

PGCOMP - Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação
Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Av. Milton Santos, s/n - Ondina
Salvador, BA, Brasil, 40170-110

<https://pgcomp.ufba.br>
pgcomp@ufba.br

Na Educação Básica brasileira, o livro didático na maioria das vezes é o principal recurso pedagógico utilizado pelo professor no estímulo à construção dos conhecimentos pelos alunos, assim, é considerado um objeto direcionador no trabalho docente e importante referencial de estudos para o estudante. Sua utilização tem vantagens como não requerer infraestrutura física específica para ser utilizado, ser um material passível de reutilização e ser distribuído gratuitamente nas instituições públicas de Educação. Ademais, o livro didático é elaborado com a intencionalidade de ser uma versão didatizada do conhecimento científico para fins educacionais, destinado ao público escolar. Essa didatização, chamada de Transposição Didática Externa e proposta por Yves Chevallard, é uma abordagem relacionada a transformação de saberes científicos em objetos de ensino adequados ao âmbito escolar em que se insere. Dessa forma, tendo em vista o movimento nacional para inserção do ensino de computação na escola brasileira, a ausência de livros didáticos específicos para o ensino de computação, bem como a escassez de estudos sobre os processos de didatização do conhecimento científico de computação, esta pesquisa objetivou investigar a construção do conceito de algoritmo em livros de computação (usados na escola) por meio da Transposição Didática Externa. Para isso, foi realizada uma investigação de abordagem qualitativa e perspectiva documental, com uso da técnica de Análise de Conteúdo para análise de três livros de computação, dentre os quais, um foi utilizado como referência conceitual. Destarte, foram identificadas manifestações de Transposição Didática Externa do conceito de algoritmo nos livros que viabilizaram os dois planos de análise da pesquisa, no domínio científico e no escolar, além disso, foram encontradas mudanças e simplificações que pressupõem a existência de cuidados para que a transposição do conhecimento não realizasse apenas um resumo do conceito original.

Palavras-chave: Transposição didática externa, Livro didático, Algoritmo, Educação em computação.

A construção do conceito de algoritmo em livros didáticos de computação por meio da Transposição Didática Externa

Emilayne Feitosa Corlett

Dissertação de Mestrado

Universidade Federal da Bahia

Programa de Pós-Graduação em
Ciência da Computação

Maio | 2019

MSC | 66 | 2019

A construção do conceito de algoritmo em livros didáticos de computação por meio da Transposição Didática Externa

Emilayne Feitosa Corlett

UFBA





Universidade Federal da Bahia
Instituto de Computação

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

**A CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE
ALGORITMO EM LIVROS DIDÁTICOS DE
COMPUTAÇÃO POR MEIO DA
TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA EXTERNA**

Emilayne Feitosa Corlett

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Salvador
21 de maio de 2019

EMILAYNE FEITOSA CORLETT

**A CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE ALGORITMO EM LIVROS
DIDÁTICOS DE COMPUTAÇÃO POR MEIO DA TRANSPOSIÇÃO
DIDÁTICA EXTERNA**

Esta Dissertação de Mestrado foi apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

Orientadora: Prof. Dr. Ecivaldo de Souza Matos

Salvador
21 de maio de 2019

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Universitária de
Ciências e Tecnologias Prof. Omar Catunda, SIBI - UFBA.

C799 Corlett, Emilayne Feitosa

A construção do conceito de algoritmo em livros didáticos
de computação por meio da Transposição Didática Externa/
Emilayne Feitosa Corlett. – Salvador, 2019.

99 f.

Orientador: Prof. Dr. Ecivaldo de Souza Matos

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia.
Instituto de Matemática e Estatística, 2019.

1. Computação - Educação. 2. Livro didático. 3. Algoritmo.
I. Matos, Ecivaldo de Souza. II. Universidade Federal da Bahia.
III. Título.

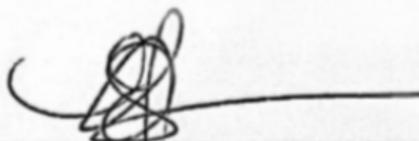
CDU 004:37

"A construção do conceito de algoritmo em livros didáticos de Computação por meio da Transposição Didática Externa"

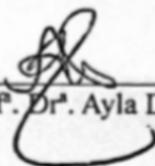
Emilayne Feitosa Corlett

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação na Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciência da Computação.

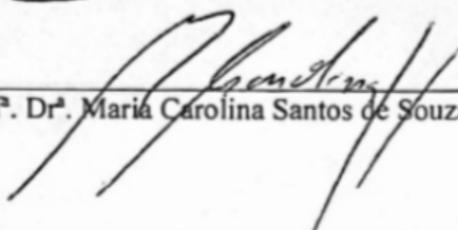
Banca Examinadora



Prof. Dr. Ecivaldo de Souza Matos (Orientador)



Prof. Dr. Ayla Débora Dantas de Souza Rebouças (UFPB)



Prof. Dr. Maria Carolina Santos de Souza (EA-UFBA)

*Dedico a meus pais, Marinaldo Corlett e Ana Corlett, e a meus irmãos Ramon, Renan e Evelyne, sem eles nenhum sonho seria possível ou valeria a pena.
Em especial a meu amigo e irmão de coração Fernando Paiva, companheiro de todas as horas.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me proporcionado saúde, força e paciência para chegar até aqui, a ele dedico meus maiores feitos.

Agradeço a meus pais Marinaldo Corlett e Ana Corlett, que me incentivaram de forma incondicional para o término de mais uma etapa acadêmica. Tudo que sou devo aos dois, obrigada por todo amor que sempre me dedicaram.

Agradeço a meus irmãos Ramon, Renan e Evelyne, e a meus avós José Feitosa e Ridete Feitosa, por serem pessoas extraordinárias com quem posso compartilhar a vida.

De forma especial agradeço ao meu orientador professor Ecivaldo de Souza Matos por me receber na Universidade Federal da Bahia (UFBA), me orientar e ensinar com tanta dedicação, atenção e cuidado. Todos os seus ensinamentos foram fundamentais para meu crescimento acadêmico e pessoal ao longo desses anos de mestrado. Saliento que serei eternamente grata pelo seu apoio incondicional, suas críticas construtivas, suas reflexões, por toda sua proteção e confiança.

Gratidão eterna a Karina Menezes e Ian Menezes, obrigada pela hospitalidade, pelo acolhimento e pelo cuidado que me dedicaram. Me fizeram parte da família e presentearam com um ambiente cheio de amor, sorrisos e bons momentos.

Aos amigos que fiz, Ana Carolina, Conceição Tavares, Josualdo Dias, Juliana Oliveira, Ranansamir Sousa companheiros nos momentos alegres e difíceis e que sempre tinham uma palavra de apoio e uma xícara de café. Em especial a Diego Zobot por toda paciência, confidências e momentos divididos nessa trajetória, te agradeço por todas as mensagens e ligações de apoio e incentivo.

A Pietro Bompert por toda paciência, dedicação, auxílio, carinho, tempo e por ter se tornado um verdadeiro amigo durante essa caminhada.

Agradeço a meu grande amigo e irmão de alma Luiz Fernando de Paiva. Seu apoio, amizade, dedicação, incentivo e amor, foram fundamentais, você é um presente na minha vida.

Ao tio Pinheiro por todo carinho, capricho, atenção e tempo que me dedicou.

Agradeço a Aline Barbosa e João por me acolherem em sua casa e me aceitarem como amiga. Aline se tornou uma dessas amigas irmãs que não importa a distância ou o tempo, estaremos sempre em união.

Agradeço a meus amigos Lysianne, Rosilane, Berg Filho, Jackson, Alessandra e minha afilhada Sophia, apesar da distância vocês são meu alicerce e sou grata pela vida e presença de cada um em meu coração.

E a todos os funcionários e colegas que fizeram parte dessa caminhada.

"Um conteúdo de saber que tenha sido definido como saber a ensinar, sofre, a partir de então, um conjunto de transformações adaptativas que irão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O 'trabalho' que faz de um objeto de saber a ensinar, um objeto de ensino, é chamado de transposição didática."

— YVES CHEVALLARD (La Transposicion Didactica)

RESUMO

Na Educação Básica brasileira, o livro didático na maioria das vezes é o principal recurso pedagógico utilizado pelo professor no estímulo à construção dos conhecimentos pelos alunos, assim, é considerado um objeto direcionador no trabalho docente e importante referencial de estudos para o estudante. Sua utilização tem vantagens como não requerer infraestrutura física específica para ser utilizado, ser um material passível de reutilização e ser distribuído gratuitamente nas instituições públicas de Educação. Ademais, o livro didático é elaborado com a intencionalidade de ser uma versão didatizada do conhecimento científico para fins educacionais, destinado ao público escolar. Essa didatização, chamada de Transposição Didática Externa e proposta por Yves Chevallard, é uma abordagem relacionada a transformação de saberes científicos em objetos de ensino adequados ao âmbito escolar em que se insere. Dessa forma, tendo em vista o movimento nacional para inserção do ensino de computação na escola brasileira, a ausência de livros didáticos específicos para o ensino de computação, bem como a escassez de estudos sobre os processos de didatização do conhecimento científico de computação, esta pesquisa objetivou investigar a construção do conceito de algoritmo em livros de computação (usados na escola) por meio da Transposição Didática Externa. Para isso, foi realizada uma investigação de abordagem qualitativa e perspectiva documental, com uso da técnica de Análise de Conteúdo para análise de três livros de computação, dentre os quais, um foi utilizado como referência conceitual. Destarte, foram identificadas manifestações de Transposição Didática Externa do conceito de algoritmo nos livros que viabilizaram os dois planos de análise da pesquisa, no domínio científico e no escolar, além disso, foram encontradas mudanças e simplificações que pressupõem a existência de cuidados para que a transposição do conhecimento não realizasse apenas um resumo do conceito original.

Palavras-chave: transposição didática externa, livro didático, algoritmo, educação em computação.

ABSTRACT

In Brazilian Basic Education, the textbook is most often the main pedagogical resource used by the teacher to stimulate the construction of knowledge by the students, thus, it is considered a guiding object in the teaching work and an important reference of studies for the student. Its use has advantages such as not requiring specific physical infrastructure to be used, being a material that can be reused and being distributed free of charge in public educational institutions. Furthermore, the textbook is designed with the intention of being a didactic version of scientific knowledge for educational purposes, aimed at the school public. This didactic approach, called External Didactic Transposition and proposed by Yves Chevallard, is an approach related to the transformation of scientific knowledge into teaching objects appropriate to the school environment in which it operates. Thus, in view of the national movement to insert computing teaching in Brazilian schools, the absence of specific textbooks for teaching computing, as well as the scarcity of studies on the didactic processes of scientific knowledge of computing, this research aimed to investigate the construction of the concept of algorithm in computing books (used at school) through External Didactic Transposition. For this, an investigation was carried out with a qualitative approach and a documental perspective, using the Content Analysis technique to analyze three computer books, among which, one was used as a conceptual reference. Thus, manifestations of External Didactic Transposition of the concept of algorithm were identified in the books that made the two plans of analysis of the research feasible, in the scientific domain and in the school domain, in addition, changes and simplifications were found that presuppose the existence of care so that the transposition of knowledge did not just carry out a summary of the original concept.

Keywords: external didactic transposition, didactic book, algorithm, computer education.

SUMÁRIO

Capítulo 1—Introdução	1
1.1 Objetivos	4
1.1.1 Objetivo Geral	4
1.1.2 Objetivos Específicos	4
1.2 Organização do Texto	4
Capítulo 2—Referencial Teórico	7
2.1 Livro Didático, Didática e Mediação Pedagógica	7
2.1.1 Livro Didático Digital	8
2.1.2 Programa Nacional do Livro Didático	9
2.1.3 Didática e Mediação Pedagógica	11
2.2 Transposição Didática	12
2.2.1 Experiências de TD em Computação	18
2.3 Computação para Escolares	19
2.4 Algoritmos	26
2.4.1 Propostas para o ensino de algoritmos na Educação Básica	29
Capítulo 3—Percurso Metodológico	33
3.1 Caracterização da Pesquisa	33
3.2 Descrição das Etapas da Pesquisa	35
3.2.1 Pré-Análise	35
3.2.1.1 Escolha do Objeto de Apreciação	36
3.2.1.2 Escolha do Objeto de Investigação Estrangeiro	38
3.2.1.3 Escolha do Objeto de Investigação Nacional	39
3.2.1.4 Indicadores Gerais da Leitura Flutuante	39
3.2.1.5 Indicadores do Aporte Teórico	40
3.2.2 Exploração	40
3.2.2.1 Fase de Verificação	40
3.2.2.2 Fase de Observação	41
3.2.3 Tratamento dos Resultados	41
Capítulo 4—Verificação	43
4.1 Objeto de Apreciação	43
4.2 Objeto de Investigação Estrangeiro	52

4.2.1	Indicadores referentes a Transposição Didática	58
4.3	Objeto de Investigação Nacional	60
4.3.1	Indicadores referentes a Transposição Didática	68
Capítulo 5—Observação		71
5.1	Análise das Categorias	71
Capítulo 6—Conclusão		73
6.1	Ameaças à validade	75
6.2	Dificuldades encontradas	75
6.3	Contribuições	75
6.4	Trabalhos Futuros	76
Apêndice A—MINIBIOGRAFIA		83
Apêndice B—Dados da Verificação		87
Apêndice C—Quadros Categorias		93

