÃO DE COACERVADOS

Sob determinadas condições, proteínas, carboidratos e outras substâncias em solução podem formar partículas organizadas, denominadas coacervados. A formação de tais coacervados é uma das etapas importantes da hipótese sobre a origem da vida.

Neste exercício você pode produzir coacervados e estudar as condições sob as quais eles se formam.

Material

gelatina em água destilada (1%)
goma-arábica pura em água destilada (1%)
ácido clorídrico (9,3 ml de HCl concentrado em 1 litro da solução)
pipetas
conta-gotas
papel para teste de pH
tubos de ensaio com rôlhas de cortiça
lâminas e lamínulas
microscópio

Procedimento

Misture, em um tubo de ensaio, 5 ml da mistura de gelatina e 3 ml da mistura de goma-arábica (gelatina é uma proteína; goma-arábica é um carboidrato).

Coloque, em uma lâmina, uma gota da mistura. Meça o seu pH, colocando no bordo da gota uma tira de papel indicador. Compare a cor tomada pelo papel com as colorações da tabela padrão e anote o pH. Observe, em seguida, a gota ao microscópio com a objetiva de menor poder.

Cuidadosamente, acrescente ao tubo de ensaio o ácido, gota a gota. Após a adição de cada gota de ácido, misture bem, invertendo o tubo e es-

pere alguns segundos para ver se a mistura se torna turva. Enquanto o líquido permanecer límpido, continue acrescentando ácido, gota a gota, até a mistura se turvar.

Quando isto acontecer, faça nova leitura do pH e observe outra gota da mistura ao microscópio, para verificar se houve formação de coacervados. Se você não conseguir ver gotículas organizadas, semelhante ao que indica a figura do seu livro de texto, experimente ajustar a iluminação do microscópio e usar objetiva de maior aumento. Anote suas observações e faça esquemas das gotículas de coacervados. Se não for possível observá-las, repita a experiência, porque você deve ter acrescentado ácido muito rapidamente.

Quando você tiver terminado suas observações, acrescente mais ácido ao tubo de ensaio, uma gota de cada vez, até a mistura se tornar límpida novamente e examine, então, uma gota ao microscópio e meça outra vez o pH.

Discussão

1. Como podemos comparar os materiais utilizados para preparar coacervados aos que devem ter existido nos oceanos primitivos?
2. Em que faixa de pH se formam gotículas de coacervados?
3. Quando se acrescentou mais ácido clorídrico à mistura, os coacervados desapareceram. Que poderia você adicionar ao tubo de ensaio para que eles reaparecessem?
4. Como se podem tornar as gotículas dos coacervados mais visíveis?
5. Foi verificado que coacervados semelhantes aos formados neste exercício são capazes de transformar amido em açúcar. Como este fato pode ser usado como esteio da hipótese heterotrófica?

Figura 15: Em destaque na figura, a representação dos exercícios de laboratório contidos no livro 'Biologia: das moléculas ao homem - volume I'. Fonte: BSCS, 1965.

Ao término do livro, como elemento pós-textual, a obra referência os autores que colaboraram para a elaboração do livro, ao todo foram cento e sete colaboradores, dentre eles temos Myriam Krasilchik e Osvaldo Frota Pessoa, como representantes do Brasil na construção dessa obra. Além dos autores, esta faz menção aos ilustradores totalizando cerca de vinte nomes.

3.3.1.2 Descrição do BSCS – ‘Biologia: das moléculas ao homem’ - Versão Azul – Volume II

No Brasil, a primeira edição do BSCS versão azul (Parte II) foi lançada pela Editora EDART (Livraria editora LTDA.). A parte II do livro, organizado pela Biological Sciences Curriculum Study, foi publicada dois anos após o primeiro volume da obra, em 1967. A obra foi traduzida e adaptada pelas professoras Myriam Krasilchik e Norma Maria Cleffi em parceria com o IBCEC, sob a direção de Isaias Raw.

A parte II do livro Biologia: das moléculas ao homem (BSCS- versão azul), conserva a mesma estrutura pré-textual contida no BSCS- versão azul – parte I, onde no início do livro a obra apresenta uma breve introdução caracterizando o contexto de surgimento da obra. Em seguida, são apresentados o prefácio e algumas considerações ao estudante, conforme já relatado na descrição da parte I do presente trabalho desta obra.

Após os elementos pré-textuais, o livro apresenta o Índice Geral, elemento que apresenta a localização dos conteúdos, dos capítulos e de seus respectivos tópicos e subtópicos.

O volume II da coleção BSCS versão azul é composto por cinco unidades. Cada unidade reúne capítulos subordinados a um tema central, totalizando em 18 capítulos, distribuídos da seguinte forma (quadro 3).

BSCS: BIOLOGIA DAS MOLÉCULAS AO HOMEM	
QUARTA UNIDADE: Indivíduos Pluricelulares	Capítulo 13: Reprodução
	Capítulo 14: Desenvolvimento
QUINTA UNIDADE: Continuidade Genética	Capítulo 15: Tipos de herança
	Capítulo 16: Genes e cromossomos
	Capítulo 17: A origem de novas espécies
	Capítulo 18: A espécie Humana
SEXTA UNIDADE: Utilização de Energia pelos organismos pluricelulares	Capítulo 19: Sistemas Fotossintetizadores
	Capítulo 20: Sistemas de Transportes
	Capítulo 21: Sistemas Respiratórios
	Capítulo 22: Sistemas Digestivos
	Capítulo 23: Sistemas Excretorios
	Capítulo 24: Sistemas Reguladores

SÉTIMA UNIDADE: Organismos pluricelulares – Sistemas integradores	Capítulo 25: Sistema Nervoso
	Capítulo 26: Esqueletos e Sistemas Musculares
	Capítulo 27: Comportamento
OITAVA UNIDADE: Níveis de organização mais Elevados	Capítulo 28: Populações
	Capítulo 29: Sociedades
	Capítulo 30: Comunidades

Quadro 3: Estrutura organizacional do livro ‘Biologia: das moléculas ao homem’ V. II (BSCS - Versão azul). Fonte: Autor, 2019.

O conteúdo apresentando na parte II do BSCS segue uma linearidade em relação à primeira parte. Como o livro é uma continuidade, o mesmo também segue os preceitos do micro para o macro fundamentos na teoria da evolução.

Como já supracitado, o BSCS (versão azul – parte II) é composto por cinco unidades. **A quarta unidade** inicia o seu conteúdo com a temática dos indivíduos pluricelulares. Nessa unidade, são abordados dois assuntos: reprodução e desenvolvimento. Na temática reprodução, o livro retrata o controle hormonal e a sua relação com o sistema reprodutor. Além disso, a temática aborda tanto sobre reprodução sexuada, mostrando como se dá o desenvolvimento dos gametas, quanto sobre a reprodução assexuada, como é o caso de algumas espécies. São explanadas questões como ciclo reprodutivo, bem como algumas características essenciais para reprodução. A obra nesta unidade também discute alguns preceitos sobre as fases do desenvolvimento tanto no reino animal quanto no reino vegetal. **Na quinta unidade**, o livro aborda a continuação da temática genética, relatando a importância da mesma para produzir variações nas espécies que é um dos fatores primordiais para a seleção natural e a evolução das espécies. Nessa unidade, serão trabalhados conteúdos referentes às leis de Mendel, às novas descobertas sobre cromossomos, à origem de novos seres vivos, ou seja, como as teorias de Mendel, ligadas às disjunções cromossômicas, isto é, heranças recebidas pela influência no desenvolvimento de novas espécies. Além das temáticas explicitadas anteriormente, o livro também traz um capítulo sobre a espécie humana baseado nos preceitos da evolução, contextualizando a evolução, o desenvolvimento da espécie humana e a genética de populações. **Na sexta unidade**, a temática central é a anatomia e a fisiologia tanto do reino animal, quanto do reino vegetal. São abordados assuntos relacionados à obtenção de energia, seja por seres autótrofos, seja por heterotróficos. Esta unidade explica tanto os processos de captação de energia quanto os processos de distribuição e utilização

dessa energia. **Na sétima unidade**, são abordados os sistemas mais complexos, explanando tanto a sua composição, quanto a sua função, uma vez que esses sistemas mais complexos interferem diretamente em todo o funcionamento do organismo. Nesta unidade, assim como na anterior, o reino animal e o reino vegetal são vistos de forma interligada. **A oitava unidade** aborda os organismos em relação com o meio em que vivem. Explana conceitos e funcionamento de populações, sociedades e comunidades. Esta unidade é o último conteúdo trabalhado nessa coleção. Como podemos perceber, a mesma segue uma linearidade em relação à complexidade dos conteúdos, onde são abordados desde a origem das células até o funcionamento dos organismos e a sua relação com o meio ambiente.

O livro possui, no decorrer de seus capítulos, várias ilustrações, figuras e gráficos apresentados de forma interligada aos conteúdos que, de certa forma, facilitam a compreensão e a exemplificação do assunto abordado.

O segundo volume da coleção de livros produzidos pela equipe do BSCS passou por algumas modificações na sua estrutura organizacional referente aos exercícios de laboratório. Na parte I, os exercícios de laboratório são apresentados no final do livro, numa seção denominada de Guia de Laboratório, que contém vinte e dois exercícios de laboratório. Já na parte II, o livro não traz uma Guia de laboratório, uma vez que os exercícios de laboratório estão diluídos no decorrer da obra e não mais unificados em uma única seção. Essa modificação se deu pelo fato de que os exercícios diluídos no decorrer dos capítulos facilitavam a execução do mesmo, uma vez que o professor via a atividade como parte integrante do capítulo e não mais como uma atividade complementar, pois, a integração entre o texto e os exercícios de laboratório auxiliava na disseminação da cultura do uso do laboratório.

Dessa forma, a parte II do BSCS (versão azul) conta com trinta e seis exercícios de laboratório dispostos no final dos capítulos (Quadro 4).

EXERCÍCIOS DE LABORATÓRIO – VOLUME II

Número	Título da atividade
23	Regeneração em planárias
24	Regeneração em vegetais
25	Reprodução em angiospermas
26	Desenvolvimento de embrião de galinha
27	Curvas de crescimento
28	Padrões de crescimento em vegetais

29	Herança e meio
30	Técnica para a captura de drosófilas
31	Cruzamento entre duas linhagens de drosófilas
32	Um estudo de genética em população humana
33	Adaptações da estrutura da folha à fotossíntese
34	Estômatos e fotossíntese
35	Variação do número de cloroplastos por célula
36	Absorção de água e transporte de material nas plantas
37	Transporte em vegetais
38	Circulação capilar
39	Propriedades do sangue humano
40	Estudo de um coração de mamífero
41	Efeitos de diversas variáveis na velocidade dos batimentos cardíacos de uma <i>Daphnia</i>
42	Comparação do metabolismo de dois animais
43	Medindo a produção de bióxido de carbono em animais
44	Digestão de gorduras
45	Determinação de nutrientes orgânicos
46	O túbulo renal
47	Regulação de crescimento das plantas
48	Regulação e crescimento e diferenciação
49	Efeitos dos hormônios reprodutores nas características sexuais secundárias
50	O olho
51	Receptores químicos
52	Regulação de músculos lisos e cardíacos
53	Fadiga muscular
54	Comportamento
55	Estudo de uma comunidade existente em bromélia
56	Estudo de uma comunidade terrestre
57	Estudo de uma comunidade natural de água doce
58	Estudo de uma comunidade marinha

Quadro 4: Quadro elucidativo dos exercícios de laboratório contido no livro 'Biologia: das moléculas ao homem - volume II. Fonte: Autor, 2018.

Observa-se que os exercícios de laboratório estão dispostos de forma diversificada em cada capítulo, em que alguns possuem um quantitativo maior de atividades experimentais, enquanto outros, como dezesseis, dezessete, vinte e oito e vinte e nove não possuem exercícios de laboratório. A estrutura referente à organização dos elementos dos exercícios de laboratório como material, procedimentos, discussão seguem o padrão dos exercícios de laboratório propostos na parte I desta coleção (figura 16-A, 16-B).

Exercício — 35

VARIAÇÃO DO NÚMERO DE CLOROPLASTOS POR CÉLULA

Uma planta que cresça exposta à luz intensa tem uma "organização" diferente de uma planta que cresça na sombra. Na realidade, há diversas adaptações que permitem às plantas realizar suas atividades num determinado ambiente. Por exemplo, as células clorofiladas podem variar em vários aspectos: número de cloroplastos por célula, tamanho ou forma dos cloroplastos, quantidade de clorofila em cada cloroplasto. (Neste exercício você determinará se há diferenças significativas no número de cloroplastos por célula em dois tipos de plantas.) Escolha para esse estudo folhas de duas espécies que tenham cloroplastos facilmente visíveis, como musgos e elódea, por exemplo. Você pode comparar duas espécies de musgos, uma que se desenvolva em lugar bem sombrio e outra que cresça em lugar batido pelo sol. Pode também comparar uma espécie de musgo que viva na sombra, com uma elódea que esteja se desenvolvendo em luz brilhante.

Uma vez que o número de cloroplastos por célula varia mesmo nas células de uma folha, você não pode limitar-se a analisar apenas uma célula de cada planta. Se fizer isso, não poderá saber se as variações encontradas são características da planta e devidas apenas ao acaso. Conte o número de cloroplastos de cinco ou dez células de cada planta, determine o número médio para cada uma e compare esses resultados. Contudo, mesmo este procedimento pode levar a conclusões duvidosas. Somente uma análise estatística pode dar o grau de precisão necessária para você aceitar ou rejeitar os resultados. Aplique o teste do *x-quadrado*, neste problema para determinar se as diferenças observadas são significativas ou não.

Material

folhas
microscópio
lâminas e lamínulas

Procedimento

Coloque uma folha de musgo em uma lâmina com uma gota de água e cubra com uma lamínula. Examine ao microscópio com a objetiva de maior aumento.

Escolha uma célula e conte o número de cloroplastos existentes. Focalize cuidadosamente para uma contagem mais exata, lembrando que os cloroplastos estão distribuídos em todo o citoplasma e que ao microscópio só se focaliza um plano. Anote o número encontrado, escolha uma segunda célula e repita a contagem. Conte os cloroplastos de 10 células.

Faça uma preparação com uma folha de outra planta e conte os cloroplastos do mesmo número de células.

Para determinar o valor do X-quadrado, calcule o número total de cloroplastos nas 10 células de cada planta. Para aplicar o teste, suponha que não há diferença real entre as plantas e qualquer variação resulte apenas do acaso. Você pode então calcular o número de cloroplastos por célula em ambas as plantas, considerando a média de cloroplastos nas 20 células. Teoricamente, o número de cloroplastos esperado em 10 células de cada planta será 10 vezes a média obtida.

Por exemplo, suponha que 10 células de um musgo contenham um total de 184 cloroplastos e 10 células de uma elódea contenham 236 cloroplastos. A média por célula é $(184 + 236) \div 20 = 21$. O número esperado para 10 células do musgo ou para 10 células de elódea seria 210. Mas, na realidade, o musgo tem apenas 184 cloroplastos, 26 menos do que o total esperado e a elódea tem 26 a mais. Portanto:

$$x^2 = \frac{(184 - 210)^2}{210} + \frac{(236 - 210)^2}{210} = \frac{676}{210} + \frac{676}{210} = \frac{1352}{210} = 6,44$$

Figura 16-A: Representação dos exercícios de laboratório contidos no livro 'Biologia: das moléculas ao homem - volume II'. Fonte: BSCS, 1967.

Há duas classes neste teste. De acordo com a tabela de x-quadrado, você pode esperar uma diferença devida ao acaso um pouco maior do que 1%. É claro, portanto, concluir que a hipótese feita não é válida e as duas plantas são, de fato, diferentes. Lembre-se que demos um exemplo imaginário. As células das suas plantas devem ter cloroplastos em número muito diferente dos que usamos. Aplique o teste do x-quadrado nos resultados que você obteve.

Discussão

1. Que valor você determinou para o x-quadrado?
2. Quantas vezes esse valor seria devido ao acaso?

3. Você acha que há diferenças significativas entre os números de cloroplastos por células nas folhas que observou?

LEITURAS RECOMENDADAS

- 1 VAN HELMONT, J. "By Experiment, that all Vegetable Matter is Totally and Materially of Water Alone", em *Great Experiments in Biology*, ed. M. Gabriel and S. Fogel, N. York, Prentice-Hall, Inc., 1955, p. 155.
- 2 ARNON, D.I. "Changing Concepts in Photosynthesis", *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 88, 4. 1961, p. 20.
- 3 PRIESTLEY, J.B. "Observations on Different Kinds of Air" (citado em Case 5 - "Plants and the Atmosphere"). *Harvard Case Histories in Experimental Science* (ed.) L. K. Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1952, p. 37.
- 4 ENGELMANN, T. W. "On the Production of Oxygen by Plant Cells in a Microspectrum", in *Great Experiments in Biology*, *op. cit.*, p. 166.
- 5 *Ibid.*, p. 167.

Figura 16-B: Representação dos exercícios de laboratório contidos no livro 'Biologia: das moléculas ao homem - volume II' (continuação). Fonte: BSCS, 1967.

Com relação ao corpo principal da obra, o livro possui a mesma estrutura organizacional que o BSCS (versão-azul parte I). Ou seja, o livro apresenta um breve texto introdutório na abertura de cada unidade. Com relação aos capítulos, a sua organização contém os mesmos elementos que foram apresentados nos capítulos referentes ao BSCS (versão-azul parte I), são eles: abertura do capítulo, conjunto de seções contendo tópicos e subtópicos referentes à temática central abordada, verifique o que aprendeu, sumário e o questionário.

A parte II traz "Leituras recomendadas" no final de todos os capítulos da obra. Diferentemente da parte I, na qual as leituras recomendadas encontram-se após as obras mencionadas, na parte II as leituras recomendadas encontram-se no final dos exercícios de laboratório. Outro aspecto citado no livro, é o chamado "Obras mencionadas" no decorrer do capítulo, que nesta segunda parte só encontramos esse tópico nos capítulos dezoito, vinte e um, vinte e dois, vinte e quatro, vinte e oito e vinte e nove.

No BSCS versão azul, parte II, também encontramos os temas biológicos tópico já explanado anteriormente. Os temas biológicos nessa versão estão dispostos de forma aleatória no decorrer do livro. Na parte II, localizam-se seis dos nove temas biológicos, são eles: 4. Diversidade de tipo e unidade padrão; 5. Continuidade genética da vida; 6. Relações complementares do organismo e do meio; 7. Raízes biológicas do comportamento; 8. Relações complementares da estrutura e função; 9. Regulação e homeostase - Preservação da vida face às mudanças. Os temas biológicos estão ordenados respectivamente da seguinte

forma, no final dos capítulos quinze, dezesseis, dezenove, vinte e seis, vinte e oito e vinte e nove.

Por conseguinte, nesta seção elucidamos como o livro *Biologia: das moléculas ao homem*, produzido pela equipe do *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS) é composto em relação a sua estrutura organizacional. Nas próximas seções nos deteremos a discutir sobre livro didático e currículo.

4 BIOLOGICAL SCIENCES CURRICULUM STUDY (BSCS): LIVRO DIDÁTICO OU CURRÍCULO?

Nesse capítulo, apresentaremos brevemente algumas considerações sobre o currículo, uma vez que, temos por objeto de estudo o *Biological Sciences Curriculum Study*, doravante BSCS. Considerando que lidaremos com material, cujo nome enuncia, tratar-se de um *curriculum*, faz-se pertinente entendermos o que é e analisar se o BSCS efetivamente o é. Ou é um livro cujo título traz o termo *curriculum*. Nessa perspectiva, o presente capítulo está subdividido em quatro seções. Na primeira seção, caracterizamos a concepção de currículo abordada nessa pesquisa. Na segunda, apresentamos alguns conceitos fundamentais que norteiam a nossa análise curricular, na perspectiva de Ivor Goodson. Na terceira, elucidamos a unificação das Ciências Biológicas e a sua importância na estruturação do BSCS o que conseqüentemente a influenciou a estrutura curricular do ensino da Biologia. Na última, abordamos sobre a compreensão do BSCS como um Livro Didático.

4.1 CONCEITUANDO O CURRÍCULO: DE QUE CURRÍCULO ESTAMOS FALANDO?

O currículo como objeto de estudo surgiu pela primeira vez nos Estados Unidos, por volta de 1920, na perspectiva de gerenciar a educação, uma vez que a demanda escolar foi ampliada (SILVA, 2017). É visto com o propósito de organizar de forma simples e lógica o processo educacional. As condições nas quais o contexto sociopolítico estadunidense vinha galgando permitiu que o campo do currículo ganhasse força como um campo profissional especializado, ou seja, por meio do currículo pretendia-se delimitar os objetivos da educação, que oscilava entre proporcionar uma educação geral ou formar um trabalhador especializado. Dessa forma, algumas condições vivenciadas no contexto estadunidense no início do século XX influenciaram para que houvesse a construção de um currículo como objeto de estudo. Silva (2017) cita as condições em que o currículo estadunidense foi pré-estabelecido:

[...] a formação e uma burocracia estatal encarregada dos negócios ligados à em que educação; o estabelecimento da educação como um objeto próprio de estudo científico; a extensão da educação escolarizada em níveis cada vez, mais altos a segmentos cada vez, maiores da população; as preocupações com a manutenção de uma identidade nacional, como resultado das sucessivas ondas de imigração; processo de crescente industrialização e urbanização (SILVA, 2017, p.22).

Sendo assim, diante dos acontecimentos e fatos ocorridos, passou-se a delimitar os objetivos que deveriam ser estabelecidos pelo sistema educacional, objetivos que iriam estabelecer as habilidades necessárias para a formação do sujeito profissional na fase adulta.

Ao analisarmos a palavra currículo etimologicamente, a mesma deriva de *curriculum*, que vem da palavra latina *scurrere*, que significa correr, caminho (SACRISTAN, 2013). Considerando o termo currículo no contexto escolar, a luz da etimologia, o termo currículo pode ser entendido como a prescrição do caminho a ser percorrido, no que diz respeito às ações a serem desenvolvidas em sala de aula. Conceituar o termo currículo é uma tarefa árdua, pois reúne muitas perspectivas (AZEVEDO, 2015).

O currículo é sempre o resultado de uma seleção: de um universo mais amplo de conhecimentos e saberes, onde, seleciona-se aquela parte que vai constituir, precisamente, o currículo. [...] As teorias do currículo, tendo decidido quais conhecimentos devem ser selecionados, buscam justificar por que “esses conhecimentos” e não “aqueles” devem ser selecionados [...]. Um currículo busca precisamente modificar as pessoas que vão “seguir” aquele currículo [...] (SILVA, 2017, p. 15-16).

O currículo está presente no cotidiano escolar, exercendo influência sobre o que e como ensinar. Ao mesmo tempo, o currículo recebe também influência do sujeito e do contexto no qual está inserido (LOPES; MACEDO, 2011).

Os termos educação, reforma e currículo estão intrinsecamente ligados ao longo da história educacional do Brasil, pois quando ocorre mudanças em um dos termos, os demais segmentos são alterados (GESSER, 2002). “Considerando que esses aspectos educacionais parecem ser filosóficos ou pedagógicos por natureza, a maioria das reformas educacionais e curriculares são, por natureza, reformas políticas” (GESSER, 2002, p.70). Daí, entendemos que a estrutura curricular brasileira passou por várias alterações ao longo dos anos, as quais estão relacionadas às reformas políticas educacionais que aconteceram. Fenômenos como a industrialização, o desenvolvimento tecnológico e científico, a urbanização, provocaram transformações sociais e, conseqüentemente, modificações no currículo escolar (KRASILCHIK, 1988).

Nessa vertente, compreendemos que o currículo possui diversas dimensões que vão desde perspectivas técnicas e prescritivas; até perspectivas relacionadas ao caráter crítico e utilitário. Geralmente, ele vem sendo estudado a partir de duas tendências. A primeira refere-se ao currículo enquanto prescrição formal/institucionalizada, na qual é visto como um conjunto de normas e regras a serem seguidas, determinando o que vai ser ensinado. Na segunda vertente, surge em uma perspectiva crítica, estabelecendo uma questão de poder,

interrogando os motivos pelos quais determinados conteúdos devem ser estudados, incorporado a um campo social e político, onde o mesmo reflete esse contexto (SILVA, 2017). Nesse caso, entende-se o currículo como muito mais que um conjunto de regras e normas a serem seguidos. Ele reflete a conjuntura social, política e econômica do contexto ao qual está inserido, não é um objeto neutro, pois “a seleção que constitui o currículo é o resultado de um processo que reflete os interesses particulares das classes e grupos dominantes” (SILVA, 2017, p. 46), uma vez que, tanto o currículo, quanto a escola são importantes instrumentos de controle social. Ainda considerando o currículo, sob perspectiva crítica, para além do reflexo da conjuntura, há também o aspecto individual: o currículo é posto em ação por diferentes profissionais que o adapta de acordo com sua formação, valores, expectativas, motivação, etc.

4.2 TECENDO CONCEITOS FUNDAMENTAIS

4.2.1 A construção social do currículo na perspectiva de Ivor Goodson

Entendemos que o Brasil é um país de vasta dimensão territorial, com grandes contrastes econômicos e especificidades culturais. Por conseguinte, é esperada a possibilidade de adaptações na vivência do currículo oficialmente prescrito. Seguindo tal raciocínio, ao estudar currículo é preciso analisá-lo considerando-o essa multiplicidade de fatores que o constitui. Ivor Goodson (1995) propõe uma teoria, a qual o entende como construção social. Tal proposição vem ao encontro da compreensão que temos sobre currículo, por isso o adotamos como referencial teórico.

Para Goodson (1995, p.27), “a elaboração de currículo pode ser considerada um processo pelo qual se inventa tradição”, sob esse olhar o currículo tanto é uma proposição institucional, ligada à proposição política, quanto uma construção social. Com o currículo tanto se delimita um espaço no qual os principais conhecimentos eleitos se corporificam em disciplinas escolares, quanto se assume que ele é ajustado por quem o põe na prática:

Ao analisar o aspecto delimitador do currículo em relação às disciplinas escolares Lopes e Macedo (2011, p. 107), afirmam que a disciplina escolar se caracteriza por ser “conteúdo a ser ensinado na escola, também denominado conhecimento ou matéria escolar, pode ser organizado para fins de ensino de diferentes maneiras”. Dessa maneira, entendemos que a disciplina escolar é aspecto dominante no currículo, pois, a organização disciplinar:

[...] traduz conhecimentos que são entendidos como legítimos de serem ensinados às gerações mais novas; organizam as atividades, o tempo e o espaço no trabalho escolar; forma como professores diversos ensinam, em sucessivos anos, a milhares de alunos. A organização disciplinar também

define princípios para a formação de professores, para os exames, dentro e fora da escola, constitui métodos de ensino e orienta como os certificados e diplomas são emitidos (LOPES; MACEDO, 2011, p. 108).

A disciplina escolar tanto é composta pelo que é oficialmente prescrito pela instituição de ensino, quanto é parte integradora da construção social do currículo, haja vista que a instituição prescreve os conteúdos a serem ensinados e na prática, o professor delimita o conhecimento abordado no contexto escolar.

Segundo Goodson (1995, p.120) as disciplinas escolares ou matérias:

(1º) ...não constituem entidades monolíticas, mas, amálgamas mutáveis de subgrupos e tradições; (2º) [...]o processo de se tornar uma matéria escolar caracteriza a evolução da comunidade, que passa de uma comunidade que promove objetivos acadêmicos e utilitários para uma comunidade que define a matéria como uma disciplina acadêmica [...]; (3º) O debate em torno do currículo pode ser interpretado em termos de conflito entre matérias em relação a status, recursos e territórios (GOODSON, 1995, p.120).

As disciplinas não se constituem como entidades rígidas e homogêneas, mas como combinações mutáveis (que sofrem/ podem sofrer mudanças) e essas mudanças são geradas por grupos com culturas e ideias distintas.

De acordo com Goodson (1995), tanto as disciplinas, quanto a estrutura curricular estão ligados ao contexto social, político e econômico, nos quais o sujeito está inserido. Goodson (1995) identificou esses fatos ao investigar o currículo das escolas públicas inglesas, a *Grammar Schoolse* as escolas elementares destinadas à classe média alta e à classe mais baixa, respectivamente. Goodson (1995) analisou que o currículo destinado para a classe alta tinha o objetivo de preparar para a vida acadêmica, enquanto aquele destinado à classe mais baixa destinava-se a preparação para o exercício profissional. Nesse contexto, o autor diferencia a tradição curricular acadêmica pautado nas disciplinas tradicionais, com o intuito de preparar o sujeito para os exames e a vida profissional, e a tradição curricular utilitária, cujo intuito maior é o conhecimento prático.

Goodson (1995) concluiu que no contexto escolar inglês as tradições curriculares acadêmicas possuem um maior *status quo* com relação à tradição curricular utilitária. Na concepção de Goodson (1995), as tradições curriculares acadêmicas estão voltadas para a obtenção do conhecimento, enquanto a tradição curricular vocacional está direcionada para a prática do que esse conhecimento pode gerar.

Na perspectiva de Goodson (1995), o currículo é constituído como um campo de poder, porque há uma formatação do currículo em direcionamento para a formação de indivíduos que ocuparão espaços dentro de uma estrutura social. O currículo escolar estaria

preparando alguns indivíduos para exercerem atividades com características predominantemente intelectuais, enquanto outros estariam em escolas, cujos currículos os preparariam para atividades mais práticas, de esforço físico.

Assim, “questões curriculares estão diretamente relacionadas ao processo de transformar os saberes legitimados socialmente em matéria escolar [...] e esses saberes legitimados socialmente tendem a ser associados ao conhecimento disciplinar acadêmico” (LOPES; MACEDO, 2011, p. 94).

O currículo abrange diversas áreas do contexto escolar, e se constitui por meio da junção de várias áreas fragmentadas, tais como: normas, ementas, atividades, planos de aula e disciplinas. Dentre essas especificidades que o currículo aborda, serão destacadas as disciplinas escolares. As disciplinas escolares devem ser compreendidas de forma abrangente, pois sofre influências do currículo e, consecutivamente, do meio social, econômico e político.

4.3 A UNIFICAÇÃO DAS CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, A DISCIPLINA ESCOLAR BIOLOGIA E O BSCS

O ensino da Biologia passou por diversas modificações ao longo dos tempos, sua estrutura, no que diz respeito à carga horária, à nomenclatura e aos seus aspectos metodológicos. Essas variações ocorreram conforme a época e a vigência legislativa. De acordo com Krasilchik (1972), o ensino de Biologia no Brasil sofreu influência tanto do ensino europeu quanto da própria evolução da ciência.

Até meados do século XX, não havia a disciplina escolar denominada de Biologia. Os conteúdos biológicos eram ensinados de forma isolada, em que cada temática abordava o conteúdo de forma distinta (LIMA, 2015). Dessa forma, compreendemos que no início da década de 1950, não havia a disciplina escolar Biologia constituída como conhecemos nos dias atuais. Inicialmente, o ensino de Biologia era centrado na classificação, fazendo parte da disciplina escolar denominada História Natural e que compreendia a Zoologia, a Botânica e a Biologia Geral. Dava-se ênfase às estruturas morfológicas e aos elementos de classificação, fazendo com que fosse necessária uma intensa memorização por parte dos alunos (KRASILCHIK, 1972).

Posteriormente, o ensino de Biologia passou a incorporar a Anatomia e a Fisiologia, passando a analisar as temáticas de forma comparativa. De acordo com Krasilchik (1972, p. 01), “Essa tendência refletia a influência das escolas de investigação, resultante do advento do desenvolvimento das teorias evolucionistas. Podia-se daí em diante falar em curso de Biologia

Geral e não mais de zoologia e Botânica.” Este estilo foi característico dos cursos de Biologia por um período extenso, sofrendo modificações depois da Segunda Guerra Mundial, onde, “o surto de desenvolvimento científico e tecnológico, a importância do ensino das ciências, para a compreensão da sociedade moderna provocou a mudança radical no panorama educacional das disciplinas científicas, como é o caso da Biologia” (KRASILCHIK, 1972, p.01).

De acordo com Marandino, Selles e Ferreira (2009), os conhecimentos no campo das Ciências Biológicas permeavam sobre dois contextos distintos. De um lado, a ciência descritiva caracterizada pela Zoologia e Botânica e, do outro, a Citologia e a Embriologia que tinham aspectos experimentais. Essa desintegração fez com que os conhecimentos referentes às Ciências Biológicas tivessem menor *status* com relação às demais áreas das Ciências da Natureza.

As Ciências Biológicas só passaram a ter uma maior credibilidade no ramo das Ciências da Natureza, antes denominada de Ciências Naturais, após as descobertas referentes aos campos da genética e da evolução, pois esses conteúdos permitiram a unificação das Ciências Biológicas em uma Ciência integrada denominada de Biologia (SMOCOVITIS, 1996; MARANDINO, SELLES E FERREIRA, 2009). Outro fator primordial para o progresso das Ciências Biológicas foi a matematização da mesma, ou seja, “os procedimentos experimentais, capazes de produzir dados representados e interpretados matematicamente garantiriam a objetividade e o caráter científico” (MARANDINO, SELLES E FERREIRA, 2009, p. 38). Portanto, a reestruturação das Ciências Biológicas se deu a partir do momento em que se possibilitou um método comum para unir os diferentes conteúdos que abrangem essa temática³.

O século XX foi significativo tanto para a reestruturação da disciplina escolar voltada para a área das Ciências Biológicas, quanto para a consolidação da Biologia como ciência. Pois,

[...] os processos sócio-históricos que acabaram por definir essa nova disciplina escolar frente ao ensino de conteúdos biológicos ora em disciplinas escolares distintas – como Zoologia, Botânica e Fisiologia Humana -, ora na disciplina escolar denominada História Natural. Os diversos embates que historicamente envolveram a reunião de tais conteúdos em uma nova disciplina escolar devem ser compreendidos em meio aos conflitos que se estabeleceram tanto nos processos de escolarização quanto na constituição da própria Biologia como ciência [...] (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009, p.53).

³ Leitura que enriquece a compreensão desse processo: Marandino, Escovedo e Selles (2009). Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos. São Paulo: Cortez. (Coleção Docência em Formação. Série Ensino Médio).

Essa unificação das Ciências Biológicas influenciou diretamente a composição das disciplinas escolares no currículo, pois foi definida uma nova disciplina escolar frente ao ensino de determinados conteúdos. O contexto biológico surgirá em conjunto com a necessidade de modernização do ensino, buscando-se superar a pedagogia expositiva em que as aulas eram essencialmente descritivas e o aluno um mero receptor de informações.

É nesse contexto de modernização das Ciências Biológicas que surge o BSCS. Esse programa foi instituído em 1959 pela *American Institute of Biological Sciences* (AIBS), no Colorado/ EUA, sendo o projeto organizado por uma comissão composta por cientistas e professores secundaristas. O intuito desse projeto era fazer com que a ciência fosse vista de forma mais atrativa, para que assim os alunos pudessem despertar o interesse pelas carreiras científicas. Embasados na proposta de aprender o método científico, incorporavam-se as atividades experimentais, cujo objetivo era possibilitar a formação do sujeito e o seu desenvolvimento analítico.