LISTA DE FIGURAS

1.1	Delineamento inicial da pesquisa	5
2.1	Saberes presentes na Transposição Didática	13
2.2	Transposição Didática Externa	14
2.3	Transposição Didática Interna	15
2.4	Noosfera	15
2.5	Países europeus que possuem PC nos currículos de educação escolar obrigatória	21
2.6	Níveis de ensino de computação presentes no currículo CSTA/ACM K-12	22
2.7	Proposta de IFCD	23
2.8	Sugestão de fluxograma apresentado no IFC	24
2.9	Sugestões de novas unidades presente no IFSTEAM	25
3.1	Etapas da análise de conteúdo realizadas na pesquisa	35
4.1	Capa do livro Algoritmos - Teoria e Prática	44
4.2	Sumário do livro Algoritmos - Teoria e Prática	46
4.3	Trecho do livro Algoritmos - Teoria e Prática	47
4.4	Exercícios do Capítulo 1 do livro Algoritmos - Teoria e Prática	49
4.5	Exercícios do Capítulo 1 do livro Algoritmos - Teoria e Prática	51
4.6	Notas sobre o Capítulo 1 do livro Algoritmos - Teoria e Prática	51
4.7	Página inicial do CSFG	54
4.8	Página inicial da versão em inglês do CSFG	55
4.9	Página inicial do capítulo 2 - Algoritmos do CSFG	56
4.10	Sugestões de leitura adicional capítulo 2 - Algoritmos do CSFG	57
4.11	Página inicial do manual do professor do CSFG	57
4.12	Nota do professor presente no manual do professor do CSFG	58
4.13	Capa do livro Lógica de Programação	60
4.14	Sumário do livro Lógica de Programação	62
4.15	Capítulo 1 do livro Lógica de Programação	62
4.16	Passo a passo do algoritmo troca de lâmpada	63
4.17	Passo a passo do algoritmo troca de lâmpada	65
4.18	Diagrama do algoritmo troca de lâmpada	66
4.19	Fluxograma do algoritmo troca de lâmpada	67
4.20	Resumo referente ao Capítulo 1 do livro Lógica de Programação	68

LISTA DE QUADROS

2.1	Benefícios e Desafios da Adoção do Livro Didático Digital	9
2.2	Características julgadas em conjunto nas várias etapas do processo de transposição pelos atores envolvidos na noosfera	17
2.3	Ensino de algoritmos no ensino fundamental	30
2.4	Ensino de algoritmos no ensino médio	31
3.1	Ementas que recomendam o uso do livro Algoritmos: Teoria e Prática.	37
B.1	Resumo dos dados identificados na fase de Verificação	88
B.2	Resumo dos dados identificados na fase de Verificação	89
B.3	Resumo dos dados identificados na fase de Verificação	90
B.4	Resumo dos dados identificados na fase de Verificação	91
C.1	Categoria características da Transposição Didática	94
C.2	Categoria características da Transposição Didática	95
C.3	Categoria características da Transposição Didática	96
C.4	Categoria Construção do conceito de algoritmos	97
C.5	Categoria Construção do conceito de algoritmos	98
C.6	Categoria Construção do conceito de algoritmos	99

LISTA DE SIGLAS

ACM	Association for Computing Machinery	20
BNCC	Base Nacional Comum Curricular	24
CC	Ciência da Computação	3
CD	Computação Desplugada	83
CIEB	Centro de Inovação para a Educação Brasileira	23
CSFG	Computer Science Field Guide	3
CSTA	Computer Science Teachers Association	20
DMMDC	Doutorado Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento	85
FNDE	Fundo Nacional de Educação e Desenvolvimento	10
GT	Grupo de Trabalho	20
IF	Itinerários Formativos	2
IFC	Itinerário Formativo de Computação	2
IFCD	Itinerário Formativo de Cultura Digital	23
IFSTEAM	Itinerário STEAM	24
INL	Instituto Nacional do Livro	9
ISTE	International Society for Technology in Education	20
LD	Livro didático	1
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional	22
MEC	Ministério da Educação	1
NAEP	National Association for Educational Progress	20
NUPEL	Núcleo Permanente de Extensão em Letras	85
PBA	Programa Brasil Alfabetizado	10
PC	Pensamento computacional	2
PGComp	Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação	84
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência	83
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático	2
PUCGOIAS	Pontifícia Universidade Católica de Goiás	37

PUCRIO	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro	37
SBC	Sociedade Brasileira de Computação.....	2
SBSI	Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação	84
TD	Teoria da Transposição Didática.....	3
TDE	Transposição Didática Externa	1
TDI	Transposição Didática Interna.....	13
TDIC	Tecnologias digitais de informação e comunicação.....	25
TEALS	Technology Education and Literacy in Schools.....	20
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina	37
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba.....	37
UFAM	Universidade Federal do Amazonas.....	38
UFBA	Universidade Federal da Bahia	84
UFMG	Universidade Federal de Campina Grande	37
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais	37
UFPB	Universidade Federal de Paraíba	83
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco.....	37
USP	Universidade de São Paulo	38
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná.....	37

LISTA PUBLICAÇÕES

Artigo completo publicado em periódico

1. MATOS, E. S.; SANTOS, J. M. O.; **CORLETT, E. F.**; JESUS, P. M. F.; NASCIMENTO, T. C. . Ser Docente Negro na Pós-graduação em Computação: Ditos e Não-ditos. Revista ABPN, v. 11, p. 321-350, 2019.

Capítulo de livro publicado

1. MATOS, E.; PAIVA, L. F.; **CORLETT, E. F.**. Novas atividades de computação desplugada para promoção de integração curricular na escola. In: RAABE, A. L. A; GOMES, A. S.; BITTENCOURT, I. I.; PONTUAL, T. (Org.). Educação criativa: multiplicando experiências para a aprendizagem (Série professor criativo: construindo cenários de aprendizagem). 1ed. Recife: Pipa Comunicação, 2016, v. 4, p. 203-250.

Trabalhos completos publicados em anais de congressos

1. PAIVA, L. F.; ALVES, P. M. B. F; **CORLETT, E. F.**. Vamos Hackear o Pensamento Computacional!?. In: XIX Encontro Internacional Virtual Educa, 2018, Salvador. XI Fórum de Educadores para a Era Digital, 2018.
2. MATOS, E.; **CORLETT, E. F.**; FERREIRA, A. C. C.; SANTOS, J. M. O.. Sobre a trajetória de professoras negras na pós-graduação em Ciência da Computação: alguns resultados preliminares. In: XI Women in Information Technology, 2017, São Paulo. Anais do XXXVII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2017.
3. PAIVA, L. F.; ALVES, P. M. B. F; **CORLETT, E. F.**; MATOS, E.; SCHWARZELMULLER, A. F.. A formação, o trabalho e a identidade profissional do Professor de Computação: um mapeamento sobre a Licenciatura em Computação. In: III Workshop da Licenciatura em Computação, 2017, Recife. Congresso Brasileiro de Informática na Educação. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2017.
4. MATOS, E.; SANTOS, J. M. O.; FERREIRA, A. C. C.; **CORLETT, E. F.**. Professoras negras na pós-graduação em Ciência da Computação: uma proposta de pesquisa. In: X Women in Information Technology, 2016, Porto Alegre. Anais do XXXVI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2016. v. 1. p. 2719-2722.

5. **CORLETT, E. F.**; PAIVA, L. F.; FERREIRA, A. C. C.. A utilização do WhatsApp como ferramenta para comunicação didática pedagógica no ensino superior. In: Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2016, Uberlândia. Workshop do Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2016.

Resumo expandido publicado em anais de congresso

1. **CORLETT, E. F.**; MATOS, E. . Transposição Didática de Conhecimentos Científicos de Computação para Escolares. In: II Workshop de Estudantes do Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação, 2017, Salvador. WE.PGCOMP 2017.

Capítulo

1

INTRODUÇÃO

A maioria das escolas públicas brasileiras, mesmo diante dos avanços tecnológicos, utiliza o Livro didático (LD) como principal ou exclusivo recurso para apoio das práticas pedagógicas trabalhadas em sala de aula. Nesse sentido, o Ministério da Educação (MEC) afirma que o uso do LD “[...] é uma das principais formas de documentação e consulta empregados por professores e alunos. Nessa condição, ele às vezes termina por influenciar o trabalho pedagógico e o cotidiano da sala de aula” (BRASIL, 2002, p.10).

Entende-se a possibilidade de seu uso exclusivo não ser o ideal para os estudantes e professores que estão imersos em uma cultura digital; todavia, na realidade educacional de escolas públicas brasileiras o LD é considerado um recurso fundamental e que tem sua distribuição gratuita assegurada pelo Estado aos estudantes, o que fortalece ainda mais a centralidade do seu uso. Ademais, a utilização do LD não requer infraestrutura física específica e é um material passível de reutilização.

Além disso, o LD ainda é um material elaborado com o intuito de ser uma versão didatizada do conhecimento científico para fins escolares e/ou com o propósito de formação de valores, destinado ao processo de ensino e de aprendizagem (OLIVEIRA, 2015). A esse processo de didatização dá-se o nome de Transposição Didática Externa (TDE) - abordagem proposta por Yves Chevallard para transformação de saberes acadêmicos/científicos em objetos de ensino adequados ao âmbito escolar em que se insere, assim,

um conteúdo de saber que tenha sido definido como saber a ensinar, sofre, a partir de então, um conjunto de transformações adaptativas que irão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O ‘trabalho’ que faz de um objeto de saber a ensinar, um objeto de ensino, é chamado de transposição didática. (CHEVALLARD, 1991, p. 39)

Logo, o entendimento do mecanismo de transpor didaticamente é necessário a qualquer prática pedagógica que tenha como objetivo: (a) o ensino e a aprendizagem dos estudantes; (b) a importância do material didático dentro da sala de aula. No entanto,

é de fundamental importância que os professores desenvolvam habilidades pedagógicas necessárias para que a Transposição Didática se efetive.

Segundo Almeida (2007, p. 39), a contextualização dos conteúdos se torna então "a arma mais poderosa a favor da Transposição Didática" e a linguagem pode servir como mediadora entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar, cabendo ao professor proporcionar aos seus alunos uma aprendizagem sem sofrimento.

Sendo assim, a importância de estudos sobre livros didáticos para o ensino de computação no âmbito escolar é ainda maior, em decorrência do atual movimento nacional para inserção da computação enquanto componente curricular. Esse movimento emerge de um notável progresso em relação às tecnologias computacionais e da compreensão de que a aprendizagem inicial da computação é comparável à alfabetização no passado (SBC, 2018c), além da perceptível escassez de livros didáticos de computação voltados à educação escolar.

Ressalta-se que o Brasil apresenta iniciativas para a inserção da computação na escola, com a intenção de educar cidadãos fluentes em tecnologias, capazes de compreender princípios e práticas, além de desenvolver competências e habilidades em computação. A Sociedade Brasileira de Computação (SBC) explica que

Pessoas que não tem a formação adequada em Computação não compreendem o mundo de hoje (e do futuro), têm menos chances de se expressar, se inserir na sociedade, se empregar, viver com qualidade, utilizar informação em seu benefício. E, conseqüentemente, o país que não oferece essa formação aos seus cidadãos terá a desigualdade social acentuada e perderá poder econômico, capacidade de produzir ciência e inovar em todas as áreas do conhecimento, assim como desenvolver suas indústrias. (SBC, 2018b, p. 3)

Outrossim, os Itinerários Formativos (IF), presentes entre os modelos curriculares do Guia de Implementação do Novo Ensino Médio, proposto pelo MEC, também evidenciam a importância dessa inserção ao afirmarem a intenção de incluir a computação e tecnologias digitais nos currículos das escolas brasileiras. Os IF oferecem modelos de currículos para o Novo Ensino Médio com componentes curriculares que proporcionam o ensino de computação, tecnologias digitais e o desenvolvimento do Pensamento computacional (PC). Entende-se que componentes curriculares escolares são consideradas estruturas para a ação educacional, além de serem arquétipos da divisão e fragmentação do conhecimento e a forma de inserir um conhecimento até então científico ao ambiente escolar (GOODSON, 1997).

Contudo, os IF não apresentam sugestões de livros didáticos e, como a computação ainda não é um componente obrigatório no currículo, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) não sugere livros da área. Os IF em suas propostas curriculares sugerem links com materiais para serem utilizados, porém nem todas as escolas possuem infraestrutura tecnológica adequada, como computadores e rede de internet disponível, o que pode inviabilizar a utilização de alguns desses materiais.

Rigorosamente falando, entre os IF, o Itinerário Formativo de Computação (IFC)¹,

¹Entre os três IF que propõem a computação no currículo para o ensino médio, o que foi proposto pela

proposto pela SBC, sugere qual o momento desejável para trabalhar os objetos de conhecimento da computação². No IFC, o conceito de algoritmo é o primeiro objeto de conhecimento a ser trabalhado no início do ensino médio (primeiro ano). Essa sugestão reforça a importância do seu aprendizado para a construção de novos aprendizados no âmbito escolar na área de computação (BRASIL, 2018).

Além disso, o conceito de algoritmo é considerado um dos principais fundamentos que alicerçam o ensino da computação. Inclusive, a caracterização dele é anterior à invenção do computador e pode ser entendido como um alicerce para o desenvolvimento de toda tecnologia computacional atual. Destarte, é considerado conteúdo base necessário para ser incluído nas competências e habilidades que devem ser praticadas no primeiro contato com a computação.

Mediante o exposto, cresce a demanda por profissionais que dominem tanto os recursos computacionais, quanto às práticas pedagógicas (competências trabalhadas nos cursos de licenciatura em computação). Além do mais, em paralelo, se reforça a necessidade da existência e uso de livros didáticos escolares que apoiem o ensino de computação associados às práticas pedagógicas, capazes de contextualizar o cotidiano dos estudantes por meio da linguagem presente em seus artefatos, cuidando-se para que esses livros não sejam meros resumos do que é ensinado no ensino superior.

Contudo, mesmo com a necessidade de livros didáticos de computação escolar, há poucas informações na literatura clássica da Ciência da Computação (CC), sobretudo no Brasil, sobre a elaboração de livros didáticos da área, desenvolvidos com intencionalidade de Transposição Didática. Foram realizadas buscas nas bases Scielo, IEEE library, Periódicos Capes e Google acadêmico, com as palavras “Transposição Didática” e “Ciência da Computação” ou “computação”, nas quais poucos artigos foram retornados, e dentre ele, o termo Teoria da Transposição Didática (TD) era apenas citado e não utilizado com intencionalidade de ensino e aprendizagem, reforçando assim, um estudo mais amplo sobre o tema.

Mas como realizar a Transposição Didática na computação? Como transformá-la em um material/conteúdo adequado a ser abordado em salas de aula da educação básica regular ou profissional? Diante desses questionamentos, buscou-se iniciar uma linha de investigação no campo da Transposição Didática de Computação para escolares, com o seguinte questionamento: *Como a Transposição Didática externa se configura na construção do conceito de algoritmo em livros de computação usados na escola?*

Para responder esse problema, utilizou-se a pesquisa documental a partir de uma abordagem qualitativa, por meio da análise dos seguintes livros: **Algoritmos: Teoria e Prática** dos autores Thomas Cormen, Charles Leiserson, Ronald Rivest e Clifford Stein, entendido aqui como livro referência para compreensão do saber sábio ou acadêmico, por ser o mais próximo do conhecimento científico; e os livros didáticos para compreensão do saber a ensinar - aquele presente em materiais de ensino: I) **Computer Science Field Guide (Computer Science Field Guide (CSFG))**, em tradução livre, Guia de

SBC é o único totalmente voltado para o ensino de computação e que traz uma proposta de fluxograma com sugestões de componentes e linha de execução de ensino para esses componentes.

²Objetos de conhecimento da computação se refere aos conceitos computacionais sugeridos para ensino escolar no Itinerário Formativo de Computação.

Campo de Ciência da Computação, livro didático interativo online, open source, proposto a partir de um projeto de Tim Bell³, sendo ele um dos principais autores, II) **Lógica de Programação: A construção de algoritmos e estruturas de dados** dos autores brasileiros André Luiz Villar Forbellone e Henri Frederico Eberspächer, indicado para apoio curricular às disciplinas do ensino médio e/ou superior. Os dados foram analisados por meio de análise de conteúdo com o aporte teórico da TD.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Investigar a construção do conceito de algoritmo em livros de computação (usados na escola) por meio da Transposição Didática Externa.

1.1.2 Objetivos Específicos

- OE1. verificar como o conceito de algoritmo é construído em um livro acadêmico de computação e em livros de computação usados na escola;
- OE2. analisar a construção do conceito de algoritmo em livros de computação usados na escola por meio de mecanismos ontológicos da Transposição Didática;
- OE3. identificar a(s) relação(ões) de Transposição Didática externa entre livros de referência e didáticos de computação usados na escola.

1.2 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

A dissertação está estruturada em seis capítulos.

O capítulo dois apresenta trabalhos que fundamentam a pesquisa - Referencial Teórico, destacando a computação para escolares, o livro didático, didática e mediação pedagógica, o processo de Transposição Didática e suas vertentes Transposição Didática Externa e Interna, e um breve relato histórico do conceito de algoritmos.

O capítulo três descreve a Metodologia adotada na pesquisa com perspectiva qualitativa de estratégia documental, constituída de duas fases, sendo a primeira direcionada à identificar como o conceito de algoritmos é abordado em um livro referência e em dois livros didáticos e a segunda na realização observações entre as abordagens encontradas nos livros, com o aporte teórico da teoria da Transposição Didática Externa.

Os Capítulos quatro e cinco expõe os Resultados das fases de verificação e observação, por meio da apresentação, análise e discussão dos dados coletados.

Por fim, o capítulo seis apresenta as Conclusões, destacando os resultados obtidos, algumas dificuldades, as contribuições alcançadas e algumas perspectivas de trabalhos futuros.

³Idealizador e um dos autores do Computer Science Unplugged (em tradução livre “Computação Desplugada”)

Para uma visualização gráfica, o mapa a seguir (Figura 1.1) apresenta o desenho da pesquisa com a finalidade de ilustrar a dinâmica inicial de sua estrutura.

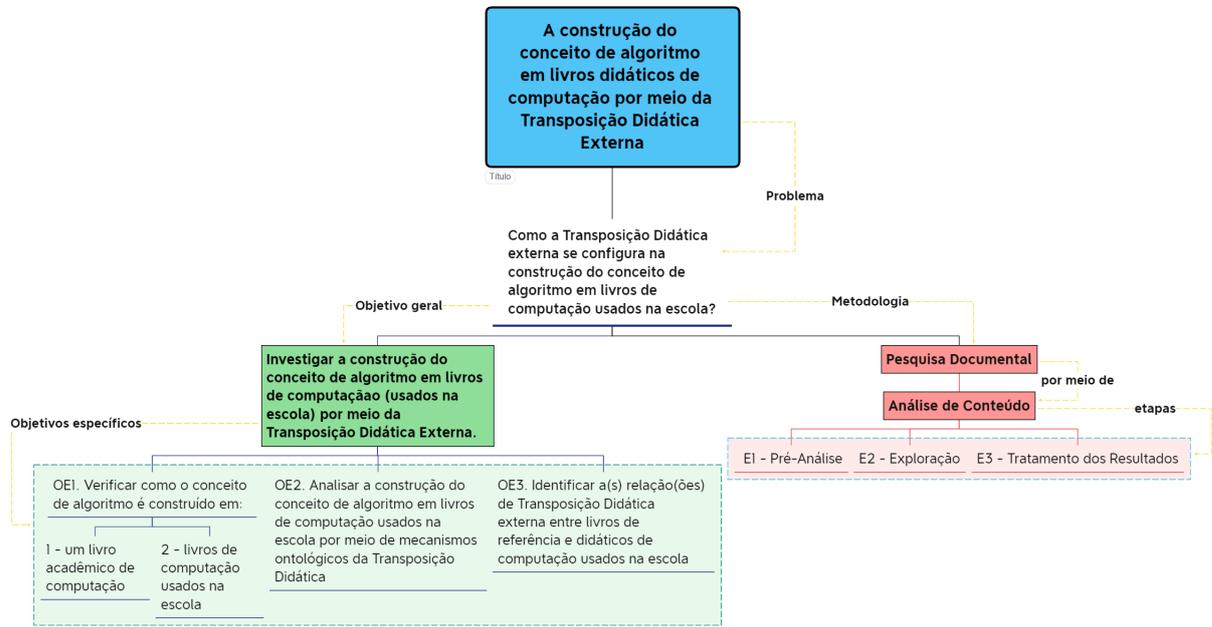


Figura 1.1 Delineamento inicial da pesquisa
Fonte: elaborada pela autora

O Capítulo 2 é destinado à apresentação de trabalhos que fundamentam a pesquisa. Deste modo, a revisão de literatura está estruturada em quatro Seções. A Seção 2.1 aborda alguns aspectos do livro didático físico e digital, da didática e da mediação pedagógica. A Seção 2.2 versa sobre a Transposição Didática. A Seção 2.3 traz considerações sobre ensino de computação para escolares e destaca experiências nacionais e internacionais. E na Seção 2.4 é apresentado um breve histórico do conceito de algoritmos.

REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 LIVRO DIDÁTICO, DIDÁTICA E MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA

O livro didático é um dos principais instrumentos de trabalho do professor e pode contribuir à aprendizagem do aluno, representando a principal ou única fonte de material impresso trabalhado na sala de aula, conforme enfatizam Frison et al. (2009, p. 3) ao afirmarem que “[...] tem sido praticamente o único instrumento de apoio do professor e que se constitui numa importante fonte de estudo e pesquisa para os estudantes”.

Para Santos e Martins (2011, p. 28),

O conceito de livro didático atualmente ultrapassa a ideia de um objeto material que auxilia o professor na dinâmica de ensino em sala de aula, sendo o mesmo considerado como um agenciador de conhecimentos capaz de induzir e provocar no aluno a aprendizagem e assim estimular o desenvolvimento do senso crítico.

A importância atribuída ao livro didático em toda a sociedade faz com que ele contribua para definição de conteúdos e planejamento de estratégias pedagógicas, marcando de forma decisiva o que se ensina e como se ensina (LAJOLO, 1996). Isso dado que a construção do material pedagógico, livro didático, é composta por conteúdos estabelecidos a partir de uma sequência didática, de métodos e concepções de ensino e de aprendizagem, de forma a propiciar a mediação realizada pelo professor.

Sendo assim, o professor busca no livro didático as contribuições que possibilitam a ele mediar a construção do conhecimento pelo aluno (PERUZZI, 2000). De forma que o material didático o auxilie a transpor, em linguagem com propósito didático, conteúdos e atividades que levem à apropriação e construção do conhecimento e ao desenvolvimento

de habilidades e competências nas diferentes áreas do saber. Nesse sentido, Lajolo (1996, p. 5) aponta que

[...] certos exemplares do livro didático são chamados de livro do professor. [...] O livro do professor precisa interagir com seu leitor-professor não como a mercadoria dialoga com seus consumidores, mas como dialogam aliados na construção de um objetivo comum: ambos, professores e livros didáticos, são parceiros em um processo de ensino muito especial, cujo beneficiário final é o aluno.

Vale ressaltar que apesar da importância dada ao livro didático, o professor o utiliza como recurso complementar a sua prática pedagógica, pois, o exercício da docência exige uma intrínseca articulação entre a teoria e a prática (a práxis) como forma de desenvolvimento de sua capacidade crítica profissional (PEREIRA, 2016). Nesse sentido Filho et al. (2012, p. 74) falam que,

Não se pretende com isso negar, ou diminuir, a importância do livro didático, visto que é o principal elemento norteador da prática pedagógica que chega à maioria das escolas no Brasil, mas reconhecer que a transformação do saber científico em saber ensinado ocorre nas diferentes práticas sociais, em função da diversidade dos gêneros discursivos e dos interlocutores envolvidos no processo.

No Brasil, o valor pedagógico do livro didático é ainda maior, tendo em vista a desvalorização da rede pública de ensino e investimentos insuficientes para atender as demandas dos sujeitos envolvidos, por isso a necessidade dele estar incluso nas políticas educacionais para que o poder público cumpra sua parte na busca de educação de qualidade para todos (LAJOLO, 1996).

2.1.1 Livro Didático Digital

As constantes transformações tecnológicas vem reconfigurando as práticas sociais, inclusive no hábito de leitura com o surgimento dos livros digitais. Gomes et al. (2014, p. 143) afirmam que “Os livros digitais emergem na sociedade em rede trazendo novas formas de leitura, aliadas às plataformas, como os *e-Readers*¹, que possibilitam tanto a interatividade entre usuário e obra como entre os próprios usuários”.

Ao refletirmos acerca do papel das instituições de ensino nas sociedades e, principalmente, na vida dos sujeitos escolares envolvidos, afirma-se a importância da inserção dos livros didáticos digitais de forma a proporcionar opções alternativas de acesso aos conteúdos a serem trabalhados em sala de aula, para além do livro didático físico.

Ressalta-se, que um livro didático digital não é apenas uma digitalização de um livro impresso, pois deve ser composto por atividades, conteúdos e estar disponível em plataformas voltadas para o ensino, preferencialmente em formato livre e gratuito. De acordo com Rodrigues, Chimenti e Nogueira (2014, p. 166),

¹Leitores eletrônicos, são dispositivos voltados para a leitura de livros digitais.

Segundo levantamento do Comitê Gestor da Internet no Brasil (2012), cerca de 4 por cento das escolas possuem tablets para utilização de professores e alunos. E, desde 2012, o governo brasileiro exige no edital do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) que editoras ofereçam versões digitais dos livros impressos fornecidos às escolas (Floresta, 2013). De acordo com relatório produzido por Wischenbart Consulting (2013), as compras governamentais representam 22 por cento do faturamento total do mercado de livros, o que sugere a importância do governo no processo de adoção do livro didático digital.

A transição de livro didático impresso para livro didático digital modifica a forma de acesso de um mesmo conteúdo acadêmico ou escolar, pois existem características e potencialidades inerentes ao formato digital. Souza e Mol (2013, p. 2497) acreditam que “é necessário que o novo livro incorpore dimensões pedagógicas e didáticas que o formato digital possibilita, porque a simples animação multimídia não garante sucesso no ensino ou na aprendizagem por si só”, assim “o livro digital deve permitir que o leitor tenha uma maior interação com o conteúdo. Nesse sentido, o leitor torna-se um novo personagem e suas ações afetam a maneira como ele lê a obra” (MAGALHÃES; SILVA, 2012).