Um dos principais idealizadores do BSCS foi o professor da Universidade de Chicago, Joseph Schwab. De acordo com Lorenz (2008), Schwab afirmava que:

Os conteúdos das ciências não deviam ser ensinados como uma “retórica de conclusões”, mas como o resultado de um processo de investigação em fluxo. Schwab argumentou que deveria ser mudada a prática do professor de apresentar ao aluno os conceitos científicos como imutáveis e prontos para serem memorizados para uma prática em que eram apresentados conceitos sempre como forma de revisão, em decorrência da investigação científica já realizada (LORENZ, 2008, p. 13).

Joseph Schwab acreditava que, para o aluno compreender a Ciência, fazia-se necessário experimentar, ou seja, o aluno deveria participar efetivamente de práticas que envolviam experimentos científicos para que houvesse a incorporação e a assimilação desses conteúdos (LORENZ, 2008). Essas concepções abordadas por Joseph Schwab tiveram como fonte de inspiração os pensamentos de John Dewey, que acreditava que o ponto central da educação não deveria estar nem no objeto nem no sujeito, mas, sim na ação dos indivíduos sobre os objetos (SANTOS, 2013).

Joseph Schwab desenvolveu o seu estudo pautado no ensino por investigação. Nessa perspectiva, entendemos que seu pensamento – no que refere-se ao ensino investigativo – difere do entendimento atual que se tem sobre essa temática. Salientamos que o ensino por investigação proposto por ele tem como cerne compreender a natureza da atividade científica como uma atividade dinâmica e contínua, ou seja, o ensino por investigação se dava ao vivenciar as etapas do método científico. De acordo com Azevedo e Selles (2015),

O supervisor do projeto BSCS trabalhava com a proposição de que o ensino de ciências não poderia mais ser apresentado aos estudantes como um corpo estático de conhecimentos, o que ele mesmo denominava retórica de conclusões. Defendia um ensino de ciências capaz de apresentar aos estudantes as estruturas conceituais do conhecimento científico, sobretudo, um ensino pragmático e investigativo (AZEVEDO; SELLES, 2015, p.04).

Logo, a abordagem investigativa obteve um papel relevante no BSCS, pois, por meio da experimentação, o aluno iria compreender o conteúdo biológico. De acordo com Azevedo e Selles (2015, p.04), a “experimentação ocupou lugar de destaque não somente por se tratar de um potente recurso didático, mas também por está diretamente ligada as práticas sociais científicas”. A experimentação seria um recurso didático pautado nas práticas sociais científicas capazes de materializar as concepções de ensino.

Nessa perspectiva, o BSCS surge com um novo paradigma para o Ensino de Biologia. Paradigma esse pautado em três alicerces: a ênfase no processo científico, o ensino pelo método da descoberta (investigação) e, por fim, os temas unificadores (LORENZ, 2008).

O BSCS surgiu como uma nova perspectiva de apresentar os conteúdos biológicos, visto que as temáticas eram apresentadas a partir de uma ótica unificadora, além de trazer o método científico como suporte teórico-prático para o processo de ensino aprendizagem.

4.4 COMPREENDENDO O LIVRO DIDÁTICO "BIOLOGIA: DAS MOLÉCULAS AO HOMEM"

O livro "Biologia: das moléculas ao homem" organizado pela equipe do *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS) foi um propulsor e disseminador das ideias curriculares recomendadas na década de 1960 (FRACALANZ; MEGID NETO, 2008). De acordo com Krasilchik (2005, p. 15), os projetos curriculares tinham a finalidade de “fazer com que os alunos possam adquirir conhecimentos atualizados e representativos do desenvolvimento das ciências biológicas e vivenciar o processo científico”. Para isso, segundo Azevedo (2015), o projeto formulou estratégias práticas de ensino, como instrumento fundamental para a renovação do ensino. “Uma das principais bandeiras do BSCS estava na defesa do ensino de biologia experimental e, portanto, a crença de que o ensino de laboratório possibilitaria aos alunos internalizar o método da pesquisa científica” (AZEVEDO, 2015, p. 63).

Nessa perspectiva, o BSCS produziu diversos materiais suplementares e de apoio pedagógico, dentre eles a coleção de livros didáticos intitulada: ‘Biologia: das moléculas ao homem’.

Entendemos que as reformas educacionais refletem no currículo e, conseqüentemente, na produção e elaboração dos livros didáticos, tendo em vista que os livros didáticos

apresentam diversas funções, as quais variam desde expor o conteúdo curricular de uma disciplina até apresentar metodologias de ensino e auxiliar o aluno na construção do pensamento crítico científico (CHOPPIN, 2004). Pois,

O livro didático se situa no ponto de inflexão das prescrições fixadas, abstratas e gerais dos programas oficiais – em caso de que existam – e o discurso singular e concreto, porém, efêmero por natureza, que desenvolve cada aluno em sala de aula. Assim, pois, o livro didático constitui um testemunho escrito, portanto, permanente, infinitamente mais elaborado, detalhado e rico do que as instruções que suposta executa. (CHOPIN, 2004, p.85).

Nesse sentido, com a inserção dos currículos Sputniks a atividade do professor passou a ser norteadada pelo livro didático. O passo a passo do que deveria ser ensinado e como deveria ser ensinado estava no livro. Então, esta pesquisa tem como objeto de estudo o livro didático 'Biologia: das moléculas ao homem', pois entendemos que o livro didático produzido pela equipe do BSCS teve um importante papel no processo de ensino-aprendizagem. Constituindo-se, portanto, como um propagador dos ideais curriculares na década dos anos 1960, uma vez que no século XX, o livro didático era um instrumento central no processo de ensino aprendizagem tendo um papel crucial no âmbito educativo.

O livro didático se caracteriza como um material impresso amplamente disseminado e que possui diversas funções (FRISON, et al., 2009) e se coloca em um contexto abrangente, que perpassa o sistema educacional, pois sua utilização assume diversos aspectos conforme as situações, os lugares e as condições em que está inserido.

O livro escolar está intimamente ligado ao processo de ensino-aprendizagem e passou por diversas modificações ao longo da história. De acordo com Frison et al. (2009):

O livro didático acompanhou o desenvolvimento do processo de escolarização do Brasil. Se na primeira metade do século passado os conteúdos escolares assim como as metodologias de ensino vinham com o professor, nas décadas seguintes, com a democratização do ensino e com as realidades que ela produziu os conteúdos escolares, assim como os princípios metodológicos passaram a serem veiculados pelos livros didáticos [...] (FRISON et al., 2009, p. 02).

Por conseguinte, o livro se constitui um produto cultural que absorve as demandas da época, ou seja, reflete a conjuntura política, social e econômica do contexto em que está inserido. O livro "Biologia: das moléculas ao homem" traz em sua constituição muito mais que apenas a didatização dos conteúdos. De acordo com Krasilchik (1980, p. 170)

As propostas, de forma geral, se referiam à modificação de conteúdos e principalmente enfatizavam a necessidade de incorporar o conhecimento do processo de investigação científica na educação do cidadão comum que assim aprenderia a julgar e decidir com base em dados, elaborar várias hipóteses para interpretar fatos, identificar problemas e atuar criticamente na sua comunidade (KRASILCHIK, 1980, p. 170).

Considerando a importância dos livros didáticos para o contexto escolar, torna-se apropriado ressaltar que os livros produzidos pela equipe do BSCS surgiram numa demanda em que se fazia necessário o investimento em novas metodologias de ensino, desde que os livros de ciências utilizados anteriormente possuíam um caráter expositivo. Nessa perspectiva, a implementação de materiais didáticos voltados para uma nova prática escolar aliada a atividades experimentais convergiam para um novo modelo educacional para o ensino das Ciências, ocorrendo à criação de uma nova proposta curricular.

Diante do exposto, analisaremos o BSCS como um livro didático disseminador de ideais curriculares, na perspectiva de compreender como as atividades experimentais estão constituídas na obra, uma vez que o livro "Biologia: das moléculas ao homem" se alicerçava em dois vieses na sua estruturação. O primeiro viés estava embasado nas atividades práticas, que se caracterizavam como um diferencial ao possuírem um espaço direcionado a essa temática, intitulado de Guia do laboratório. E o segundo viés estava relacionado estruturação dos conteúdos, organizados a partir de temas unificadores. Diante disto, podemos enxergar como esse livro didático foi utilizado para propagar ideais políticas e sociais referentes à formação do sujeito.

5 A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

O presente estudo tem o BSCS como objeto. Especificamente analisaremos como a experimentação didática está instituída no livro ‘Biologia: das moléculas ao homem’ (versão azul- BSCS). Para desenvolvermos tal análise, faz-se necessário avaliar as estratégias de ensino presentes no BSCS. Sendo é imprescindível entendermos o que é estratégia de ensino e as suas diversas delimitações, dentre elas a experimentação didática. Então, faz-se necessário relatar algumas considerações deste trabalho em relação ao termo experimentação empregado, visto que o termo possui uma polissemia. Abordaremos as diversas conceituações e definições que permeiam a experimentação didática, além de trazer uma reflexão acerca de como essa estratégia de ensino vem sendo utilizada nos dias atuais. O presente capítulo está subdividido em duas seções. Na primeira seção, elucidamos as concepções que permeiam o campo da experimentação, bem como, delimitamos o sentido do termo utilizado nessa pesquisa. Na segunda, trazemos uma revisão bibliográfica acerca das diversas formas como a experimentação vem sendo abordada no âmbito escolar.

5.1 CONCEITUAÇÕES E DEFINIÇÕES QUE PERMEIAM AS DIVERSAS ESTRATÉGIAS DE ENSINO

A qualidade do ensino, as estratégias e os recursos utilizados influenciam diretamente no processo de ensino-aprendizagem e no envolvimento do aluno com a temática a ser trabalhada. De acordo com Bordenave e Pereira (2002), as estratégias de ensino estão compreendidas como “o modo de organizar o saber didático, apresentando diversas técnicas e recursos que possibilitem o alcance dos objetivos propostos para a atividade” (FREITAS, 2007, p. 14). Ou seja, são procedimentos de ensino que visam auxiliar o aluno na apropriação do conteúdo.

A concretização das estratégias didáticas muito frequentemente (mas, não necessariamente) está vinculada ao uso de materiais nomeados de recursos didáticos. Explicitamente chamamos de recursos didáticos “todo material utilizado no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo” (SOUZA, 2007, p.111). Portanto, os recursos didáticos oferecem um suporte às estratégias de ensino, tendo a finalidade de auxiliar tanto o professor, quanto o aluno no processo de ensino-aprendizagem.

Dessa forma, as estratégias de ensino são métodos que auxiliam o professor no processo de construção do conhecimento. De acordo com Toledo-Pinto, Cortinove e Carvalho (2017), existe uma ampla diversidade de estratégias de ensino, às quais variam desde um estudo de caso até atividades experimentais. Através das estratégias “aplicam-se ou exploram-se meios, modos, jeitos e formas de evidenciar o pensamento, respeitando as condições favoráveis para executar ou fazer algo.” (ANASTASIOU; ALVES 2012, p. 77). Tais estratégias não são imutáveis, podendo variar de acordo com o contexto no qual a atividade está sendo inserida, como por exemplo, estrutura física, especificidades do conteúdo, realidade do aluno, dentre outras.

A apropriação de diversas estratégias de ensino se faz necessária, pois cada aluno compreende o conteúdo de uma forma e ao utilizar diferentes estratégias de ensino o professor alcança com maior eficiência os objetivos propostos em relação ao entendimento do tema trabalhado. De acordo com Nicola e Paniz (2017), a diversificação dessas estratégias de ensino favorecem o desenvolvimento da aprendizagem do aluno, rompendo assim o ensino tradicional e conteudista (LIMA, 2015).

Assim, as estratégias de ensino utilizadas pelo professor colaboram com o ofício do aprendiz, motivando o aluno a compreender a temática abordada em sala de aula, pois o aluno pode construir o seu conhecimento a partir de diversas concepções explorando o conteúdo de diferentes perspectivas, correlacionando-o ao conhecimento e às suas experiências individuais para interpretar informações e buscar novos conhecimentos.

Diante da abundância de estratégias didáticas, comungamos com o entendimento de atividades práticas sendo

[...] Aquelas tarefas educativas que requerem do estudante a experiência direta com o material presente fisicamente, com o fenômeno e/ou com dados brutos obtidos do mundo natural ou social. Nesta experiência, a ação do aluno deve ocorrer – por meio da experiência física –, seja desenvolvendo a tarefa manualmente, seja observando o professor em uma demonstração, desde que, na tarefa, se apresente o objeto materialmente. (ANDRADE; MASSABNI, 2011, p. 840)

A definição de atividade prática elucida a participação do aluno no desenvolvimento desta, ou seja, a atividade prática é aquela em que o aluno está atuante no processo de ensino–aprendizagem, podendo ser ou não o protagonista que desenvolve o processo.

Desse modo, as atividades interativas, que utilizem laboratório, computador, elaboração de modelos didáticos, interpretação de dados podem ser considerados atividades práticas. Nessa perspectiva, Leite (2000) também afirma que

[...] trabalho prático é o conceito mais geral e inclui todas as actividades que exigem que o aluno esteja activamente envolvido. [...] o trabalho prático pode incluir actividades laboratoriais, trabalhos de campo, actividades de resolução de exercícios ou problemas de papel e lápis, utilização de um programa de informática de simulação, pesquisa de informação na internet e etc.. (LEITE, p.78, 2000).

Por isso, qualquer atividade escolar que busque sensibilizar o aluno para a compreensão do conteúdo seria uma atividade prática. Assim, a atividade prática engloba diversas modalidades e pode ser desenvolvida a partir de variadas perspectivas, cujo objetivo central é a construção do conhecimento. De acordo com Andrade e Massabni (2011, p.839), “a atividade prática, nesta acepção, não teria suas especificidades, bastando que se envolvesse ativamente o aluno em alguma tarefa escolar, seja ela apenas intelectual ou não”, objetivando-se, dessa forma, a internalização do conhecimento formal. Daí, entendemos que as atividades experimentais são uma subcategoria das atividades práticas, ou seja, as abordagens práticas compreendem um conjunto de atividades, em que dentre elas se encontram as atividades experimentais.

As atividades experimentais se diferenciam das demais atividades práticas por possuírem manipulação de variáveis no decorrer da atividade, bem como, demandarem a utilização de controle e réplicas. Portanto, entendemos que todo experimento é uma atividade prática, mas, nem toda atividade prática é um experimento (LIMA, 2015).

Para melhor compreendermos a variedade que as atividades práticas englobam, segregamos as atividades práticas em duas categorias, são elas: as atividades laboratoriais e as atividades não laboratoriais (figura 17). As atividades não laboratoriais correspondem aos jogos didáticos, modelos didáticos, seminários, estudo de caso, dentre outros. E as atividades laboratoriais são subdivididas em duas categorias as experimentais (possuem variáveis) e as não experimentais (não possuem variáveis). Ressaltamos que o termo laboratorial se refere há atividades que utilizam métodos de laboratório, porém, podem ou não ser desenvolvidas em laboratório, ocorrendo tanto em laboratório, quanto em sala de aula, ou espaços abertos.

Diante do exposto, salientamos que a nossa pesquisa recaí sobre as atividades experimentais.

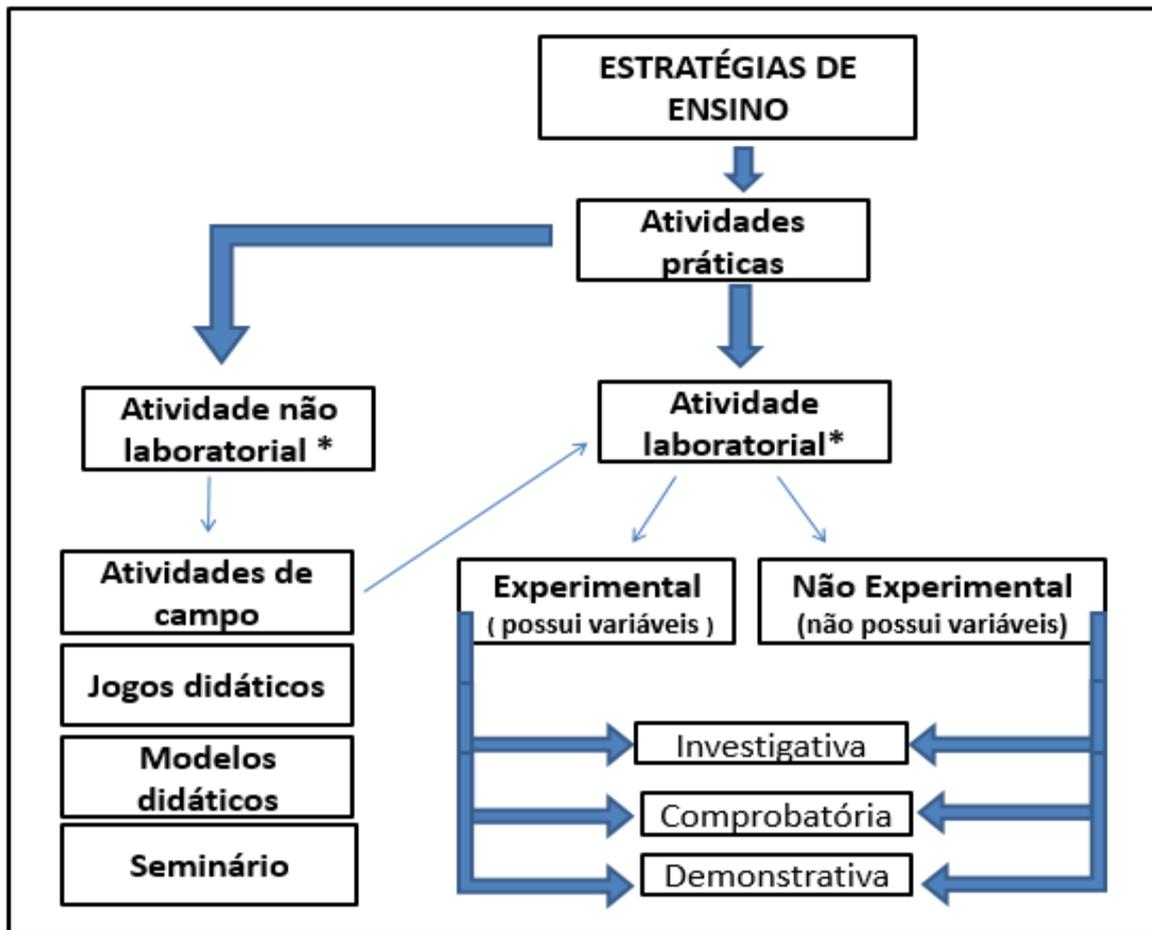


Figura 17: Representação esquemática das diversas estratégias de ensino, salientamos que a figura é meramente representativa não englobando a multiplicidade das atividades práticas.

*Laboratorial= atividades que utilizam métodos de laboratório, porém, podem ou não serem desenvolvidas em laboratório. Fonte: autor e colaboradores do grupo de pesquisa, 2018.

5.1.1 Atividades experimentais no ensino de ciências: de que experimento estamos falando?

A evolução histórica da ciência pode ser avaliada sob múltiplos aspectos, uma vez que a construção do conhecimento científico estabeleceu-se de forma distinta nos seus diferentes contextos históricos. Vários filósofos da ciência contemporânea elaboram/desenvolvem métodos peculiares para se fazer/desenvolver a ciência e assim elaborar o conhecimento (RAMOS; NEVES; CORAZZA, 2011).

Várias concepções se constituíram ao longo da história da construção do conhecimento científico e conseqüentemente da ciência. Dentre as diversas concepções filosóficas duradouras e de forte influência, destaca-se o positivismo. O positivismo é uma corrente filosófica que possui as suas bases no empirismo e no método científico, tendo o conhecimento científico fundamentado em bases matemáticas, observações, experimentos, leis, métodos que possam ser reproduzidos e comprovados. De acordo com Ramos, Neves e

Corazza (2011), o positivismo se fortalece a partir dos pensamentos do francês Augusto Comte (1798-1857) que argumenta a favor da substituição da especulação racional por observação de dados reais. O mesmo defendia que o conhecimento científico é identificado como sistemático e metódico, devido à forma como a Ciência enfatiza os princípios metodológicos e epistemológicos que o paradigma defende (RAMOS; NEVES; CORAZZA, 2011).

A ciência moderna possui em um de seus alicerces a base experimental, pois, as atividades experimentais ocuparam um papel primordial na consolidação das Ciências da natureza a partir do século XVII, assegurando-se na ideia de que só a ciência era capaz de construir conhecimento verdadeiro, pois permitia que os fatos fossem verificados e comprovados. De acordo com Santos et al. (2015, p.38828),

[...] na medida em que as leis formuladas deveriam passar pelo crivo das situações empíricas propostas, dentro de uma lógica sequencial de formulação de hipóteses e verificação de consistência. Ocorreu naquele período uma ruptura com as práticas de investigação vigentes, que consideravam ainda uma estreita relação da natureza e do homem com o divino, e que estavam fortemente impregnadas pelo senso comum. A experimentação ocupou um lugar privilegiado na proposição de uma metodologia científica, que se pautava pela racionalização de procedimentos, tendo assimilado formas de pensamento características, como a indução e a dedução (SANTOS, et al., 2015, p.38828).

A base experimental está intrinsicamente ligada às Ciências desde seus primórdios. E a partir do século XX a mesma foi incorporada no Ensino das Ciências, pois, acreditava que a vivência/realização de atividades práticas (ações físicas) era um método eficaz para ensinar ciências, contrapondo-se dessa forma ao ensino memorístico (AZEVEDO, 2015).

É nessa perspectiva que o BSCS adere à experimentação didática como aliada para o Ensino das Ciências. A obra delimita uma seção dedicada a essas atividades. Pois, a experimentação desempenhou durante um tempo o papel central e estratégico no ensino das ciências.

Em razão da natureza complexa que a experimentação didática assume, faz-se necessário compreender os diversos significados que esse termo assume no Ensino das Ciências.

No Ensino de Ciências, existem diversas concepções sobre o que é o experimento/experimentação (ARAÚJO; ABIB, 2003; VENDRUSCOLO, 2008; LIMA; TEXEIRA, 2011). Partindo da premissa epistemológica sobre o conceito de experimentação, temos que a experimentação é proveniente da palavra experiência à qual tem o seu sentido polissêmico. Eventualmente, o termo experiência está relacionado à ideia de “experiência

adquirida com o tempo”, uma vez que o ato ou efeito de experimentar está implicitamente ligado às concepções prévias que temos sobre determinado conteúdo/assunto. Assim, a experiência obtida na experimentação ou no experimento é singular para cada indivíduo, visto que o mesmo é constituído de concepções e experiências únicas ao longo da vida, podendo o experimento ser repetido inúmeras vezes, mas, a experiência de cada atividade é única. (ROSITO, 2003; LARROSA, 2002).

O termo experimento/experimentação está relacionado tanto à manipulação de variáveis, quanto à experiência que o sujeito desenvolve no decorrer das atividades. Dessa forma, esse termo pode tanto estar ligado ao desenvolvimento da atividade experimental, com suas características e variáveis, quanto à experiência adquirida ao desenvolver a atividade proposta. De acordo com Rosito (2003, p.196), “a experiência é um conjunto de conhecimentos individuais ou específicos que constituem aquisições vantajosas acumuladas historicamente pela humanidade. A experiência se adquire a partir de um conjunto de vivências”, pois, atividades experimentais propostas para o âmbito escolar tem o intuito não de gerar respostas prontas, resultados definidos e verdades absolutas; mas, fazer com que o estudante construa o conhecimento, questionando e desenvolvendo soluções para problemas gerados em sala de aula.

De acordo com Araújo e Abib (2003), a experimentação na realidade do ensino de ciências é discutida na literatura baseada em perspectivas que variam de acordo com o contexto, surgindo dessa maneira uma ampla diversidade de possibilidades e tendências. As atividades experimentais podem ser desenvolvidas com diferentes linhas de pensamentos, sendo, nas últimas décadas trabalhadas com uma variedade de possibilidades em relação ao seu uso (ARAÚJO e ABIB, 2003; ROSITO, 2003; LIMA, 2015).

No campo da Ciência, o termo experimento está relacionado à pesquisa experimental, que por sua vez, está relacionada a duas perspectivas: à construção de um novo conhecimento científico, desconhecido até para a própria ciência e a verificação de conhecimentos já existente, cujo o propósito é averiguar a veracidade de determinado conhecimento. Pois, para o desenvolvimento de experimento científico os sujeitos participantes executam as atividades replicando um método empirista, sem ter em consideração a experiência do sujeito. A atividade experimental científica é fundamentada na manipulação de variáveis, na produção de dados, onde o mais importante é o resultado obtido, isto é, a dedução das teorias (CERRI; TOMAZELLO, 2008; VENDRUSCOLO, 2008).

Por esse ângulo, compreendemos que existe uma distinção entre experimentação científica e experimentação didática. A primeira, a experimentação científica está relacionada ao trabalho científico. Já a experimentação didática, é utilizada como um instrumento didático, “a experimentação didática pode ser entendida como o resultado de processos de recontextualização de conteúdos e de procedimentos originalmente científicos para conteúdos e procedimentos com finalidade de ensino” (AZEVEDO, 2015, p. 83).

Daí, a experimentação didática possui particularidades em relação à experimentação científica, pois, na experimentação didática o processo é mais importante do que o produto. Ou seja, as etapas e o desenvolvimento da atividade. O erro na experimentação didática não é visto como um problema e sim, como uma forma de se trabalhar o conteúdo através de diversas perspectivas.

Neste trabalho, utilizaremos o termo experimento/experimentação baseado nos pressupostos da experimentação didática (GONÇALVES; MARQUES, 2006; GIL, 2008). De modo que para haver o desenvolvimento de um experimento, faz-se necessária a presença de algumas características como condições pré-estabelecidas, ou seja, têm que delimitar o problema, as hipóteses, as variáveis e a metodologia utilizada, buscando estabelecer relações entre o objeto de estudo. Desse modo, Leite (2000) afirma que

O “trabalho experimental” inclui atividades que envolvam o controle e manipulação de variáveis e que podem ser laboratoriais [...] de campo [...] ou outros tipos de atividades práticas [...]. Assim, verifica-se que o critério com base no qual se distingue as atividades experimentais das não experimentais tem a ver com a necessidade, ou não, de controlar e manipular variáveis. (LEITE, 2000, p.78)

Portanto, o termo experimentação assume o papel de mediador entre o teórico e o prático. As atividades experimentais derivam do contexto experimento/experimentação, assumindo diferentes conceituações e subdivisões. De acordo com Oliveira (2010),

As atividades experimentais podem ser organizadas de diversas maneiras, desde estratégias que focalizam a simples ilustração ou verificação de leis e teorias até aquelas que estimulam a criatividade dos alunos e proporcionam condições para refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos científicos (OLIVEIRA, 2010, p. 147).

Constatamos que diversos autores classificam de diferentes formas as atividades experimentais (ARAÚJO; ABIB, 2003, LEITE, 2000; ROSITO, 2003; LIMA, 2015). Nesta pesquisa, tomaremos como base a classificação utilizada por Lima (2015), em que o mesmo afirma que uma atividade para ser considerada de cunho experimental é necessária a presença de variáveis, classificando a experimentação em três categorias: **(I) Experimento Demonstrativo:** Trata-se de uma atividade de demonstrar um fenômeno ou uma teoria

centralizada na execução do professor; **(II) Experimento Comprobatório:** É evidenciada pela vivência dos estudantes na comprovação de um saber científico, já pré-estabelecido pelo professor com um roteiro definido; **(III) Experimento Investigativo:** É a prática voltada para a investigação de um saber científico, com o propósito de problematizar e questionar os estudantes, tornando-os sujeitos autônomos e reflexivos com suas ações ativas.

5.2 A EXPERIMENTAÇÃO E SUAS IMPLICAÇÕES NOS DIAS ATUAIS

A fim de entender o papel da experimentação no ensino das ciências nos dias atuais, realizamos uma busca pelos periódicos nacionais na área de educação e ensino avaliados pelo sistema Qualis/CAPES entre A1 a B2, que apresentaram como palavras chaves os termos ciências/biologia, ensino/educação, experimental/experiência. A partir daí, selecionamos 11 (onze) revistas que traziam considerações importantes sobre a discussão do objeto de estudo. A seleção dos artigos foi feita a partir de alguns critérios: o primeiro foi o período de 2012 – 2017; o segundo foi a seleção de títulos que se deu por uma análise dos trabalhos que continham palavras chaves como “biologia”, “ciência”, “experimento”, “experimentação” e “experimental”, portanto, através da leitura dos títulos pudemos selecionar 91 artigos.

Após a seleção e leitura flutuante desses 91 artigos, realizamos uma leitura mais criteriosa, a partir da qual pudemos averiguar que dos 91 artigos selecionados, apenas 77 abordavam a temática pesquisada. Os 77 artigos analisados foram dispostos da seguinte forma (quadro 5).

Quadro 5: Distribuição dos artigos de acordo com os periódicos.

Periódicos	Quantidade de Artigos
Ciência e educação	4
Contexto e educação	3
Ensino e pesquisa	2
Educação, ciência e matemática	7
SBenBIO	26
Educação em revista	1
Revista de ensino de ciências e matemática	3

Ensaio: pesquisa em Educação de Ciências	4
Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências	4
Investigações em ensino e ciências	6
Experiências em ensino de ciências	17
TOTAL	77

Fonte: Autor, (2017).

Após a seleção dos artigos, os mesmos foram analisados segundo aspectos que constam na ficha de observação: características didático-metodológicas, natureza dos experimentos, local referente ao desenvolvimento das atividades (apêndice 1). A partir daí buscamos compreender qual concepção de experimentação vem sendo disseminada e discutida nos dias atuais. Além disso, procuramos averiguar a finalidade da utilização da experimentação no âmbito escolar, os argumentos que permeiam as suas conceituações, além de analisar como vem ocorrendo o desenvolvimento dessas atividades, ou seja, as suas abordagens e métodos.

Após a análise do material, constatamos que dos 77 (setenta e sete) artigos encontrados, 52,12% (n=37) aborda a temática como uma discussão conceitual, isto é, argumentam sobre as diferentes conceitos que permeiam o âmbito da experimentação e 47,88% (n=34) se referem a práticas pedagógicas relacionadas a estratégias de ensino que utilizam as atividades experimentais como proposta para ilustração do conteúdo teórico.

Com relação às ‘discussões conceituais’, pudemos verificar que dos 37 (trinta e sete) artigos analisados 12 (doze) argumentam sobre a concepção que os professores licenciados ou licenciandos têm relação à temática, 2 relatam sobre a concepção dos alunos e 23 abordam uma questão de conceituação e análise de materiais baseados em uma visão sócio-histórica sobre as atividades experimentais, relacionando a importância da mesma na perspectiva investigativa (gráfico 1).

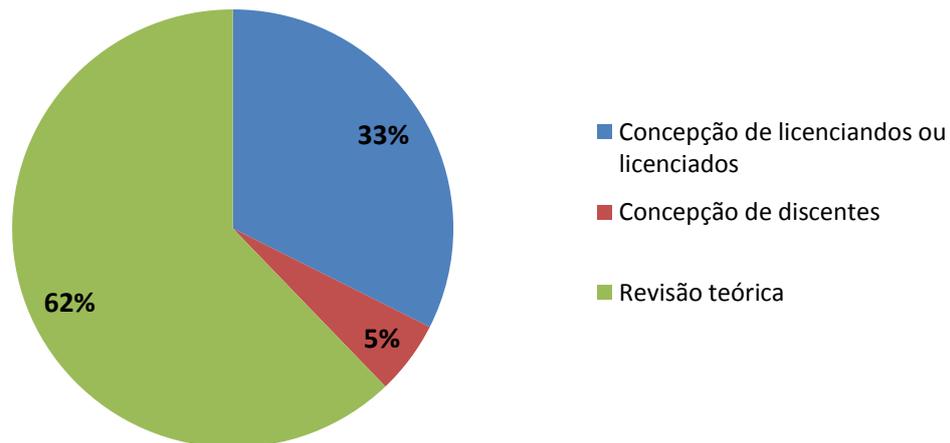


Gráfico 1: Distribuição dos artigos analisados sobre a temática experimentação. Fonte: autor, 2018.

Ao analisarmos o gráfico, podemos averiguar que no que se refere a discussões conceituais o maior percentual de trabalhos abordam a temática a partir de uma revisão de literatura, em que são as diferentes concepções sobre essa temática são abordadas a partir de diversas perspectivas teóricas. Em segundo lugar, destacam-se os trabalhos que levam em consideração a compreensão que os licenciandos/licenciados têm sobre o termo representando um percentual de 33% dos trabalhos. O menor quantitativo de trabalhos encontrados permeia a exploração do conceito por discentes do ensino médio com um percentual de 5%.

Nessa discussão conceitual, um dos principais argumentos explanados é a definição conceitual da experimentação/atividades experimentais, uma vez que a palavra experimentação é uma palavra polissêmica e faz com que ocorra uma variedade significativa de possibilidades e tendências para o seu uso.

Teoricamente o ensino de ciências com experimentação está respaldado em documentos como, PCN, LDB/96, entre outros, porém existem lacunas no que diz respeito à execução dessas atividades, haja vista que existe uma pluralidade referente a essa temática. O termo experimentação obtém diversos significados durante toda trajetória histórica (OLIVEIRA, 2008, ZANARDI; MURAMTSU, 2012. LIMA E TEXEIRA; 2014), sendo o termo experimentação ora trabalhado na perspectiva de atividade experimental, ora abordado como sinônimo referente ao ato de experimentar algo novo.

Ao explicar o material com relação a conceituação, averiguamos que 39% dos trabalhos analisados apresentam conceituações satisfatórias em relação ao tema experimento/experimentação, ou seja, utiliza essa nomenclatura para demarcar atividades que possuem réplicas, variáveis, levantamento de hipóteses, análise de dados. Cardoso e Paraíso (2014) citam Krasilchik (1987) para se referirem às atividades experimentais no contexto escolar, pois, desde o seu surgimento estas têm como objetivo principal proporcionar autonomia na aquisição de novos conhecimentos, se contrapondo ao ensino teórico e conteudista. Já Silva e Santos (2014), baseados no conceito de Moraes e Borges (1998), afirmam que o experimento também pode ser entendido como “um teste, que pode possuir diferentes objetivos: demonstrar uma verdade, examinar a validade de uma hipótese, apontar soluções para um problema ou ajudar a compreender um conceito” (MORAES; BORGES, 1998, p. 30-31). Os mesmos trazem conceitos de Rosito (2003) para conceituar a experimentação em uma visão de, “verificação de uma hipótese proveniente de experimentos, podendo chegar, eventualmente, a uma lei, dita experimental” (ROSITO, p.196, 2003).

As atividades experimentais são consideradas como difusoras do conhecimento científico. As atividades de caráter experimental contribuem para examinar a validade de uma hipótese, indicar soluções para problemas, bem como auxiliar na compreensão de um conceito, ou seja, as mesmas oportunizam utilizar variáveis, discutir o conceito, propor hipóteses e permite a construção efetiva do conhecimento (ANDRADE E ASSIS, 2012; PINA e LIMA, 2012; CARDOSO; PARAÍSO, 2014; SILVA; SANTOS, 2014; ZONOVELLO et al, 2014; MARQUES et al., 2015).