Os autores Rodrigues, Chimenti e Nogueira (2014, p.167-168) elaboraram um quadro que exhibe benefícios e desafio da adoção de livros didáticos digitais:

Quadro 2.1 Benefícios e Desafios da Adoção do Livro Didático Digital

Benefícios da adoção do livro didático Digital	Desafios da adoção do livro didático Digital
Atualização constante de conteúdo	Desenvolvimento de infra-estrutura computacional e de rede
Acessibilidade	Surgimento de padrões
Conteúdo multimídia	Desenvolvimento de sistemas de controle de propriedade intelectual
Personalização	Alto investimento para conversão de bibliotecas
Portabilidade	Alto investimento para treinamento de pessoal
Economia para pais e alunos	Alto investimento para adaptação de sistemas de produção anteriores
Baixos custos de armazenagem e distribuição para editoras	Desenvolvimento de novos modelos de negócio

Fonte: Rodrigues, Chimenti e Nogueira (2014, p. 167-168))

2.1.2 Programa Nacional do Livro Didático

Desde 1929 foi criado no Brasil um órgão específico para legislar sobre políticas do livro didático, o Instituto Nacional do Livro (INL), mas apenas em 1985 foi implementado um programa de aquisição de livros didáticos, o PNLD, que assegura a distribuição gratuita

de exemplares à rede pública de educação e tem como principal objetivo promover uma formação de cidadãos de qualidade, gratuita e inclusiva.

O referido programa distribui livros didáticos às escolas públicas que atendem ao ensino fundamental e médio, além de instituições que contemplam a Educação Especial (com versões em áudio e Braille) como modalidade de ensino e é realizado em ciclos trienais alternados. Assim, a cada ano o MEC realiza a compra e distribuição de livros para todos os alunos de uma das etapas da Educação Básica.

À exceção dos livros consumíveis, os livros distribuídos deverão ser conservados e devolvidos para utilização por outros alunos por um período de três anos. São considerados reutilizáveis os livros dos seguintes componentes curriculares: Matemática, Língua Portuguesa, História, Geografia, Ciências, Física, Química e Biologia. Os consumíveis são: Alfabetização Matemática, Letramento e Alfabetização, Inglês, Espanhol, Filosofia e Sociologia (BRASIL, 2016). Computação ou Informática não fazem parte da lista do PNLD.

Os materiais distribuídos pelo MEC às instituições públicas são escolhidos pelas próprias escolas. Esses materiais participam de um edital específico e os títulos inscritos são avaliados pelo MEC, em parceria com universidades públicas em todo o país. Quando aprovadas, compõem o Guia do Livro Didático, compreendido ainda por resenhas de cada obra aprovada, com a finalidade de orientar o corpo docente e diretivo da escola na escolha das coleções para cada etapa da educação (BRASIL, 2016).

O Fundo Nacional de Educação e Desenvolvimento (FNDE) (BRASIL, 2016) listou outros programas que o PNLD abrange:

- PNLD EJA: distribui livros didáticos para os jovens e adultos das entidades parceiras do Programa Brasil Alfabetizado (PBA) e das redes de ensino da educação básica.
- PNLD Campo: contempla com material didático específico alunos do 1º ao 5º ano do ensino fundamental que estudam em escolas públicas consideradas rurais. As obras compreendem a alfabetização matemática, letramento e alfabetização, língua portuguesa, matemática, ciências, história e geografia. As coleções são multiseriadas e/ou seriadas de modo a diversificar a oferta de projetos pedagógicos aos professores, além disso, consideraram as especificidades do contexto social, cultural, ambiental, político e econômico aos quais os estudantes estão inseridos.
- PNLD Obras Complementares: compõem acervos direcionados às turmas de alunos de 1º ao 3º ano do ensino fundamental, com o objetivo de contribuir com a aprendizagem no ciclo de alfabetização.
- PNLD Alfabetização na Idade Certa: ações do Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa compreendem aquisições de materiais didáticos, literatura e tecnologias educacionais, entre outros.
- PNLD Dicionários: são adquiridos e distribuídos acervos de dicionários da língua portuguesa.

O PNDL estabelece que os livros didáticos sejam atualizados de forma constante para que se adaptem a realidade escolar brasileira contemporânea, por conseguinte, evidencia-se sua importância a partir do estabelecimento da condição de domínio público do conteúdo e os fins do material didático.

2.1.3 Didática e Mediação Pedagógica

O termo *didaktik* é de origem grega e em 1651 Jan Amos Comenius cunhou sua natureza pedagógica, na obra *Didática Magna*, ao defini-la como a arte de ensinar. Atualmente é considerada o “estudo das teorias de ensino e aprendizagem aplicadas ao processo educativo que se realiza na escola” (MASETTO, 1994, p.13).

Libâneo (2002, p.5) afirma ainda que a Didática é o “processo de ensino no seu conjunto, no qual os objetivos, conteúdos, métodos e formas organizativas da aula se relacionam entre si de modo a criar as condições e os modos de garantir aos alunos uma aprendizagem significativa”. Sendo assim:

Podemos dizer, então, que o processo didático, é o conjunto de atividades do professor e dos alunos sob a direção do professor, visando à assimilação ativa pelos alunos dos conhecimentos, habilidades e hábitos, atitudes, desenvolvendo suas capacidades e habilidades intelectuais. Nessa concepção de didática, os conteúdos escolares e o desenvolvimento mental se relacionam reciprocamente, pois o progresso intelectual dos alunos e o desenvolvimento de suas capacidades mentais se verifica no decorrer da assimilação ativa dos conteúdos. Portanto, o ensino e a aprendizagem (estudo) se movem em torno dos conteúdos escolares visando o desenvolvimento do pensamento (LIBÂNEO, 2002, p.6).

Dessa forma, a didática não deve ser vista meramente como tecnicista, ao contrário, a produção de conhecimentos sobre as técnicas de ensino provenientes desse campo de estudo tem por objetivo tornar a prática docente reflexiva, para que a ação do professor não seja uma mera reprodução de estratégias presentes em livros didáticos ou manuais de ensino (PEREIRA, 2016).

Ao observarmos o ensino, objeto de estudo da Didática, como expressão de socialização, compreendido a partir construção e reconstrução de conhecimento e valores, o seu significado é concebido apenas na articulação dialética com o processo de aprendizagem (RIOS, 2010). A autora ainda defende que a partir do “[...] gesto de ensinar, o professor, na relação com os alunos, proporciona a eles, num exercício de mediação, o encontro com a realidade, considerando o saber que já possuem e procurando articulá-lo a novos saberes e práticas (RIOS, 2010, p.52). Percebe-se então sua importância, visto que a Didática “se caracteriza como mediação entre as bases teórico-científicas da educação escolar e a prática docente” (LIBÂNEO, 1990, p.28). Peixoto e Carvalho (2012, p. 34 apud LEONIR, 2009, p. 22) definem que

A mediação é, então, pedagógico-didática, no que faz fundamentalmente apelo, ao mesmo tempo, às dimensões psicopedagógicas (a relação com os alunos) e às dimensões didáticas (a relação com o saber/ com os saberes/ de saberes), a

fim de colocar em prática as condições consideradas mais propícias à ativação, pelo aluno, do processo de mediação cognitiva.

O processo de mediação ou mediação pedagógica “[...] se refere, em geral, ao relacionamento professor-aluno na busca da aprendizagem como processo de construção de conhecimento, a partir da reflexão crítica das experiências e do processo de trabalho” (MENEZES; SANTOS, 2001, p.1).

O conceito de mediação pedagógica surgiu no contexto da “pedagogia progressista”, caracterizada por uma nova relação professor-aluno e pela formação de cidadãos participativos e preocupados com a transformação e o aperfeiçoamento da sociedade. [...] Segundo Marcos Masetto, no livro *Mediação pedagógica e o uso da tecnologia*, a mediação pedagógica significa a atitude e o comportamento do professor que se coloca como um facilitador, incentivador ou motivador da aprendizagem, que ativamente colabora para que o aprendiz chegue aos seus objetivos. (MENEZES; SANTOS, 2001, p.1)

Para Moran, Masetto e Behrens (2003) em seu livro intitulado “*Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica*” o professor enquanto mediador pedagógico deve: a) estar voltado à aprendizagem do aluno, assumindo que o estudante é o centro do universo do ensino, b) professor e aluno constituem a célula básica do desenvolvimento da aprendizagem, por meio de ações e relações conjuntas c) deve haver co-responsabilidade e parcerias nesse processo, d) criação de um clima de mútuo respeito entre professor e aluno, e) domínio profundo de sua área de conhecimento, f) criatividade, como elemento de busca e motivação para o surgimento de situações inesperadas, g) disponibilidade para o diálogo, h) subjetividade e individualidade, i) comunicação e expressão em função da aprendizagem.

Além disso, a mediação pedagógica tem um papel importante na elaboração dos materiais/livros didáticos, pois objetiva que sejam concebidos segundo linguagem e técnicas que levem o aluno a refletir, a relacionar o aprendizado a seu contexto social e a ser participativo (MENEZES; SANTOS, 2001, p.1).

2.2 TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

É competência da escola formar indivíduos reflexivos e dinâmicos, com base em valores, crenças, conhecimentos acadêmicos, referenciais sócio-históricos, torná-los capazes de interagir com avanços científicos e tecnológicos que atualmente representam indicadores de crescimento do país, além de cidadãos conscientes e responsáveis pela transformação da realidade em que estão inseridos. “Para tanto, a escola precisa estar preparada para promover a ruptura das velhas práticas docentes baseadas tão somente na simples transmissão de conteúdos didáticos, sem conexão com o dia a dia do discente” (FILHO et al., 2012).

Sendo assim, a necessidade de ensinar leva à necessidade de transformar a forma como o conhecimento é apresentado e adaptá-lo ao contexto que se insere. Um conceito ao ser transferido, transposto, de um contexto a outro, passa por modificações - essa transferência adaptativa é chamada de Teoria da Transposição Didática (TD).

O termo Transposição Didática foi empregado inicialmente pelo sociólogo francês Michel Verret, em sua tese de doutorado *Le temps des études*, publicada em 1975. Difundido

em 1985 por Yves Chevallard, didata francês do campo do ensino da matemática, no livro *La Transposition Didactique*. Além deles, Philippe Perrenoud afirma ter concebido a noção de “transposição pragmática” em 1984, sem conhecer o trabalho de Verret ou os desenvolvimentos de Chevallard e cita Isambert-Jamati, Sirota e Tanguy, como exemplos que também trabalham com essa noção, sem, no entanto, nomeá-la especificamente (LEITE, 2004).

Segundo Chevallard (1991, p. 39), a TD existe quando:

Um conteúdo de saber que tenha sido definido como saber a ensinar, sofre, a partir de então, um conjunto de transformações adaptativas que irão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O ‘trabalho’ que faz de um objeto de saber a ensinar, um objeto de ensino, é chamado de transposição didática.

Assim, ao entrar em um ambiente educacional, os objetos de conhecimento/saberes produzidos pelos cientistas, saber sábio, devem ser transformados em objetos de ensino, livros/materiais didáticos, saber a ser ensinado, ou seja, é preciso transpor o saber para que se transforme em objeto de ensino ‘ensinável’, isto é, em condições de ser aprendido pelo aluno, saber ensinado, aquele que realmente está presente nas salas de aula (CHEVALLARD, 1991) (Figura 2.1).



Figura 2.1 Saberes presentes na Transposição Didática
Fonte: elaborada pela autora de acordo com Chevallard (1991)

A Transposição Didática abrange a transformação/transposição que ocorre entre o saber sábio, passando desde o saber a ensinar até o saber ensinado, envolvendo a Transposição Didática externa (TDE) e a Transposição Didática Interna (TDI). Os conceitos sobre os saberes foram definidos abaixo:

- **Saber sábio:** para um conhecimento científico figurar dentre aqueles apresentados aos alunos é necessário que ele possua um balizador, uma fonte de referência produzida pela comunidade científica. O Saber Sábio é, então, aquele que aparece em revistas especializadas, congressos ou periódicos científicos. Este tipo de saber nasce da produção e trabalho de cientistas e intelectuais que, mesmo possuindo diferenças idiossincráticas ou diferentes visões de Ciências, fazem parte de uma mesma comunidade de pesquisa, com perfil epistemológico bem definido. Trata-se, assim, de um

saber que é desenvolvido por cientistas nos institutos de pesquisas, e que passa pelo julgamento da comunidade científica, com suas normas e regras próprias (deve-se ressaltar que tais regras e normas são construídas historicamente e devem estar em consenso com a comunidade acadêmica, visto objetivam validar os conhecimentos científicos produzidos). Por isso, o Saber Sábido possui especificidades intrínsecas deste ambiente em que ele é gerado (BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2005, p. 394).

- Saber a ensinar: é um produto organizado e hierarquizado em grau de dificuldade, resultante de um processo de total descontextualização e degradação do saber sábio. No ambiente escolar, o saber a ensinar torna-se objeto de trabalho do professor quando ele, tomando como base o livro didático, planeja sua aula. Esse processo de transformar o saber sábio em saber a ensinar corresponde à Transposição Didática Externa (Figura 2.2) - o conhecimento é reestruturado para uma linguagem mais simples, adequando-se ao ensino, sendo “desmontado” e reorganizado novamente de uma maneira lógica e atemporal (ABRÃO, 2009).