No decorrer da análise, averiguamos que 52% dos trabalhos utilizam os termos “atividade experimental”, “atividade prática” e “atividade laboratorial” como sinônimos, o que demonstra a polissemia relacionada a esse termo, uma vez que, evidenciamos a multiplicidade de sentidos referentes a esta palavra. Ao analisarmos as atividades práticas ou/e atividades experimentais desenvolvidas nas últimas décadas, encontramos que há uma ampla variedade de significados e possibilidades dentro dessa temática, em que os alunos trabalham desde questões demonstrativas referentes à teoria até questões que privilegiam condições para os alunos construírem o conhecimento, pensar e refletir. (ANDRADE; ASSIS, 2012).

Destarte, constatamos que por mais que as abordagens práticas venham se difundindo, ainda ocorre a falta de clareza conceitual acerca da experimentação e distinção entre as atividades experimentais e outros tipos de atividades repercutem no ensino das ciências, o que

acarreta no equívoco existente nas concepções sobre a maneira de produção do conhecimento científico e seu ensino como discutido por Araújo e Abib (2003). As mesmas relatam que as atividades experimentais não precisam abordar uma única metodologia, uma vez que é possível um experimento ser pautado na investigação e apresentar alguns elementos de caráter demonstrativos, práticos ou comprobatórios.

Podemos averiguar que além da sua conceituação e aplicação no campo científico para construir conhecimento, outro fator amplamente discutido para as atividades experimentais é quanto à natureza de sua atividade que, de acordo com o que foi analisado, variam desde demonstrações e comprovações até complexos processos de ensino como a investigação.

De acordo com Pina e Lima (2012), as atividades experimentais podem ser classificadas em dois grupos: atividades experimentais demonstrativas, na qual o aluno é espectador e o mesmo só replica informações que são repassadas pelo professor e atividades experimentais investigativas, trata-se de uma perspectiva de problematizar o conteúdo, dessa forma o aluno desenvolve várias habilidades o que auxilia na formação do sujeito.

Segundo Madruga e Klug (2015), ao pesquisarem sobre qual a concepção que professores têm sobre a função das atividades experimentais, os mesmos chegaram à conclusão de que atividades experimentais possuem dois vieses: primeiro, a experimentação como ilustração de teorias e conceitos, em que os alunos apenas visualizam na prática aquilo que foi trabalhado na teoria; segundo, a experimentação como investigação científica, que tem o intuito de aumentar a capacidade dos alunos resolverem problemas relacionados ao cotidiano. A partir daí entendemos que devido à polissemia do termo experimento/experimentação a mesma pode ser aplicada com propósitos distintos. Porém, no momento em que o professor apenas ilustra o conhecimento teórico está sendo desenvolvida uma atividade prática e não uma atividade experimental, pois, como já foi explanada a atividade experimental possui a presença de variáveis, o que faz com que os alunos questionem os resultados e explanem melhor o conteúdo.

Entre os artigos analisados pudemos constatar algumas definições de atividades quanto a sua natureza. Os autores Kupske, Hernel e Gullich (2014) classificaram as atividades experimentais quanto à sua natureza, sendo elas descritas em quatro categorias: demonstrativa (o aluno é mero observador no desenvolvimento das atividades que são executadas pelo professor), empiricista-indutivista (atividades que procuram derivar o conhecimento indo do particular para o geral), dedutivista-racionalista (as atividades são derivadas por hipóteses oriundas de teorias) e construtivista (as atividades levam em consideração o conhecimento

prévio dos alunos). Já Bassolli (2014), baseado em Campos e Nigro (1999), conceituam experimentos investigativos, ilustrativos, demonstrativos, em que cada experimento assume uma perspectiva de ensino diferente. Dentre essas categorias, percebemos que o ensino por investigação ou numa perspectiva investigativa vem ampliando gradativamente a sua participação nas estratégias de ensino utilizadas em sala de aula. De acordo com Solino e Gehlen (2015), as atividades de caráter investigativo, podem ou não conter atividades experimentais. As atividades por investigação, que contém uma problematização e uma estrutura e atividade experimental para resolver determinados problemas propostos pelo professor, fazem com que os alunos se interessem mais pela temática trabalhada, além de fazer com que os mesmos se apropriem do conhecimento científico e desenvolvam habilidades e técnicas em relação à sistematização e à organização do conhecimento. Pois, o experimento por si só não garante a aprendizagem do aluno. Através do levantamento realizado pode-se perceber que a utilização de atividades práticas de cunho experimental no Brasil tem sido cada vez mais abordada em uma perspectiva de sala de aula por professores das áreas da ciência (CASARIEGO; PRATA, 2014).

Dessa forma, surgem duas vertentes para o ensino de ciências embasado nas atividades experimentais. A primeira está relacionada às atividades práticas comprobatórias e a segunda, às atividades práticas demonstrativas, tais atividades quando desenvolvidas no processo de ensino comumente não possuem nem variáveis nem questionamentos que estimulem o aluno a ir em busca do conhecimento. De acordo com Neto Sodré e Oliveira (2015), essa classificação equivocada se dá pelo fato de que por muito tempo as atividades experimentais foram inseridas na escola de forma incoerente, em que eram desenvolvidas ou de forma ilustrativa, servindo apenas para comprovar a teoria, ou seguindo roteiros preestabelecidos, roteiros esses que os alunos iriam apenas comprovar e explicar os resultados obtidos. Constatamos isto em Kupske, Hermel e Gullich (2014) que ao analisarem livros didáticos, observaram que as atividades sugeridas como experimentação são elaboradas de forma superficial, fazendo com que o aluno replique teorias e métodos, não problematizando o conteúdo, fazendo com que o aluno não se aproprie do conhecimento. O aluno acaba sendo mero receptor de informações, porque o livro traz as atividades experimentais no sentido de verificação do conteúdo, ou seja, conteúdos das ciências que são vistos como verdades absolutas.

De acordo com Moreira et. al. (1997), não se trata de contrapor o ensino teórico ao experimental, mas encontrar formas que evitem a fragmentação do conhecimento, pois, além

de evitar tal contraposição, considera-se que a experimentação envolve de modo indissociável a teoria.

De acordo com Marques et al. (2015), grande adversidade do Ensino de Ciências está relacionada não à ausência de atividades práticas, mas sim à forma como essas atividades práticas são executadas, pois, atividades de caráter demonstrativo e comprobatório também desempenham um papel relevante no processo de ensino-aprendizagem, desde que incentivem a busca pelo conhecimento. Ou seja, atividades de caráter prático podem ser empregadas a partir de diversas perspectivas e abordagens, portanto, é necessário que o professor conheça e explore essa gama de possibilidades para que assim, o mesmo possa utilizar a estratégia didática mais apropriada para sua realidade escolar.

Por conseguinte, é preciso refletir como as atividades são abordadas. Pois, independentemente das atividades serem práticas experimentais ou não experimentais, ambas são de suma importância e auxiliam a construção do conhecimento científico, desde que os alunos trabalhem o conteúdo a partir de mais de uma perspectiva.

Em contra partida, como segunda tendência, temos as atividades experimentais com caráter investigativo, alcançando espaço no ensino das ciências. Muitos trabalhos ao conceituarem as atividades experimentais citam o ensino por investigação como um fator crucial no processo de ensino-aprendizagem, pois as atividades propostas no contexto investigativo auxiliam o aluno na resolução de problemas, trabalhando conceitos teóricos na prática (ANDRADE; ASSIS, 2012; PINA; LIMA, 2012; CARDOSO; PARAÍSO, 2014). Assim, a experimentação é um fator importante para a formação de um sujeito crítico e pensante (BASSOLLI, 2014).

De acordo com Sásson e Carvalho (2008), é necessário formar cidadãos que sejam capazes de questionar o mundo em que vivem, posto que as discussões atuais estimulem pesquisadores da área do Ensino de Ciências a desenvolverem métodos que conciliem a teoria e a prática, ou seja, o conhecimento científico e o senso comum ou o que é observável (PINA e LIMA, 2012). Para Fracalanza, Amaral e Gouveia

O ensino de ciências, entre outros aspectos, deve contribuir para o domínio das técnicas de leitura e escrita; permitir o aprendizado dos conceitos básicos das ciências naturais e da aplicação dos princípios aprendidos a situações práticas; possibilitar a compreensão das relações entre a ciência e a sociedade e dos mecanismos de produção e apropriação dos conhecimentos científicos e tecnológicos; garantir a transmissão e a sistematização dos saberes e da cultura regional e local. (FRACALANZA; AMARAL; GOUVEIA, 1986, p.26-27).

Vários especialistas em Ensino de Ciências propõem a substituição do ensino baseado no verbalismo das aulas expositivas por atividades que estimulem a capacidade/desenvolvimento crítico do aluno, pois, aulas nessa perspectiva fazem com que os alunos compreendam o conjunto do conhecimento e não só a informação básica. É através do conjunto dessas informações que poderemos distinguir o que ocorre no nosso meio. Pois, a formação do sujeito está intimamente ligada às contribuições do meio em que o mesmo desenvolve as suas atividades. Nesse sentido, para Possobom, Okada & Diniz (2003) “o ensino e a aprendizagem têm que ser visto como ‘convites’ à exploração e descoberta e o ‘aprender a pensar’ assume maior importância que o simples ‘aprender informações’” (p.114), o qual visa considerar problemas do cotidiano e questões reais para que os estudantes busquem refletir e construir aprendizagens.

Dessa forma, a experimentação investigativa tem o intuito de fazer com que o sujeito (aluno) desenvolva atividades práticas não para reproduzir um método científico, mas para aproximar os termos teóricos dos termos observacionais, uma vez que o mesmo não deve ser visto de forma fixista; mas sim, como uma forma de pré-conceito, pré-noção em relação ao conhecimento científico\termos teóricos. De acordo com Cachapuz et.al., (2008), a partir do momento em que há uma ruptura epistemológica, o indivíduo se apropria do conhecimento e consegue avaliar as suas informações e as suas implicações, seja na vida em sociedade, na sua individualmente e/ou nas interferências ao meio ambiente que os cerca.

Nesse cenário, o Ensino de Ciências com a suas metodologias, as suas expressões e seus conteúdos próprios tem como finalidade a formação integral do cidadão, ou seja, formar um cidadão pensante, atuante e corresponsável com o porvir da sociedade. Portanto, “o propósito mais geral do ensino de ciências deverá ser incentivar a emergência de uma cidadania esclarecida, capaz de usar os recursos intelectuais da ciência para criar um ambiente favorável ao desenvolvimento do homem como ser humano” (CARMO, 1991, p. 146). O conhecimento prudente atua em diversas dimensões com o intuito de relacionar não só questões referentes à Ciência; mas também a questões sociais que perpetuam na dimensão política, ética e científica do conhecimento. Por essa razão, ao desenvolver atividades como a experimentação investigativa, que é voltada para a construção do conhecimento, tem-se o intuito de aproximar o conhecimento científico do conhecimento empírico. Estamos, pois, compondo a formação de um novo sujeito, capaz de não só entender a ciência (conhecimento científico), mas colocá-la em prática no seu cotidiano.

Com relação a ‘práticas pedagógicas relacionadas a estratégias de ensino’ voltadas para as atividades experimentais pudemos verificar que dos 34 trabalhos analisados na revisão bibliográfica que realizamos, 14 desenvolveram atividades experimentais com viés investigativo, 12 desenvolveram atividades práticas e conceituaram como atividade experimental e 8 artigos desenvolveram atividades práticas demonstrativas e comprobatórias.

Diante do exposto, entendemos que as atividades experimentais podem ser abordadas de diversas formas didático-metodológicas, conforme pode ser observada na tabela 1, a qual foi construída a partir do trabalho de Lima (2015).

Características didático-metodológicas das atividades	Definição das características didático-metodológicas	Porcentagem (%)
Investigativa	Possibilita construir conhecimento com a intervenção dos participantes, que interpretam os resultados.	26,4 %
Problematizadora	Orientada por questionamentos, sem antecipação das respostas.	14,7%
Demonstrativa	Coordenada por uma única pessoa, comumente o professor.	14,7
Comprobatória/conteudista	Para confirmar teorias já ditas ou a serem ditas.	8,8 %
Contextualizado	Relaciona o conhecimento científico a situações cotidianas, reais e pertencentes aos participantes.	11,7%
Roteiro/ Simulado	Guiado por roteiros para o passo a passo da atividade experimental, a qual imita a realidade.	23,5 %

Tabela 1: Características didático-metodológicas encontradas nos trabalhos avaliados em circulação nacional.

Ao averiguar o material, depreendemos que os principais argumentos que permeiam a utilização de atividades experimentais está relacionado ao processo de ensino-aprendizagem, pois, de acordo com Zonovello et. al. (2014), as atividades de cunho experimental fazem com que os professores consigam transmitir melhor os conhecimentos adquiridos na teoria. Através da execução dessas atividades, os professores podem observar a forma como os alunos compreendem determinados conceitos, além de que atividades de caráter experimental auxiliam os alunos na proposição de hipóteses, na observação de fenômenos e na análise de dados, fazendo com que dessa forma a aula se torne mais dinâmica, deixando a construção do conhecimento mais interessante. Corroborando com esse pensamento, Marques et. al (2015)

relatam que a utilização de atividades experimentais favorecem a assimilação do conteúdo, fazendo com que o aluno interaja mais em sala de aula. Assim, a experimentação é vista como uma ferramenta que auxilia o aluno no processo de ensino-aprendizagem. Kupske, Hernel e Gullich (2014) afirmam que as atividades experimentais contribuem de forma significativa para a melhoria da qualidade de ensino, pois, auxiliam o professor tanto na teorização do conteúdo, quanto no desenvolvimento de habilidades relacionadas aos procedimentos referentes às atividades experimentais, pois é necessário não só a proposta de atividade, mas todo o contexto que auxilia na formação crítica do sujeito.

Para Neto Sodré e Oliveira (2015), uma das principais finalidades das atividades experimentais é a efetivação do conhecimento, ou seja, a atividade experimental serve para que os alunos possam colocar em prática o que foi visto na teoria. Logo, podemos averiguar que as atividades experimentais são vistas como uma estratégia de ensino que auxilia o aluno a compreender o conteúdo trabalhado em sala de aula.

Devido à importância que as atividades experimentais têm, as mesmas vêm sendo utilizada bastante no âmbito escolar. Percebemos que devido à grande diversidade de estratégias de ensino, muitos autores conceituam as atividades práticas demonstrativas ou comprobatórias como sendo atividades experimentais. Posto isso, essas modalidades de atividade não permitem que os alunos questionem ou indaguem os conhecimentos, trazendo, de certa forma, uma concepção de ciência como um produto pronto e acabado.

Entre os artigos analisados, pudemos observar que dos 34 artigos selecionados muitos autores fazem o uso do termo experimentação/atividades experimentais (70% dos artigos) ao longo do seu texto, utilizando esse termo para conceituar atividades e intervenções práticas, a exemplo dos trabalhos de Silva; Serra (2013), Brito; Fireman (2016), Costa; Corrêa (2016), Gomes; Bueno (2016).

Existe uma vasta gama de artigos e livros que argumentam em relação à utilização, conceituação dessa temática. Porém, existem muitas discordâncias em relação a sua utilização. As atividades experimentais muitas vezes são trabalhadas numa perspectiva de atividade prática, de forma acrítica e não problematizada, fazendo com que os alunos sigam receitas e protocolos. Dessa forma, percebe-se que ainda é comum em espaços de ensino práticas que se limitam a simples constatações, com a finalidade de “verificar a validade determinadas previsões teóricas” (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 181).

A partir dos conceitos de Leite (2001) e Lima (2015) para experimentação/atividades experimentais, entendemos que a contrariedade está não na execução da atividade, mas sim,

na conceituação. Percebe-se que muitas atividades de cunho prático se denominam de experimentação ou atividades experimentais; mas não se enquadram nessa categoria pelo fato de que as atividades experimentais se caracterizam com a presença de variáveis no desenvolvimento das atividades, em que os alunos comparam situações, quantidades, fenômenos e etc.

Outro percurso de ensino com atividades experimentais é a atividade experimental investigativa, que vem crescendo gradativamente no âmbito escolar, pelo fato de que proporcionarão ao aluno não só a comprovação da teoria, mas fazer com que o mesmo construa o seu conhecimento, pois, atividades devidamente planejadas e bem projetadas corroboram para que ocorram transformações relevantes nas práticas pedagógicas. Uma delas é a ruptura do ensino fragmentado, pois através de atividades investigativas o aluno atua em diversas áreas do conhecimento (SILVA; BRAGA, 2012; ZÔMPERO; LABURÚ, 2012; SILVA; SERRA, 2013; MALHEIRO; FERNANDES, 2015; MOREIRA; SOUZA, 2016). Já os autores Carmo, Ferreira e Araújo (2016) ao analisarem licenciandos do curso de Ciências Biológicas puderam constatar que a explanação do conhecimento prévio dos alunos, a formulação de boas perguntas e a atuação de cada docente influencia tanto no processo de ensino aprendizagem, quanto no desenvolvimento e no exercício correto das atividades. Bachelard (1938) afirma que “todo conhecimento é uma resposta a uma questão”, no sentido de que a experimentação adquire um caráter de construção e até mesmo de reconstrução do conhecimento científico, pois, “é da natureza da criança experimentar, testar, investigar e propor soluções, cabendo à escola incentivar e usufruir destas características, atuando como mediadora entre a experimentação espontânea e a científica” (BACHELARD, apud ROSA; ROSA; PECATTI, 2007, p.265).

Portanto, as atividades experimentais investigativas aplicadas no contexto escolar promovem no aluno compreensão de que a ciência não produz um conhecimento pronto e acabado, ou seja, uma verdade absoluta e inquestionável. Outrossim, um conhecimento construído por humanos, passível de questionamentos, ampliações e até mesmo refutações. Sendo assim, o experimento ou a atividade experimental pode ocorrer em qualquer local o que contribui para que uma atividade seja, ou não seja um experimento é a forma como a metodologia é aplicada, isto é, como a atividade é desenvolvida.

Atividades de caráter investigativo buscam contextualizar as atividades práticas, correlacionando o conhecimento científico com o conhecimento do cotidiano, valorizando a participação ativa dos alunos ao longo do processo, auxiliando os alunos na apresentação de

hipóteses sobre fenômenos estudados, nas discussões sobre as observações e na elaboração de argumentos para as conclusões (SILVA; MOURA; PINO, 2015; MOREIRA; SOUZA, 2016; MENDONÇA; ZANON, 2017).

Destarte, a produção e a utilização de kits de materiais alternativos vêm sendo utilizados, como uma alternativa para trabalhar com os alunos as atividades experimentais. Os argumentos levantados por Moreira e Estumano (2016) ao desenvolverem um material didático contendo atividades experimentais para o ensino fundamental anos finais, com atividades relacionadas à temática das ciências e à temática da física e da química, reforçando a ideia de que as atividades experimentais proporcionam a aprendizagem de forma mais atraente e fácil, uma vez que estimula a criatividade e o interesse pelas ciências. Lima, Santos e Silva (2014), ao desenvolverem um kit de experimentação investigativa, em que os autores selecionaram nove atividades experimentais para a confecção de um KEI (Kit de experimentação Investigativa). O KEI continha substâncias e materiais acessíveis e de baixo custo para o desenvolvimento de experimentos na área de química para o ensino fundamental. Ao executarem as atividades, após a elaboração e entrega dos kits, puderam constatar que é possível o desenvolvimento de práticas experimentais com materiais alternativos, sendo eles acessíveis e de baixo custo. Posto que um dos fatores para que os professores não desenvolvam práticas diferenciadas do contexto tradicional, está relacionado à falta de laboratório ou material adequado para a elaboração de atividades experimentais utilizando materiais alternativos, pode-se averiguar que é possível desenvolver aulas em outra perspectiva de ensino.

No ensino por investigação, o conhecimento não é dado e sim construído, já que o professor não deve apresentar respostas prontas. O mesmo deve questionar, nunca apresentar o conhecimento pronto; mas sim, criar condições para que o aluno entenda o conhecimento já construído. Para tanto, o professor considera o conhecimento prévio e possibilita situações que o farão reelaborar e/ou ampliar o conhecimento que já adquiriu, resultando em um novo conhecimento para o aluno, fazendo com que o mesmo formule e reformule o conhecimento. A investigação permite a quebra/ruptura de barreiras em relação ao conhecimento do senso comum, ou seja, permite que o sujeito construa o seu conhecimento, não como verdade absoluta, mas sim, como formação de novas experiências. O ensino por investigação não está atrelado à experimentação, porém, a experimentação pode proporcionar ao ensino investigativo a aprendizagem de procedimentos e atitudes. Isto é, a mesma tem a função de instigar o aluno ao trabalho em equipe, compreenda dados, interprete os resultados obtidos

correlacionando a sua vivência no cotidiano, pois a aprendizagem de atitudes é tão importante quanto à de conceitos. Deste modo, a experimentação atua como propulsora para a quebra de paradigmas, fazendo com que haja rupturas epistemológicas sobre a temática trabalhada.

Surge, então, um paradigma baseado em pressupostos tanto acadêmicos, quanto científicos, em que o sujeito com as suas experiências e vivências conceituam uma nova ciência. A experiência não dispensa a teoria preliminar. A experiência auxilia no processo de construção do conhecimento, com o intuito de aliar o saber e o fazer. De acordo com os pensamentos de Boaventura, quando afirma: “as ideias que presidem à observação e à experimentação são as ideias claras e simples a partir das quais se pode ascender a um conhecimento mais profundo e rigoroso da natureza”. (SANTOS, 1988, p. 50). Por isso, faz-se necessário na pós-modernidade considerar a heterogeneidade e a diversidade do século em que vivemos. A modernidade é indolente e é fundamental para desenvolver um discurso pós-moderno, com o intuito de romper a hegemonia do pensamento científico, uma vez que tanto as Ciências, quanto o Ensino das Ciências podem atuar em paralelo com o senso comum/conhecimento empírico, pois o ser humano é constituído de diversas dimensões, sejam elas sociais, cognitivas, afetivas e culturais, que devem ser consideradas na construção do conhecimento. (SANTOS, 1988).

Para tanto, através das produções analisadas compreendemos que as atividades experimentais e a experimentação didática produzidas e disseminadas desde a década de 1960 vêm sendo influenciada e ressignificada ao longo dos anos, uma vez que, as atividades experimentais colaboram tanto para a elucidação da teoria através das atividades práticas experimentais, quanto para a construção do conhecimento científico através da experimentação investigativa. Nesse sentido, as diversas formas didático-metodológicas que compreendem as atividades experimentais são um fator crucial para melhorar o processo de ensino aprendizagem e que a ampla gama de conceituações e definições que permeiam o termo influenciam em relação à forma como a metodologia é proposta e desenvolvida.

Dessarte, buscamos analisar no presente estudo como as atividades experimentais e a experimentação didática estão instituídas no livro didático ‘Biologia: das moléculas ao homem’ produzido pela equipe do BSCS.

6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo apresentamos em quatro seções os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento da pesquisa. Na primeira seção, delimitamos as características do estudo. Na segunda, identificamos e detalhamos o objeto da pesquisa. Na terceira, expomos a construção do corpus empírico. Na última seção, relatamos os procedimentos de análise, bem como detalhamos os critérios e suas respectivas construções e concepções.

6.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Nossa pesquisa teve como objetivo compreender como a experimentação é abordada nos exercícios de laboratório apresentados na coleção de livros ‘Biologia: das moléculas ao homem’ - Versão azul, e é produzida pela equipe do BSCS.

A presente investigação foi conduzida a partir da abordagem qualitativa. De acordo com Rampazzo (2002, p. 58), a pesquisa qualitativa “busca uma compreensão particular daquilo que estuda: o foco da sua atenção é centralizado no específico, no peculiar, no individual, almejando sempre a compreensão”. Baseado em Minayo (2001), entendemos que a pesquisa qualitativa é desenvolvida a partir de uma abrangência de significados, processos e fenômenos, ou seja, o seu enfoque é na interpretação do objeto em sua totalidade. Para isso, averigua-se o contexto no qual o objeto estudado está inserido, sendo a pesquisa qualitativa dinâmica.

No campo da pesquisa qualitativa, a realidade é múltipla e o objeto de estudo é construído considerando a realidade social. Porém, mesmo a pesquisa sendo de cunho qualitativo, eventualmente organizamos numericamente os resultados elaborados a partir do corpus empírico construído, de modo a visualizarmos o comportamento das variáveis e, assim, guiados pelo referencial teórico adotado, termos mais informações para analisá-los.

Existem diversos procedimentos e métodos para a pesquisa qualitativa. Para este trabalho tomamos como base principal a pesquisa documental que é “um procedimento, o qual se utiliza de métodos e de técnicas para a apreensão, compreensão e análise de documentos dos mais variados tipos” (SÁ-SILVA, ALMEIDA; GUINDANI, 2009, p.05). O nosso objeto empírico de estudo foi a versão azul do BSCS que de per si é um documento. Adicionalmente, utilizamos outros documentos com o intuito de identificar informações que

auxiliem na contextualização histórica e sociocultural da origem do BSCS, da sua introdução e uso no Brasil.

É primordial em todas as etapas de uma análise documental que se avalie o contexto histórico no qual foi produzido o documento, o universo sócio-político do autor e daqueles a quem foi destinado, seja qual tenha sido a época em que o texto foi escrito. [...] **O pesquisador não pode prescindir de conhecer satisfatoriamente a conjuntura socioeconômico-cultural e política que propiciou a produção de um determinado documento. Tal conhecimento possibilita apreender os esquemas conceituais dos autores, seus argumentos, refutações, reações e, ainda, identificar as pessoas, grupos sociais, locais, fatos aos quais se faz alusão, etc. [...].** (SÁ-SILVA; ALMEIDA; GUINDANI, 2009, p 8-9, grifo nosso).

Compreendemos que os documentos são fontes de informações que foram produzidas pelo homem em um dado contexto, cabe ao pesquisador refinar as informações levando em consideração o momento social, cultural, político que esse determinado documento foi construído. De acordo com Sá-Silva, Almeida Guindani (2009, p.10) “os documentos não existem isoladamente, mas precisam ser situados em uma estrutura teórica para que o seu conteúdo seja entendido”. Dessa forma, dialogamos com Goodson (1995; 1997), Lopes e Macedo (2011), Silva (2017), entre outros, para que possamos compreender a conjuntura do material a ser analisado.

Como caracterização, “considera-se como documento qualquer registro escrito que possa ser usado como fonte de informação” (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 2002, p.169). A partir daí utilizamos também como referencial de estudo Peter Burke (1992), haja vista o mesmo compreender que há um leque de diversidade referente a fontes de estudo que podem ser utilizadas em pesquisas documentais, sendo é necessário avaliar as entrelinhas deixadas pelo homem ao longo da história. Levando este fato em consideração, Peter Burke afirma que é importante que as pesquisas não levem só em consideração os registros “oficiais” ou tidos como tradicionais, pois fontes orais e visuais também podem contar uma trajetória importante da história.

A pesquisa possui fins tanto exploratórios, pelo fato de investigar situações ainda pouco verificadas, a concepção de experimento contida na obra, quanto descritivas, pois procuramos descrever características em relação à organização, evento e contexto do objeto em estudo.

6.2 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO DA PESQUISA

Tivemos como objeto de estudo a coleção de livros didáticos produzida pela equipe do *Biological Sciences Curriculum Study (BSCS)*, cujas primeiras edições foram editadas e produzidas nos Estados Unidos. O BSCS produziu três coleções de livros. Cada coleção enfatizava algum aspecto da ciência, sendo elas: a versão azul (biologia molecular), a versão amarela (genética) e a versão verde (ecologia).

De acordo com Ferreira e Selles (2008), em 1960 as coleções dos livros didáticos foram traduzidas e adaptadas pelo IBICC- Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura, publicadas pela editora EDART. O IBICC recebeu apoio financeiro da Fundação Ford, e da USAID - United States Agency for International Development. Além da tradução de material, o auxílio financeiro também foi utilizado na produção de kits com recursos didáticos para o ensino médio. De acordo com Barra e Lorenz (1986), a USAID custeou os primeiros exemplares com cerca de 36.000 livros para serem disseminados no Brasil. Os livros foram traduzidos e adaptados por três professoras: Myriam Krasilchik, Nícia Wendel de Magalhães e Norma Maria Cleffi (FERREIRA e SELLES, 2008)

O BSCS-versão azul foi publicado pela editora EDART – Livraria e Editora Ltda. O livro tem como título “Biologia das moléculas ao homem” e é composto por dois volumes, ambos impressos no Brasil a partir de 1965. O primeiro volume contém três unidades e doze capítulos, juntamente com os exercícios de laboratório. Já o segundo volume é composto por cinco unidades, dezoito capítulos e os exercícios de laboratório.

Neste trabalho, utilizamos como material de análise o BSCS - versão azul pelo fato de que esta versão é a que adota e dá um maior destaque a atividades experimentais. Como o nosso principal objetivo foi compreender como a experimentação didática está instituída nos Guia de laboratório da coleção de livros do BSCS (versão azul), a sua análise se faz pertinente. A ênfase das nossas análises recaiu sobre os 58 exercícios de laboratório, identificados na junção dos dois volumes do livro. Com o intuito de caracterizar os objetivos desses exercícios de laboratório, também analisamos os guias de laboratório disponibilizados para os professores, certos de que são nos guias de laboratórios que estão contidas as informações pertinentes para que os professores desenvolvessem as atividades com os estudantes.

6.3 A CONSTRUÇÃO DO *CORPUS* EMPÍRICO DA PESQUISA

6.3.1 Obtenção dos documentos

De acordo com Callado e Ferreira (2004), a escolha dos documentos é de suma importância para responder as inquietações referentes ao objeto de estudo, uma vez que se faz necessária uma análise criteriosa em relação à escolha do material estudado.

Para a construção do *corpus* empírico da pesquisa adquirimos através de livrarias antigas, os chamados Sebos, os dois volumes do livro didático intitulado “Biologia: das moléculas ao homem”. O livro adquirido para análise foi publicado no ano de 1965 em sua 1ª edição, pela editora EDART- São Paulo. O segundo volume analisado foi publicado no ano de 1967 em sua 1ª edição, também pela editora EDART- São Paulo. Além dos livros didáticos, também foram analisados o Guia do Professor de Biologia, o qual também foi produzido pelo BSCS, dividido em dois volumes assim como os livros didáticos correspondentes. O Guia do Professor de Biologia - volume I foi publicado em 1973 em sua 2ª edição, enquanto o Guia do Professor de Biologia – volume II foi publicado em 1968.

Após a obtenção deste material buscamos averiguar como os exercícios de laboratório estão estruturados no decorrer da obra. O trabalho focou as suas análises em cima dos seguintes eixos indicadores: recursos utilizados, estratégias de ensino, classificação das atividades e objetivos das atividades. Para isso, utilizamos a ficha de análise (apêndice 2), que criamos com o intuito de caracterizar, identificar e analisar como estão estruturados esses exercícios de laboratório.

6.3.2 Organização dos documentos

De acordo com Pimentel (2001) e Cellard (2008), após a construção do *corpus* empírico, faz-se necessário organizar e avaliar alguns aspectos pertinentes em relação a sua estrutura e concepção, para que posteriormente seja realizada a análise desses documentos. Portanto, após a construção do *corpus* empírico, os mesmos foram organizados.

A organização do material se deu em duas etapas: na primeira etapa o material foi descrito com o intuito de se analisar como a obra apresenta tanto o seu conteúdo quanto a sua estrutura organizacional, levando em consideração o contexto, a natureza, os autores e a origem do material. Na segunda, identificamos quais os exercícios de laboratório contidos em cada capítulo, o que nos possibilitou quantificar as temáticas abordadas nos exercícios. Posteriormente, foi realizada uma leitura inicial com o intuito de verificar como está composta a estrutura curricular do livro didático, bem como para analisar as atividades propostas, os exercícios e as principais temáticas abordadas. Nossa finalidade é compreender e caracterizar o material para que possamos descrever e sistematizar as ideias trazidas pelo

BSCS, visando conhecer a estrutura, os recursos e as estratégias, os objetivos e a natureza desses exercícios de laboratório.

6.4 DEFINIÇÃO DOS INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE DO *CORPUS* EMPÍRICO.

O procedimento utilizado para a análise dos documentos foi a Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011). De acordo com Franco (2005, p. 13), “o ponto de partida da Análise de Conteúdo é a mensagem”, pois essa expressa um sentido, pode ter vários significados e ser avaliado em diferentes proporções em consonância com o contexto analisado. A análise de conteúdo, de acordo com Bardin (2011), divide-se em três etapas cronológicas: a primeira etapa se constitui na pré-análise; a segunda, na exploração do material (codificação do material e definição de categorias); e a terceira, no tratamento dos resultados (inferência e a interpretação).

Tal procedimento de análise pode ser definido como um conjunto de técnicas de comunicações, cujo principal objetivo é a manipulação da mensagem, ou seja, é o que se pode inferir a partir da expressão desse conteúdo. Esta é um instrumento de pesquisa com múltiplas aplicações e que pode ser definida de diversas formas em função do objeto de estudo.

De acordo com Oliveira (2008), existem diferentes técnicas que podem ser utilizadas para o desenvolvimento da análise de conteúdo. São elas: análise temática, análise de enunciação, análise de expressão, dentre outras. Cada técnica permite que o objeto de estudo seja declinado a partir de um determinado elemento. Diante disto, utilizaremos como unidade de registro e técnica central a análise de conteúdo da temática. Segundo Bardin (2011, p. 131), a análise de conteúdo temática “consiste em descobrir os núcleos de sentido que compõem a comunicação e cuja presença de aparição pode significar alguma coisa para o objetivo analítico escolhido”. Essa ferramenta nos permite explorar o material selecionado a partir de temas unificadores.

Para a construção das categorias, buscamos responder a seguinte indagação: Como a atividade científica está constituída nos exercícios de laboratório da obra ‘Biologia: das moléculas ao homem’ produzido pela equipe do BSCS? Diante disto, foram elaborados eixos indicadores para buscar uma resposta específica a essa pergunta.

Embasado na literatura, o material foi analisado em quatro eixos indicadores centrais. São eles:

- I- **Classificação das atividades:** nessa temática analisaram-se quais as principais características que norteavam o desenvolvimento dos exercícios de laboratório;
- II- **Características didático-metodológicas:** nessa temática analisaram-se quais as estratégias de ensino utilizadas para o desenvolvimento dos exercícios de laboratório;
- III- **Objetivo das atividades:** nessa temática analisaram-se um conjunto de informações referentes a como os exercícios de laboratório se articulam com a temática trabalhada, avaliando os seus objetivos e o contexto abordado;
- IV- **Recursos utilizados:** nessa temática analisaram-se em que consistem os principais recursos utilizados para o desenvolvimento dos exercícios de laboratório.