Figura 2.2 Transposição Didática Externa

Fonte: elaborada pela autora com base em Chevallard (1991)

- Saber ensinado: faz uma adaptação do saber ao tempo didático, ou seja, é nessa etapa da TD que há transformação do conhecimento tendo por finalidade a organização da sequência didática. Nesse papel de transformação do saber para sala de aula, a figura do professor apresenta-se como fundamental ao adequar o conhecimento oriundos dos livros didáticos (saber a ensinar) a partir dos conteúdos que, efetivamente, são trabalhados com os alunos em sala de aula. O professor é o principal personagem dessa transposição, de forma a desempenhar o papel central nessa esfera do saber. Esse processo de transformação do saber a ensinar em saber ensinado é denominado Transposição Didática Interna, pois ocorre no interior do espaço escolar. Esse é o saber que, de fato, alcança o aluno após perpassar duas transmutações principais, sendo a primeira por meio da TDE, que transforma o saber original produzido pelo cientista em um saber com uma linguagem mais apropriada, o saber a ensinar; depois, a TDI, transposto pelo professor ao planejar a sua aula, que apresenta esse saber em um saber que seja melhor compreendido pelos alunos, saber ensinado (Figura 2.3) (ABRÃO, 2009).



Figura 2.3 Transposição Didática Interna

Fonte: elaborada pela autora com base em Chevallard (1991)

Além dos 3 saberes que compõem a trajetória da TD, em um ambiente mais amplo, onde todas as três esferas coexistem e se influenciam, existe a noosfera. A noosfera tem sujeitos pertencentes aos diferentes grupos sociais, em geral, são cientistas, educadores, professores, políticos, autores de livros didáticos, pais de alunos, entre outros; esses agentes reguladores, são determinantes para a seleção e, principalmente, para as modificações que o saber sábio sofrerá até chegar às escolas (BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2005, p.393), assim para Chevallard (1991, p.34),

a noosfera é o centro operacional do processo de transposição, que traduzirá nos fatos a resposta ao desequilíbrio criado e comprovado [entre os ideais e possibilidades dos saberes científicos](expresso pelos matemáticos, pelos pais, pelos professores mesmos). Ali [na noosfera] se produz todo conflito entre sistema e entorno e ali encontra seu lugar privilegiado de expressão. Neste sentido [do conflito de interesses], a noosfera desempenha um papel de obstáculo.

A figura a seguir apresenta uma possível compreensão gráfica da explicação de noosfera (Figura 2.4).



Figura 2.4 Noosfera

Fonte: elaborada pela autora com base em Chevallard (1991)

No que tange a efetivação do processo de TD, Mello, Dallon e Grellet (2004, p. 59-60) afirma que a para que de fato ocorra permanentemente, o conteúdo deve ser selecionado ou recortado de acordo com o que o professor considera relevante para constituir as competências consensuadas na proposta pedagógica; alguns aspectos ou temas devem ser enfatizados, reforçados ou diminuídos; deve ser feito o estabelecimento das relação entre aquilo que foi dividido; que seja feita a distribuição do conteúdo no tempo para organizar uma sequência, um ordenamento, uma série linear ou não linear de conceitos e relações; e a determinação de uma forma de organizar e apresentar os conteúdos, como por meio de textos, gráficos, entre outros. Esses aspectos são relevantes para que durante o processo de TD não sejam feitas apenas simplificações dos saberes, e sim ressignificações e transformações em novos conhecimentos fidedignos a ciência e ao ambiente escolar em que serão utilizados.

Para Brockington e Pietrocola (2005, p.395) a TD

[...] funciona como um instrumento de análise capaz de evidenciar o trajeto de um saber quando ele sai de seu ambiente de origem e chega até a sala de aula. É importante afirmar que nem todos os saberes do domínio do Saber Sábido farão parte do cotidiano escolar. O papel da noosfera na seleção dos saberes é imprescindível. Devem ser levados em conta os múltiplos fatores que influenciam as escolhas. Fatores que vão desde interesses políticos e comerciais, passando pelos anseios de uma sociedade que acredita na escola, até os interesses acadêmicos e pedagógicos inerentes ao magistério e à docência. O principal objetivo da noosfera é a otimização do ensino, buscando uma forma eficiente de conduzir o processo de ensino e aprendizagem. Sendo assim, ao se utilizar a Transposição Didática como instrumento de análise, pode-se obter indícios de características relevantes para que um determinado saber esteja presente nos livros didáticos e nas salas de aula. Ou seja, esta análise indica características que, combinadas, definiriam a sobrevivência de um Saber que visa se tornar objeto de ensino. Embora possa ser tentador tomá-las como um lista de atributos necessários ao Saber a Ensinar, deve-se ter em mente que se trata, na verdade, de uma gama de características julgadas em conjunto nas várias etapas do processo de transposição pelos atores envolvidos.

No quadro 2.2 foram listados pontos que devem ser analisados pelos atores envolvidos na noosfera e que viabilizam o processo de TD:

Quadro 2.2 Características julgadas em conjunto nas várias etapas do processo de transposição pelos atores envolvidos na noosfera

Consensual	a noosfera não deve ter dúvida se aquilo que é ensinado está correto ou não, o conteúdo deve ter, pelo menos neste momento, um status de “verdade”, histórica ou de atualidade
Atual	um tipo de conhecimento que possa ser avaliado como importante pela sociedade e necessário à composição curricular
Operacional	um saber que é capaz de gerar exercícios, produzir atividades e tarefas que possibilitem uma avaliação objetiva tem grandes chances de ser transposto, conteúdos que não conseguem gerar atividades possíveis de serem avaliadas estão fadados a não serem transpostos
Permitir a Criatividade Didática	implica na criação de um saber com identidade própria no contexto escolar, existem muitas atividades e áreas de estudo que são produzidas para o ensino, mas que não têm equivalente na área da pesquisa.
Terapêutica	permite analisar o que funciona e o que não funciona na sala de aula. A formação ambiente do professor está calcada naquilo que ele vivenciou e naquilo que, na sua opinião, funcionou na sala de aula. Podemos, assim, dizer que a formação ambiente é a somatória dos casos de terapêutica positiva.

Fonte: elaborada pela autora com base em Brockington e Pietrocola (2005, p.395-396)

Mello, Dallan e Grellet (2004, p.2) ressaltam, que o “fenômeno da transposição didática põe em evidência o fato de que a disciplina escolar não é o conhecimento científico, mas uma parte dele e, além disso, modificado. Por outro lado, é mais do que ele, porque abarca também os procedimentos para o seu ensino” e indica ainda competências necessárias para que ocorra a TD:

- saber fazer recortes na sua área de especialidade de acordo com um julgamento sobre relevância, pertinência, significância para o desenvolvimento das competências escolhidas que vão garantir a integração do aluno no mundo moderno;
- saber selecionar quais aspectos daquele conhecimento são relevantes;
- dominar o conhecimento em questão, de modo articulado, incluindo o modo característico e específico pelo qual esse conhecimento é construído. Por exemplo, conhecer bem geografia e a maneira como esse componente curricular se constitui em área de conhecimento e, ainda, como os conhecimentos em geografia são constituídos;
- saber relacionar o conhecimento em questão com os de outras áreas; saber como contextualizar esse conhecimento;

- ter um pressuposto ou uma “aposta” sobre como o aluno constrói esse conhecimento e como deveria conhecer, se for esse caso;
- dominar estratégias de ensino eficazes para organizar situações de aprendizagem que efetivamente promovam no aluno as competências que se quer desenvolver.

As características e competências citadas acima têm uma ligação direta com cinco regras elaboradas por Astolfi e Develay (1995): I) modernizar o saber escolar; II) atualizar o saber a ensinar; III) articular o saber “novo” com o “antigo”; IV) transformar um saber em exercícios e problemas; e V) tornar um conceito mais compreensível.

Dessa forma, Pereira (2012, p. 14) afirma que,

A transposição didática é responsável pelas transformações pelas quais devem passar os saberes para se tornarem escolarizáveis. Sendo assim, podemos chegar a conclusão que no processo de transposição didática há um movimento que parte de mudanças no “saber acadêmico” e se institucionaliza em novos textos do saber, ou seja, propostas curriculares e livros didáticos, exigindo o tratamento na sala de aula, de novos conteúdos com a adoção de novas práticas de ensino, que é na realidade, o saber efetivamente ensinado.

Assim, Mendes et al. (2005, p. 22) corrobora com reflexão proposta por Pereira (2012) ao afirmar que “a disciplina escolar, a Transposição Didática, a didatização e o livro didático se relacionam tão fortemente que poderiam ser considerados o coração do currículo escolar”.

2.2.1 Experiências de TD em Computação

A partir dos dados elencados em buscas nos sites Scielo, IEEE library, Periódicos Capes e Google acadêmico, com as palavras “Transposição Didática” e “Ciência da Computação” ou “computação”, constatou-se a existência relatos, apesar de escassos, de experiências que apresentam ações que citam o termo Transposição Didática no ensino de computação na escola.

O relato de (D’ABREU; BASTOS, 2015) sobre a utilização da Robótica Pedagógica no contexto da formação de professores, com o objetivo do estudo de registrar e analisar o processo de formação de professores para o trabalho com a Robótica Pedagógica, experienciada a partir da vertente mediadora entre os conhecimentos científicos e os conhecimentos escolarizados, quanto, especificamente, compreender como os professores que ensinam, em estreita relação com os alunos que aprendem, concretizam a noção de Transposição Didática utilizando-se da Robótica Pedagógica e do conceito de convergência interdisciplinar. Outra iniciativa semelhante apresentada por (D’ABREU; GARCIA, 2016), demonstram que a Robótica Pedagógica vem constituindo sua presença nas escolas brasileiras e a sua agregação ao currículo pode propiciar uma forma diversificada, lúdica, porém, aprofundada de inserir os alunos no campo dos conceitos das áreas de artes, ciências, engenharias, matemática, e computação, transpondo-se didaticamente os conceitos desses campos de referência para o mundo do aluno, coerente com sua idade e desenvolvimentos sócio-cognitivo e afetivo.

Destaca-se o relato de experiência sobre aspectos teóricos que podem ser úteis como aporte didático para o ensino de algoritmos é feito por (SCHAEFFER, 2016). Mais especificamente, o autor trabalhou contextualização, usando como base algoritmos para geração de números primos, muito comuns em planos de aula de componentes curriculares de ensino de lógica da programação, agregando elementos da teoria da Transposição Didática como forma de mediação a ser utilizada pelo professor de computação para escolares.

Na linha de implementações de recursos para fortalecer a formação do Licenciando em computação evidenciando a importância da Transposição Didática no processo formativo de professores de computação, (CAMBRAIA; SCAICO, 2013) apresentam um relato de experiências voltadas para o desenvolvimento do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID)) em computação, realizados em duas cidades situadas em regiões diferentes do país, uma no Sul e a outra no Nordeste. A Transposição Didática ocorreu quando os alunos foram inseridos no contexto de criação de planos de aula, de softwares educacionais, ou em situações de estudos e projetos interdisciplinares que os expuseram a contextualização e significação de conhecimentos indispensáveis para atuação enquanto docente de computação na escola.

(MATOS, 2013) fala da transposição de conhecimentos científicos em conhecimentos escolares, de naturezas distintas, onde o conhecimento escolar (pedagógico) teria o papel coadjuvante de simplificar os conhecimentos científicos e expõe a importância desse processo na formação do Licenciado em Computação, que durante seu processo formativo possa desenvolver competências específicas para sua atuação no magistério a partir de subsídios teóricos e empíricos apresentados.

2.3 COMPUTAÇÃO PARA ESCOLARES

O ensino de conceitos computacionais na educação básica é relevante, visto que o contato com a computação permite o desenvolvimento de habilidades úteis à qualquer cidadão na sociedade atual. Wangenheim, Nunes e Santos (2014a, p. 116) evidenciam que “a compreensão fundamental da computação permite aos alunos serem consumidores educados de tecnologia e criadores inovadores, capazes de projetar sistemas de computação para melhorar a qualidade de vida de todas as pessoas”. Apesar disso, até pouco tempo a computação não fazia parte do currículo escolar da educação básica brasileira, limitando-se a ações e experiências pontuais.

Alguns exemplos dessas experiências de inserção da computação, anteriores ao Novo Ensino Médio, aconteceram em 2011, no estado de Roraima, com um projeto de lei que visava a implantação do componente curricular de computação no ensino fundamental II e no ensino médio nas escolas da rede pública do Sistema Estadual de Educação; em ações experimentais desenvolvidas na Universidade Federal da Bahia com Grupo de Pesquisa Onda Digital que realizava ações de ensino de computação de forma disciplinar e interdisciplinar em escolas públicas de educação básica de Salvador-BA; na Universidade Federal de Santa Catarina em parceria com o Instituto Federal de Santa Catarina com o projeto Computação na Escola viabilizando a integração do ensino de computação

com componentes curriculares; na Universidade Federal da Paraíba / Campus IV, com o trabalho desenvolvido pelo Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência, com atividades de extensão que promoviam o ensino de computação em escolas públicas.

Essas iniciativas além de inserir a computação no contexto educacional, serviram como ambientes para incentivo à docência, à alunos de cursos de Licenciatura em Computação, dado a existência desses cursos, que têm responsabilidade de formar professores para o ensino de computação desde a educação básica e disseminar o PC (NUNES, 2010), mas que até recentemente não tinham campo de atuação escolar definido no currículo nacional.

(FRANÇA; AMARAL, 2013) em um mapeamento sistemático, em uma busca de artigos entre 2011 e 2012, observaram que nesse período foram realizadas 31 ações com a intenção de ensinar computação na educação básica no Brasil, por instituições localizadas em sua maioria nas regiões Nordeste e Sul. O Nordeste liderou o *ranking* dos estudos, diferente da região Centro-Oeste que não apresentou nenhum estudo. (SCAICO et al., 2012) relata que concomitante a essas ações a SBC, através da sua Comissão de Especialistas de Ensino de Computação e Informática e do Grupo de Trabalho (GT) Licenciatura, já fomentava discussões sobre o ensino de computação para escolares.