A partir dos eixos indicadores centrais, delimitou-se a construção das categorias. A estruturação das categorias pode ser estabelecida por dois processos: 1) *a priori*, procedimento por qual as categorias surgem a partir de uma formação prévia do sistema embasado nas teorias; 2) *a posteriori*, processo pelo qual as categorias surgem no decorrer das análises. No referido trabalho, utilizamos tanto categorias *a priori* quanto *a posteriori* (apêndice 3). Para a construção das categorias *a priori* tomamos por base os trabalhos de Leite (2001) e Lima (2015). Ambos os trabalhos conceituam e classificam as atividades práticas e as suas dimensões. As categorias *a posteriori* foram construídas a partir da análise exploratória do material, onde inicialmente foram feitas leituras que possibilitaram a identificação de palavras chaves no decorrer da obra. Após a codificação das palavras chaves, as mesmas foram agrupadas de acordo com a temática central pré-estabelecida. Salientamos que na formação do nosso sistema categórico *a posteriori* foi resultante de um movimento dialético consubstanciado entre o referencial teórico, os objetivos e problema da pesquisa; e o conteúdo presente no material.

7 OS EXERCÍCIOS DE LABORATÓRIO DO LIVRO ‘BIOLOGIA: DAS MOLÉCULAS AO HOMEM’ (BSCS – VERSÃO AZUL) E A DIMENSÃO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

A referida pesquisa tem como objetivo principal analisar como a experimentação didática está instituída nos guias de laboratórios propostos no livro ‘Biologia: das moléculas ao homem’ (BSCS-versão azul). Essa investigação refere-se a analisar qual a concepção de experimento foi abordada no decorrer da obra. Dividimos esse capítulo em três seções. Na primeira seção apresentamos qual a compreensão de ‘ensino por investigação’ é abordada no primeiro capítulo do BSCS (versão- azul). Na segunda, analisamos as atividades experimentais propostas no guia de laboratório do livro ‘Biologia: das moléculas ao homem’. Na última seção, explanamos as atividades experimentais e suas convergências com a construção social do currículo.

7.1 A EXPERIMENTAÇÃO BASEADA NA PROPOSTA DE ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO: UMA LEITURA A PARTIR DO LIVRO ‘BIOLOGIA: DAS MOLÉCULAS AO HOMEM’ (BSCS-VERSÃO AZUL).

Entendemos que o BSCS é um livro didático que se constitui como um propulsor e disseminador das ideias curriculares recomendadas na década de 1960 (FRACALANZ; MEGID NETO, 2008). O ensino de Ciências pautado na experimentação é abordado nos exercícios de laboratório propostos no livro ‘Biologia: das moléculas ao homem’. Esses continham a intencionalidade de auxiliar os alunos a compreender na construção do conhecimento, em que através das atividades propostas os alunos poderiam se apropriar de forma efetiva, saindo de meros receptores de informação para sujeitos, participativos (KRASILCHK, 2000; LIMA, 2015). De acordo com Lima e Teixeira (2017, p. 05):

O processo de relacionar o estudo dos conhecimentos científicos a atividades experimentais possibilitou testar novas propostas de ensino e implantou uma nova compreensão de educação científica, elegendo os experimentos como mecanismos de apropriação de técnicas e do conhecimento então ensinado (LIMA; TEIXEIRA, 2017, p.05)

Com o intuito de caracterizar os exercícios de laboratório, analisamos a referida coleção de livros do BSCS (versão azul) intitulada de ‘Biologia: das moléculas ao homem’. Após a exploração do material, foi possível verificar que nem todos os capítulos possuem exercícios

de laboratório correspondentes às temáticas abordadas, como por exemplo, os conteúdos pertencentes à temática da genética não possuem atividades práticas correlacionadas à teoria. Já outros conteúdos possuem exercícios que contêm mais de uma atividade sugerida, como é o caso de assuntos relacionados à área da fisiologia. Ao total, encontrou-se 58 (cinquenta e oito) exercícios referentes aos dois volumes da coleção de livros ‘Biologia: das moléculas ao homem’. Dos quais, 22 (vinte e dois) estão apresentados no primeiro volume, e 36 (trinta e seis) estão retratados no segundo volume (quadro 6).

DISTRIBUIÇÃO DE EXERCÍCIOS DE LABORATÓRIO POR CAPÍTULOS		
LIVRO	CAPÍTULOS	QUANTIDADE DE EXERCÍCIOS
VOLUME I	Capítulo 1: Biologia; Interação de fatos e ideias	04
	Capítulo 2: A variedade dos seres vivos	02
	Capítulo 3: Mecanismos da Evolução	02
	Capítulo 4: Origem dos seres vivos	01
	Capítulo 5: Precursores da vida	03
	Capítulo 6: Energia Química para vida	05
	Capítulo 7: Moléculas Mestras	00
	Capítulo 8: O código genético	00
	Capítulo 9: Luz, fonte de energia para a vida	02
	Capítulo 10: A célula atual	01
	Capítulo 11: A teoria celular	01
	Capítulo 12: O organismo pluricelular	01
VOLUME II	Capítulo 13: Reprodução	03
	Capítulo 14: Desenvolvimento	03
	Capítulo 15: Tipos de Herança	03
	Capítulo 16: Genes e Cromossomos	00
	Capítulo 17: A Origem de Novas Espécies	00
	Capítulo 18: A Espécie Humana	01
	Capítulo 19: Sistemas Fotossintetizadores	03
	Capítulo 20: Sistemas de Transporte	06
	Capítulo 21: Sistemas Respiratórios	02
	Capítulo 22: Sistemas Digestivos	02
	Capítulo 23: Sistemas Excretorios	01
	Capítulo 24: Sistemas Reguladores	03
	Capítulo 25: Sistema Nervoso	02
	Capítulo 26: Esqueletos e Sistemas Musculares	02
	Capítulo 27: Comportamento	01
	Capítulo 28: Populações	00
	Capítulo 29: Sociedades	00
	Capítulo 30: Comunidades	04

Quadro 6: Representação quantitativa dos exercícios de laboratório por capítulo. Fonte: Autor, 2018.

7.1.1 O BSCS e a “Ciência como investigação”

O primeiro capítulo do livro texto ‘Biologia: das moléculas ao homem’ (BSCS-versão azul) tem como título “Ciência como investigação”. Ao exploramos esse primeiro capítulo,

observamos que a sua estrutura está direcionada para exemplificação de como ocorre o processo científico. Na introdução proposta no capítulo 1, lê-se:

Frequentemente se imagina que Ciência seja um conjunto frio de fatos e de teorias rígidas, mas esperamos que você, ao entender sua natureza, veja quão dinâmica e estimulante ela pode ser. Por trás de todos os processos, teorias e fatos há sempre uma força propulsora a curiosidade. Neste capítulo daremos **ênfase ao papel da pesquisa em Ciência, comparando o trabalho do cientista ao trabalho do detetive; em seguida, daremos a você a oportunidade de identificar fatos e teorias num exemplo de investigação científica** e, finalmente, estudaremos a natureza dos problemas, fatos e teorias e sua interação. **Quando você estiver realizando investigações no laboratório, irá entender melhor o processo científico** (BSCS - versão azul, v. I, 1965, p.17, grifo nosso).

Essa passagem do texto demarca que a atividade científica é dinâmica, guiada pela curiosidade, semelhante ao trabalho do detetive. Imaginamos que implicitamente o texto está assumindo que o cientista, orientado pela curiosidade, identifica fatos e teorias.

Ao analisarmos a estrutura do capítulo 1, encontramos a descrição das etapas do método científico: observação, formulação de hipóteses e a experimentação como forma de testar as hipóteses. Nota-se que a etapa inicial do que foi chamado de método científico é a observação. Essa descrição do método é coerente com a comparação feita entre atividade científica e o trabalho do detetive. Em outras palavras: o cientista ao verificar fatos – ou usando termos do BSCS: ao observar – encontrará no que se detém a estudar elementos que permitem estabelecer teorias.

Nessa descrição do método científico, sua produção parece ser linear: a cada observação novas informações vão sendo “descobertas” e, assim, amplia-se o conhecimento. Como num processo de produção cumulativa, no qual não há espaço para contradições, onde o ver/tocar destaca-possibilita ideias. Vejamos uma citação que corrobora o entendimento de que a ciência consiste em observar fatos e identificar nos mesmos regularidades que os explicam, “os fatos científicos são observações que podem ser repetidas e verificadas e sobre as quais não se admitem controvérsias” (BSCS- versão azul, v. I, 1965).

Ao analisarmos os 58 (cinquenta e oito) exercícios de laboratório proposto pelo BSCS, constatamos que as atividades possuem um roteiro pré-estabelecido que direciona para a comprovação do que foi abordado na teoria, não permitindo ao aluno o levantamento de hipóteses e formulação de ideias. Diante do exposto, compreendemos que o termo Ciência por investigação, trazido pelo BSCS, remete-se às etapas e às vivências do método científico. O termo investigação não incumbe à descoberta/construção de fatos e a autonomia no processo científico; mas, corresponde ao fato de replicar as experiências feitas pelos cientistas para que

assim os alunos possam tirar suas conclusões e confirmar o já dito teoricamente a partir de observações. É interessante destacar que, ao iniciar as atividades com teorização, o BSCS contradiz o que apresenta como sendo as etapas do método científico. Segue-se o método científico que iniciaria com observação e, após condução da observação, chegar-se-ia a teoria.

No BSCS, o professor tem o papel de executar, verificar e/ou fiscalizar a atividade, o que difere do entendimento atual sobre ciência por investigação (CARVALHO et al., 2013; DELIZOICOV, 2005; SASSERON, 2008; TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015). Na atualidade, o ensino por investigação se constitui de uma abordagem que permita ao aluno participar de forma mais interativa em todas as etapas da investigação científica (observação, formulação de hipóteses, organização das atividades, análise dos dados) e o professor tem o papel de mediar a construção do conhecimento. Nesse atual ensino por investigação, as atividades experimentais podem ou não estar presentes no desenvolvimento da pesquisa, e o aluno deve projetar e identificar o problema a ser resolvido.

A concepção de Ciência por Investigação abordada no BSCS, disseminada no capítulo 1 (um), refere-se a uma súmula das etapas propostas no método científico não condizendo com o que entendemos hoje por ensino de ciência investigativa.

7.2 COMPREENDENDO O TIPO DE EXPERIMENTO PROPOSTO NO GUIA DE LABORATÓRIO DO LIVRO ‘BIOLOGIA: DAS MOLÉCULAS AO HOMEM’

7.2.1 A natureza da Atividade Prática

As atividades desenvolvidas nos exercícios de laboratório se constituem como atividades práticas, porquanto, de acordo com Andrade e Massabni (2011, p. 840) atividades práticas são “aquelas tarefas educativas que requerem do estudante a experiência direta com o material presente fisicamente, com o fenômeno e/ou com dados brutos obtidos do mundo natural ou social”. À vista disso, a atividade prática tem como ponto central o contato do aluno com o objeto estudado.

As atividades experimentais se constituem como um segmento da atividade prática, uma subcategoria, dado que a realização destas envolve a experiência direta com o material presente fisicamente. O termo atividade experimental possui uma ampla abrangência com relação aos seus múltiplos significados devido ao fato da mesma ser uma palavra polissêmica. Nesse sentido, faz-se pertinente deixarem claras algumas considerações referentes a essa nomenclatura. Os termos “atividade experimental”, “experimentação” e “experimento” se constituem como sinônimos, em virtude de compreendermos o que difere a atividade prática

da atividade experimental é a presença/ausência de variáveis e réplicas (LIMA, 2015). Baseados em Lima (2015), entendemos que todo experimento é uma atividade prática; mas, nem toda atividade prática se constitui como um experimento. Assim, quanto à natureza da atividade, categorizamos os exercícios sobre três ângulos distintos entre si. São eles: as práticas experimentais, as práticas não experimentais e as múltiplas (que possuem tanto o caráter experimental, quanto não experimental) no decorrer do processo de sua execução.

Ao analisarmos os exercícios propostos no Guia de laboratório quanto à natureza da atividade, pudemos constatar que 41,4% (N= 24) de suas atividades possuem o caráter experimental. Ou seja, os exercícios desenvolvidos apresentam uma ou mais variáveis, elemento primordial para a caracterização da atividade como experimental. Com relação aos demais exercícios, 48,3% (N= 28) caracterizamos como não experimentais, dado que as atividades propostas não apresentam variáveis no desenvolvimento de sua execução e 10,3% (N=6) caracterizamos como múltiplos, ou seja, atividades que possuem etapas tanto experimentais, quanto não experimentais (gráfico 2).

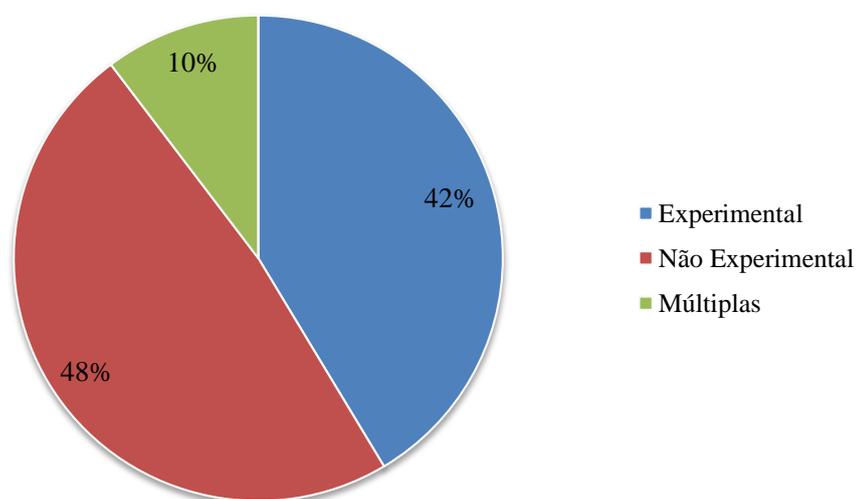


Gráfico 2: Conceção da natureza dos exercícios de laboratório propostos na coleção de livros 'Biologia: das moléculas ao homem' (BSCS - versão azul). Fonte: Autor, 2018.

7.2.2 Tipologia dos exercícios de laboratório (Prático-experimental)

Na categoria referente à tipologia dos exercícios de laboratório, classificou-se o tipo de trabalho que cada exercício propõe. Com base na classificação proposta por Lima (2015)

agrupamos os exercícios em: investigativo, comprobatório e demonstrativo. Observaram-se também outras categorias a posteriori que emergiram no decorrer das análises: a categoria múltipla e a categoria outras. A categoria múltipla corresponde aos exercícios de laboratório que englobam mais de uma tipologia; já a categoria outras refere-se a exercícios que se enquadram como atividade prática, contudo, não se enquadram no subgrupo laboratorial⁴ seja ele experimental ou não experimental. Ao averiguarmos os exercícios de laboratório quanto a sua classificação, obtivemos o seguinte resultado (gráfico 3).

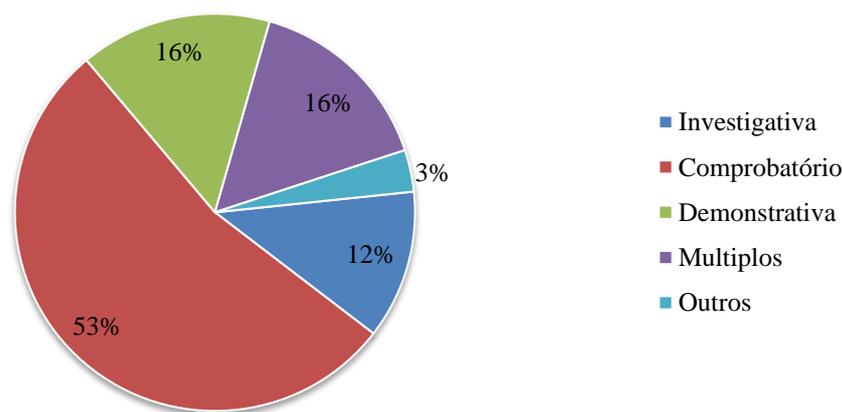


Gráfico 3: Tipologia dos exercícios de laboratório. Fonte: autor, 2018.

Identificamos que dos 58 exercícios de laboratório propostos na coleção do livro ‘Biologia: das moléculas ao homem’, 53% (N= 31) possuem o caráter comprobatório, cujo intuito principal é validar conceitos abordados no conteúdo teórico, bem como explicar técnicas e procedimentos referentes ao manuseio de equipamentos e materiais de laboratório. Ao fragmentarmos esse resultado quanto à natureza da atividade, destes 31 exercícios, 48,4% são de caráter experimental enquanto 45,1% são de caráter não experimental e 6,4% possuem exercícios múltiplos.

As atividades demonstrativas, segunda maior porcentagem de tipos de atividades encontradas, totalizam 16% (N=9) dos exercícios, as quais se diferenciam das atividades comprobatórias perante a execução dos exercícios, pois, na atividade demonstrativa o professor pode ser na maioria das vezes, o responsável por executar a atividade, enquanto que na atividade comprobatória o aluno é o sujeito atuante no desenvolvimento do exercício.

⁴ O subgrupo laboratorial refere-se a atividades que utilizam métodos de laboratório, porém, podem ocorrer tanto em um laboratório, quanto em outro espaço físico, por exemplo, sala de aula.

Salientamos que as atividades demonstrativas foram assim classificadas levando em consideração a disponibilidade dos recursos e o grau de dificuldade para o desenvolvimento dos exercícios. Quanto à natureza das atividades demonstrativas, dos 9 (nove) exercícios nesta categoria 44,4 % são de caráter experimental e 55,5% são de caráter não experimental.

Os exercícios múltiplos são aqueles que possuem mais de uma classificação no exercício analisado. Dessa forma, 16% (N=9) dos exercícios de laboratório um viés funcional no desenvolvimento do exercício. Quanto à natureza da atividade, as atividades múltiplas se dividem em experimental 33,3%, e não experimental 33,3% e múltiplas (experimental e não experimental) 33,3%. Salientamos que os exercícios de laboratório categorizados nessa temática possuem mais de uma atividade no exercício de laboratório proposto.

Os exercícios investigativos correspondem a 12% (N= 7) dos exercícios de laboratório. Ou seja, dos 58 exercícios apenas, 7 (sete) deles possuem caráter investigativo. As atividades classificadas como investigativa não possuem um roteiro pré-determinado possibilitando fazer com que o aluno investigue e desenvolva um viés crítico sobre a temática desenvolvida na atividade.

Os exercícios de laboratório que não corresponderam aos agrupamentos propostos na categorização, foram classificados como ‘Outros’, cerca de 2 (duas) atividades, totalizando 3%.

7.2.3 Explicação dos exercícios de laboratório quanto a sua tipologia

Os exercícios de laboratório propostos pelo guia do laboratório do livro ‘Biologia: das moléculas ao homem’ (BSCS- versão azul), possuem uma vasta diversidade com relação à classificação das atividades. Diversidade essa que vai desde atividades cuja finalidade é explicar conceitos e aprimorar técnicas de laboratório até atividades que estimulam o senso crítico e a capacidade cognitiva dos alunos. Ressaltamos aqui que cada proposta de classificação possui sua determinada relevância, em razão de, independentemente do percurso desenvolvido, o contato direto do sujeito (aluno) com a temática estimula o processo de ensino–aprendizagem auxiliando-os na aquisição do conhecimento.

Ao analisarmos os 58 exercícios de laboratório, identificamos que os exercícios podem ser classificados a partir de cinco perspectivas importantes: a primeira diz respeito às atividades de caráter comprobatório; a segunda, aos exercícios de laboratório demonstrativo; a terceira, aos exercícios de laboratório investigativo; a quarta, aos exercícios de laboratório de caráter múltiplo; e a quinta, aos exercícios que se enquadram na categoria outras. Destacamos

que essas categorias foram construídas a priori embasadas no trabalho de Lima (2015). Esta seção se complementa com as seções seguintes que detalham cada tipologia dos exercícios de laboratório.

7.2.3.1 Exercícios de laboratório do grupo I

Classificamos 53% do total de exercícios encontrados no livro ‘Biologia: das moléculas ao homem’ como exercícios de laboratório comprobatórios. Eles correspondem ao maior percentual de tipos de exercícios. Categorizamos-os em dois grupos: atividades práticas experimentais comprobatórias e atividades práticas não experimentais comprobatórias. Foram agrupadas como atividades práticas experimentais comprobatórias aquelas que apresentam variáveis; e atividades práticas não experimentais comprobatórias só as atividades que não possuem variáveis para a sua execução (quadro 7).

GRUPO I: EXERCÍCIOS DE LABORATÓRIO COMPROBATÓRIO		
Exercício	Título	Natureza da atividade
3	Uma experiência quantitativa controlada	Experimental
4	A variedade dos seres vivos	Não experimental
6	Organismos microscópicos num ambiente de laboratório	Experimental
7	Variação dos seres vivos	Não experimental
9	Fonte de bactérias	Experimental
10	O pH de substâncias biológicas	Não experimental
11	Formação de coacervados	Experimental
13	Atividade catalítica de diversas enzimas	Experimental
14	Efeitos de diversos fatores na atividade enzimática	Experimental/Não experimental
15	Atividades de membrana celular	Experimental
16	Permeabilidade das células de lêvedo	Experimental
18	Separação e exame dos pigmentos dos cloroplastos	Experimental/Não experimental
19	Efeitos de diversos fatores na velocidade da fotossíntese	Experimental
21	Comportamento de um Mixomiceto	Não experimental
22	Início da organização celular	Experimental
24	Regeneração em vegetais	Experimental
27	Curvas de crescimento	Não experimental
28	Padrões de crescimento em vegetais	Não experimental
29	Herança e meio	Não experimental
30	Técnica para a captura de drosófilas	Não experimental
31	Cruzamento entre duas linhagens de drosófilas	Experimental
33	Adaptações da estrutura da folha à fotossíntese	Não experimental

35	Variação do número de cloroplastos por célula	Experimental
37	Transporte em vegetais	Experimental
39	Propriedades do sangue humano	Não experimental
41	Efeitos de diversas variáveis na velocidade dos batimentos cardíacos de Daphia	Experimental
44	Digestão de gorduras	Experimental
45	Determinação de nutrientes orgânicos	Não experimental
47	Regulação do crescimento das plantas	Não experimental
57	Estudo de uma comunidade natural de água doce	Não experimental
58	Estudo de uma comunidade marinha	Não experimental

Quadro 7: Distribuição dos exercícios de laboratório categorizados como comprobatório. Fonte: Autor, 2019.

As atividades de caráter comprobatório (experimentais ou não experimentais) são de modo sistemático, apresentadas inicialmente com proposta de exercícios de laboratório que envolvam conceitos abordados anteriormente na teoria. Em seguida, há explicações relacionadas ao método científico, isto é, um aglomerado de regras básicas sobre a produção do conhecimento científico.

Nos exercícios de laboratório de caráter comprobatório, são apresentadas diversas perguntas norteadoras para a execução da atividade. Essas não estimulam situações em que os alunos reflitam sobre a atividade. Na maioria dos questionamentos, as perguntas possuem respostas pré-definidas ao proporem respostas curtas de negação ou confirmação de resultados. As perguntas são seguidas de um roteiro pré-estabelecido para que os alunos desenvolvam o passo a passo, e assim possam chegar a resultados específicos. Dessa forma, as conclusões poderão ser tiradas logicamente a partir das observações.

A seguir, tomamos como exemplo o exercício de laboratório 39 - Propriedades do sangue humano (Figura 18-A, 18-B, 18-C). Este exercício é composto por três atividades, todas de caráter prático comprobatório não experimental, cuja finalidade é fazer com que o aluno examine amostras do sangue humano, de modo a compreender tanto a composição celular sanguínea, quanto determinar os grupos sanguíneos e o fator Rh. Para o desenvolvimento dessa atividade, o referido livro traz um roteiro pré-estabelecido para que os estudantes sigam um modelo já estipulado previamente.

Esse tipo de atividade não permite que o aluno desenvolva suas próprias hipóteses e ideias, refutando os ideais propostos inicialmente nas orientações do referido livro, pois, a partir do momento que procedimentos a serem seguidos já foram determinados, os alunos deixam de estar participando do processo de construção. As condições para execução da atividade ficam limitadas às propostas determinadas no livro. Por conseguinte, ao

constatarmos essa supremacia de métodos e procedimentos entendemos que a finalidade da atividade é fazer com que os alunos desenvolvam habilidades práticas referentes ao manuseio tanto de equipamentos, quanto de procedimentos utilizados num laboratório científico. Essa ênfase, dada aos procedimentos e métodos científicos, reflete a ideia de estimular a vivência em laboratório, fazendo com que os alunos revivam trabalho do cientista (KRASILCHIK, 1972). Ao analisarmos o modo como os conteúdos são apresentados nos referidos livros, compreendemos que os exercícios giram em torno da prática de laboratório muito mais do que no conhecimento *per si*.

206 SISTEMAS DE TRANSPORTES

Exercício — 39

PROPRIEDADES DO SANGUE HUMANO

A circulação do sangue foi estudada por William Harvey, há mais de 300 anos atrás, mas os constituintes do sangue e suas funções não eram ainda bem conhecidos. Um dos aspectos mais interessantes do estudo do sangue é o dos grupos sanguíneos. Você deve se lembrar, do estudo de hereditariedade feito no Capítulo 15, que há quatro grupos sanguíneos: A, B, AB e O. Os indivíduos que pertencem a cada um desses grupos se caracterizam pela presença ou ausência de certas proteínas nos glóbulos vermelhos. Os indivíduos do grupo A têm proteína A; os do grupo B têm proteína B; os do grupo AB têm as duas proteínas e os do grupo O não têm nem A, nem B. Os indivíduos dos grupos A e B são também caracterizados por proteínas específicas no seu plasma; a proteína do plasma dos indivíduos do grupo A é chamada "anti-B", porque faz com que os glóbulos portadores da proteína B se aglutinem (fig. 39-1). Os indivíduos do grupo B têm no plasma uma proteína chamada "anti-A", que faz com que as hemácias portadoras de A se aglutinem.

Neste exercício você determinará seu grupo sanguíneo e examinará uma amostra de sangue ao microscópio. Leia com atenção a descrição do procedimento, antes de começar a fazer o exercício.

Material

algodão absorvente
 álcool 95%
 agulhas de injeção esterilizadas
 palitos
 4 lâminas

pipetas ou conta-gotas
 lápis vitrográfico
 corante de Wright
 microscópio
 sôro anti-A
 sôro anti-B
 sôro anti-Rh

Como Obter uma Amostra de Sangue

Procedimento

Pegue uma lâmina para microscópio e marque com o lápis vitrográfico dois círculos, um em cada extremidade da lâmina. Do lado externo de um dos círculos escreva a letra A e no outro a letra B.

Durante o exercício utilize as seguintes instruções cuidadosamente. Use uma agulha de injeção ou lanceta esterilizada numa chama e certifique-se que nenhuma pessoa use a mesma agulha ou lanceta sem esterilizá-la. Isto é necessário, a fim de evitar a possibilidade de uma infecção. Se você trabalhar cuidadosamente, conseguirá a quantidade suficiente de sangue para ser examinado ao microscópio e para determinação do tipo sanguíneo, com apenas uma picada no dedo. De preferência, tire sangue do dedo anular da mão esquerda, se você for destro e da direita, caso seja canhoto.

1. Deixe a mão voltada para baixo e sacuda-a vigorosamente durante alguns segundos.
2. Umedeça um pouco de algodão com álcool e limpe cuidadosamente o dedo do qual vai retirar sangue.

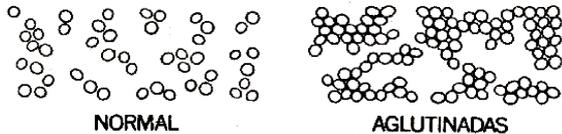


Fig. 39-1 À esquerda, distribuição normal dos glóbulos vermelhos. À direita, grupos de glóbulos vermelhos, formados em consequência da presença de proteínas incompatíveis.

Figura 18-A: Proposta de atividade prática não experimental de caráter comprobatório contida nos exercícios de laboratório do livro 'Biologia: das moléculas ao homem' (BSCS - versão azul, V.II).
Fonte: BSCS, 1967.

SISTEMAS DE TRANSPORTES 207

3. Usando uma lanceta esterilizada ou uma agulha de injeção, pique a polpa do dedo num movimento firme e rápido.

4. Limpe o dedo com algodão esterilizado. Evite comprimir o dedo junto à picada.

5. Faça com que a gota de sangue caia sobre cada um dos círculos que desenhou previamente e coloque outra gota em uma segunda lâmina para observação ao microscópio.

6. Passe um algodão molhado em álcool sobre a polpa do dedo e mantenha-a aí por alguns segundos para parar a saída de sangue.

Determinação dos Grupos Sangüíneos

Procedimento

Ponha uma gota de sangue em cada um dos círculos da lâmina. Acrescente sobre a gota da direita uma gota de soro anti-A e sobre a esquerda uma de soro anti-B. Misture imediatamente o soro e o sangue, usando palitos separados para cada teste. Não deixe que os conteúdos de ambos os círculos se misturem. Observe os resultados. Qual o tipo do seu sangue? Quais as proteínas específicas que existem nele?

Prepare uma tabela mostrando a distribuição dos grupos sangüíneos na sua classe. Calcule a porcentagem para cada um dos tipos. Seu professor poderá completar seus dados com os obtidos em outras classes.

Discussão

1. Por que, numa transfusão de sangue, é importante a determinação do grupo sangüíneo do doador e do receptor?
2. Se, numa transfusão, for usado um tipo "errado" de sangue, que conseqüências isso terá no sistema circulatório e no resto do organismo do receptor?
3. A que pessoas você pode doar seu sangue?
4. De que pessoas você pode receber sangue?
5. A freqüência de tipos sangüíneos entre os brancos é aproximadamente a seguinte: 45% O, 42% A, 10% B e 3% AB. A freqüência que você determinou em sua classe, concorda com esses dados?

6. A porcentagem que você determinou para o grupo sangüíneo mais freqüente em sua classe concorda com esses dados?

7. Explique os desvios encontrados.

Determinação do Fator Rh

Procedimento

Ponha uma gota de sangue em uma lâmina e acrescente uma gota de soro anti-Rh. Com um palito, misture o soro e o sangue e observe os resultados. Seu sangue é Rh positivo ou negativo?

Prepare uma tabela indicando a distribuição do fator Rh entre seus colegas. Calcule a porcentagem de Rh positivos e negativos. Complete seus dados com os obtidos em outras classes.

Discussão

8. Por que é importante determinar se um indivíduo é Rh positivo ou Rh negativo antes de receber uma transfusão de sangue?
9. Você pode doar seu sangue a um indivíduo Rh positivo ou a um Rh negativo? Por que?
10. Uma mulher Rh negativo recebeu numa transfusão sangue Rh positivo. Que poderá acontecer a seu primeiro filho, se ele for Rh positivo?

Composição Celular do Sangue

Procedimento

Ponha uma gota de sangue junto a uma das extremidades de uma lâmina limpa. Ponha uma segunda lâmina no centro da primeira, de modo a formar com ela um ângulo de 45°, mova-a cuidadosa mas rapidamente até ficar em contato com a gota de sangue; esta se espalhará rapidamente no ponto de contato entre as duas lâminas. Depois, mova a segunda lâmina para o lado oposto, vagarosamente, mantendo-a sempre inclinada, espalhando assim o sangue na lâmina (fig. 39-2). Retire a segunda lâmina e deixe o esfregaço secar para corá-lo depois.

Figura 18-B: (Continuação) Proposta de atividade prática não experimental de caráter comprobatório contida nos exercícios de laboratório do livro 'Biologia: das moléculas ao homem' (BSCS - versão azul, V.II). Fonte: BSCS, 1967.

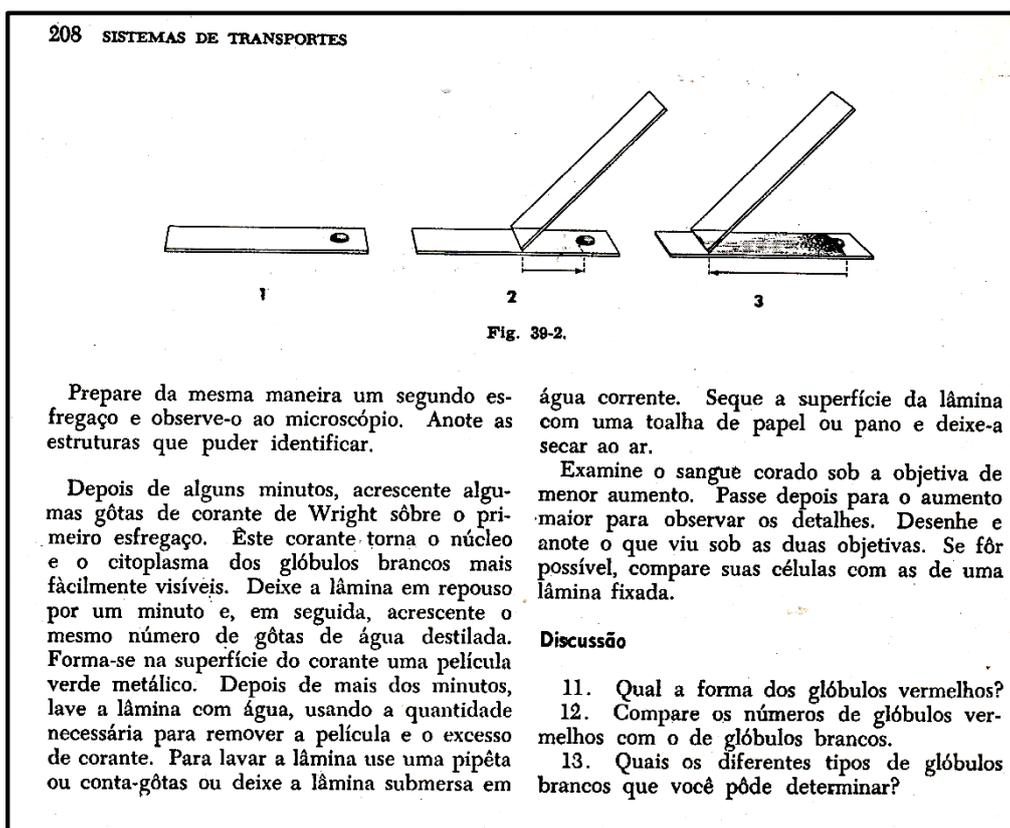


Figura 18-C: (Continuação) Proposta de atividade prática não experimental de caráter comprobatório contida nos exercícios de laboratório do livro 'Biologia: das moléculas ao homem' (BSCS - versão azul, V.II). Fonte: BSCS, 1967

O segundo exercício de laboratório analisado (Figura 19-A; 19-B), refere-se à temática Origem da vida (alusivo ao capítulo 4, volume I). A atividade tem como título 'Fontes de Bactérias'. Ao iniciar essa atividade, o livro propõe a seguinte indagação "Os micróbios resultam da matéria bruta ou surgem a partir de outros microrganismos preexistentes?", a partir da pergunta norteadora o exercício de laboratório delimita os demais procedimentos, e o aluno é direcionado a reproduzir situações para que através da análise das mesmas conclua sobre a origem dos microrganismos. Esse exercício se caracteriza como uma atividade prática experimental comprobatória, uma vez que, os alunos desenvolvem a atividade. Todavia, seguem um roteiro pré-determinado, o qual possui diversas variáveis, caracterizando uma atividade experimental que segue alguns princípios do método científico "experimentação".

Diante do exposto, constatamos que atividades de caráter comprobatório auxiliam o aluno a assimilar o conteúdo proposto na teoria, pois, por mais que possua o roteiro pré-definido, os alunos observam e interpretam os acontecimentos, fazendo com que os mesmos elaborem explicações e tracem relações entre as variáveis, o conteúdo e a temática central.