Outro países como Israel, possuem um currículo de computação coerente as suas escolas desde 1990, além dele, os Estados Unidos e vários países da Europa também buscam promover o ensino de computação para escolares (FRANÇA; AMARAL, 2013). A partir desse crescente interesse nasceram iniciativas como o *Computer Science Teachers Association (CSTA)*, apoiada pela *Association for Computing Machinery (ACM)* e pelo Google, a *International Society for Technology in Education (ISTE)* e a *National Association for Educational Progress (NAEP)*, organizações que promovem o ensino de Computação no currículo K-12 dos Estados Unidos; o *Technology Education and Literacy in Schools (TEALS)* que tem o objetivo de ensinar Ciência da Computação (CC) à alunos de Ensino Médio ao redor do mundo (SCAICO et al., 2012).

Em relação a inserção da CC em currículos educacionais de países europeus, a Comissão Europeia de Ciência e Conhecimento publicou em 2016, o relatório *Desenvolvendo o Pensamento Computacional na Educação Obrigatória*² que fornece uma “visão abrangente das habilidades do pensamento computacional para crianças em idade escolar, englobando descobertas e iniciativas de pesquisa em níveis de base” (BOCCONI et al., 2016, p. 2), e traçou um panorama dos países europeus que possuem PC nos currículos de educação escolar obrigatória (Figura 2.5).

O relatório traz ainda, exemplos de integração de CC na educação obrigatória em torno do mundo: Nova Zelândia - desde 2013 unidades de CC fazem parte do currículo obrigatório; Austrália - tecnologias digitais são abordadas como uma disciplina desde 2015; Coreia do Sul - em fase piloto, o currículo está focado no desenvolvimento de PC, habilidades de codificação e expressão criativa através de software; Canadá - focaliza em ensino de algoritmos simples que refletem PC, representações visuais de problemas e dados, evolução das linguagens de programação e programação visual; Cingapura - 19 escolas secundárias oferecem ensino de programação centrado no ensino de linguagem, algorit-

²Disponível em: http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC104188/jrc104188_computhinkreport.pdf

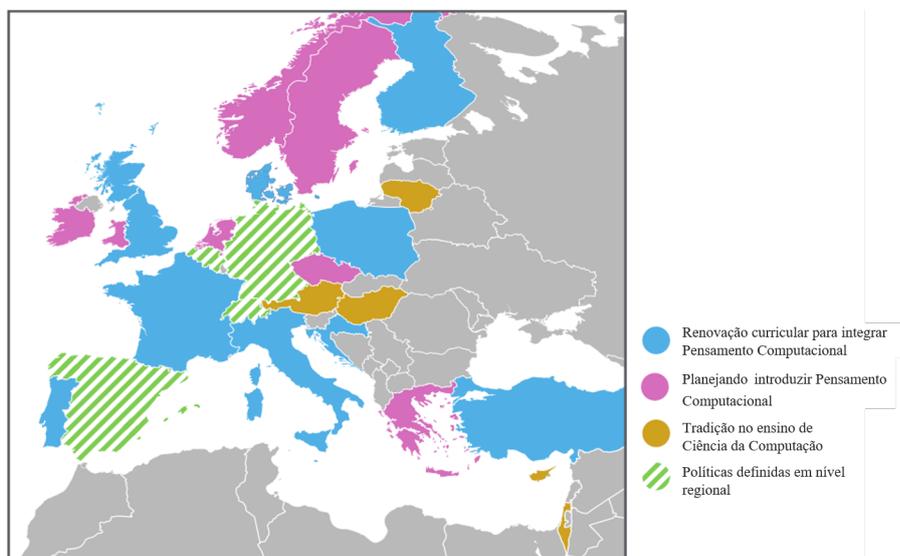


Figura 2.5 Países europeus que possuem PC nos currículos de educação escolar obrigatória
 Fonte: traduzido pela autora de Bocconi et al. (2016, p. 27)

mos, gerenciamento de dados e arquitetura de computador; e Japão - governo anunciou que fará programação de computadores uma unidade obrigatória nas escolas primária a partir de 2020, seguido por escolas de ensino médio em 2021 e escolas secundárias em 2022 (BOCCONI et al., 2016, p. 35).

Um modelo de currículo completo de CC para Educação Básica é o Currículo K-12 *Computer Science Framework*³ desenvolvido pelo CSTA/ACM K-12, dos Estados Unidos, e apresentaram suas diretrizes para o ensino de computação desde a educação infantil ao ensino médio. O modelo é dividido em três níveis (Figura 2.6). “Os níveis 1A, 1B, 2 e 3A são os padrões de computação para todos os alunos. Os padrões do Nível 3B são destinados a estudantes que desejam prosseguir o estudo da Ciência da Computação no ensino médio além do que é exigido para todos” (ACM, 2017, p. 2).

Nível 1 (recomendado ao fundamental I): estudantes da educação infantil e fundamental são introduzidos aos conceitos fundamentais em CC pela integração de competências básicas em tecnologia com ideias simples sobre o pensamento computacional. As experiências de aprendizagem criadas devem ser inspiradores e envolventes, ajudando os estudantes a ver a computação como uma parte importante de seu mundo. Eles devem ser projetados com foco na aprendizagem ativa, criatividade e exploração e, muitas vezes, serem incorporados dentro de outras áreas curriculares, tais como ciências sociais, língua, matemática e ciência (ACM, 2011, p. 8).

Nível 2 (recomendado ao fundamental II) CC e Comunidade: estudantes começam a

³Documento inclui todos os níveis dos Padrões de Ciência da Computação CSTA K-12 2017, foi criado por educadores e divulgado na Conferência Anual da CSTA em julho de 2017. Disponível em: <https://www.doe.k12.de.us/cms/lib/DE01922744/Centricity/Domain/176/CSTA20Computer20Science20Standards20Revised202017.pdf>

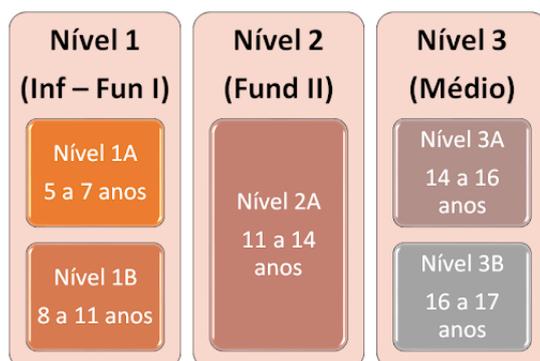


Figura 2.6 Níveis de ensino de computação presentes no currículo CSTA/ACM K-12
Fonte: elaborada pela autora com base em ACM (2017)

usar o PC como uma ferramenta de resolução de problemas, como um meio de abordar questões relevantes, não apenas para eles, mas para o mundo em torno deles. Começam a apreciar a ubiquidade da computação e as formas na qual a computação facilita a comunicação e colaboração. Essas experiências de aprendizagem criadas devem ser relevantes para os alunos e promover a sua percepção de si mesmos como solucionadores de problemas pró-ativos e capacitados. Eles devem ser projetados com foco na aprendizagem e exploração ativa. Eles podem ser ensinados em componentes curriculares explícitas de ciência da computação ou incorporados em outras áreas curriculares, tais como ciências sociais, línguas, matemática e ciência (ACM, 2011, p. 8).

Nível 3 (recomendado para o ensino médio) Aplicando conceitos e criando soluções do mundo real: o nível 3 é dividido em dois cursos distintos, cada um enfocando em diferentes facetas da CC como componente curricular. Ao longo destes cursos, os estudantes aprendem a dominar conceitos mais avançados de CC e aplicar esses conceitos para desenvolver artefatos virtuais e reais. As experiências de aprendizagem criadas a partir dessas normas devem se concentrar na exploração de problemas do mundo real e na aplicação do pensamento computacional para o desenvolvimento de soluções. Eles devem ser projetados com foco na aprendizagem colaborativa, gerenciamento de projetos, e uma comunicação eficaz (ACM, 2011, p. 8).

No Brasil, apenas depois das alterações na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB)) em 2017 (Lei 13.415/2017), que prevê uma reforma no currículo, é que a computação entrou como uma possibilidade na Educação Básica, como sugestão proposta em modelos curriculares que fazem parte do Guia de Implementação do Novo Ensino Médio. Esse guia foi construído colaborativamente entre o Ministério da Educação e o Conselho Nacional de Secretários de Educação com o objetivo de auxiliar na efetivação das mudanças previstas.

O Guia de Implementação do Novo Ensino Médio disponibiliza quatro Itinerários Formativos (IF), com oferta de diferentes possibilidades de escolhas aos estudantes, focalizando nas áreas de conhecimento e na formação técnica e profissional, cada IF sugere conjuntos de componentes curriculares, projetos, oficinas, núcleos de estudo, entre outras

situações de trabalho:

I - Itinerário Formativo de Cultura Digital (IFCD) - desenvolvido pelo Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB), uma organização sem fins lucrativos, que promove cultura de inovação na educação pública. Propõe a inserção de unidades curriculares voltadas para computação/tecnologias, com carga horária, habilidades e sugestões de práticas para desenvolvimento dessas habilidades, além de trazer sugestões de materiais de apoio online. O aproveitamento deste IF fica a critério de cada instituição, que organizará as sugestões de acordo com a proposta pedagógica da escola (Figura 2.7).

ITINERÁRIO FORMATIVO CULTURA DIGITAL

Mobiliza conceitos das áreas: Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Linguagens e suas Tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas.

Perfil do egresso: Os egressos deste itinerário deverão ser fluentes no uso de tecnologia para realização de pesquisa, para comunicação impressa e em mídias digitais, e para projetar e implantar soluções que envolvam tecnologia.

Cursos que têm relação com as competências propostas pelo itinerário: Engenharias, Arquitetura, Design, Publicidade e Propaganda, Jornalismo, Relações Públicas, Sistemas e Mídias Digitais, Computação, Sistemas de Informação e diversos cursos superiores de tecnologia.

Competências Específicas do Itinerário

- Propor ações criativas que contribuam para a transformação da sociedade, analisando e utilizando as tecnologias de forma crítica, considerando os diferentes tipos de mídia e as relações humanas mediadas por elas.
- Utilizar recursos tecnológicos, refletindo sobre suas funcionalidades com o intuito de aplicar conhecimentos científicos e tecnológicos para solução de problemas do cotidiano.
- Analisar a relação tecnologia e sociedade, avaliando suas potencialidades e riscos, considerando a ética, a sustentabilidade e o empreendedorismo, a fim de atuar no mundo de forma responsável.

Relação das competências do itinerário com as competências das áreas do BNCC:

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas
- Competências 1, 3 e 4

Ciências da Natureza e suas Tecnologias

- Competências 1 e 3

Linguagens e suas Tecnologias

- Competências 1, 2, 3, 4 e 7

Matemática e suas Tecnologias

- Competências 1, 2, 4 e 5

As habilidades deste itinerário estão inseridas em todas as competências referidas acima, considerando uma composição integradora e interdisciplinar de seus conhecimentos. Além disso, os eixos estruturantes contidos na Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio (DCNEM) também estão contemplados nas competências do itinerário.

Carga Horária: 400h.

Unidades Curriculares: As unidades do itinerário estão organizadas em módulos. Os módulos básico e intermediário fornecem fundamentos e práticas amplas para preparar o jovem para o mundo do trabalho e para carreiras universitárias. O módulo avançado é composto de unidades curriculares eletivas para permitir que o jovem se especialize em temas de seu interesse e em nichos específicos de mercado, considerando a capacidade das redes de ensino em ofertar essas unidades. É importante frisar que os módulos e as unidades curriculares podem ser desenvolvidos de forma transversal por docentes de diversas áreas do conhecimento, bastando distribuir as habilidades sugeridas nas áreas e nos componentes curriculares existentes.

Módulo Básico (160h)

- Letramento digital (40h)
- Ciência e pesquisa na era digital (40h)
- Autoria de documentos digitais (40h)
- Cidadania e ética digital (40h)

Módulo Intermediário (160h)

- Oficina de produção de websites (40h)
- Oficina de produção audiovisual (80h)
- Empreendedorismo (40h)

Módulo Avançado (Eletivas 80h)

- Diagramação e editoração (40h)
- Oficina de tecnologias emergentes (40h)
- Modelagem tridimensional (40h)
- Desenho técnico e vetorial (40h)

Modalidades: O módulo básico deverá ocorrer preferencialmente na modalidade presencial; os demais módulos poderão ser ofertados na modalidade semipresencial ou a distância.

Pré-requisitos: Nenhuma unidade tem pré-requisito, ainda que a organização em módulos seja sugerida como progressão.

Oferta das unidades pela escola: As unidades curriculares recomendadas neste itinerário podem ser ofertadas de acordo com a proposta pedagógica da escola. Embora estejam alocadas em módulos, cada instituição poderá organizá-las de acordo com seus objetivos.

Relação com outros itinerários: Este itinerário dialoga e pode ser realizado de forma concomitante com o Itinerário de Computação, proposto pela Sociedade Brasileira de Computação (SBC).

Figura 2.7 Proposta de IFCD

Fonte: Trecho do documento Itinerário Formativo de Cultura Digital

II- Itinerário Formativo de Computação (IFC) - proposto pela SBC, propõe um fluxograma com apresentação de cada unidade e seus pré-requisitos, além de sugerir quando cada uma pode ser trabalhada (Figura 2.8). IFC é um currículo para ensino de computação na escola, com ênfase nos eixos de Pensamento Computacional e Mundo Digital. A partir da sugestão de 400h de carga horária, dividida preferencialmente nos 3 anos do ensino médio, o documento objetiva mobilizar competências de diferentes áreas e desenvolver competências específicas como: entender os princípios da CC; compreender e transformar o mundo; formular, resolver e analisar problemas; aplicar fundamentos da computação em diferentes contextos e desenvolver projetos usando computação. O IFC é dividido em cinco unidades curriculares: fundamentos da computação; algoritmos e

programação; redes e internet; análise e segurança de sistemas computacionais e projetos envolvendo computação. Esse itinerário foi elaborado em concordância com as dez competências gerais previstas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

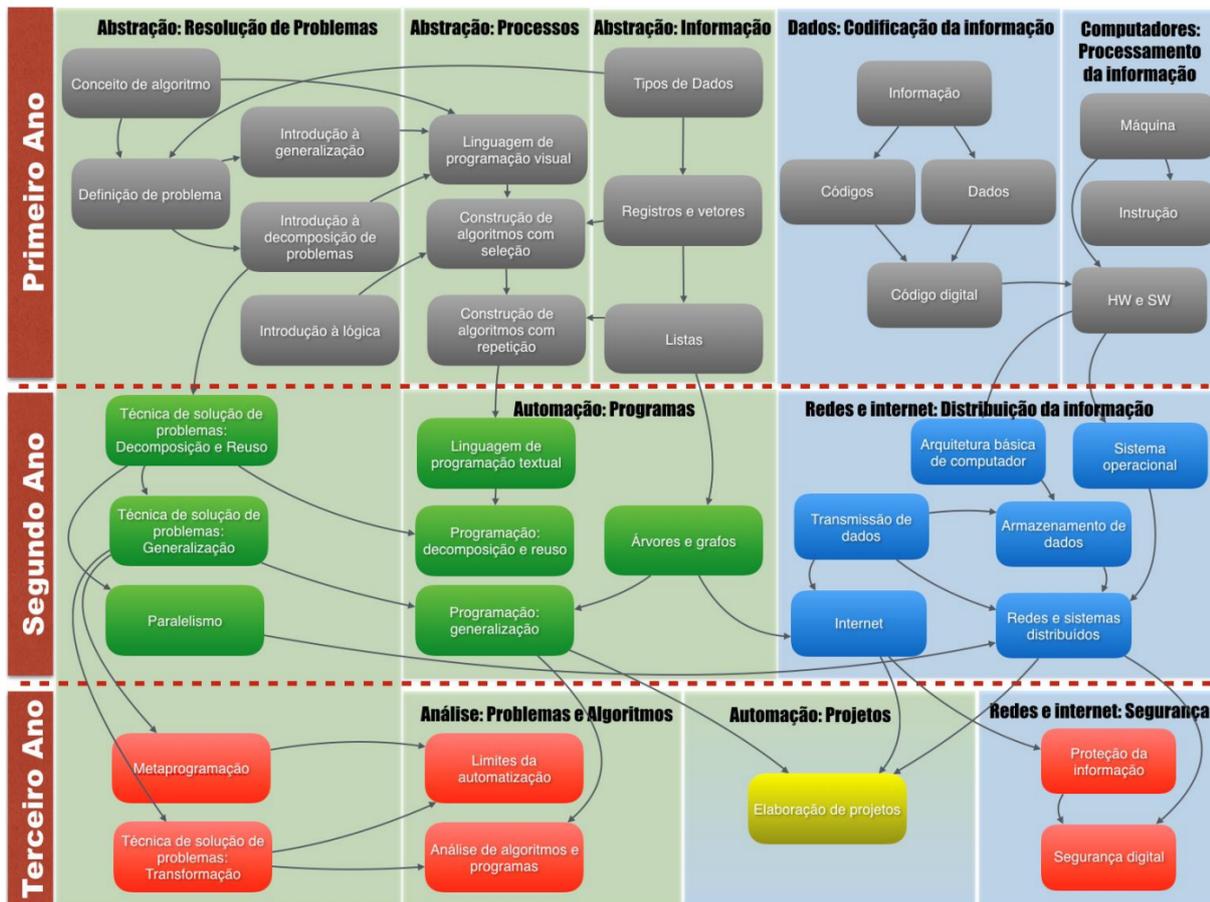


Figura 2.8 Sugestão de fluxograma apresentado no IFC
 Fonte: Documento Itinerário Formativo de Computação

III- Itinerário STEAM (IFSTEAM) - idealizado por uma empresa de consultoria educacional, Tríade Educacional, que tem como objetivo promover a inovação na educação, por meio da formação de professores, produção de conteúdo e gestão de projetos transformadores. É uma proposta que permite alterações de acordo com as necessidades e especificidades da escola ou da rede de ensino, apresenta sugestões de conteúdos e componentes curriculares que devem ser desenvolvidos em cada ano letivo (Figura 2.9). Como destaque, o IFSTEAM sugere uma unidade (componente curricular) de computação para cada ano escolar correspondente do ensino médio, além de trazer sugestões de carga horária, formação indicada para o docente responsável, espaços e materiais para realização das atividades práticas em modalidade distintas (semipresencial ou presencial), apresenta pré-requisito exigido, eixo estruturante, além de competências e orientações

gerais para cada unidade.

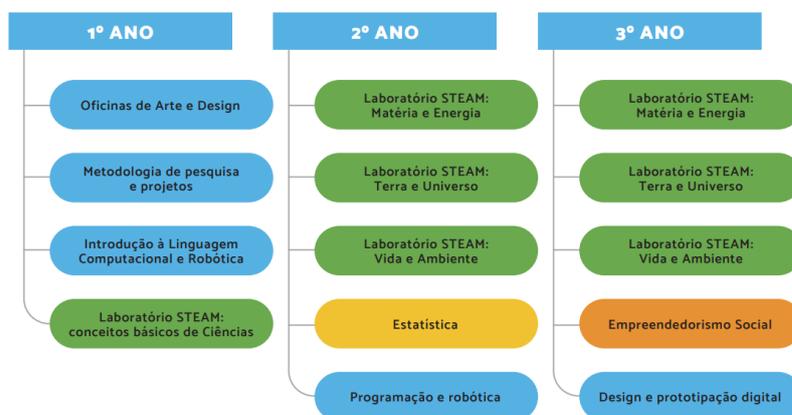


Figura 2.9 Sugestões de novas unidades presente no IFSTEAM

Fonte: Documento Itinerário Formativo STEAM

Entre as quatro propostas de modelo de currículo, apenas a IV - Integração curricular em Santa Catarina desenvolvida pelo Instituto Ayrton Senna, não deixa claro a intenção de desenvolver a computação como possibilidade de ensino, a sugestão dessa proposta de IF é desenvolver componentes curriculares tradicionais e inovadoras que buscam projetar escolhas de vida e intervenções na escola e na comunidade. Na escola e na comunidade a previsão é que a partir de 2019, as escolas comecem a se adaptar ao Novo Ensino Médio, mas o prazo limite estabelecido para que todas as unidades escolares adotem o novo sistema e a BNCC como currículo obrigatório corresponde ao início do ano letivo do ano de 2022.

Em relação a Educação Infantil e ao Ensino Fundamental II, o CIEB desenvolveu uma proposta de Currículo de Referência em Tecnologia e Computação, com o objetivo de oferecer diretrizes e orientações para apoiar redes de ensino e escolas a incluir os temas tecnologia e computação em suas propostas curriculares, alinhado às competências gerais e às habilidades da BNCC, o currículo visa auxiliar a implementação do que estabelece a 5ª competência geral: “Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva”. Essa proposta é estabelecida sobre os eixos intitulados Cultura Digital, Pensamento Computacional e Tecnologia Digital, conceitos e habilidades específicas de tecnologia e computação, além de apresentar sugestões de práticas pedagógicas e materiais à serem utilizados como referência na ação docente, bem como sugestões para o processo de avaliação dos alunos. O material traz também indicações sobre níveis de maturidade das escolas e dos docentes em relação ao uso das tecnologias digitais de informação e comunicação (Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC)) para cada prática sugerida. O currículo está na sua primeira versão e, a partir da contribuição de diversos

profissionais, ele pode ser reestruturado e atualizado online (RAABE; BRACKMANN; CAMPOS, 2018).

As iniciativas nacionais e internacionais têm em comum o incentivo à disseminação do raciocínio computacional, por meio do pensamento computacional. Paiva et al. (2015, p. 1302 apud WING, 2006, p. 33-35) explicam que

Computational thinking é uma habilidade fundamental para todos, não apenas para cientistas da computação. [...] inclui uma variedade de ferramentas mentais que refletem a largura do campo da ciência da computação. [...] é usado no raciocínio heurístico para descobrir uma solução. [...] Computational thinking é uma grande visão para orientar os educadores de ciência da computação, pesquisadores e praticantes como agimos para mudar a imagem do campo da sociedade.

França e Amaral (2013, p. 1) explicam que o “pensamento computacional é saber usar o computador como um instrumento de aumento do poder cognitivo e operacional humano, aumentando a nossa produtividade, inventividade, e criatividade”. Sendo assim, aprender computação envolve a inserção de conceitos como o pensamento computacional, colaboração, prática de computação/programação, computadores e dispositivos de comunicação e impactos éticos, globais e na comunidade (WANGENHEIM et al., 2014b).

2.4 ALGORITMOS

O primeiro algoritmo foi originalmente descrito por volta de 300 a.C. em Alexandria no Egito, por um matemático grego chamado Euclides, em seu tratado os Elementos - uma coleção de 13 de livros (I ao XIII) - que compilou toda a matemática e geometria conhecida na sua época. Nesses livros, Euclides “engloba uma coleção de definições, postulados (axiomas), proposições (teoremas e construções) e provas matemáticas das proposições. Os treze livros cobrem a geometria euclidiana e a versão grega antiga da teoria dos números elementar” (WIKIPEDIA,). Foi no Livro VII que ele descreveu um método para encontrar o maior divisor comum de dois ou mais números, hoje conhecido como Algoritmo Euclidiano.

Apesar da descrição de Euclides ser considerada o primeiro algoritmo catalogado, especula-se que o termo Algoritmo surgiu com as traduções dos escritos do sábio Al Khwarizmi do século IX, escritor árabe que expôs os métodos básicos para adicionar, multiplicar e dividir números.

O site educacional Só Matemática (1998-2019)⁴, resumiu essa teoria da etimologia da palavra algoritmo no seguinte texto:

A versão original do pequeno tratado de aritmética de Al-Khwarizmi encontra-se perdida, mas este chegou a Espanha e existem traduções, do século XII,

⁴Disponível em <https://www.somatematica.com.br/>. Foi classificado pelo Google como o site de Matemática mais referenciado do mundo

para latim. No seu texto al-Khwarizmi introduz os nove símbolos indianos para representar os algarismos e um círculo para representar o zero. Depois explica como escrever um número no sistema decimal de posição utilizando os 10 símbolos. Descreve as operações de cálculo (adição, subtração, divisão e a multiplicação) segundo o método indiano e explica a extração da raiz quadrada. Depois do cálculo com números inteiros, aborda o cálculo com frações (expressando-as como a soma de frações unitárias). De acordo com Youschkevitch⁵, existem três textos, em latim, do século XII, que podem ser traduções do tratado de aritmética de al-Khwarizmi. O *Liber Algorismi de prática arismetrice* (o Livro de Algorismi sobre a aritmética prática), escrito por João de Sevilha (ou de Todelo), um judeu espanhol convertido ao catolicismo que trabalhou em Todelo de 1135 a 1153. O *Liber Ysagogarum Alchorismi in artem astronomicam* (Introdução de Algorismi sobre a arte da astronomia), do qual se conhecem várias cópias, uma datada de 1143. Não se sabe quem terá sido o seu autor se o inglês Adelardus de Bada, ou Bath (que pertencia à escola de Toledo), ou de Robert de Cherter, também inglês. Youschkevitch, refere, ainda, uma outra tradução, do século XIII, sem título, que se encontra na Biblioteca da Universidade de Cambridge, publicada por Boncompagni, em 1857, com o título *Algoritmi de numero indorum* e que inicia com as palavras *Dixit Algorismi* (ou seja, *Algorismi disse*). A palavra *algorismi* é portanto a versão latina do nome al-Khwarizmi e que derivou na palavra algoritmo.

Independente de sua verdadeira etimologia, algoritmos referem-se à procedimentos sistemáticos que realizam alguma tarefa ou resolvem problemas com um número finito de passos. Conceito formalizado na Ciência da Computação, em 1936 por Alan Turing e Alonzo Church.

Essa formalização teve origem com David Hilbert, influente matemático alemão que formulou seu *Entscheidungsproblem* ou "problema de decisão" na virada do século 20, com a intenção de estabelecer a matemática em uma base sólida e comprovadamente consistente de axiomas, da qual, em princípio, todas as verdades matemáticas poderiam ser deduzidas. Na tentativa de resolver alguns desses problemas, na década de 1930, alguns formalismos para "computabilidade" foram propostos como: o cálculo lambda de Alonzo Church, as funções recursivas de Kurt Gödel e a máquina de Turing; mais tarde essas definições foram percebidas como equivalentes (LOFF, 2012).