Por isso, entendemos que as atividades práticas comprobatórias, sejam elas experimentais ou não experimentais, auxiliam e auxiliaram na época na explanação do conteúdo teórico, uma vez que o desenvolvimento da atividade é/foi uma abordagem de ensino diferente da comumente utilizada em sala de aula. De acordo com Silva et al. (2009, p.01), “quanto mais as experiências educativas assemelham-se às futuras situações em que os alunos deverão aplicar seus conhecimentos, mais fácil se tornará a concretização do aprendizado”. Porém, salientamos que as atividades de caráter comprobatório não contribuem de forma eficaz para a construção do conhecimento científico, haja vista que limitam a capacidade dos alunos a partir do momento em que o roteiro e os procedimentos já estão delimitados, fazendo com que os alunos fundamentem a teoria e desenvolvam habilidades técnicas.

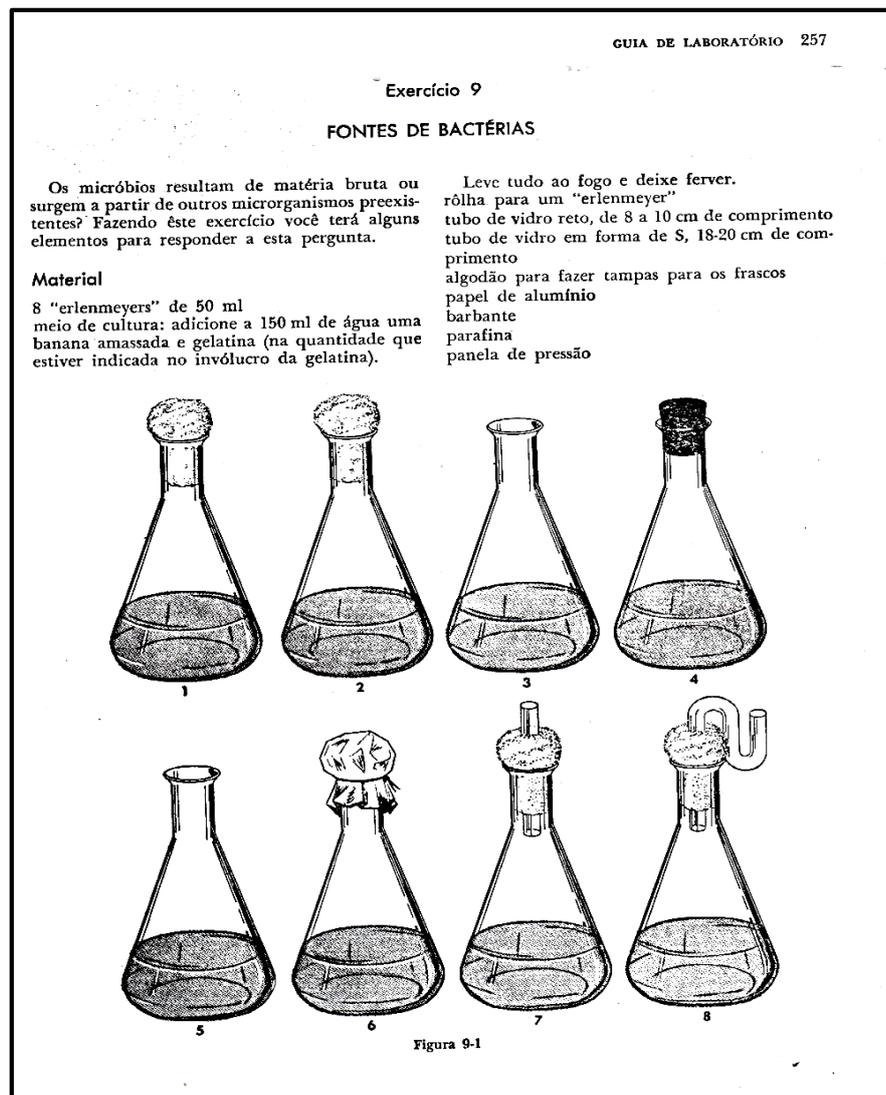


Figura 19-A: Proposta de atividade prática experimental de caráter comprobatório contida nos exercícios de laboratório do livro 'Biologia: das moléculas ao homem' (BSCS - versão azul, V.I). Fonte: BSCS, 1965.

258 GUIA DE LABORATÓRIO	
<p>Procedimento</p> <p>Distribua o meio da cultura pelos oito frascos e prepare-os da seguinte maneira (fig. 9 – 1):</p> <p>frasco 1: tampe com algodão. Não aqueça.</p> <p>frasco 2: tampe com algodão. Aqueça por 10 minutos em banho-maria.</p> <p>frasco 3: deixe aberto. Aqueça por 10 minutos em banho-maria.</p> <p>frasco 4: aqueça em banho-maria por 10 minutos e, em seguida, tampe com a rôlha. Sele com parafina.</p> <p>frasco 5: deixe aberto e aqueça por 15 minutos na panela de pressão.</p> <p>frasco 6: tampe com algodão e envolva-o com uma ou duas folhas de papel alumínio que devem ser amarradas fortemente no gargalo do frasco. Aqueça por 15 minutos em panela de pressão.</p> <p>frasco 7: tampe com algodão, inserindo o tubo de vidro reto. Aqueça em panela de pressão.</p> <p>frasco 8: tampe com algodão, inserindo o tubo em forma de S. Aqueça em panela de pressão.</p>	<p>Coloque os frascos em lugar fresco. Se houver geladeira, pode-se colocá-los nela por algumas horas, para apressar a solidificação da gelatina. No início da experiência, observe os frascos diariamente e, depois, de semana em semana. Prepare uma tabela indicando a data da observação e o que observou em cada frasco.</p> <p>Quando aparecerem modificações nos frascos, prepare uma lâmina com o material e observe ao microscópio.</p> <p>Discussão</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A que conclusões sôbre a origem dos microrganismos pode-se chegar, levados pelas observações feitas? 2. A julgar pelos resultados obtidos e pela discussão do livro de texto por que a experiência de Pasteur deu melhor resultado do que a de Spallanzani? 3. Que explicações práticas decorrem do exercício?

Figura 19-B: (Continuação) Proposta de atividade prática experimental de caráter comprobatório contida nos exercícios de laboratório do livro 'Biologia: das moléculas ao homem' (BSCS - versão azul, V.I). Fonte: BSCS, 1965.

7.3.2.2 Exercícios de laboratório do grupo II

Dentre as 58 atividades analisadas, as atividades de caráter demonstrativo correspondem a 16% (N= 9) desse total de exercícios de laboratório. Eles correspondem ao segundo maior percentual de tipos de exercícios. Essa tipologia pode ser subdividida em atividades práticas experimentais demonstrativas e atividades práticas não experimentais demonstrativas, tendo a variável como componente que discerne a referida categorização.

Os exercícios classificados como demonstrativos no guia de laboratório do livro 'Biologia: das moléculas ao homem' assim se constituíram devido a dois fatores analisados no decorrer das atividades: primeiro, a complexidade para a execução da atividade e segundo, a quantidade de recursos necessários. Dessa forma, os exercícios demonstrativos se constituem por uma atividade, cuja finalidade é ilustrar e exemplificar a temática abordada.

No entanto, o aluno continua não se portando como um sujeito atuante na execução da atividade (quadro 8).

GRUPO II: EXERCÍCIOS DE LABORATÓRIO DEMONSTRATIVOS		
Exercício	Título	Natureza da atividade
40	Estudo do coração de um mamífero	Não experimental
42	Comparação do metabolismo de dois animais	Experimental
43	Medindo a quantidade de bióxido de carbono em animais	Experimental
46	O túbulo renal	Não Experimental
49	Efeito dos hormônios reprodutores nas características	Experimental
50	O olho	Não experimental
52	Regulação dos músculos lisos e cardíacos	Experimental
53	Fadiga muscular	Não experimental
54	Comportamento	Não Experimental

Quadro 8: Distribuição dos exercícios de laboratório categorizados como demonstrativos. Fonte: Autor, 2019.

Nas atividades demonstrativas, o professor é o sujeito que executa a atividade, enquanto os alunos observam o desenvolvimento da atividade, seja ela experimental ou não experimental. Os exercícios com o viés demonstrativos são característicos de atividades que demandam uma grande quantidade de recursos para a sua execução, uma vez que a falta de recursos, espaço e tempo também são fatores que influenciam na escolha do professor para desenvolverem atividades com esse viés. Tomamos como exemplo de uma atividade com viés demonstrativo o exercício intitulado ‘Estudo do coração de um mamífero’ (figura 20), cuja finalidade é apresentar ao aluno como se constitui um coração exemplificando, suas cavidades, suas válvulas e sua organização estrutural.

Esse exercício se constitui como uma atividade demonstrativa pelo fato do professor ser o executor no desenvolvimento da atividade. De acordo com Oliveira (2010, p. 147),

Essas atividades são em geral utilizadas para ilustrar alguns aspectos dos conteúdos abordados em aula, tornando-os mais perceptíveis aos alunos e, dessa forma, contribuindo para seu aprendizado. São frequentemente integradas às aulas expositivas, sendo realizadas no seu início, como forma de despertar o interesse do aluno para o tema abordado, ou término da aula, como forma de relembrar os conteúdos apresentados (OLIVEIRA, 2010, p.147).

Ao analisarmos esse exercício, verificamos que a sua intencionalidade de recapitular com os alunos o conteúdo abordado em sala de aula, a atividade descreve em seus procedimentos como deverá ocorrer a explanação da temática durante a atividade, ou seja, indica todos os tópicos necessários para que se entenda como acontece funcionamento desse órgão.

Exercício — 40

ESTUDO DE UM CORAÇÃO DE MAMÍFERO

O coração dos mamíferos tem quatro cavidades: aurículas e ventrículos que se comunicam por orifícios munidos de válvulas. Os grandes vasos que saem ou se abrem no coração são também munidos de válvulas. Embora essa descrição seja muito simples, este órgão é muito complexo. Neste exercício você examinará o coração de um mamífero de grande porte, o que permitirá compreender melhor a estrutura deste órgão tão importante. Uma vez que os corações de todos os mamíferos são muito semelhantes na estrutura, você também ficará conhecendo melhor o coração humano. Lembre-se do que estudou no Capítulo 20 sobre o coração e o resto do sistema circulatório.

Material

coração de boi
bastão de vidro
prancha de dissecação
bisturi
tesoura

Procedimento

Examine o exterior do coração. Este órgão foi retirado de um saco membranoso que normalmente o recobre. Determine qual é o lado direito e qual o esquerdo. Localize a coroa de gordura que se dispõe horizontalmente ao re-

dor do coração; esta camada marca o limite entre as aurículas e ventrículos. Um outro depósito de gordura percorre diagonalmente a metade inferior do coração; ela marca os limites entre os dois ventrículos.

Após localizar as aurículas e ventrículos, faça uma fenda em cada um destes últimos. Abra-as e compare a espessura da parede destas duas cavidades. Mantendo bem aberta a fenda de cada ventrículo, insira cuidadosamente o bastão de vidro, de maneira que sua extremidade toque a parede interna acima da fenda. Em seguida, mova a extremidade do bastão ao longo da parede, em direção ascendente, até onde for possível. A membrana que opõe resistência ao movimento do bastão é a válvula entre o ventrículo e a aurícula. Distenda a válvula e examine as fibras ligadas a ela. Para que servem as fibras ligadas à outra extremidade? Observe a espessura do tecido muscular na região onde as fibras se prendem.

Usando ainda o bastão de vidro como sonda, localize as grandes artérias que saem do ventrículo e as válvulas que impedem o sangue de refluir desses vasos para as cavidades. Você pode ver como agem essas válvulas. Com uma tesoura, abra a aorta, que é a artéria que sai do ventrículo esquerdo. Prolongue o corte através da válvula na direção do ventrículo. A estrutura da válvula pode ser então observada. Procure a abertura da artéria coronária, que sai da aorta logo acima do ventrículo.

Quando localizá-la, acompanhe a artéria coronária ao redor da superfície externa do ventrículo.

Introduza o bastão na fenda feita no ventrículo e passe-o através da válvula aurículo-ventricular até chegar à aurícula. Compare a espessura da parede da aurícula à do ventrículo. Novamente usando o bastão como sonda (você pode precisar abrir fendas nas aurículas), ache os vasos sanguíneos que chegam a essas cavidades. Há válvulas nesses vasos? Compare a espessura das artérias e veias.

Discussão

1. Formule uma hipótese para explicar porque as paredes de um dos ventrículos é mais espessa do que as do outro.
2. Por que o coração necessita de suas próprias artérias, a despeito de todo o sangue do corpo passar por ele?
3. Há alguma artéria que transporta sangue venoso? Explique.
4. Há alguma veia que transporte sangue arterial? Explique.
5. Compare as paredes das artérias e veias. Como pode explicar as diferenças em sua estrutura?
6. Usando os desenhos que forem necessários, escreva um ou dois parágrafos sobre o trajeto do sangue no coração e demonstre como trabalha esse órgão.

Figura 20: Proposta de atividade prática não experimental de caráter demonstrativo contida nos exercícios de laboratório do livro ‘Biologia: das moléculas ao homem’ (BSCS - versão azul, V.II).

Fonte: BSCS, 1967.

7.3.2.3 Exercícios de laboratório do grupo III

Os exercícios classificados como investigativos possuem um viés metodológico diferenciado com relação às demais atividades, pois, as atividades investigativas não possuem um roteiro pré-determinado, fazendo com que o aluno tenha maior autonomia.

As atividades propostas nessa categoria podem ser trabalhadas de diversas formas, já que os sujeitos podem tanto executar medições e aprimorar técnicas, quanto desenvolver aptidões cognitivas como formular hipóteses, interpretar resultados, em que as atividades de caráter investigativo podem, em uma de suas etapas, conter atividades com viés experimental. Assim, as atividades de cunho investigativo têm várias finalidades no processo de ensino-aprendizagem, concernindo ao professor decidir juntamente com os alunos sobre a utilização das diversas estratégias didáticas que podem ser desenvolvidas no decorrer das atividades (quadro 9).

GRUPO III: EXERCÍCIOS DE LABORATÓRIO INVESTIGATIVOS		
Exercício	Título	Natureza da atividade
1	Medidas em biologia	Não experimental /Experimental
2	Observação qualitativa dos seres vivos	Experimental
8	Seleção natural	Não Experimental
32	Um estudo de genética de populações	Não experimental
36	Absorção de água e transporte de materiais nas plantas	Não Experimental
48	Regulação do crescimento e diferenciação	Experimental
56	Estudo de uma comunidade terrestre	Não Experimental

Quadro 9: Distribuição dos exercícios de laboratório categorizados como investigativos. Fonte: Autor, 2019.

Para exemplificar esse grupo, analisamos o exercício de laboratório intitulado ‘absorção de água e transporte de materiais nas plantas’ (figura 21-A, 21-B, 21-C). É um exercício que possui um problema baseado em diferentes experiências que, no decorrer da narrativa, propõe ao aluno que pesquise, investigue, discuta e tire conclusões. Uma vez que o mesmo não traz um roteiro pré-estabelecido, permitindo, por conseguinte, que os alunos estudem o problema e busquem possíveis soluções.

Exercício — 36

ABSORÇÃO DE ÁGUA E TRANSPORTE DE MATERIAIS NAS PLANTAS

Stephen Hales foi um dos primeiros cientistas a investigar o movimento de substâncias no interior das plantas. Levou muitos anos realizando experiências de fisiologia vegetal, algumas das quais não foram superadas até hoje. Seus trabalhos são descritos no livro *Vegetable Staticks*, publicado em 1727. Dêle foram tiradas as citações que aparecem neste exercício.

SISTEMAS DE TRANSPORTES 201

As descrições são tão bem feitas que suas experiências podem ser repetidas com toda facilidade.

Hales, no começo do livro, descrevendo experiências que mostravam as quantidades de água absorvida e eliminada na transpiração de vegetais, diz: “Fui cuidadoso ao fazer e ao relatar os resultados dessas experiências e espero ser igualmente bem sucedido ao esboçar as conclusões delas tiradas”.

I — Hales mediu a quantidade de água perdida por evaporação através das superfícies das folhas. Para isso, plantou um girassol num vaso comum e quando a planta estava completamente desenvolvida, revestiu o vaso e a superfície livre da terra com uma folha de chumbo, para impedir a eliminação de água. Sempre que necessário, acrescentava água ao solo através de um orifício na folha de chumbo, fechado com uma rolha (fig. 36-1). Durante 15 dias, pesou o vaso com a planta todas as

noites e todas as manhãs. Fêz anotações cuidadosas, não só da água perdida pela planta, como também das condições do tempo em cada dia. Usando o mesmo método, determinou a velocidade de transpiração em outras plantas. Escreveu:

Comparando as quantidades de água perdida na transpiração destas plantas e em árvores, podemos observar que o limoeiro, que se mantém sempre verde, transpira muito menos do que o girassol, ou do que uma videira ou macieira, cujas folhas caem no inverno.

II — Hales, trabalhando com diversos tipos de árvores frutíferas, cortou, de cada uma delas, dois ramos aproximadamente iguais e removeu todas as folhas de um ramo de cada par. Em seguida, colocou todos os ramos em recipientes que continham uma determinada quantidade de água. Observou que a quantidade de água absorvida pelos ramos com folhas era muito maior do que a dos ramos sem folhas. Em outras experiências, os ramos cortados foram inseridos em longos tubos de vidro cujas bases mergulhavam na água. A água alcançou os ramos, elevando-se através dos tubos de vidro, mostrando que estava sendo exercido algum tipo de pressão. Hales concluiu que a transpiração das folhas era o fator mais importante para a elevação dos líquidos nos vegetais. Pensou que a água se movesse através de finos vasos do caule por capilaridade e apresentou esta teoria sobre o transporte em vegetais, dizendo:

Por este princípio [capilaridade] é que a planta conduz água tão rapidamente através de seus finos vasos capilares; esta água, à medida que vai sendo eliminada na transpiração (pela ação do calor), permite que os vasos condutores atraiam continuamente novas quantidades de água. Embora os vegetais (que são inanimados) não tenham uma estrutura comparável a dos animais que, por dilatações e contra-

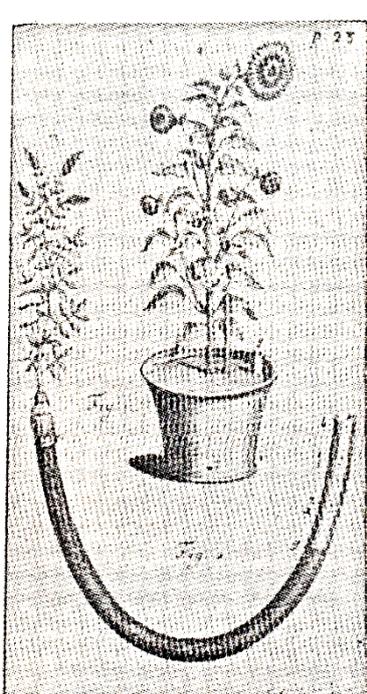


Fig. 36-1 Ilustração tirada do livro *Vegetable Staticks*. A figura 1 mostra o girassol em um vaso coberto por uma placa de chumbo.

Figura 21-A: Proposta de atividade de caráter investigativo contida nos exercícios de laboratório do livro 'Biologia: das moléculas ao homem' (BSCS - versão azul, V.II). Fonte: BSCS, 1967.

202 SISTEMAS DE TRANSPORTES

Fig. 36-2 Ilustração tirada do livro *Vegetable Statics*. A figura 15 mostra a ascensão da água através de um tubo de vidro, devida à sucção exercida por um ramo de macieira. A figura 17 mostra um tubo de vidro ligado a um ramo de videira.

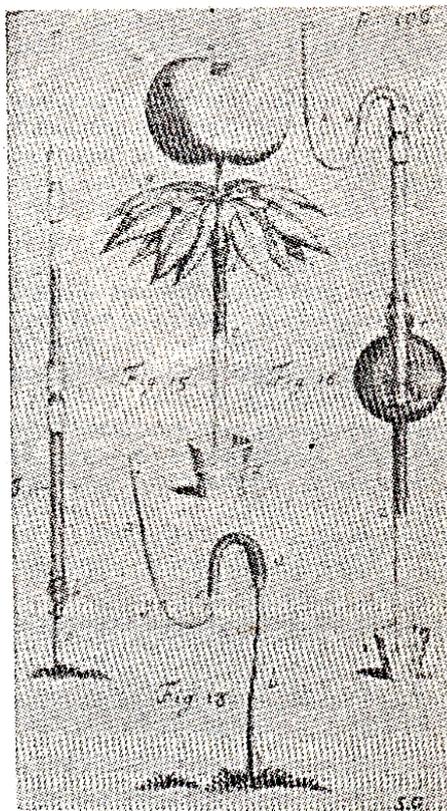
ções alternadas, impulsiona o sangue através das artérias e veias, a natureza, maravilhosamente, forneceu um outro mecanismo ainda mais poderoso, para levantar e manter a seiva em movimento.

III — Em outro grupo de experiências, Hales obteve a primeira medida da pressão exercida pelas raízes. Diz êle:

Eu estava tentando diversos processos para fazer cessar a saída da seiva de um velho caule de videira, que havia sido cortado, e eu estava com medo que morresse. Depois que todos os meios se mostraram inúteis, amarrei um pedaço de um balão de borracha sobre o corte transversal do caule e observei que a força da seiva distendia o balão; disso concluí que se um longo tubo de vidro fosse aí fixado... eu poderia analisar a força de ascensão real da seiva naquele caule.

Hales continuou a investigar esta possibilidade em outras experiências.

30 de março, 15 horas. — Cortei uma videira a sete polegadas [18 cm] do solo; o caule remanescente não apresentava ramos laterais: tinha quatro ou cinco anos de idade e $3/4$ de polegada de diâmetro [cerca de 2 cm]. Fixei na extremidade do caule, por meio de um anel, num tubo de vidro de sete pés de comprimento [2,10m aproximadamente] e $1/4$ de polegada de diâmetro [0,6 cm aproximadamente] e preendi o tubo ao caule firmemente por meio de uma mistura de cêra e terebentina. Então preendi um segundo tubo ao primeiro e depois um terceiro até alcançar 25 pés de altura [7,60 metros aproximadamente — Veja a figura 36-2]. Como não houve exsudação de seiva, enchi o tubo com água até uma altura de 2 pés [cerca de 60 centímetros] da qual a planta absorveu 3 polegadas [75 mm] até às 8 horas da noite. À noite choveu um



pouco. Na manhã seguinte, às 6,30 a água havia subido cerca de 3 polegadas [cerca de 8 cm] acima do nível da noite anterior, às 8 horas. O termômetro pendurado no pórtico da minha casa marcava 11 graus acima de zero. No dia 31 de março, das 6 da manhã às 10 da noite, a seiva subiu 8 polegadas e $1/4$ [21 cm aproximadamente]; continuou subindo diariamente até elevar-se a mais de 21 pés de altura [6,30 metros aproximadamente] e teria, provavelmente, alcançado uma altura maior se a junção entre os tubos não tivesse vazado várias vezes.

Dessas experiências Hales concluiu que havia "considerável energia na raiz que impulsionava a seiva" durante certas estações. Não pôde explicar o mecanismo da pressão da raiz, mas ainda hoje, quase 250 anos depois, a pressão das raízes ainda não foi bem explicada.

Figura 21-B: (Continuação) Proposta de atividade prática não experimental de caráter comprobatório contida nos exercícios de laboratório do livro 'Biologia: das moléculas ao homem' (BSCS - versão azul, V.II). Fonte: BSCS, 1967.

SISTEMAS DE TRANSPORTES 203	
<p>Procedimento</p> <p>Releia cuidadosamente as três experiências descritas. Em seguida, procure pensar em maneiras de aperfeiçoar o aparelho de Hales para repetir suas experiências. Por exemplo, onde Hales usou fôlha de chumbo para cobrir o vaso de planta, você pode utilizar uma fôlha de plástico. Consulte os livros modernos de fisiologia vegetal, mencionados no fim do capítulo. Discuta com o seu professor e com seus colegas os materiais que irá precisar e os métodos que usará para fazer as medidas necessárias. Depois realize suas experiências. Faça esquemas dos aparelhos que usar e anote os resultados.</p>	<p>Discussão</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Suas observações estão de acôrdo com as de Hales? 2. Se não estiverem, sugira algumas razões possíveis para explicar as diferenças. 3. A interpretação das experiências de Hales sôbre a ascensão de fluidos nas plantas modificou-se desde o século XVIII. Contudo, suas experiências permanecem como ótimo exemplo de trabalho hábil e de observações cuidadosas. Embora Hales estivesse certo ao pensar que a transpiração possa ser responsável pela fôrça que eleva a seiva através do caule, não se admite mais que a capilaridade seja o mecanismo pelo qual a água se eleva nos vasos condutores. Escreva um pequeno parágrafo explicando a relação entre suas experiências, as de Stephen Hales e a discussão sôbre o transporte de materiais nos vegetais apresentada no Capítulo 20.

Figura 21-C: (Continuação) Proposta de atividade prática não experimental de caráter comprobatório contida nos exercícios de laboratório do livro 'Biologia: das moléculas ao homem' (BSCS - versão azul, V.II). Fonte: BSCS, 1967.

Atividades de cunho investigativo são de suma importância para o processo de ensino-aprendizagem, pois permitem que o aluno desenvolva além de habilidades técnicas, autonomia no campo da pesquisa. Contudo, mesmo sendo importante, a mesma apresenta um percentual baixo comparado às demais tipologias. Consideramos que esse fato ocorra devido à concepção de investigação proposta no BCSC. Ou seja, a definição de investigação atrelada ao BSCS fundamenta-se na vivência do método científico enfatizando principalmente os componentes referentes às etapas da experimentação de per se, o que se constitui o entendimento da época (AZEVEDO, 2015).

7.3.2.4 Exercícios de laboratório do grupo IV

O quarto grupo referente aos exercícios de laboratório foi classificado como múltiplos. Está categoria surgiu após a análise dos exercícios, sendo que alguns dos exercícios de laboratório apresentam características de mais de um agrupamento. Ou seja, há tanto características de atividades experimentais, quanto características de atividades não experimentais em um mesmo exercício de laboratório, assim os classificamos como múltiplos. Salientamos que os exercícios de laboratório caracterizados como múltiplos possuem em sua composição mais de uma atividade, ou seja, diversas categorias agrupadas

em um só exercício, permitindo que o aluno desenvolva mais de uma habilidade ao executar o exercício (quadro 10).

GRUPO IV: EXERCÍCIOS DE LABORATÓRIO MÚLTIPLOS		
Exercício	Título	Natureza da atividade
17	Fermentação	Experimental
20	Divisão celular	Não Experimental
23	Regeneração de plenárias	Experimental/ Não Experimental
25	Reprodução das angiospermas	Experimental/ Não Experimental
26	Desenvolvimento do embrião da galinha	Não Experimental
34	Estômatos e fotossíntese	Experimental
38	Circulação capilar	Experimental/ Não Experimental
51	Receptores químicos	Não Experimental
55	Estudo de uma comunidade de bromélias	Experimental

Quadro 10: Distribuição dos exercícios de laboratório categorizados como múltiplos. Fonte: Autor, 2019.

Para exemplificar essa categoria, explana-se sobre o exercício intitulado ‘Estômatos e fotossíntese’ (figura 22-A, 22-B), que possui duas atividades no decorrer do seu exercício. A primeira atividade é classificada como uma atividade prática de cunho comprobatório, cuja finalidade é a observação dos estômatos nas células de folhas frescas em que os alunos observarão tanto a composição anatômica das células quanto algumas características fisiológicas referentes a como os estômatos se comportam frente a alguns estímulos. A segunda parte do exercício, caracterizamos como atividade experimental. A atividade é constituída de características tanto de cunho comprobatório, quanto investigativo, uma vez que trabalha com uma hipótese central, observação e experiência, mas também apresenta um roteiro pré-estabelecido, não permitindo que o aluno experiencie de maneira autônoma. O exercício possibilita que o aluno investigue a relação entre os estômatos e a fotossíntese através de diversas atividades experimentais que são propostas no decorrer do exercício. Essas diversas situações possibilitam que, através da execução da atividade, os alunos adquiram técnicas metodológicas (aprendam os métodos necessário para desenvolver a atividade) e novas experiências para que através dos resultados obtidos construam as suas próprias conclusões.

Discussão

1. Descreva a forma geral da fôlha. Esta forma é uma adaptação para a fotossíntese?
2. As células clorofiladas mais densamente agrupadas, estão mais próximas a qual das superfícies da fôlha? Isso influi na eficiência da fôlha como órgão da fotossíntese?
3. De que maneira as células clorofiladas recebem água?

4. Esse sistema parece eficiente para suprir a água necessária a cada célula da fôlha? Por que?

5. Descreva sucintamente o corte transversal de fôlha.

6. Como as células clorofiladas recebem o bióxido de carbono?

7. Resuma num parágrafo as adaptações da estrutura da fôlha ao processo da fotossíntese.

8. Você vê alguma desvantagem para a planta na estrutura da fôlha?

Exercício — 34**ESTÔMATOS E FOTOSSÍNTESE**

Pode-se supor que o CO_2 usado na fotossíntese entre na fôlha através dos ostíolos. Se essa hipótese for verdadeira, a quantidade de alimento produzido pela fôlha dependerá dos estômatos estarem abertos ou fechados. Como pode esta hipótese ser testada experimentalmente?

Na primeira parte deste exercício você observará o aspecto dos estômatos, o número deles na epiderme e o comportamento das células estomáticas que limitam o ostíolo. Em seguida, você realizará experiências para determinar a relação entre estômatos e fotossíntese.

Observação dos Estômatos**Material**

fôlhas frescas
microscópio
lâminas de barbear
lâminas e laminulas
solução salina a 10%
pinça
pincel
conta-gôtas
papel de filtro

Procedimento

Destaque com a pinça um pedaço da epiderme de uma fôlha. Coloque-a em uma lâmina com uma gota de água, distenda-a com o pincel e cubra imediatamente com a laminula.

Localize os estômatos, focalizando com a objetiva de menor aumento. Passe para a objetiva de aumento médio e faça um desenho esquemático do estômato e das células epidérmicas que o rodeiam.

Conte o número de estômatos existentes no campo do microscópio, visto com a objetiva de aumento médio. Lembre-se que no Exercício 5, você calculou a área do campo com as duas objetivas e que anotou esses dados em seu caderno. Usando-os, determine o número de estômatos por milímetro quadrado na superfície foliar.

Remova a epiderme inferior de uma fôlha que tenha sido tirada de uma planta exposta à luz do sol brilhante. Faça uma preparação semelhante à anterior e examine-a ao microscópio com objetiva de aumento médio. Note o tamanho dos estômatos. Coloque agora um pedaço de papel de filtro num dos bordos da laminula para absorver a água da preparação e acrescente uma gota de solução salina a 10% no bordo oposto. À medida que a solução for substituindo a água da preparação, observe as modificações das células estomáticas.

Discussão

1. Você espera encontrar exatamente o mesmo número de estômatos por milímetro quadrado nas diferentes áreas de um pedaço de epiderme de fôlha?

2. Se você quisesse comparar o número de estômatos por milímetro quadrado em fôlhas de duas espécies diferentes, quais as etapas que

Figura 22-A: Proposta de atividade prática de caráter múltiplo contida nos exercícios de laboratório do livro 'Biologia: das moléculas ao homem' (BSCS - versão azul, V.II). Fonte: BSCS, 1967.

seguiria em seu trabalho a fim de assegurar uma comparação válida?

3. Lembre-se dos resultados obtidos no Exercício 32, sobre padrões de crescimento em folhas. Você esperaria encontrar mais estômatos por milímetro quadrado numa folha muito nova ou numa folha velha? Por que?

4. Em que face de uma folha de lotus você esperaria encontrar estômatos? Por que?

Função dos Estômatos

Se o gás carbônico entra na folha pelos estômatos, quando estas estruturas forem obliteradas, a fotossíntese não poderá se processar. A experiência seguinte testará esta hipótese. Como você pode fechar os estômatos? Como pode determinar se a fotossíntese ocorreu ou não?

Material

4 pés de feijão
vaselina
álcool
lenços de papel
fogareiro elétrico
4 tubos de ensaio
2 placas de Petri
béquer
etiquetas
sol. de lugol

Procedimento

Mantenha uma planta, que tenha várias folhas em bom estado, em escuridão total no mínimo por 36 horas. Utilizando a técnica descrita nos últimos parágrafos, verifique se a planta ainda tem amido. Se tiver, deixe-a no escuro por mais algum tempo.

Quando não houver mais amido, selecione quatro folhas bem semelhantes. Não as remova da planta: na base do pecíolo de cada uma delas, amarre um barbante de cor diferente ou ponha uma etiqueta que permita identificá-las mais tarde. Cubra com vaselina toda a superfície superior de uma das folhas e a inferior de outra; cubra também inteiramente as duas faces da terceira folha e deixe a quarta para servir de controle. Anote o tratamento dado a cada

uma das folhas e coloque a planta em um lugar iluminado onde deverá permanecer de 12 a 36 horas.

Depois desse período de exposição à luz, retire a vaselina com um lenço de papel. Remova essas folhas da planta e coloque-as num béquer com água fervendo durante alguns minutos. Esse processo matará as células e tornará mais fácil a extração da clorofila. Ponha cada folha num tubo de ensaio etiquetado, contendo álcool até a metade.

Com cuidado, coloque os tubos de ensaio em um béquer com água fervendo para aquecer o álcool. (PRECAUÇÃO: Não aqueça a solução alcoólica diretamente na chama, nem a exponha ao fogo. Use banho-maria ou fogareiro elétrico, de acordo com as instruções do professor). A solução de álcool aquecido extrairá a clorofila das folhas em 10 minutos, aproximadamente. Por que é necessário remover a clorofila antes de testar a presença de amido?

Retire cada folha dos tubos de ensaio e estenda-as em placas de Petri também devidamente etiquetadas. Ponha sobre cada uma delas um pouco de solução de lugol. Observe-as contra um fundo branco e descreva a quantidade de amido presente da seguinte maneira:

(-) coloração parda clara ou nenhuma coloração
(+) coloração roxa clara ou parda, em pelo menos metade da folha
(++) coloração roxa escura na maior parte da folha

Anote suas observações numa tabela.

Discussão

1. Que teste foi feito para verificar se estava havendo fotossíntese?
2. Qual a relação entre o número de estômatos expostos e a quantidade de amido produzido?
3. Voltando à hipótese apresentada, a quantidade de amido produzido varia se os estômatos estiverem abertos ou fechados?

Extensão

Se o CO₂ pode entrar pelos estômatos, vapor d'água pode sair por eles. Planeje e realize uma experiência para testar essa hipótese.

Figura 22-B: (Continuação) Proposta de atividade prática de caráter múltiplo contida nos exercícios de laboratório do livro 'Biologia: das moléculas ao homem' (BSCS - versão azul, V.II). Fonte: BSCS, 1967.

7.3.2.5 Exercícios de laboratório do grupo V

Reunimos na categoria Grupo V todas as atividades que não foram inclusas nas categorias elencadas anteriormente. O Grupo V é caracterizado por atividades que não correspondem a nenhuma das categorias elencadas anteriormente, ou seja, os exercícios apresentados são definidos como atividades práticas, porém não se agrupam em nenhuma das subcategorias supracitadas anteriormente. Nessa categoria, enquadram-se atividades como: resolução de exercícios, leituras de textos, pesquisas em livros, jogos, debates entre outros (quadro 11).

GRUPO V: EXERCÍCIOS DE LABORATÓRIO – OUTROS		
Exercício	Título	Natureza da Atividade
5	Uso do microscópio composto	Não experimental
12	Síntese ao acaso	Não experimental

Quadro 11: Distribuição dos exercícios de laboratório categorizados como outros. Fonte: Autor, 2019.

7.2.4 O conteúdo conceitual de Biologia evidenciado nos exercícios de laboratório

A organização apresentada pelo BSCS modificou a estrutura curricular proposta para o ensino de Biologia da época em que o mesmo foi introduzido no cenário nacional, pois a proposta pedagógica para o ensino de Biologia então organizada está sistematizada em três vertentes temáticas, cada uma delas reconhecida pela cor da capa do livro que traz a vertente. São elas: versão amarela genética, a versão verde ecologia e a versão azul biologia molecular.

Na década de 1960, ocorreram alguns fatores que influenciaram a estrutura curricular do Ensino de Ciências, foram eles: a evolução da biologia, o reconhecimento da ciência como um fator importante para o desenvolvimento do país e a promulgação da 1ª LDB que permitiu uma maior flexibilidade na estrutura e na administração curricular. De acordo com Krasilchik (2005),

A explosão do conhecimento biológico provocou uma transformação na tradicional divisão, botânica e zoologia, passando do estudo das diferenças para a análise de fenômenos comuns a todos os seres vivos. Essa análise, feita em todos os níveis de organização, da molécula à comunidade, teve como consequência incluir nos currículos escolares um novo e amplo espectro de assuntos, indo da ecologia e genética de populações até a genética molecular e bioquímica (KRASILCHIK, 2005, p.14)

A modernização das Ciências Biológicas influenciou e favoreceu o processo de unificação da Biologia. A disciplina escolar Biologia que na década de 1960 era subdividida em botânica, zoologia e biologia geral agora passa a ser organizada a partir de um viés

evolutivo, pois a retórica evolucionista aliada com a matematização da Biologia influenciou e favoreceu a nova organização do currículo de Biologia. De acordo com Marandino, Selles e Ferreira (2009, p.38), “os procedimentos experimentais, capazes de produzir dados representados e interpretados matematicamente que garantiriam a objetividade e o caráter científico, sustentaram em nível filosófico a ideia unificada das Ciências Biológicas”. Além desses fatores, o currículo da Biologia também foi influenciada por movimentos sociais, políticos e filosóficos (MARANDINO, SELLES e FERREIRA, 2009).

À vista disso, o currículo apresentado pela equipe do BSCS se constituiu como disseminador da unificação dos conteúdos bem como a ressignificação dos mesmos. Ao analisarmos os exercícios de laboratório vinculados aos conteúdos programáticos, compreendemos como essas atividades elucidam a estrutura curricular proposta na coleção de livros ‘Biologia: Das moléculas ao homem’ (BSCS - versão azul).

Nessa temática referente ao conteúdo conceitual, é observada a distribuição dos exercícios de laboratório e sua contextualização com o conteúdo de Biologia, sendo esses agrupados em 10 temáticas, levando em consideração o eixo central do conteúdo: método científico, seres vivos, origem da vida e evolução, citologia e citogenética, ecologia, zoologia, botânica, bioquímica, fisiologia humana e genética. As representações percentuais de cada temática estão representadas no gráfico 4. Vejamos.

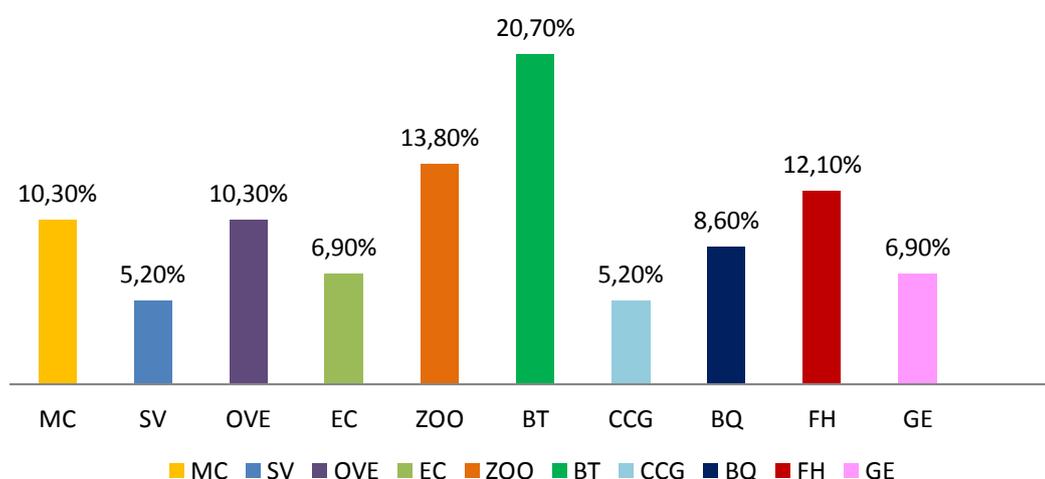


Gráfico 4: Proporção de atividades experimentais conforme o conteúdo de Biologia: MC- Método Científico, SV- Seres Vivos, OVE- Origem da Vida e Evolução, EC- Ecologia, ZOO- Zoologia, BT- Botânica, CCG- Citologia e Citogenética, BQ- Bioquímica, FH- Fisiologia Humana, GE- Genética. Fonte: Autor, 2019.

Os conteúdos referentes à Botânica, Zoologia e Fisiologia Humana são os encontrados com um maior percentual de atividades, sendo 20,7%, 13,8% e 12,1% respectivamente.

O conteúdo de Botânica apresenta o maior número de atividades relacionadas a essa temática totalizando 12 exercícios de laboratório. As atividades variam desde questões anatômicas quanto fisiológicas relacionadas às plantas. A temática Zoologia compreende o segundo maior quantitativo com 8 exercícios de laboratório destinados a essa temática. Os exercícios relacionados à Fisiologia Humana correspondem a 7 atividades. De acordo com Lopes e Macedo (2011), esse quantitativo elevado de exercícios referentes às temáticas mencionadas está proporcionalmente articulada tanto ao quantitativo de páginas destinadas a essas temáticas nos livros didáticos, quanto às orientações curriculares e planejamentos, que disponibilizam uma maior extensão quanto a essas temáticas, comparativamente ao que se observa na atualidade.

Saliento, também, a tradição que essas temáticas possuem quanto Ciência, uma vez que há costumes referentes a atividades de cunho experimental, ou seja, são Ciências que se fundamentam em práticas de laboratório o que lhes atribuem maior prestígio e consequentemente confiabilidade (MARANDINO, SELLES e FERREIRA, 2009).

O conteúdo referente à temática do Método Científico corresponde a 10,3% (N=6) dos exercícios de laboratório. Percentual bastante significativo, porque essa temática se refere não a um conteúdo específico; mas, ao conjunto de procedimentos e técnicas referentes à metodologia científica, como por exemplo, métodos de observação, de como realizar coleta de material, de como proceder na análise de dados. De acordo com Marandino, Selles e Ferreira (2009, p.75), “[...] as finalidades acadêmicas ganham força em nossas decisões curriculares por meio da defesa de um ensino fortemente experimental que objetivava, entre outros aspectos, a vivência do método científico”.

As temáticas referentes à Bioquímica e Origem da Vida e Evolução correspondem a 8,6% e 10,3 % respectivamente. Já os exercícios de laboratório referentes à Genética, Ecologia, Seres Vivos e Citologia e Citogenética correspondem ao menor percentual de atividades com 6,9%, 6,9%, 5,2% e 5,2% respectivamente. Essa decorrência é observada devido ao processo de novas descobertas sobre essa temática que até então era pouco conhecida, pois, a temática genética e citologia só tiveram maior visibilidade após a invenção do microscópio que permitiu uma maior explanação desse conteúdo.

7.2.4.1 Os exercícios de laboratório, a natureza das atividades práticas e os conteúdos curriculares.

As atividades práticas possuem diversas subcategorias, dentre elas destacamos as atividades experimentais e as atividades não experimentais. Ambas as atividades possibilitam ao sujeito o envolvimento com o objeto de estudo. Nessa categoria, buscamos avaliar como os conteúdos curriculares estão distribuídos quanto à concepção da natureza das atividades práticas (tabela 2).

Temática	MC	SV	OVE	EC	ZOO	BT	CCG	BQ	FH	GE
Natureza										
Experimental	33,3%	-	50%	25%	37,5%	50%	66,6%	33,3%	57,2%	25%
Não Experimental	50%	33,3%	50%	75%	50%	33,3%	33,3%	33,3%	42,8%	75%
Múltiplas	16,6%	16,6%	-	-	12,5%	16,7%	-	33,3%	-	-

Tabela 2: Porcentagem referente à natureza das atividades práticas quanto ao conteúdo curricular. Legenda: MC- Método Científico, SV- Seres Vivos, OVE- Origem da Vida e Evolução, EC- Ecologia, ZOO- Zoologia, BT- Botânica, CCG- Citologia e Citogenética, BQ- Bioquímica, FH- Fisiologia Humana, GE- Genética. Fonte: Autor, 2019.

Subdividimos a tabela em três níveis, são eles: conteúdos que possuem o maior número de exercícios experimentais; conteúdos que possuem maior número de exercícios não experimentais e conteúdos que possuem o número equivalente de exercícios experimentais e não experimentais.

Ao verificarmos a tabela, podemos constatar que as temáticas relacionadas ao Método Científico, Ecologia, Zoologia, Seres Vivos e Genética possuem um maior percentual de atividades práticas de cunho não experimental, ou seja, essas atividades não possuem variáveis no decorrer do seu procedimento. Já a temática Botânica, Citologia e Citogenética, Fisiologia Humana foram aquelas que apresentaram a maior porcentagem de atividades de cunho experimental e, como fator determinante, a utilização de variáveis na execução da atividade. Conteúdos relacionados à temática Bioquímica e Origem da Vida e Evolução possuem um percentual equivalente com relação à natureza da atividade prática.

Ao averiguarmos, constatamos que as temáticas que possuem um maior percentual de atividades não experimentais são aquelas cujo conteúdo está mais direcionado a técnicas relacionadas aos procedimentos e fenômenos observáveis, em que se faz necessário coletar informações, observar espécimes, dados, resultados entre outros, como é o caso da Zoologia, Ecologia, Seres Vivos, Genética e Método Científico.

Já os conteúdos relacionados à Fisiologia, Citologia e Citogenética possuem um eixo direcional mais versátil que permite trabalhar o objeto de estudo sobre diferentes perspectivas.

Outro fator analisado se refere à tipologia dos exercícios de laboratório e a contextualização com a temática. Ao analisarmos os exercícios de laboratório de acordo com a sua temática, buscamos examinar como a mesma está intrinsecamente ligada à tipologia referente aos exercícios de laboratório. Buscou-se sondar como cada temática evidencia as características referentes à concepção de atividade experimental demonstrada nos exercícios (tabela 3).

Temática	MC	SV	OVE	EC	ZOO	BT	CCG	BQ	FH	GE
Tipologia										
Investigativa	33,3%	-	16,6%	25%	-	16,6%	-	-	-	25%
Demonstrativa	-	-	-	-	50%	-	-	-	29 %	-
Comprobatória	50%	100%	83,3%	50%	25%	75%	66,7%	80%	43 %	75%
Múltiplas	-	-	-	25%	25%	8,3%	33,3%	-	28 %	-
Outras	16,6%	-	-	-	-	-	-	20%	-	-

Tabela 3: Porcentagem referente a tipologia das atividades experimentais quanto a sua temática. Legenda: MC- Método Científico, SV- Seres Vivos, OVE- Origem da Vida e Evolução, EC- Ecologia, ZOO- Zoologia, BT- Botânica, CCG- Citologia e Citogenética, BQ- Bioquímica, FH- Fisiologia Humana, GE- Genética. Fonte: Autor, 2019.

Ao explorarmos a tabela, podemos constatar que apenas as temáticas Fisiologia Humana e Zoologia possuem atividades de cunho demonstrativo. As atividades de caráter demonstrativo são aquelas em que o professor executa a atividade, fazendo com que o aluno seja coadjuvante na execução da atividade. Esse percentual é caracterizado pelo fato dessa temática utilizar recursos didáticos de difícil obtenção, como espécimes de animais, substâncias, equipamentos entre outros. Ressaltamos que as atividades de cunho demonstrativo foram caracterizadas pelo autor deste trabalho baseado nas categorias de Lima (2015), uma vez que a obra não especifica esse termo.

Observamos também que a tipologia comprobatória apresenta o maior percentual em todas as temáticas com exceção da temática Zoologia, cuja maior porcentagem está centrada na tipologia demonstrativa. Os exercícios comprobatórios referem-se a atividades, cujo aluno é o protagonista no desenvolvimento desta, ou seja, o aluno executa todos os procedimentos no decorrer do exercício de laboratório, com o propósito de confirmar e /ou refutar algum conhecimento teorizado.

São poucas as temáticas que possuem exercícios de cunho investigativo, são elas: Método Científico, Origem da Vida e Evolução, Ecologia, Botânica e Genética. Em contrapartida, todas as temáticas possuem exercícios de cunho comprobatório.

A tipologia Múltipla, assim como a tipologia investigativa, possuem apenas algumas temáticas específicas. Já a tipologia Outras constitui tanto menor percentual de atividades como o menor número de temáticas.

Diante do exposto, analisamos que em seus objetivos o BSCS adota uma visão experimental das Ciências Biológicas, pois ao explorarmos o primeiro capítulo do livro observamos que a sua estrutura está direcionada para exemplificação das etapas do método científico, ou seja, o curso de Biologia na versão azul proposto pela equipe do BSCS enfatiza a importância da atividade experimental para a Ciência. A versão azul do BSCS está influenciada pela visão moderna das Ciências Biológicas, visto que utiliza a atividade investigativa para abordar os conteúdos biológicos. De acordo com Ferreira e Selles (2008), esse fator pode ser constatado no primeiro capítulo do livro denominado de “Ciência como Investigação” que utiliza os problemas e os experimentos utilizados por Darwin para exemplificar o trabalho dos cientistas.

Essa introdução parece atender a um duplo propósito: por um lado, reforça as características do trabalho experimental por meio do exemplo da evolução –via o trabalho de Darwin -; por outro lado, apresenta a teoria da evolução de modo a potencializar os estudos empíricos dessa área. (FERREIRA e SELLES, 2008, p. xx)

Esse resultado comprova que os exercícios propostos pelo Guia de Laboratório tinham a intencionalidade de fazer com que os alunos aprimorassem práticas de laboratório, uma vez que os tópicos apresentados no capítulo explanam as etapas do processo científico. Etapas essas que variam desde a problematização até a experimentação, abordando conceitos e demonstrando, através de exemplos contextualizados.

Entendemos que a versão azul do BSCS adota a visão experimental como principal viés. Nesse sentido, compreendem-se que as diversas modalidades das atividades práticas propostas nos exercícios de laboratório pela equipe do BSCS foram intituladas de atividades experimentais devido ao fato de se correlacionarem às atividades experimentais a uma das etapas do método científico. Porém, a mesma possui um quantitativo equivalente de questões de cunho experimental e não experimental o que corrobora com as nossas hipóteses de que para o BSCS a Ciência por Investigação está vinculada à prática do método científico, o que difere dos pensamentos atuais sobre ciência por investigação (CARVALHO et al. 2013; SASSERON, 2008).

7.2.5 Os recursos didáticos utilizados no desenvolvimento dos exercícios de laboratório

Os recursos didáticos são materiais utilizados pelo professor para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem. Existe uma gama de variedades de recursos didáticos que podem ser utilizados no cotidiano escolar. A escolha do recurso didático está intrinsecamente ligada a diversos fatores, como a finalidade para a utilização da estratégia de ensino, a disponibilidade do recurso, a acessibilidade financeira para a aquisição do recurso. Assim, embora a diversidade de possibilidades seja ampla, o critério de escolha deve levar em consideração o contexto no qual a estratégia de ensino está inserida (NICOLA; PANIZ, 2016).

Diante do contexto, para compreender a intenção dos exercícios de laboratório propostos no livro intitulado ‘Biologia: das moléculas ao homem’, faz-se necessário analisar quais os recursos didáticos eram utilizados no desenvolvimento das atividades. Salientamos que nessa pesquisa entendemos recursos didáticos como “todo material utilizado como auxílio no ensino-aprendizagem do conteúdo proposto para ser aplicado pelo professor a seus alunos” (SOUZA, 2007, p. 111). Os recursos didáticos são constituídos por uma diversidade de instrumentos e métodos pedagógicos que são utilizados no desenvolvimento das aulas e na organização do processo de ensino. A partir daí, buscamos analisar quais os recursos didáticos utilizados nos exercícios de laboratório.

Nessa categoria, os exercícios de laboratórios foram divididos em quatro subcategorias, sendo elas: laboratório, alternativo, laboratório e alternativo e não apresenta lista de materiais.

A subcategoria laboratório refere-se a recursos didáticos utilizados em laboratório, como por exemplo: microscópios, reagentes químicos, vidrarias específicas. Os recursos didáticos oriundos de laboratório correspondem a 67% dos recursos didáticos utilizados na execução das atividades (gráfico 5). Essa subcategoria possui o maior percentual devido à proposta específica no livro, cujo título, em que os exercícios estão inseridos, é denominado de ‘Guia de laboratório’. Outro viés que justifica esse percentual elevado refere-se à necessidade de fomentar o método científico através de técnicas e procedimentos de laboratório com recursos didáticos de laboratório (AZEVEDO, 2015).

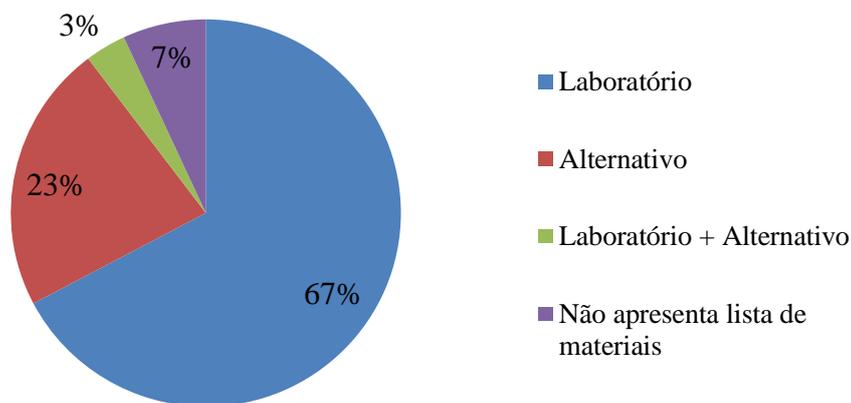


Gráfico 5: Representação percentual dos recursos didáticos utilizados para o desenvolvimento dos exercícios de laboratório. Fonte: Autor, 2019

A segunda subcategoria denominada de alternativo refere-se aos recursos didáticos alternativos, ou seja, são materiais que desempenham o papel semelhante aos recursos do laboratório (exemplo: garrafas e potes de vidro, lata de metal, garrafa térmica). A categoria referente a matérias alternativos correspondem a 23% dos exercícios de laboratório, o que corresponde a 13 exercícios de laboratórios.

A terceira subcategoria articula recursos didáticos de laboratório e recursos didáticos alternativos, ou seja, para o desenvolvimento da atividade se faz necessária a utilização dos dois tipos de materiais. Essa confluência ocorre em apenas dois exercícios de laboratório. A quarta e última subcategoria refere-se aos exercícios de laboratório que não apresentam lista de recursos didáticos. Essa esfera corresponde a 7 % dos exercícios de laboratório, ou seja, 4 atividades que são classificadas em sua tipologia como atividades práticas e atividades experimentais investigativas.

Dessa forma, compreendemos que a análise referente aos recursos utilizados durante o desenvolvimento dos exercícios de laboratório é de suma importância para compreender como as atividades eram desenvolvidas, uma vez que os materiais e os procedimentos contribuem para que as atividades sejam executadas.

Com relação à execução das atividades, constatamos que cerca de 10 % dessas sugerem que os alunos elaborem equipamentos que serão necessários para o desenvolvimento da mesma. Essa perspectiva corrobora com uma das metas traçadas pelo BSCS que é a ideia de incorporar o método científico no cotidiano escolar, pois que ao construir esses equipamentos o aluno está desenvolvendo muito mais do que habilidades referentes ao conteúdo (conhecimento teórico), mas está desenvolvendo habilidades técnicas referentes aos

métodos e procedimentos necessários para entender como funciona o âmbito do cientista. Visto que, ao elaborar instrumentos, os alunos compreendem tanto o conteúdo em questão, quanto a técnica utilizada para a obtenção do resultado.

Tomamos como exemplo o exercício 42 – Comparação do metabolismo de dois animais (figura 23-A, 23-B). Neste exercício de laboratório, os alunos preparam um equipamento cuja função é medir a velocidade do consumo de oxigênio de diversos animais, para que assim possam compará-las.

Exercício — 42

COMPARAÇÃO DO METABOLISMO DE DOIS ANIMAIS

Pela quantidade de oxigênio usado ou a quantidade de gás carbônico produzida na respiração de um animal podem-se avaliar todos os processos orgânicos que nêle ocorrem. O termo *metabolismo* é às vezes usado para descrever a soma de todos êsses processos.

Muitos fatores influem na velocidade do metabolismo animal. Alguns dêles são: atividade física, dieta, estado geral de saúde e hormônios, como os secretados pela tireóide e córtex da suprarrenal. A velocidade do metabolismo depende também do animal ser homotérmico ou poiquilotérmico. Os primeiros, que têm a capacidade de manter a temperatura interna relativamente constante, apresentam velocidade de metabolismo mais uniforme. Os poiquilotérmicos, cuja temperatura interna varia em função da temperatura do ambiente, têm velocidade de metabolismo mais variável.

Neste exercício você medirá a velocidade de consumo de oxigênio de diversos animais, e poderá compará-las. No exercício seguinte você fará comparações semelhantes medindo a produção de bióxido de carbono.

Materiais

camundongos, sapo ou outros pequenos animais
dois frascos de 1/4 de litro

duas rôlhas de borracha com dois orifícios
manômetro (ver Exercício 3)
dois suportes de base triangular
duas pinças de Mohr
duas presilhas em anel
uma tela de arame que se encaixe em um dos frascos, para servir de suporte ao animal
hidróxido de sódio
recipiente grande para banho-maria
balança
cronômetro

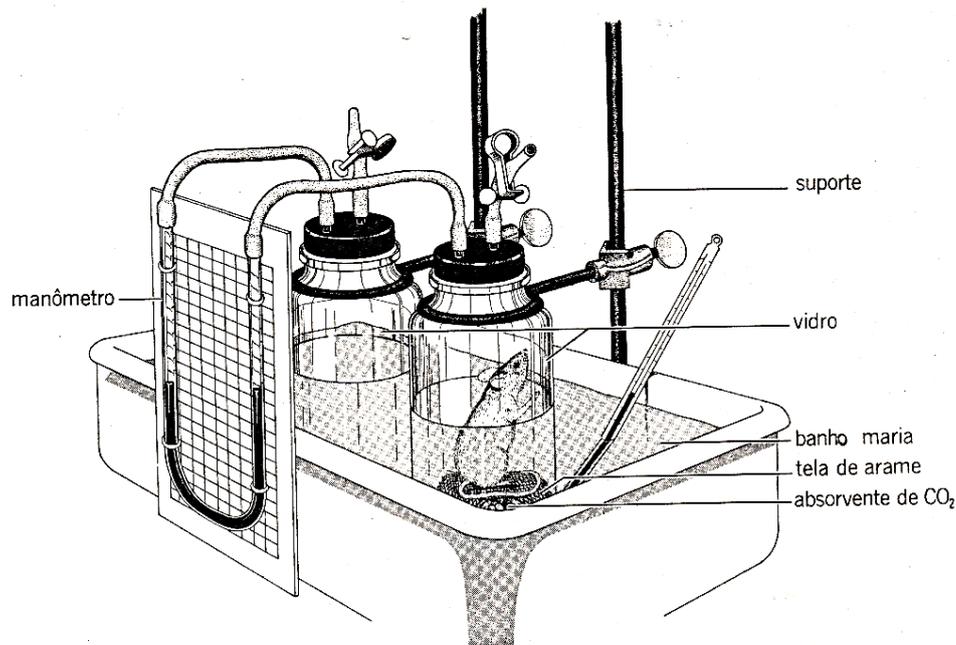
Procedimento

Pese o animal que vai usar na experiência. Prepare o equipamento necessário de maneira indicada pela figura 42-1. Prepare um banho de água à temperatura ambiente.

No fundo de um dos frascos ponha uma camada espessa de hidróxido de sódio; esta substância absorve rapidamente o gás carbônico e, desta maneira, as alterações de pressão registradas no manômetro serão devidas apenas ao consumo de oxigênio. Cubra a camada de hidróxido com uma tela de arame que servirá de base para o animal (tome cuidado para que o animal não encoste no hidróxido, porque êste é cáustico).

Ponha o animal no frasco e tampe. Espere 5 ou 10 minutos para que as temperaturas do

Figura 23-A: Proposta de atividade prática desenvolvida para a produção de equipamento contida nos exercícios de laboratório do livro 'Biologia: das moléculas ao homem' (BSCS - versão azul, V.II). Fonte: BSCS, 1967.



42-1 Aparelho para medir produção de bióxido de carbono. O ar é introduzido no sistema pela ação de um sifão de aspiração. O ar borbulha na água de barita, que dissolve o CO_2 presente. O CO_2 eliminado pelo animal passa através de uma solução indicadora. O ácido formado pelo CO_2 na solução pode ser determinado por modificações na cor do indicador.

interior do frasco e da água se igualem. Feche, então, as pinças de Mohr. Meça a velocidade de consumo de oxigênio, anotando quanto o líquido se eleva ou desce no manômetro em intervalos regulares de 1 minuto. Faça as anotações durante 10 minutos. Se o consumo de oxigênio for muito rápido ou muito lento, varie os intervalos de tempo da maneira que for mais conveniente.

Para cada animal usado na experiência, faça três medidas do consumo de oxigênio. A atividade do animal durante o tempo da experiência deve ser observada e anotada. Faça comparações com tipos diferentes de animais. Será interessante comparar a respiração de um camundongo com a de um sapo.

Discussão

1. Por que a produção de CO_2 não influi nas modificações de pressão registradas no manômetro?

2. Foi possível determinar o efeito da temperatura ambiente na velocidade de metabolismo de animais homotérmicos e poiquilotérmicos?

3. Com base nos resultados desta experiência, você pode fazer generalizações sobre a velocidade de metabolismo de sapos comparando-a com a dos camundongos ou outros tipos de organismos que tenham sido observados neste exercício? Explique.

Figura 23-B: (Continuação) Proposta de atividade prática desenvolvida para a produção de equipamento contida nos exercícios de laboratório do livro 'Biologia: das moléculas ao homem' (BSCS - versão azul, V.II) Fonte: BSCS, 1967.

7.2.5.1 A concepção da natureza científica e os recursos didáticos

No contexto que se insere os exercícios de laboratório há uma grande variedade de recursos didáticos utilizados. De acordo com a classificação, os recursos foram divididos em três vertentes: Recursos laboratoriais, recursos alternativos e recursos alternativos e laboratoriais. Os recursos utilizados na execução da atividade são de suma importância para o desenvolvimento do exercício, uma vez que colabara com a explanação do conteúdo facilitando o processo de ensino-aprendizagem (SILVA, et al, 2017).

Com relação aos recursos didáticos utilizados nos exercícios propostos no Guia de Laboratório, analisamos a relação dos recursos didáticos utilizados de acordo com a natureza da atividade científica, ou seja, nesse aspecto buscamos compreender como os exercícios de laboratório se enquadram na relação recurso didático na natureza da atividade (tabela 4).

RD NA	Laboratório *	Alternativo*	Laboratório + Alternativo *
Não experimental	27,8%	18,5%	0%
Experimental	37%	5,5%	0%
Múltiplos	7,4%	0%	3,7%

Tabela 4: Porcentagem referente à natureza da atividade e aos recursos didáticos utilizados.
* Os cálculos da porcentagem foram realizados a partir do quantitativo de 54 exercícios de laboratório.
Legenda: RD- Recursos Didáticos, NA- Natureza da Atividade. Fonte: Autor, 2019.

Ao ponderarmos a tabela, podemos constatar que as atividades de cunho experimental possuem 37% dos seus recursos didáticos provenientes do laboratório, enquanto apenas 5,5% correspondem a recursos didáticos alternativos. As atividades evidenciam que se buscava viver o que se acreditava ser etapas do método científico (observação, levantamento de hipóteses, experimentação, análise dos dados). Seguindo a perspectiva apresentada no BSCS, o método científico é vivenciado em laboratório, em que o uso de instrumentos, vidrarias, e substâncias foi comumente e predominantemente usados. O mesmo ocorre com as atividades não experimentais, em que 27,8% dos recursos didáticos utilizados são oriundos do laboratório e apenas 18,5% são materiais alternativos. Com relação às atividades de caráter múltiplo, observou-se que 3,7% dos exercícios possuem recursos didáticos tanto de laboratório, quanto alternativos no desenvolver da atividade. Dessarte, podemos inferir que

independente da concepção da natureza científica ocorre uma maior predominância de recursos de laboratório como o principal instrumento necessário para a execução dos exercícios de atividades práticas.

Ao avaliarmos os recursos didáticos utilizados nos exercícios de laboratório, constatamos que há uma predominância de recursos didáticos de laboratório independentemente da concepção da natureza. Ou seja, independente se o exercício proposto é de caráter experimental ou não experimental, existe uma predominância de materiais oriundos do laboratório ratificando, assim, que o intuito do Guia do Laboratório era a preparação do jovem para o meio científico. Para isso, fez-se necessária a inserção do jovem não só no laboratório, mas também com materiais provenientes do mesmo.

7.2.5.2 Os conteúdos de Biologia e a sua relação com os recursos didáticos

Outro panorama pertinente refere-se a como os recursos didáticos são representados de acordo com a temática dos exercícios de laboratório. Ou seja, nessa categoria buscou-se analisar qual a predominância dos recursos didáticos em cada temática abordada nos exercícios de laboratório.

As representações percentuais de cada recurso didático nas temáticas estão apresentadas na tabela 5:

Temática RD	MC	SV	OVE	EC	ZOO	BT	CCG	BQ	FH	GE
Laboratório	68%	67%	83,3%	25%	100%	58,3%	100%	80%	43%	75%
Alternativo	16%	33%	16,4%	75%	-	35%	-	20%	57%	25%
Alternativo e Laboratório	16%	-	-	-	-	8,3%	-	-	-	-

Tabela 5: Distribuição dos recursos didáticos por temática de Biologia. Fonte: Autor, 2019.

Legenda: RD- Recurso Didático, MC- Método Científico, SV- Seres Vivos, OVE- Origem da Vida e Evolução, EC- Ecologia, ZOO- Zoologia, BT- Botânica, CCG- Citologia e Citogenética, BQ- Bioquímica, FH- Fisiologia Humana, GE- Genética

Ao explorarmos a tabela, observa-se que os recursos didáticos laboratoriais possuem uma predominância tanto com relação ao percentual, quanto com relação à quantidade de temáticas. Ao analisar a relação entre os conteúdos e os recursos didáticos, destacamos os de Zoologia e Citologia e Citogenética, por possuírem um percentual de 100% de vinculação com os recursos didáticos de laboratório. Constatamos também que a temática Ecologia e a

temática Fisiologia Humana são as únicas que possuem um percentual menor com relação aos recursos didáticos de laboratório, 25% e 43% respectivamente. Acreditamos que isso ocorre devido ao fato da temática ecologia ocorrer predominantemente em locais extraclasse. Com relação à temática Fisiologia Humana, consideramos o fato da utilização de espécimes animais vertebrados para a realização das atividades.

Com relação aos recursos didáticos híbridos, apenas os conteúdos referentes ao Método Científico e à Botânica possuem exercícios que utilizam ambos os materiais.

7.2.6 A relação entre o local e os exercícios de laboratório

Ao investigarmos os exercícios de laboratório propostos na obra ‘Biologia: das moléculas ao homem’ (BSCS - versão azul), fez-se necessário elaborar uma categoria referente ao local em que os exercícios podem ser desenvolvidos. Essa categoria analisou as atividades executadas de acordo tanto com o livro-texto (livro do aluno), quanto com o livro do professor (guia do professor). Os resultados estão expostos no gráfico a seguir (gráfico 6).

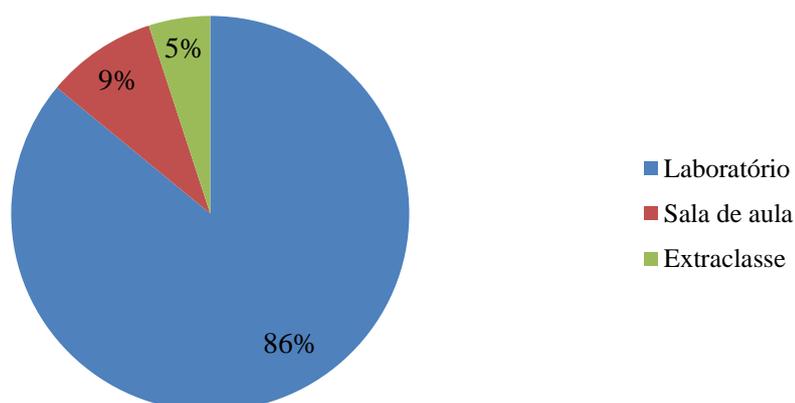


Gráfico 6: Representação percentual do local utilizado para o desenvolvimento dos exercícios de laboratório. Fonte: Autor, 2019.

O gráfico nos mostra que predominantemente os exercícios foram elaborados para serem desenvolvidos no laboratório, uma vez que 86% das atividades necessitavam de recursos oriundos do laboratório. Desta forma, dos 58 (cinquenta e oito) exercícios apresentados na obra, 50 (cinquenta) exercícios tinham o laboratório como o principal local para o desenvolvimento das atividades. Esses resultados condizem com os princípios

propostos pela equipe do BSCS, uma vez que na introdução ao trabalho de laboratório a obra elucida que

[...] **o laboratório é a oficina do cientista**. É o lugar em que se percebem melhor os problemas existentes sobre a natureza e onde melhor se podem encontrar respostas para esses problemas. Estudos e discussões são importantes em Ciência, **mas é no laboratório que as ideias são testadas**. Será no laboratório que você entenderá porque a Ciência depende de medidas precisas, de observações acuradas e de comunicação clara e concisa [...] (BSCS, vol. I, p. 239, grifos nossos)

Daí, compreendemos a importância e a proporção de exercícios destinados a esse local. A categoria de análise referente à sala de aula e extraclasse corresponde a 9 % e 5% respectivamente, havendo uma hegemonia com relação ao local utilizado para o desenvolvimento dos exercícios propostos no livro. Nessa perspectiva, correlacionamos o local de desenvolvimento das atividades às temáticas referentes ao conteúdo de Biologia, subdivididos nas seguintes temáticas (tabela 6).

Temática Local	MC	SV	OVE	EC	ZOO	BT	CCG	BQ	FH	GE
Laboratório	84%	100%	84%	25%	100%	92%	100%	80%	100%	75%
Sala de aula	16%	-	16%	-	-	8%	-	20%	-	25%
Extraclasse	-	-	-	75%	-	-	-	-	-	-

Tabela 6: Distribuição do local por temática de Biologia. Fonte: Autor, 2019.

Legenda: MC- Método Científico, SV- Seres Vivos, OVE- Origem da Vida e Evolução, EC- Ecologia, ZOO- Zoologia, BT- Botânica, CCG- Citologia e Citogenética, BQ- Bioquímica, FH- Fisiologia Humana, GE- Genética

Como podemos observar, apenas a temática Ecologia possui exercícios de laboratório para serem desenvolvidos em locais extraclasse. Nessa temática, as atividades normalmente são desenvolvidas em locais externos à escola, ou seja, é sugerido que as atividades ocorram em aulas de campo para que o aluno tenha contato com o meio ambiente. Já os exercícios realizados em sala de aula, correspondem aos conteúdos referentes ao Método Científico, à Botânica, à Bioquímica, à Genética e à Origem da Vida e Evolução, os quais possuem um caráter abstrato com relação aos demais exercícios, ou seja, as atividades estavam mais direcionadas à coleta de dados e à observação do que resolução de problemas e verificação de hipóteses (KRASILCHIK, 1972).

Nessa ótica, compreendemos que a predominância do laboratório para execução das atividades enfatizam a importância dos procedimentos experimentais e matematizados para a construção do conhecimento científico. Considera-se que, ao desenvolverem atividades de caráter laboratorial, os alunos vivenciam parte da experiência, participando dos procedimentos e sínteses das observações (BSCS, 1963).

7.2.7 Os exercícios de laboratório e o objetivo de cada atividade

Um dos fatores primordiais para compreender a proposta dos exercícios de laboratório é avaliar a aplicação de cada atividade. Desse modo, elencamos a categoria denominada ‘objetivo’, cuja finalidade é averiguar quais os objetivos dos exercícios de laboratório apresentados na coleção de livros ‘Biologia: das moléculas ao homem’ proposto pela equipe do BSCS.

No primeiro momento, buscamos identificar como os objetivos estão distribuídos ao longo da obra (gráfico 7).

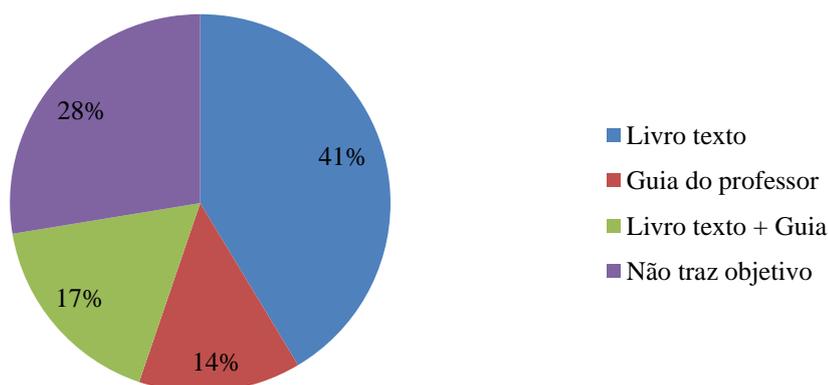


Gráfico 7: Representação percentual da localização dos objetivos propostos na coleção de livros ‘Biologia: das moléculas ao homem’. Fonte: Autor, 2019.

Ao avaliarmos a localização dos objetivos, constatamos que dos 58 exercícios de laboratório propostos, 28% (N=16) não possuem objetivos. Os demais 42 (quarenta e dois) objetivos estão distribuídos da seguinte forma: 41% dos objetivos estão retratados no livro texto, 14% no Guia do professor e 17 % trazem os objetivos tanto no Guia do professor,

quanto no Livro texto. Com relação à forma como esses objetivos são apresentados, averiguamos que apenas 7,1% (N=3) estão expostos de forma explícita. Isto é, utilizam o termo objetivo no decorrer da elucidação da questão. Os outros 92,9% estão expostos de forma implícita, ou seja, o objetivo da atividade fica subentendido no decorrer do exercício solicitado.

Após analisarmos a localização dos exercícios, buscamos compreender qual a finalidade de cada atividade. Ao explorarmos os exercícios de laboratório, subdividimos as atividades em duas subcategorias: objetivos conceituais e objetivos procedimentais.

O objetivo conceitual refere-se às atividades, cuja finalidade é fazer com que o aluno se apodere de conhecimento teórico, ou seja, referem-se a fatos, princípios e conceitos. Já o objetivo procedimental refere-se ao desenvolvimento da atividade, cujo intuito é fazer com que o aluno se aproprie de métodos e técnicas necessárias no campo científico. Ressaltamos que alguns exercícios possuem tanto objetivo conceitual, quanto objetivo procedimental em uma mesma atividade (gráfico 8).

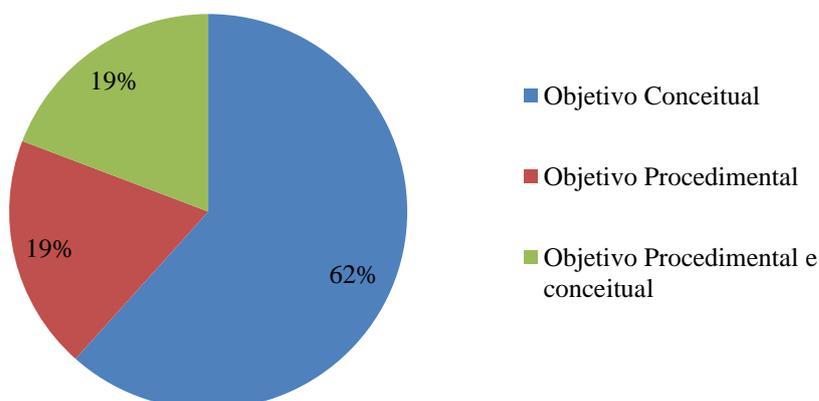


Gráfico 8: Representação percentual dos objetivos propostos na coleção de livros 'Biologia: das moléculas ao homem'. Fonte: Autor, 2019.

Verificamos no gráfico que 62% dos exercícios de laboratório possuem atividades, cuja intenção é fazer com que os alunos harmonizem os conceitos e compreendam o conteúdo teórico abordado. Nos exercícios de laboratório, cujo objetivo é conceitual a atividade visa que o aluno compreenda na prática o que foi abordado na teoria.

O objetivo procedimental representa um percentual de 19% dos exercícios de laboratório, cuja intenção é fazer com que os alunos compreendam as técnicas e os métodos,

ou seja, nessas atividades os alunos realizam operações relacionadas a destrezas manuais, identificação e controle de variáveis, técnicas de investigação entre outros métodos.

A última subcategoria refere-se aos exercícios de laboratório que possuem em seus objetivos um caráter tanto procedimental, quanto um caráter conceitual. Essas atividades correspondem a 19 % da intencionalidade dos exercícios.

Os objetivos dos exercícios de laboratório referem-se às competências necessárias que o sujeito deve adquirir no decorrer do Ensino das Ciências. O objetivo da atividade nos mostra que os exercícios de laboratório possuíam a intenção de comprovar fatos e ideias, fazendo com que a Ciência fosse vista como um conhecimento válido e necessário. Dessa forma, as atividades ofertadas valorizavam a ação científica como método de ensino, o qual, através dos exercícios, os alunos aprendem tanto o conhecimento teórico, quanto procedimentos metodológicos.

Um das características referentes aos objetivos dos exercícios referem-se a como eles estão distribuídos quanto à tipologia das atividades (tabela 7).

Objetivo Tipologia	Procedimental	Conceitual	Conceitual + Procedimental
Investigativa	4,7%	4,7%	4,7%
Comprobatória	7,1%	40,5%	14,3%
Demonstrativa	2,4%	7,1%	-
Múltiplas	-	9,5%	-
Outras	4,7%	-	-

Tabela 7: Distribuição da tipologia referente aos objetivos propostos nos exercícios de laboratório. Fonte: Autor, 2019.

Na tabela apresentada, correlacionamos a tipologia dos exercícios de laboratório ao objetivo de cada atividade. Analisando a tabela, constatamos que as atividades que possuem o objetivo de caráter conceitual representam o maior valor numérico em relação às demais categorias. É notável que em todas as tipologias o caráter conceitual do objetivo predomina. Ao detalharmos essa categoria, referenciando a tipologia da atividade de caráter comprobatório, verificamos que a mesma possui um percentual de 40,5%. Esse fato ocorre devido aos exercícios comprobatórios explanarem predominantemente conceitos para serem comprovados.

As atividades de caráter investigativo estão distribuídas equivalentemente entre os três objetivos, ou seja, possuem o mesmo percentual. Já as atividades múltiplas são predominantemente conceituais.

7.3 CONVERGÊNCIAS ENTRE AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E A CONSTRUÇÃO SOCIAL DO CURRÍCULO

A educação é um fator primordial para o desenvolvimento da sociedade, o discurso de reforma educacional sempre esteve presente ao longo da história (SAVIANNI, 2008). Levando em consideração esse processo, entendemos que a renovação do Ensino das Ciências se caracterizou como um movimento necessário para reestruturar as Ciências e conseqüentemente o seu ensino.

O processo de renovação do ensino das ciências iniciou-se no Brasil antes da década de 1960, com trabalhos desenvolvidos pelo IBECC, porém só a partir da década de 1960 que o referido movimento ganhou força. Ao analisarmos a conjuntura sócio-econômica da década de 1960, podemos averiguar que o Brasil passava por diversas mudanças no âmbito educacional, cuja finalidade era harmonizar o ensino acadêmico com as tendências referentes à vida social e profissional (WARDE e RIBEIRO, 1980). Pois,

[...] a sociedade brasileira havia sofrido uma série de transformações estruturais que não comportava mais essa separação entre o intelectual e o manual. Isso porque, a sociedade moderna, em sua fase urbano-industrial, como que determinava a superação da dicotomia – típica da sociedade tradicional, ou seja, a de base agrário-comercial. [...] (WARDE e RIBEIRO, 1980, p. 197).

Por esse ângulo, a implantação do BSCS visava contribuir para a formação do sujeito, para que o mesmo assim pudesse atuar de forma mais ativa e eficiente na sociedade, pois, diante da conjuntura referente à Guerra Fria o desenvolvimento tecnológico, era sinônimo de expansão e poder. A partir deste cenário, a Ciência passou a ter um lugar de prestígio no campo acadêmico.

Diante do exposto, entendemos que a versão Azul do BSCS - ‘das moléculas ao homem’, constitui-se como um “divisor de águas” para o ensino da Biologia, uma vez que, enfatiza tanto a unificação dos conteúdos, quanto o caráter utilitário do currículo. O currículo passa a ser visto não mais como só um conjunto de conteúdos, mas, como um projeto societário, cujo objetivo era a modernização da sociedade quanto aos aspectos críticos referentes à modernização da ciência e, conseqüentemente, ao desenvolvimento do país. Isso

pode ser observado através do caráter experimental adotado pela equipe do BSCS. O material proposto pela equipe do BSCS visava à interação entre o prático e o teórico. Pois,

As propostas, de forma geral se referiam à modificação de conteúdos e principalmente enfatizavam a necessidade de incorporar o conhecimento do processo de investigação científica na educação do cidadão comum que assim aprenderia a julgar e decidir com base em dados, elaborar várias hipóteses para interpretar fatos, identificar problemas e atuar criticamente na sua comunidade. (KRASILCHIK, 1980, p.170).

Os exercícios de laboratório propostos refletem como o método científico foi significativo, visto que esses retratam a quebra de um paradigma, onde ocorre o progresso do processo de ensino–aprendizagem do Ensino das Ciências do conhecimento científico, relatando que um conjunto de teorias e leis é validado pela comunidade científica em determinado tempo histórico, estabelecendo, assim, um modelo científico (SANTOS, 1988).

Diante disso, entendemos que o livro didático ‘Biologia: das moléculas a homem’ foi o propulsor e disseminador dos novos ideais curriculares, uma vez que, “ao longo de nossa história educacional, os livros didáticos têm se constituído um poderoso mecanismo de seleção e de organização dos conteúdos e métodos de ensino” (FERREIRA e SELLES, 2004, p.02).

Baseados em Goodson (1995, p.120) e suas pesquisas históricas de currículo, entendemos que as disciplinas escolares são especificidades do currículo e, para que haja uma consolidação das mesmas, faz-se necessário entendê-las como “entidades monolíticas, mas, amálgamas mutáveis de subgrupos e tradições”, que as disciplinas escolares passam por transições que vão de utilitárias e pedagógicas até abstratas e acadêmicas; e por fim que as disciplinas devem ser analisadas levando em consideração “a relação a *status*, recursos e territórios”.

De acordo com Goodson (1995), assim como o currículo a disciplina acadêmica passa por diversas modificações ao longo da história, adequando-se às demandas socioeconômicas necessárias para o desenvolvimento do país, já que a educação é sinônimo de progresso e progresso é sinônimo de ascensão econômica e social.

Portanto, um dos aspectos pertinentes e indispensáveis ao analisar a trajetória do Ensino das Ciências, refere-se aos objetivos da mesma, pois, ao longo do percurso histórico da Ciência podemos compreender que as modificações e anseios no campo educacional influenciaram as transformações ocorridas tanto no sistema escolar, quanto no currículo.

Dessa forma, todo conhecimento é válido, independente das circunstâncias, pois, se baseia nos pressupostos de que as possibilidades são infinitas. Diante dessa conjuntura de que

as possibilidades são infinitas, o Ensino de Ciências vem se reformulando hodiernamente. Faz-se necessária, então, a reavaliação das propostas de ensino, visto que as mesmas estão baseadas nos acontecimentos históricos, filosóficos e sociais.

Estamos em pleno século XXI e a ciência e a tecnologia vem se desenvolvendo cada vez mais. Esse desenvolvimento influencia o modo de pensar, agir, observar, surgindo novos questionamentos, pois o conhecimento é produzido em larga escala, o que faz surgirem novos modelos metodológicos, e isso faz com que o conhecimento tenha características capitalistas, tendo em vista a influência do contexto histórico na forma do saber.

Diante disto, novas metodologias são necessárias para a construção do conhecimento, visando contribuir para a formação de sujeito crítico capaz de questionar o conhecimento e interpretar o que se passa no seu cotidiano.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo, tivemos como objetivo analisar como a experimentação didática está instituída na coleção do livro didático ‘Biologia: das moléculas ao homem’ BSCS - (versão azul). O BSCS surgiu nos Estados Unidos da América início da década de 1950, com a finalidade de renovar o Ensino das Ciências. Foi introduzido no Brasil em 1965 através do IBCEC. Entendemos que o livro ‘Biologia: das moléculas ao homem’ organizado pela equipe do *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS) se constitui como um propulsor e disseminador das ideias curriculares recomendadas na década de 1960.

Diversos pesquisadores (FEREIRRA; SELLES, 2008; VALLA, 2011; AZEVEDO, 2015) apontam que a proposta apresentada pelo BSCS trouxe novas práticas de ensino e influenciou os currículos e materiais didáticos produzidos posteriormente. Apesar de diversos estudos afirmando sobre essas contribuições que os livros didáticos do BSCS trouxeram, (VALLA, 2009; ROQUETTE, 2011) pouco sabíamos sobre quais atividades tais livros traziam. Nessa perspectiva, com o presente estudo buscamos contribuir para preencher essa lacuna. Para tanto, analisamos os exercícios de laboratório propostos na coleção de livros ‘Biologia: das moléculas ao homem’ (BSCS - versão azul).

Ao analisá-lo, pudemos compreender que os exercícios de laboratório constituem a obra e contém diversas especificidades. No primeiro momento, constatamos que as atividades propostas estabelecem atividades práticas de caráter experimental e não experimental. Observamos que houve uma predominância das atividades não experimentais nos exercícios de laboratório em relação às atividades experimentais. Considerando esse fator, compreendemos que o termo atividade experimental abordado no BSCS remete-se ao desenvolvimento e a vivência de atividades laboratoriais/ método científico no âmbito escolar, e que os exercícios de laboratório previstos na coleção dos livros tinham a intencionalidade de fazer com que o aluno vivenciasse os exercícios de laboratório, replicando procedimentos técnico-metodológicos e confirmando teorias com a prática. Ao explorarmos o material, averiguamos que a forma/ estrutura que os exercícios são abordados não permite a construção do conhecimento de forma efetiva, uma vez que as atividades predeterminam que os sujeitos desenvolvam as atividades para confirmar a temática abordada na teoria.

Ao analisarmos o material entendemos que a intencionalidade do livro é fazer com que os alunos compreendam a natureza da ciência e de seus processos. Constatamos isso ao verificarmos a estrutura do texto exposto no livro, que aborda o conteúdo alinhado a uma

descrição de métodos científicos ao invés de uma súpula de conclusões, ou seja, o conteúdo deve ser abordado simultaneamente com os exercícios de laboratório, fazendo com que haja uma maior interação entre os fatos, as ideias e os procedimentos.

Todavia, ao analisarmos os objetivos e anseios propostos pelo livro e a forma como as atividades experimentais são sugeridas nos guias de laboratório, constatamos que existe uma lacuna. As atividades experimentais apresentadas nos livros são apresentadas como um conjunto de atividades, cuja finalidade é comprovar as conclusões abordadas no conteúdo, o que de certa forma é antagônico aos ideais de promover uma ascensão científica através da educação, visto que as atividades tinham muito mais um caráter de comprovar os fatos e as teorias do que fazer com que os alunos construam as suas próprias concepções.

Averiguando a tipologia para melhor compreendermos como a experimentação está caracterizada nos exercícios de laboratório propostos, percebemos que estes derivam de um contexto de experimento/experimentação com ‘Guia de laboratório’, predominando a proposta comprobatória e demonstrativa. Correlacionando essa conjuntura aos preceitos abordados no primeiro capítulo da obra ‘Ciência por investigação’ delimitamos que para o BSCS o entendimento da “ciência por investigação” remete à vivência do método científico, cuja finalidade era apropriar os estudantes dos métodos e procedimentos dos cientistas, em que o laboratório se fez como principal espaço e os materiais de laboratório os principais instrumentos/recursos para execução das atividades. Fundamentamos essa concepção através da análise dos exercícios de laboratório propostos pelo BSCS que, em sua maioria, possuem o caráter de comprovar/demonstrar o que foi abordado, estabelecendo, de certa forma, que o aluno replique o método, o que difere do que entendemos nos dias atuais por “investigação”, na qual o aluno assume maior protagonismo intelectual no processo investigativo. Por certo, o termo investigação remete-se atualmente a uma abordagem que promove a vivência de tarefas multifacetadas, ou seja, permite que o aluno observe, desenvolva métodos e construa suas próprias conclusões, buscando respostas a partir de problemas reais e culturalmente relevantes para ele (CARVALHO, 2013).

No que se refere à inter-relação entre os conteúdos abordados no decorrer da obra e os exercícios de laboratório apresentados, concluímos que em muitos casos observa-se que a intenção das atividades práticas era familiarizar o estudante com as técnicas e afirmar o dito com o contido na parte teórica dos livros, afirmando o conhecimento científico como uma verdade possível de ser testada, afirmada e comprovada na prática. É válido destacar que não há uma uniformidade com relação à distribuição de exercícios por temáticas. Isto é, existem

temáticas que apresentaram mais de um exercício referente ao seu conteúdo como é o caso do tema referente aos Seres Vivos, enquanto outras temáticas não possuíam exercícios, citando como exemplo as temáticas referentes à genética. Acreditamos que a ausência de exercícios de laboratório em algumas temáticas está intrinsecamente ligada à composição dos conteúdos que constituem essas temáticas e às possibilidades de se trabalhar o método científico.

Outro fator analisado refere-se aos recursos didáticos, os quais se constituem como um elemento essencial para auxiliar no desenvolvimento da atividade (SOUZA, 2007; NICOLA; PANIZ, 2016). Após a análise referente aos recursos didáticos, os mesmos foram subdivididos em duas categorias: recursos de laboratório e recursos alternativos. Constatamos que há uma predominância dos recursos didáticos de laboratório (reagentes, vidrarias, microscópio, dentre outros equipamentos), atribuindo características de pesquisa, materializando a concepção de época do que é fazer ciência. Ou seja, analisamos que internamente nos pressupostos do BSCS há necessidade de recursos didáticos laboratoriais para que ocorra a vivência do método científico, com destaque ao espaço laboratório. A intenção era confirmar teorias apresentadas em sala de aula, em que os alunos deveriam seguir o passo a passo para alcançar determinado resultado, afirmando o já antecipado teoricamente como uma verdade estabelecida pela ciência.

Corroborando com os pensamentos de Azevedo (2015), entende-se que a experimentação didática importada dos Estados Unidos possuía um conteúdo ideológico duplo. A experiência em um laboratório é um dos principais elementos do projeto reformista para o Ensino das Ciências e através dessa experiência pretendia-se tanto fortalecer habilidades específicas do conhecimento científico; quanto exercer, de forma implícita, o processo de dominação cultural através do processo de construção curricular pautada no conhecimento científico. Produziu-se o entendimento de que a escola deveria desenvolver tal conhecimento embasado em regras e métodos científicos, fazendo com que ele fosse legitimado socialmente pelas concepções racionais, fortalecendo, assim, o status e a importância do conteúdo atrelado à perspectiva científica (AZEVEDO, 2015). Pois, levando em consideração a Guerra Fria e a conjuntura política ideológica da época, “[...] a formação de cientistas nos moldes norte-americanos fortalece o processo de dominação cultural – e principalmente – trava o avanço tecnológico do bloco socialista.” (AZEVEDO, 2015, p. 120). Por isso, a ênfase dada aos recursos didáticos oriundos do laboratório é bastante significativa. São 39 exercícios que utilizam os materiais de laboratório como pré-requisito crucial para o

desenvolvimento da atividade. Assim, é possível enxergar o espaço generoso que este recurso ocupa como um indício da intenção da inoculação dos ideais e valores científicos.

Esta análise apresenta uma discussão referente à ideia de que a experimentação é meramente um conjunto de procedimentos que são repetidos com a finalidade de comprovar teorias, transmitindo uma visão simplista de Ciência, enfatizando uma ciência da escola reproducionista. Essa concepção é corroborada ao investigarmos os objetivos propostos nos exercícios de laboratório, os quais, em sua maioria, tinham a finalidade de familiarizar os estudantes com as técnicas e procedimentos executados por cientistas, desenvolvendo nos alunos destrezas relacionadas, afirmadas com as práticas e com o que fora dito na teoria.

Portanto, diante dos resultados obtidos entendemos que a implantação do BSCS visava contribuir para a formação do sujeito, para que o mesmo pudesse atuar de forma mais ativa e eficiente na sociedade. Contudo, a forma como estruturaram os exercícios de laboratório recomendados para os estudantes faziam com que não houvesse questionamentos, críticas ou aguçasse a criatividade dos alunos. Os exercícios de laboratório abordavam princípios e técnicas que compunham o universo do cientista, não dando aos sujeitos a possibilidade de definir estratégias, tão pouco de executar procedimentos e elaborar conclusões; mas, afirmar, pelo desenvolvimento da técnica e execução das atividades práticas com ou sem experimentação competências que reproduziam os gestos dos cientistas.

Diante disto, entendemos que compreender a concepção de experimento contida no livro didático que marcou a área da biologia constituiu-se como base, para em momento posterior, entender a organização curricular para o ensino de biologia, nos dias atuais, no Brasil.

No entanto, é necessário aprofundar novos estudos que almejem conhecer: Qual a contribuição da experimentação para uma ruptura paradigmática do ensino de ciências? Como a disciplina de biologia baseada no BSCS pode contribuir para o abandono de uma visão fragmentada do ensino de ciências, sustentando e disseminando uma ruptura paradigmática a crença em uma Ciência moderna e unificada? Essas e outras questões são colocadas como desafios futuros e abertos para novos estudos sobre a experimentação e sobre a influência do BSCS para ensino de Biologia nos dias atuais.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. M.. **Beabá dos MEC-Usaid**. Rio de Janeiro: Gemasa, 1968.

ABRANTES, A. C. S.; AZEVEDO, N. O Instituto Brasileiro de Educação, Ciências e Cultura e a institucionalização da ciência no Brasil, 1946-1966. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Ciências Humanas** – Belém, v. 5, n. 2, 2010, p.469-489.

ALVES-MAZZOTI, A. J. & GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002. 203p

ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P (Org.). **Processos de Ensino- aprendizagem na Universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**. 10. ed. Joinville: UNIVILLE, 2012

ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Revista Ciência & educação (Bauru) [online]**, v.17, n.4, 2011, p.835-854.

ANDRADE, T. Y.; ASSIS, A. Concepção dos professores sobre a utilização de aulas práticas e da experimentoteca nas aulas de ciências. **Revista SBEnBIO**, n. 5, 2012, p. 1-12.

ANDRADE, T. Y; ASSIS, A. Concepções dos professores sobre a utilização de aulas práticas e da experimentoteca nas aulas de ciências. **Revista da SBEnBIO**, v 5, 2012, p.1-10.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.25, n.2, 2003, p.176-193.

ATKIN, J. M.; BLACK, P. J. **Inside science education reform: A history of curricular and policy change**. Teachers College Press, 2003.

AURÉLIO, Dicionário. Disponível em: <https://dicionariodoaurelio.com>. Acessado em: 01/2018

AZEVEDO, M. **Biologia experimental, experimentação na biologia escolar e o manual do professor de biologia do Biological Science Curriculum Study (BSCS): estudo de relações sócio-históricas**. Tese de Doutorado. Niterói: Faculdade de Educação/UFF, 2015.

AZEVEDO, M.; SELLES, S. O papel da experimentação didática na reforma do ensino de ciências norte-americano nas décadas de 1950 e 1960. In: **Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC Águas de Lindóia, SP, 2015**. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1312-1.PDF>. Acessado em: Junho de 2018

AZEVEDO, M.; SELLES, S.; LIMA-TAVARES, D. Relações entre os movimentos reformistas educacionais do ensino de ciências nos Estados Unidos e Brasil na década de 1960. **Revista Educação em Foco**, v. 21, n. 1, 2016, p. 237-257.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARRA, V. M.; LORENZ, K. M. Produção de materiais didáticos de Ciências no Brasil, período: 1950 a 1980. **Ciência e Cultura**, v. 38, n. 12, 1986, p.1971- 1983.

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Revista Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, 2014, p. 579-593.

BITTENCOURT, C. **Ensino de História: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2004.

BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil?** 2ª ed. Ed. Ática, 2002.

BLACK, P. **The purposes of science education. In: Challenges and opportunities for science education**. WHITELEGG, E. THOMAS, J. e TRESMAN, S. (Eds.). Londres: Paul Chapman Publishing Ltd., The Open University, 1993, p. 3-16.

BOGDAN, R.; BLIKEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Trad. Maria João Alvarez e outros. Lisboa: Porto, 1994.

BORDENAVE, J. D.; PEREIRA, A. M. **Estratégias de ensino-aprendizagem** – Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

BRASIL. **Decreto Nº 19.890, de 18 de Abril de 1931**. Organização do ensino secundário.1931. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-19890-18-abril-1931-504631-publicacaooriginal-141245-pe.html>. Acessado em março de 2018.

BRITO, L. O. de; FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. **Revista Ensino Pesquisa em Educação em Ciências. (Belo Horizonte)**, v.18, n.1, 2016, p.123-146.

BURKE, P. (org.): **A Escrita da História**. São Paulo: Editora UNESP, 1992, p.360.

CACHAPUZ, A.; et al. (orgs). **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2008.

CALADO, S. dos S; FERREIRA, S.C dos R. Análise de documentos: método de recolha e análise de dados. 2004. Disponível em:<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/ichagas/mi1/analisedocumentos.pdf>. Acesso em: 11/2017.

CARDOSO, L. de R.; PARAÍSO, M. A.. Álbum fotográfico: um mapa de cenários discursivos na produção acadêmica brasileira sobre aulas experimentais de Ciências. **Revista Ciência & Educação**, v. 20, n. 1, 2014. p. 83-115.

CARMO, José Manuel do. As ciências no ciclo preparatório: formação de professores para um ensino integrador das perspectivas da ciência, do indivíduo e da sociedade. In: **Ler Educação**, nº 5, maio/ago. 1991.

CARMO, K. V. do; FERREIRA, L. B. M.; ARAUJO, C. M. Percepções de um grupo de licenciandos em Ciências Biológicas acerca da observação e do registro da observação na investigação científica a partir de uma sequência didática. **Revista Ciência & Educação**. v.22, n.4, 2016, p.935-950.

CARVALHO, A. M. P. de (org.) **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo -: Congage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. Habilidades de Professores Para Promover a Enculturação Científica. **Revista Contexto & Educação**, v. 22, n. 77, 2007, p. 25-49.

CASARIEGO, F. M.; PRATA, R. V. experimentação didática: ressignificações no ensino de ciências nos dias atuais. **Revista SBEnBio**, n. 7, 2014, p.2151-2163.

CELLARD, A. A análise documental. In: POUPART, J. et al. **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. Petrópolis, Vozes, 2008.

CERRI, Y. L. N. S; TOMAZELLO, M. G. C. Crianças aprendem melhor ciências por meio da experimentação. In: PAVÃO, A. C. & FREITAS, D. (Orgs.) **Quanta Ciência há no Ensino de Ciências**. São Carlos: EDUFSCAR, 2008, p. 332.

CHALMERS, A. F. **O que é a ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

CHASSOT, A. Ensino de Ciências no começo da segunda metade do século da tecnologia. In: LOPES, A. C.; MACEDO, E. (Org.s) **Currículo de Ciências em debate**. Campinas: Papyrus, 2004, p. 13-44.

CHOPPIN, Alain. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Revista Educação e Pesquisa**. [online]. São Paulo, v. 30, n. 3, 2004, pp. 549-566.

COSTA,G.; CORRÊA, H. P. S. O despertar da curiosidade científica: atividades investigativas dialógicas em aulas de ciências. **Revista SBEnBIO**, n 9, 2016, p. 595-606.

CUNHA M. V. John Dewey e o pensamento educacional brasileiro: a centralidade da noção do movimento. **Revista brasileira de Educação**, n17, p. 86-99, 2001

DALLABRIDA, N.. A reforma Francisco Campos e a modernização nacionalizada do ensino secundário. **Revista Educação**, v. 32, p. 185-191, 2009, p. 186-187

DEBOER, G. Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. **Journal of Research in Science Teaching**, v.37,n. 6, 2000, p. 582-601.

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. In: Pietrocola, M. (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. Florianópolis: UFSC, p. 125-150, 2005.

EMPINOTTI, A., BARTH, A., NIEDZIELSKI, D., TUSSET, E. A., STACHNIAK, E. E KRUPEK, R. A. Botânica em prática: atividades práticas e experimentos para o ensino fundamental. **Revista Ensino & Pesquisa**, v. 12, n.02, 2014, p. 52-103.

FERREIRA, M. S. & SELLES, S. E. Entrelaçamentos históricos das Ciências Biológicas com a disciplina escolar Biologia: investigando a versão azul do 'BSCS'. In: PEREIRA, M. G. & AMORIM, A. C. R. (Org.). **Ensino de Biologia: fios e desafios na construção de saberes**. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, p. 37-61, 2008.

FRACALANZA, H.; AMARAL, I. A.; Gouveia, M. S. F. (1986). O ensino de ciências no primeiro grau. São Paulo: Atual.

FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. **O Livro Didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Editora Komedi, 2008.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. Brasília: Plano editora, 2005.

FREITAS, O. **Equipamentos e materiais didáticos**. Brasília: Universidade de Brasília, 2007. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/profunc/equip_mat_dit.pdf. Acessado em maio 2018.

FRISON, Marli et al. Livro didático como instrumento de apoio para construção de propostas de ensino de ciências naturais. In: **Anais do VI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, 7., 2009, Florianópolis, SC. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/425.pdf> . Acessado em Junho de 2018.

GESSER, V. **A evolução histórica do currículo: dos primórdios à atualidade**. Contrapontos, Itajaí, Ano 2, n.4, 2002 p. 69-81.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008. p. 117-138.

GOMES, F. ; BUENO, T. Atividades experimentais didáticas com alunos do 9º ano em uma escola de Macaé – RJ. **Revista SBEnBIO**, n 9, 2016, p. 5065-5076.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições Pedagógicas e Epistemológicas em Textos de Experimentação no Ensino de Química. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v.11, n.2, 2006, p. 219-238.

GOODSON, I. F. **A construção Social do Currículo**. Lisboa: Educa, 1997.

GOODSON, I.F. **Currículo: Teoria e História**. Petrópolis: Vozes, 1995.

KRASILCHIK, M. **Ensino de ciências e formação do cidadão**. Em Aberto, Brasília, v. 7, n. 40, 1988.

KRASILCHIK, M. **Caminhos do ensino de ciências no Brasil**. In: Em Aberto, Brasília, n. 55, 1992, p 4-8.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia** – 4ª ed. São Paulo: Editor da Universidade de São Paulo, 2008.

KRASILCHIK, M. Reformas e Realidade: o caso do ensino das ciências. **Revista São Paulo em Perspectiva**, v.14, n.1, 2000, p.85-93.

KRASILCHIK, Myriam. Inovação no ensino das ciências. In: GARCIA, Walter. (Coord.) **Inovação educacional no Brasil: problemas e perspectivas**. São Paulo: Cortez/Autores Associados, 1980.

KUPSCKE, C.; HERMEL, E. E. S.; GULLICH, R. I. C. Concepções de experimentação nos livros didáticos de Ciências. **Revista Contexto & Educação**. v. 29, n. 93, 2014, p. 138-156.

LARROSA, J. Notas sobre a experiência e o saber de experiência. **Revista Brasileira de Educação**, v.1, n.19, 2002. p. 20-28.

LEITE, L. As actividades laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In Sequeira, M. et al. (Orgs.). **Trabalho prático e experimental na educação em ciências**. Braga: Universidade do Minho, 2000, p. 91-108.

LEITE, L. Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In: CAETANO, H. V. ; SANTOS, M. G., orgs. – —**Cadernos Didáticos de Ciências**.| Lisboa: Departamento do Ensino Secundário do Ministério de Educação, v. 1, 2001, p. 77-96. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/10295>. Acesso em: 12/2017.

LIMA, K. E. C. **Discurso de professores e documentos sobre o experimento do CECINE (Centro de Ensino de Ciências do Nordeste) nas décadas de 1960 e 1970**. Tese do programa de Pós-Graduação em Educação da UFPE, 2015, 230f.

LIMA, K. E. C.; TEIXEIRA, F. M. A atividade experimental como estrutura para o ensino das Ciências Naturais no CECINE nos anos de 1960 e 1970. In Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC- Florianópolis, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0896-1.pdf>. Acessado em Junho de 2019.

LIMA, K. E. C.; TEIXEIRA, F. M. A epistemologia e a história do conceito experimento/experimentação e seu uso em artigos científicos sobre ensino das ciências. In: **Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - VIII ENPEC / I Congresso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias - CIEC, 2011, Campinas. VIII - ENPEC / I CIEC, 2011.** Acesso

LIMA, K. E. C.; TEIXEIRA, F. M. A. Sentido e entendimentos sobre experimento e experimentação para o ensino das ciências. **Revista SBEnBIO**, n 7, 2014, p. 4528-4539.

LIMA, K. E. C.; TEIXEIRA, F. M. A experimentação no ensino das ciências para a apropriação do conhecimento científico. **Revista da SBEnBio**, n7, 2014, p.4516-4527.

LIMA, R. P.; SANTOS, M. L. dos; SILVA, E. L. Proposta para a reelaboração conceitual por meio de atividades experimentais. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**. v. 4, n.1, 2014, p. 1-13.

LOPES, A.C.; MACEDO, E. **Teoria de currículo**. São Paulo: Cortez, 2011.

LOPES, J. B. **Aprender e Ensinar Física**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, - Fundação para Ciência e a Tecnologia/MCES, 2004.

LORENZ, K. M. Ação de instituições estrangeiras e nacionais no desenvolvimento de materiais didáticos de ciências no Brasil: 1960/1980. **Revista Educação em Questão**, Natal, v.31, n17, 2008, p. 7-23.

MADRUGA, Z. E. de F.; KLUG, D. A função da experimentação no ensino de ciências e matemática: uma análise das concepções de professores. **Revista Educação, Ciência e Matemática**. v. 5, n.3, 2015, p. 57-68.

MALHEIRO, J. M. S.; FERNANDES, P. O recurso ao trabalho experimental e investigativo: percepções de professores de ciências. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, 2015, p. 79– 96.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos** - São Paulo: Cortez, 2009.

MARQUES, D. I. P.; ALCALÁ, J. A. B.; FORTE, M. L. P. M.; VIZIM, M. Experimentação em sala de aula no ensino fundamental I: o prazer pela descoberta, **Revista Ensino & Pesquisa**, v. 13, n.1, 2015, p. 118-141.

MELONI, R. A. O ensino das ciências naturais no Brasil entre 1945 e 1971: ideias, debates, propostas. In: **Anais do VII Congresso Brasileiro de História da Educação**. De 20 a 23 de maio, Cuiabá-MT. Disponível em: <http://sbhe.org.br/novo/congressos/cbhe7/pdf/06-> . Acesso em 01/2018.

MENDONÇA, J. R. de; ZANON, D. Ap. V. Experimentos investigativos a partir da temática refrigerante no ensino de ciências. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**. V. 12, n.3, 2017, p.43-55.

MINAYO, M. C. (Org.) **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis/RJ: Vozes, 2001.

MORAES, R; BORGES, R. M. R (org.). **Educação em ciências nas séries iniciais**. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1998.

MOREIRA, L. C.; SOUZA, G.S de; o uso de atividades investigativas como estratégia metodológica no ensino de microbiologia: um relato de experiência com estudantes do ensino médio. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**. v. 11, n. 3, 2016, p. 1-17.

MOREIRA, M. A.; ZYLBERSZTA J. N; A., DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. **Atlas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**. Editora da Universidade, UFRGS, Porto Alegre, RS. 1997, p.2-11.

MOREIRA, P.S; ESTUMANO, G. dos S. Socialização de experimentos de ciências naturais em escolas de ensino fundamental I e II do município de Cametá - PA: um incentivo educacional para professores e alunos. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v 6, n.1,2016, p. 107-118.

NARDI, R. **A área de ensino de Ciências no Brasil: fatores que determinaram sua constituição e suas características segundo pesquisadores brasileiros**. Tese de Livre Docência – UNESP, Bauru: [s.n.], 2005. 166 f.

NARDI, R. Memórias da educação em Ciências no Brasil: a pesquisa em ensino de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.10, n.1, 2005, p.63-101.

NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. M. Formação da área de ensino de Ciências: memórias de pesquisadores no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 4, n.1, 2004. p. 90-100.

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

NETO SODRÉ, L.; OLIVEIRA, M. de L. de A. Aulas experimentais no ensino superior: a visão de estudantes do curso de licenciatura em ciências biológicas sobre esse tipo de prática. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**. v. 5 n.2, 2015, p. 62-72.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de biologia. **Revista Infor**, v.2, n.1, 2016, p. 355-381.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Revista Acta Scientiae**. v.12, n.1, 2010,

p. 139-156. 2010. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/31>. Acessado em: Junho de 2018.

OLIVEIRA, M. A. O Laboratório Didático de Química: uma micronarrativa etnográfica pela ótica do conceito de articulação. **Revista Ciência & Educação**, v.14, n.1, 2008, p. 101-114.

PIMENTEL, A. O método da análise documental: seu uso numa pesquisa historiográfica. **Caderno de Pesquisa**, n. 114, 2001, p. 179-195.

PINA, F. O.; LIMA, K. E. C. Definições de professores de ciências ao conceituar e diferenciar experimentação na educação básica. **Revista SBEnBIO**, v.5, 2012, p. 1-9.

Possobom, C. C. F.; Okada, E. K. e Diniz, R. E. S. Atividades práticas de laboratório no ensino de Biologia e de Ciências: relatos de uma experiência. **Cadernos dos Núcleos de Ensino**, v.1, 2003 p. 113-123.

RAMOS, F. P.; NEVES, M. C. D.; CORAZZA, M. J. A ciência moderna e as concepções contemporâneas em discursos de professores-pesquisadores: entre rupturas e a continuidade. **Revista Eletrônica de Enseñanza de lasCiencias**, v.10, n.1, 2011, p.84-108.

RAMPAZZO, L. **Metodologia científica para alunos de graduação e pós-graduação**. São Paulo. Edições Layola, 2002.

RASILCHICK, M. **O ensino de Biologia em São Paulo: fases da renovação**. São Paulo, 1972. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

RODRIGUES, L. Z.; TERRAZZAN, E. A. Incidência de Experimentos Didático-Científicos em Livros Didáticos de Biologia do PNLD 2012. In: **Anais do IV Encontro Nacional de Ensino de Biologia e II encontro Regional de Ensino de Biologia**, 2012, Goiânia. Anais, 2012

ROMANELLI, O. O. **História da Educação no Brasil (1930/1973)**. 27 ed., Petrópolis: VOZES, 2002.

ROQUETTE, D. A. G. **A retórica evolucionista no currículo de Biologia: investigando livros didáticos dos anos 1960/70**. Dissertação de Mestrado, 75 páginas. Rio de Janeiro, 2011.

ROSA, C. W.; ROSA, A. B.; PECATTI, C. Atividades experimentais nas séries iniciais: relato de uma investigação. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** v. 6, n. 263, 2007, p.263-274.

ROSITO, B. A. O Ensino de Ciências e a experimentação. In; MORAES, R. **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: Editora EPIPUCRS, 2003.

SANTOS, B. de S. Um discurso sobre as ciências na transição para uma ciência pós-moderna. **Estudos avançados**, v. 2, n. 2,1988, p. 46-71.

SANTOS, D. M.; SANTINELO, P. C. C.; ANDRADE, C. C.; DEMIZU, F. S. B.; NAGASHIMA, L. A. **A influência do positivismo nas atividades experimentais no ensino de química.** In: **Anais do XII Congresso Nacional de Educação, (EDUCRE),** Paraná, 2015. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/17319_7621.pdf. Acessado em Maio de 2019.

SANTOS, I. S. F; PRESTES, R. I; VALE, A. M. Brasil. 1930 – 1961: Escola Nova, LDB e disputa entre escola pública e escola privada. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n.22, 2006, p.131 –149. 2006. Disponível em: http://www.histedbr.fe.unicamp.br/revista/edicoes/22/art10_22.pdf Acesso em: 12/2017.

SANTOS, M. C. F. A noção de Experiência em John Dewey, a educação progressiva e o currículo de ciências. In: **Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências**, V.1, N.1, 2013. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiiienpec/resumos/R0214-1.pdf>. Acessado em: Junho de 2018

SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D.; GUINDANE, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História e Ciências Sociais** , v.1, n.1, 2009, p.1-15.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula.** Tese de doutorado apresentada à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SAVIANI, D. **História das idéias pedagógicas no Brasil**– Campinas SP: Autores associados, 2007. – (Coleção memória).

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G.; PINO, J. C. D. Atividade experimental problematizada: uma proposta de diversificação das atividades para o ensino de ciências. **Revista Experiências em Ensino de Ciências** v.10, n. 3, 2015, p. 51-65.

SILVA, C. H; MACÊDO P. B; COUTINHO, A. da S, SILVA, J. C; RODRIGUES, C. W de M. S; OLIVEIRA, G. F; ARAÚJO, M. L. F. A importância da utilização de atividades práticas como estratégia didática para o ensino de ciências. In: **Anais do IX Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFRPE-IX JEPEX- Recife.** Disponível em: <http://www.eventosufrpe.com.br/jepex2009/cd/resumos/r0610-2.pdf>. Acessado em: Maio de 2019.

SILVA, F. A. R.; BRAGA, L. da C. Ensino de Ciências por investigação: uma estratégia para trabalhar atualidades em genética. **Revista SBEnBIO**, 2012, p.1-9.

SILVA, L de A. da; SANTOS, M. C. F. dos. Atividades e concepções de experimentação em guias para o professor de uma coleção de livros didáticos de ciências. **Revista SBEnBIO**, n. 7, 2014, p. 5186-5197.

SILVA, S. M.; SERRA, H. Investigação sobre atividades experimentais de conhecimento físico nas séries iniciais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 13, n.3, 2013, p.9-23.

SILVA, T. T. da. **Documentos de identidade; uma introdução às teorias do currículo**. Belo Horizonte: Editora Autêntica, 2017, p. 156.

SMOCOVITIS, V. B. **Unifying Biology: The Evolutionary Synthesis and Evolutionary Biology**. Princeton: Princeton University Press, 1996.

SOKOLOWSKI, M. T. Levantamento histórico da formação de professores no Brasil, dos anos 30 aos anos 90: legislação e políticas educacionais. **Revista Educação: Teoria e Prática/ Rio Claro**, v. 25, n.49, p.225-238. 2015.

SOLINO, A. P.; GEHLEN, S. T, O papel da problematização freireana em aulas de ciências/física: articulações entre abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação. **Revista Ciência & Educação**. v. 21, n.4, 2015, p.911-930.

SOUZA, S. E. O USO DE RECURSOS DIDATICOS NO ENSINO ESCOLAR. In:**Anais do I Encontro de Pesquisa em Educação, IV Jornada de Prática de Ensino, XIII Semana de Pedagogia da UEM: “Infância e Práticas Educativas”**. Arq Mudi. 2007. Disponível em: http://www.pec.uem.br/pec_uem/revistas/arqmudi/volume_11/suplemento_02/artigos/019.pdf . Acessado em: Junho de 2018.

SOUZA, S. E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. In:**Anais do I Encontro de Pesquisa em Educação, IV Jornada de Prática de Ensino, XIII Semana de Pedagogia da UEM: “Infância e Práticas Educativas”**. Arq Mudi. 2007. Disponível em: < http://www.pec.uem.br/pec_uem/revistas/arqmudi/volume_11/suplemento_02/artigos/019.pdf >. Acessado em Junho de 2018.

TAGLIEBER, J. E. O ensino de ciências nas escolas brasileiras. **Revista Perspectiva**. Ano 2, n. 3. 1984, p. 91-111.

TEIXEIRA, F. M. Uma análise das implicações sociais do ensino de Ciências no Brasil dos anos 1950-1960. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 2, 2013, p. 269-286.

TOLEDO-PINTO, E. A.; L. C. CORTINOVE; D. CARVALHO. Estratégias de ensino-aprendizagem utilizadas nos cursos de história, filosofia e pedagogia: concepções de alunos e professores. **Revista Contrapontos Eletrônica**, v. 17, n. 3, 2017.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R., Sandra M. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, 2015.

VALLA, D. F. **Currículo de ciências (1950/70): influências do professor Ayrton Gonçalves da Silva na comunidade disciplinar e na experimentação didática**. 2011. 107 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

VENDRUSCOLO, A. E. P. A experimentação numa perspectiva de projetos integradores. In: PAVÃO, A. C. & FREITAS, D. (Orgs.) **Quanta Ciência há no Ensino de Ciências**. São Carlos: EDUFSCar, 2008, pp. 332.

WARDE, M. J.; RIBEIRO, M. Luisa S. O contexto histórico da inovação educacional no Brasil. In: GARCIA, W. E. (Org.) **Inovação educacional no Brasil: problemas e perspectivas**. São Paulo: Cortez: Autores Associados. p. 195- 204, 1980.

ZANARDI, D. C.; MURAMATSU, M. Medindo a massa de um ímã durante sua queda. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.29, n.2, 2012, p.289-312.

ZANON, D. A. V.; FREITAS, D. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem sua aprendizagem. **Revista Ciências & Cognição**, v. 10, 2007, p. 93-103.

ZOMPERO, A. F.; LABURU, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v. 13, n. 3, 2011, p. 67-80. Disponível em: <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/309/715> . Acessado em: Janeiro de 2018.

ZONOVELLO, R.; HORBACH, R. K.; LIMA, F. O.; SIQUEIRA, A. B. Reforçando práticas pedagógicas experimentais a partir da revitalização de um laboratório de ciências. **Revista Contexto & Educação**. v. 29, n.94, 2014, p.57-79.

APÊNDICE 01: Roteiro para análise dos artigos científicos.

Periódico: _____		ANO: _____	
Título \ Autores: _____			
Trabalha experimentação em um contexto <input type="checkbox"/> Contextualizado <input type="checkbox"/> Problematizado <input type="checkbox"/> Historicizado <input type="checkbox"/> Outros: _____	Utiliza variáveis ? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Define Experimentação ? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Coerentemente <input type="checkbox"/> Incoerentemente	A atividade é na área de : <input type="checkbox"/> Biologia <input type="checkbox"/> Física <input type="checkbox"/> Química <input type="checkbox"/> Ciências (fundamental)
	Colabora à aprendizagem de novos saberes científicos ? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	Utiliza estratégia ? <input type="checkbox"/> Teórica <input type="checkbox"/> Prática	
Local em que realiza: <input type="checkbox"/> Sala de aula <input type="checkbox"/> Laboratório de Pesquisa <input type="checkbox"/> Laboratório Didático / Ensino <input type="checkbox"/> Campo (Extraclasse) <input type="checkbox"/> Outro: _____	Nível de Aplicação / Ensino Básico: <input type="checkbox"/> Médio <input type="checkbox"/> Fundamental Inicial <input type="checkbox"/> Fundamental Final Superior: <input type="checkbox"/> Formação de professores <input type="checkbox"/> Bacharelado	Experimento: <input type="checkbox"/> Demonstrativa <input type="checkbox"/> Comprobatória <input type="checkbox"/> Investigativa	Apresenta resultado prévio : <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <hr/> Apresenta manual para ser seguido ? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não

APÊNDICE 02: Ficha para análise dos exercício de laboratório.

FICHA DE ANÁLISE EXERCÍCIOS DE LABORATÓRIO		
Nome da atividade:		Página:
Capítulo correspondente:	Tema abordado:	
Descrição da atividade:		
Possui variáveis	Sim ()	Quais:
	Não ()	
Atividade Prática	Experimental ()	
	Não Experimental ()	
Classificação	Investigativa ()	
	Comprobatória ()	
	Demonstrativa ()	
	Outras () Qual? _____	
	Caracterização da proposta? (porque eu classifico dessa forma) :	
Recursos utilizados	Laboratório ()	Pode ser substituído por material alternativo ()
		Não pode ser substituído por material alternativo ()
	Alternativo ()	
	Quais os materiais:	

Estratégia utilizada (característica didático metodológica)	Investigativa ()		Contextualizada ()
	Problematizadora ()	Falso Problema ()	Comprobatória – Demonstrativa ()
		Verdadeiro Problema ()	
	Historicizado ()		Roteiro - Simulado ()
Observações:			
Objetivo da atividade	Apresentado no livro texto ()		Se a atividade traz objetivo o mesmo está: Implícito () Explicito ()
	Apresentado no guia do professor ()		
	Não traz o objetivo da atividade ()		
	Descrever o objetivo:		
Local onde a atividade é desenvolvida	Laboratório ()	Pode ser desenvolvido em sala de aula () Sim () Não	
	Sala de aula ()		
	Extraclasse () Qual? _____		
Observações complementares:			

APÊNDICE 03: Tabela com categorias *a priori* e *a posteriori*.

CATEGORIAS A PRIORI		
EIXOS INDICADORES	CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS
Classificação das atividades	Atividade prática:	Atividade prática demonstrativa: nessa atividade só o professor desenvolve a atividade e os estudantes só observam os procedimentos e os resultados. Os mesmos não interferem na manipulação das atividades.
		Atividade prática comprobatória: os estudantes executam as atividades, porém os mesmos já possuem um roteiro pré-estabelecido. Nessa atividade normalmente é confirmado o que já foi discutido anteriormente, ou seja, o resultado na maioria das vezes já está explícito e pré-estabelecido.
		Atividade prática investigativa: os estudantes problematizam o conteúdo, desenvolvendo atividades sem roteiros prontos e nem resultados pré-definidos. A atividade é vista como uma investigação, onde o estudante irá procurar por respostas, em busca de construir e/ou se apropriar de um novo conhecimento.
		Atividade experimental demonstrativo: Para o desenvolvimento da atividade se faz necessário à utilização de variáveis. Nessa atividade só o professor desenvolve a atividade e os estudantes só observam os procedimentos e os resultados. Os mesmos não interferem na manipulação das atividades.
		Atividade experimental comprobatório: Para o desenvolvimento da atividade se faz necessário à utilização de variáveis. Os estudantes executam as atividades, porém os mesmos já possuem um roteiro pré-estabelecido. Nessa atividade normalmente é confirmado o que já foi discutido anteriormente, ou seja, o resultado na maioria das vezes já está explícito e pré-estabelecido.

		<p>Atividade experimental investigativo: Para o desenvolvimento da atividade se faz necessário à utilização de variáveis. Os estudantes problematizam o conteúdo, desenvolvendo atividades sem roteiros prontos e nem resultados pré-definidos. A atividade é vista como uma investigação, onde o estudante irá procurar por respostas, em busca de construir e/ou se apropriar de um novo conhecimento.</p>
Características didático metodológicas	Estratégia didática	<p>Investigativa: A discussão permite que o aluno construa um novo conhecimento, a partir da temática desenvolvida em sala de aula.</p>
		<p>Problematizadora: A discussão é orientada por perguntas, sem antecipação de resultados prévios.</p>
		<p>Historicizado: A discussão relaciona os exercícios de laboratório a fatos históricos;</p>
		<p>Contextualizada: A discussão refere-se ao conhecimento científico relacionado com situações do cotidiano do aluno, ou seja, as atividades de certa forma associam situações reais;</p>
		<p>Comprobatório /Demonstrativa: A discussão refere-se a atividades cuja finalidade é comprovar ou exemplificar conteúdos trabalhados na teoria.</p>
		<p>Roteiro /Simulado: A discussão as atividades são guiadas por roteiros pré-estabelecidos;</p>

Fonte: Adaptado de Leite (2001); Lima (2015).

CATEGORIAS A POSTERIORI (em construção)		
EIXOS INDICADORES	CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS
	Material metodológico	<p>Laboratório: são instrumentos e equipamentos utilizados para a manipulação e desenvolvimento de algumas atividades específicas;</p>

Recursos utilizados		Alternativo: estão relacionados a materiais de baixo custo que podem substituir os materiais de laboratório (caso o local não venha a ter), fazendo com que dessa forma os exercícios ocorram independentemente do material.
	Local	Laboratório: os exercícios necessitam de um lugar específico como um laboratório para que o ocorra o desenvolvimento das atividades
		Sala de aula: os exercícios podem ser desenvolvidos na sala de aula.
Objetivos das atividades	Utilidade	Explícito: a finalidade da atividade encontra-se acompanhada da palavra objetivo, exposta de forma evidente no decorrer do texto.
		Implícito: a finalidade da atividade encontra-se de forma subentendida no decorrer do texto.

Fonte: Autor, 2018.

APÊNDICE 04: Características gerais dos artigos científicos que tratam de atividades experimentais presentes em periódicos científicos de circulação nacional.

IDENTIFICAÇÃO DOS ARTIGOS NO BANCO DE DADOS			
Ano	Volume	Nº	Revista: CIÊNCIA & EDUCAÇÃO
2013	19	02	Ana Maria Santos Gouw; Fernanda Franzolin; Marcela Elena Fejes. Desafios enfrentados por professores na implementação de atividades investigativas nas aulas de ciências.
2014	20	03	Fernanda Bassoli. Atividades Práticas e o Ensino de Ciência(s): mitos, tendências e distorções.
2014	20	01	Livia de Rezende Cardoso; Marlucy Alves Paraíso. Álbum Fotográfico: Um Mapa de Cenários Discursivos na produção acadêmica Brasileira sobre aulas experimentais de ciências.
2015	21	04	Ana Paula Solino; Simoni Tormölhen Gehlen. O papel da problematização freireana em aulas de ciências/física: articulações entre a abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação.
Ano	Volume	Nº	Revista: CONTEXTO & EDUCAÇÃO
2014	29	93	Carine Kupske; Erica do Espirito Santo Hermel ; Roque Ismael da Costa Güllich. Concepções de Experimentação nos Livros Didáticos de Ciências.
2014	29	94	Regiane Zanovello. Roberta Klein Horbach; Fernanda Oliveira Lima; André Boccasius Siqueira. Reforçando Práticas Pedagógicas Experimentais a Partir da Revitalização de um Laboratório de Ciências
2014	29	93	Janise Viero; João Batista Teixeira da Rocha. Estratégias de Aprendizagem por Meio de Atividades lúdicas e Experimentais Explorando o Gibi “Pulmão e sua turma”.
Ano	Volume	Nº	Revista: ENSINO & PESQUISA
2015	13	01	Débora Ignácio Pires Marques; Jacqueline Aliende Barbeli Alcalá; Maria Lúcia Pedrozo Monte Forte; Marli Vizim. Experimentação em sala de aula no ensino fundamental I: o prazer pela descoberta.
2014	12	02	Alexandre Empinotti; Angelita Barth; Daiane Niedzielski; Eduardo Antonio Tusset; Evelyn Stachniak; Rogério Antonio Krupek. Botânica em prática: atividades práticas e experimentos para o ensino fundamental
Ano	Volume	Nº	Revista: EDUCAÇÃO, CIÊNCIA & MATEMÁTICA.
2016	06	01	Paula Silva Moreira; Gerson dos Santos Estumano. Socialização de experimentos de ciências naturais em Escolas de ensino fundamental i e ii do município de Cametá-pa: um incentivo educacional para professores e alunos.
2016	06	02	Leandro Pereira Rezende; Sâmea Cristina Santos Gomes; Fabrícia da Silva Almeida. Aulas práticas como metodologia de ensino-aprendizagem em ciências do 6º ao 9º ano do ensino

			fundamental.
2014	04	01	Rafael Pina Lima; Marcelo Leite dos Santos; Erivanildo Lopes da Silva. Proposta para a reelaboração conceitual por meio de atividades experimentais.
2015	05	02	Luiz Sodré Neto; Maria de Lourdes de Araújo Oliveira. Aulas experimentais no ensino superior: a visão de estudantes do curso de licenciatura em ciências biológicas sobre esse tipo de prática.
2015	05	03	Zulma Elizabete de Freitas Madruga; Daniel Klug. A função da experimentação no ensino de ciências e matemática: uma análise das concepções de professores
2015	05	02	Viviane Bernardes dos Santos Miranda. A atividade prática no ensino médio público como fonte de aprendizagem de biologia
2013	03	02	Viviane Bernardes dos Santos Miranda; Luciana Ribeiro Leda; Gustavo Ferreira Peixoto. A importância da atividade prática no ensino de biologia.
Ano	Volume	Nº	Revista: SBEnBIO
2012	05	00	Dijenaide Chaves de Castro; Maria da Conceição Vieira de Almeida; André Luiz Braga Silva; Arnaldo Ferreira da Costa; Hortência Moraes de Medeiros; Maisie Mitchele Barbosa ; Mônica Libânia Mendonça Firmino; Rita Aparecida Miranda. Licenciando em ciências biológicas e aluno de ensino médio: uso de experimentação como estratégia didática.
2012	05	00	Tiago Yamazaki Andrade; Alice Assis. Concepções dos professores sobre a utilização de aulas práticas e da experimentoteca nas aulas de ciências.
2012	05	00	Ariane Bitencourt Marinho; Maryelle Carmo Oliveira; Fabíola Simões Rodrigues da Fonseca. Análise dos experimentos no livro didático de ciências: possibilidades e limites
2012	05	00	Flávia Oliveira Pina; Kênio Erithon Cavalcante Lima. Definições de professores de ciências ao conceituar e diferenciar experimentação na educação básica.
2012	05	00	Larissa Zancan Rodrigues; Eduardo Adolfo Terrazzan. Incidência de experimentos didático-científicos em livros didáticos de biologia do PNLD 2012
2012	05	00	Fábio Augusto Rodrigues e Silva; Letícia da Conceição Braga. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia para trabalhar atualidades em genética
2012	05	00	Renata Cristina Cabrera; Eduardo Adolfo Terrazzan. Experimentos didático-científicos para o ensino de biologia nos periódicos acadêmicos.
2012	05	00	Paula Bergantin Oliveiros. Utilização de uma atividade investigativa para ensinar erosão em turma de 6ª ano.
2014	07	00	Beatriz Biagini; Clodoaldo Machado. A experimentação no ensino de ciências em duas escolas municipais de Florianópolis /SC.
2014	07	00	Florence Mendez Casariego; Rita Vilanova Prata.

			Experimentação didática: ressignificações no ensino de ciências nos dias atuais
2014	07	00	Jéssica Taíse Sost Kogler; Marli Dallagnol Frison; Lílian Corrêa Costa Beber. Experimentação na formação de professores de ciências: memórias, compreensões e implicações no ensino.
2014	07	00	Karla Maria Euzebio da Silva. A experimentação na formação docente: refletindo a respeito do planejamento de atividades experimentais por licenciandos da UFPE.
2014	07	00	Kênio Erithon Cavalcante Lima; Francimar Martins Teixeira. A experimentação no ensino das ciências para a apropriação do conhecimento científico.
2014	07	00	Kênio Erithon Cavalcante Lima; Francimar Martins Teixeira Sentido e entendimentos sobre experimento e experimentação para o ensino das ciências.
2014	07	00	Luziana de Aquino da Silva; Maria Cristina Ferreira dos Santos. Atividades e concepções de experimentação em guias para o professor de uma coleção de livros didáticos de ciências.
2014	07	00	Poliana Souza de Almeida; Alessandra Alexandre Freixo. Concepção de Professores de uma escola estadual sobre o papel da experimentação para o Ensino de Ciências.
2014	07	00	Tamini Wyzykowski; Roque Ismael da Costa Gullich; Erica do Espírito Santo Hermel. A recontextualização em processo de formação: um estudo do PIBID Ciências
2014	07	00	Aline Perius; Erica do Espírito Santo Hermel. As concepções de experimentação nos trabalhos apresentados nos encontros nacionais de pesquisa em ensino de Ciências (1997-2011)
2016	09	00	Gleice Costa; Hamilton Perez Soares Corrêa. O despertar da curiosidade científica: atividades investigativas dialógicas em aulas de ciências.
2016	09	00	Julia Maria Rezende Zão; Ana Cristina Souza dos Santos. Investigações envolvendo a experimentação em ensino de ciências: da pesquisa acadêmica a prática escolar
2016	09	00	Fabiana Gomes; Teo Bueno. Atividades experimentais didáticas com alunos do 9º ano em uma escola de Macaé – RJ
2016	09	00	Claudiane Chefer; André Luis de Oliveira; Luiz Eduardo Grossi. Ensino por investigação: o que pensam os estudantes de uma escola pública de Maringá – PR ao desenvolverem experimentos científicos
2016	09	00	Raquel Angélica A. C. de Albuquerque; Maria Cristina do Amaral Moreira. A experimentação didática em livros de ciências para os anos iniciais
2016	09	00	Rodrigo Cerqueira do Nascimento Borba; Maria Carolina Pires de Andrade; Mônica de Castro Britto Vilardo; Guilherme Inocêncio Matos. O ensino experimental de biologia no CEFET/RJ através de minicursos: discutindo as contribuições para o

			corpo discente
Ano	Volume	Nº	Revista: EDUCAÇÃO EM REVISTA
2015	31	03	Lívia de Rezende Cardoso; Marlucy Alves Paraíso. Dispositivo da experimentação e produção do sujeito <i>homo experimentalis</i> em um currículo de ciências
Ano	Volume	Nº	Revista: REVISTA DE ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
2013	04	01	João Paulo Casaro Erthal; Marília Paixão Linhares. Discutindo a queda dos corpos com estudantes do proeja a partir de atividades experimentais
2014	05	01	Thaís Freitas de Resende; Elton Casado Fireman. Explorando o conceito de magnetismo com alunos do curso de licenciatura em pedagogia a distância da UFAL: reflexões sobre o uso de experimentos didáticos no ensino de ciências da natureza nos anos iniciais da educação básica
Ano	Volume	Nº	Revista: CADERNO BRASILEIRO DE FÍSICA
2016	33	02	Wendel Fajardo Reis; Maria Inês Martins. Estudo comparativo sobre as atividades experimentais em coleções de física coincidentes recomendadas nas edições 2012 e 2015 do PNLD
2016	33	02	Grazielle Rodrigues Pereira; Livia Mascarenhas de Paula; Kely Cristina Marciano Soares; Lilian Mascarenhas de Paula; Robson Coutinho-Silva. Atividades experimentais e o ensino de física para os anos iniciais do ensino fundamental: análise de um programa formativo para professores
Ano	Volume	Nº	Revista: ENSAIO PESQUISA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS
2013	15	02	Roque Ismael da Costa Güllich; Lenice Heloísa de Arruda Silva. O enredo da experimentação no livro didático: construção de conhecimentos ou reprodução de teorias e verdades científicas?
2016	18	01	Liliane Oliveira de Brito; Elton Casado Fireman. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental
Ano	Volume	Nº	Revista: REVISTA BRASILEIRA DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS- RBPEC
2012	12	01	Fábio Peres Gonçalves; Carlos Alberto Marques. Pesquisas e publicações acerca da experimentação no ensino de química
2012	12	01	Alexandre Alberto Queiroz de Oliveira; Mariana Cassab; Sandra Escovedo Selles. Pesquisas brasileiras sobre a experimentação no Ensino de Ciências e Biologia: diálogos com referência do conhecimento escolar
2012	12	01	Rafael Cava Mori; Antônio Aprigio da Silva Curvelo. O grau de participação enriquecido dos estudantes em atividades

			experimentais de química: uma análise dos livros de ciências aprovado no PNLD/2007
2013	03	13	Sandra Maria Silva; Hiraldo Serra. Investigação sobre atividades experimentais de conhecimento físico nas séries iniciais.
Ano	Volume	Nº	Revista: INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS – IENCI
2012	17	03	Paulo Varela; Joaquim Sá. Ensino experimental reflexivo das Ciências: uma visão crítica da perspectiva piagetiana sobre o desenvolvimento do conceito ser vivo.
2012	17	02	Ademir de Souza Pereira; Dario Xavier Pires. Uma proposta teórica-experimental de sequência didática sobre interações intermoleculares no ensino de química, utilizando variações do teste da adulteração da gasolina e corantes de urucum
2012	17	03	Andreia de Freitas Zômpero; Carlos Eduardo Laburú. Implementação de atividades investigativas na disciplina de ciências em escola pública: uma experiência didática
2013	18	02	Jair Lúcio Prados Ribeiro; Maria de Fátima da Silva. Uma investigação da influência da reconceitualização das atividades experimentais demonstrativas no ensino da óptica no ensino médio.
2015	20	01	João Manoel da Silva Malheiro; Preciosa Fernandes. O recurso ao trabalho experimental e investigativo: percepções de professores de ciências
2016	21	01	Vânia Cardoso da Silva Moraes; Adevailton Bernardo Santos. Implicações do uso de atividades experimentais no ensino de biologia na escola pública
Ano	Volume	Nº	Revista: EXPERIÊNCIA EM ENSINO DE CIÊNCIAS- EENCI
2012	07	01	Andréia de Freitas Zômpero; Adriana Quimentão Passos; Luiza Milbradt de Carvalho. A docência e as atividades de experimentação no ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental.
2013	08	01	Paulo Varela; Joaquim Sá. Ensino fundamental das ciências com crianças do 1º ano de escolaridade: a dissolução de matérias sólidos em água.
2014	09	01	Carina Siqueira de Moraes; José Euzébio Simões Neto; Helaine Sivini Ferreira. Perspectivas de ensino das ciências: o modelo por investigação no sertão pernambucano.
2015	10	01	Júlio César Muchenski; Awdry Feisser Miquelin. Experimentação no ensino de física como método de aperfeiçoamento do perfil epistemológico dos estudantes do sétimo ano do ensino fundamental
2015	10	01	Fernanda Sauzem Wesendonk; Leticia do Prado. Atividade didática baseada em experimento: discutindo a implementação de uma proposta investigativa para o ensino de física.
2015	10	02	Ualas Raasch Pagel; Luana Morati Campos; Maria do Carmo Pimentel Batitucci. Metodologias e práticas docentes: uma reflexão acerca da contribuição das aulas práticas no processo

			de ensino-aprendizagem de biologia.
2015	10	02	Emily Karoliny da Silva cunha Souto; Laudenize Souto da Silva; Luiz Sodré Neto; Flávia Carolina Lins da Silva. A utilização de aulas experimentais investigativas no ensino de ciências para abordagem de conteúdos de microbiologia.
2015	10	02	Rita de Cássia Suart; Stefane Alves Afonso. Formação inicial de professores de química: discutindo finalidades e possibilidades sobre o papel da experimentação no ensino de química.
2015	10	03	André Luís Silva da Silva; Paulo Rogério Garcez de Moura. Atividade experimental problematizada: uma proposta de diversificação das atividades para o ensino das ciências
2015	10	03	Vitor Marques Pereira; Polônia Altoé Fusinato. Possibilidades e dificuldades de se pensar aulas com atividades experimentais: o que pensam os professores de física
2016	11	01	Marli Spat Taha; Cátia Silene Carrazoni Lopes; Emerson de Lima Soares; Vanderlei Folmer. Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências
2016	11	01	Diego da Silva Gallet; Maria Auxiliadora Bueno Andrade Megid; Fernanda Furtado Camargo. A experimentação em Ciências Naturais: Uma abordagem histórico crítica
2016	11	01	Renato Gomes Santos; Édina Cristina Rodrigues de Freitas; Karla Amâncio pinto Field's; Maria Aparecida da Costa. Propostas de aulas experimentais para a contextualização e abordagem de conteúdos iniciais de química orgânica a alunos da terceira série do ensino médio de uma escola pública.
2016	11	03	Lídia Cabral Moreira; Girlene Santos de Souza. O uso de atividades investigativas como estratégia metodológica no ensino de microbiologia: um relato de experiência com estudantes do ensino médio.
2017	11	03	Juliana Romero de Mendonça; Dulcimeire Volante Zanon. Experimentos investigativos a partir da temática refrigerante no Ensino de Ciências