No ano de 1932, Alonzo Church propôs o cálculo-lambda como parte de um trabalho de fundamentos da matemática e encarregou dois de seus alunos de doutorado, Stephen Kleene e John Rosser para desenvolver esse trabalho (LOFF, 2012).

Em 1931, o austríaco Kurt Gödel demonstrou a existência de proposições aritméticas (ou perguntas) que não podem ser provadas ou refutadas e que qualquer proposição desse tipo leva a um procedimento de determinação que nunca termina (uma condição conhecida como problema de parada).

⁵Adolf Pavlovich Youschkevich, nascido em Odessa em 1906 e falecido em Moscou em 1993, é historiador da matemática soviética.

Apenas quatro anos depois, em 1935, Kleene e Rosser demonstram a equivalência entre as funções recursivas de Gödel e o cálculo-lambda, o que convenceu Church que uma definição precisa de computabilidade ajudaria a entender o *Entscheidungsproblem*, porém Gödel achava que a única forma de demonstrar essa tese de Church “seria partir de uma axiomatização intuitiva dos princípios que uma qualquer definição de computabilidade deva obedecer, e depois derivar um teorema mostrando como o cálculo-lambda ou as funções recursivas resultam univocamente desses axiomas” (LOFF, 2012, 68).

Apesar das ideias Gödel e Church o *Entscheidungsproblem* continuou sem respostas conclusivas ou completas. Então em 1936 o matemático e lógico inglês Alan Turing elaborou uma noção rigorosa de computabilidade que compreendia a noção de algoritmo, por meio da descrição das características essenciais de qualquer máquina de algoritmo de propósito geral, mais conhecida como máquina de Turing e publicou suas proposições no artigo *On Computable Numbers, With An Application To The Entscheidungsproblem - ‘Os números computáveis, com uma aplicação ao Entscheidungsproblem’*. A máquina de Turing tornou-se a base da CC e acabou provando a existência de proposições indecidíveis, ou seja, *Entscheidungsproblem* não teria solução.

Com a demonstração da equivalência entre as funções recursivas e o cálculo-lambda, Church havia publicado, pouco tempo antes de Turing, em 1936 o artigo *An unsolvable problem in elementary number theory* que também resolvia negativamente o *Entscheidungsproblem* e levantava uma ideia de calculabilidade, (TURING, 1936, 231) afirmou “em um recente artigo, Alonzo Church introduziu uma idéia de calculabilidade”, o que equivale à minha “computabilidade”, mas é muito diferentemente definido”, entretanto, com artigo de Turing, Church se convenceu de que havia chegado à definição correta para validar sua tese. Por isso a tese inventada por Church passou a ser associada ao nome de Turing, conhecida como Tese de Church–Turing.

A Tese de Church–Turing foi formulada sobre as palavras de Turing “*According to my definition, a number is computable if its decimal can be written down by a machine*” - De acordo com a minha definição, um número é computável se o seu decimal puder ser escrito por uma máquina (TURING, 1936, 230). Turing não formalizou o conceito de algoritmos no seu artigo, mas essa formalização foi observada por Church e acabou sendo uma implicação da tese de Turing, observada por meio da interpretação dos algoritmos descritos em seu artigo.

Mais tarde o conceito de algoritmos aliado a uma base matemática encontrada através da máquina de Turing configuram-se como passos fundamentais para que o computador fosse projetado, permitindo avanços significativos na ciência e na tecnologia. Segundo (LOFF, 2012, 70) “a invenção do computador tem uma história singular: o objeto matemático já existia e estava perfeitamente caracterizado vinte anos antes da sua implementação tecnológica”, assim o conceito de algoritmo faz parte dessa caracterização anterior e pode ser entendido como um dos principais alicerces para o desenvolvimento de toda tecnologia computacional atual.

O primeiro programa, descrito por meio de um algoritmo, foi desenvolvido por Ada Augusta King, Condessa de Lovelace, conhecida como Ada Lovelace, em anotações para um artigo de Luigi Menabrea sobre projeto para o “motor analítico” de Charles Babbage; essas anotações foram descritas num período de 9 meses, entre 1842 a 1843, porém as

contribuições de Ada Lovelace no campo da CC só foram evidenciadas em 1953, quando suas notas foram publicadas no *Symposium on Digital Computing Machines* por Bertram Vivian Bowden (MARTINS, 2016).

2.4.1 Propostas para o ensino de algoritmos na Educação Básica

No Brasil, apesar de computação não ser unidade curricular obrigatória a SBC propôs um documento com Diretrizes para ensino de computação na Educação Básica ⁶. Essas diretrizes indicam que a matemática provê uma linguagem formal e universal e que a computação, como outras ciências, usa a matemática para a construção de modelos computacionais, chamados de algoritmos. Afirma que os algoritmos podem ser descritos em vários níveis de abstração diferentes e que computação provê técnicas e abstrações para auxiliar no processo de construção e análise de soluções, bem como linguagens para descrever algoritmos e que,

Mesmo sendo uma área altamente inovadora e tecnológica, os princípios da Computação são os mesmos há décadas. O empoderamento dos conceitos fundamentais da Computação permitirá que estudantes compreendam de forma mais completa o mundo e tenham, conseqüentemente, maior autonomia, flexibilidade, resiliência, pró-atividade e criatividade (SBC, 2018b, p. 1).

Esse documento propõe a inserção da computação na educação básica a partir de 3 eixos de ensino: Pensamento Computacional, Mundo Digital e Cultura Digital, traz fluxogramas e lista os objetos de conhecimento e habilidades para cada ano do Ensino Fundamental e habilidades gerais para o ensino médio.

O (Quadro 2.3) abaixo expõe a trajetória sugerida pelas diretrizes para o ensino de algoritmo no ensino fundamental de acordo com cada ano:

⁶Disponível no link: <http://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/203-educacao-basica/1207-bncc-em-itinerario-informativo-computacao>

Quadro 2.3 Ensino de algoritmos no ensino fundamental

COMPUTAÇÃO: ENSINO FUNDAMENTAL		
Ano	Objeto de conhecimento	Habilidades
1º	Algoritmos: definição	Compreender a necessidade de algoritmos para resolver problemas Compreender a definição de algoritmos resolvendo problemas passo-a-passo (exemplos: construção de origamis, orientação espacial, execução de uma receita, etc.).
2º	Algoritmos: construção e simulação	Definir e simular algoritmos (descritos em linguagem natural ou pictográfica) construídos como sequências e repetições simples de um conjunto de instruções básicas (avance, vire à direita, vire à esquerda, etc.). Elaborar e escrever histórias a partir de um conjunto de cenas
3º	Algoritmos: seleção	Definir e executar algoritmos que incluam sequências, repetições simples (iteração definida) e seleções (descritos em linguagem natural e/ou pictográfica) para realizar uma tarefa, de forma independente e em colaboração.
4º	Algoritmos: repetição	Definir e executar algoritmos que incluem sequências e repetições (iterações definidas e indefinidas, simples e aninhadas) para realizar uma tarefa, de forma independente e em colaboração.
		Simular, analisar e depurar algoritmos incluindo sequências, seleções e repetições, e também algoritmos utilizando estruturas de dados estáticas
5º	Algoritmos sobre estruturas dinâmicas	Executar e analisar algoritmos simples usando listas / grafos, de forma independente e em colaboração. Identificar, compreender e comparar diferentes métodos (algoritmos) de busca de dados em listas (sequencial, binária, hashing, etc.).
6º	Tipos de dados	Reconhecer que entradas e saídas de algoritmos são elementos de tipos de dados.
	Introdução à generalização	Identificar que um algoritmo pode ser uma solução genérica para um conjunto de instâncias de um mesmo problema, e usar variáveis (no sentido de parâmetros) para descrever soluções genéricas
7º	Automatização	Compreender que automatizar a solução de um problema envolve tanto a definição de dados (representações abstratas da realidade) quanto do processo (algoritmo)
	Técnicas de solução de problemas: decomposição e reuso	Criar soluções para problemas envolvendo a definição de dados usando estruturas estáticas (registros e vetores) e algoritmos e sua implementação em uma linguagem de programação
8º	Estruturas de dados: listas	Conhecer algoritmos de manipulação e busca sobre listas.
	Programação: listas e recursão	Identificar problemas de diversas áreas e criar soluções, de forma individual e colaborativa, usando algoritmos sobre listas e recursão
9º	Estruturas de dados: grafos e árvores	Conhecer algoritmos básicos de tratamento das estruturas árvores e grafos.
	Técnica de construção de algoritmos: Generalização	Identificar problemas similares e a possibilidade do reuso de soluções, usando a técnica de generalização.

Fonte: trechos retirados das Diretrizes para ensino de computação na Educação Básica (SBC, 2017)

Para o ensino médio, o documento propõe habilidades gerais e objetos de conhecimento voltados ao conceito de algoritmos, que devem ser desenvolvidas ao longo dos 3 anos do (Quadro 2.4).

Quadro 2.4 Ensino de algoritmos no ensino médio

COMPUTAÇÃO: ENSINO MÉDIO	
Objeto de conhecimento	Habilidades
Avaliação de algoritmos e programas	Analisar algoritmos quanto ao seu custo (tempo, espaço, energia, ...) para justificar a adequação das soluções a requisitos e escolhas entre diferentes soluções.
	Argumentar sobre a correção de algoritmos, permitindo justificar que uma solução de fato resolve o problema proposto
Metaprogramação	Reconhecer o conceito de metaprogramação como uma forma de generalização, que permite que algoritmos tenham como entrada (ou saída) outros algoritmos.

Fonte: trechos retirados das Diretrizes para ensino de computação na Educação Básica (SBC, 2017)

Este Capítulo tem a finalidade de apresentar o percurso metodológico posto em execução para realizar a investigação. Há uma subdivisão dos passos que compõem esse percurso, com o objetivo de mostrar como foi realizada a pesquisa e facilitar o entendimento da análise dos documentos. Na Seção 3.1 foi demonstrada a caracterização da pesquisa. E na Seção 3.2 foram descritos os passos da pesquisa para realização da análise de conteúdo.

PERCURSO METODOLÓGICO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Para investigar a construção do conceito de algoritmo em livros de computação (usados na escola) por meio da *Transposição Didática Externa*, tendo como base os conteúdos do livro acadêmico **Algoritmos: Teoria e Prática**, como referência do saber sábio do conceito de algoritmos e os livros didáticos de computação **Computer Science Field Guide** e **Lógica de Programação**: A construção de algoritmos e estruturas de dados como referência do saber a ensinar, foi realizada uma análise de conteúdo na intenção de identificar modificações entre esses saberes, como: supressões, acréscimos, deformações e criações didáticas, para isso foi utilizado como aporte teórico a teoria da *Transposição Didática* de Chevallard (1991). A intenção foi entender *como a Transposição Didática Externa se configura na construção do conceito de algoritmo em livros didáticos de computação usados na escola*, ou seja, observar as diferentes formas que os conceitos introdutórios de algoritmos são trabalhados em um livro acadêmico e qual o tratamento desse mesmo conteúdo em livros utilizados por estudantes da educação básica.

A presente pesquisa utilizou como referência de estudo, uma pesquisa desenvolvida sobre livros didáticos de química, escrita por José Aécio Silva das Chagas, cujo o título é “Investigando o processo de *Transposição Didática externa*: o conceito de formação química em livros didáticos” que teve o objetivo de estudar como ocorre o processo de *Transposição Didática externa* do conceito de transformação química presentes nos livros didáticos e analisar como esse conceito é re-significado, enquanto saber escolar, no domínio desses livros didáticos, o autor utilizou como suporte teórico a Teoria da *Transposição Didática* e a Teoria Antropológica do Didático, propostas por Chevallard.

Pelo fato do estudo buscar compreender uma realidade específica na passagem da condição de saber sábio para saber a ensinar em três documentos, foi adotada uma perspectiva qualitativa de estratégia documental¹, compreendida como “uma técnica valiosa de abordagem de dados qualitativos [...] que busca identificar informações factuais nos documentos” (LUDKE; ANDRÉ, 1986, p.38).

Chagas (2009, p. 104) ressalta que no contexto de uma análise documental o pesquisador configura-se, muitas vezes como instrumento valioso de interpretação, “todavia é importante destacar que o pesquisador não pode ter o papel de simples ‘decodificador’, mas deve se constituir num sujeito capaz de analisar os dados que emergem com o andamento o trabalho”. Assim, Ludke e André (1986, p.41) explicam que “no processo de decodificação das mensagens o receptor utiliza não só o conhecimento formal, lógico, mas também um conhecimento experiencial onde estão envolvidas sensações, percepções, impressões e intuições”.

Apesar da pesquisa documental ser uma abordagem pouco explorada, o uso de documentos em pesquisa deve ser valorizado, pois a riqueza de informações que deles podem ser extraída e resgatadas, possibilita ampliar o entendimento de objetos cuja compreensão necessita de contextualização histórica e sociocultural. E favorece a observação do processo de maturação ou de evolução de indivíduos, grupos, conceitos, conhecimentos, comportamentos, mentalidades, práticas, entre outros (CELLARD, 2008).

A análise dos documentos se deu por análise de conteúdo fundamentada em Bardin (2011). Como se observa na Figura 3.1, na etapa de pré análise foram escolhidos os documentos, o conceito, o aporte teórico e os indicadores para análise. A etapa de exploração, responsável pela esquematização da análise, foi dividida em duas fases, I-Verificação: o conceito de algoritmos foi investigado nos três documentos por meio de indicadores encontrados na leitura flutuante e no dois livros didáticos usados na escola também foram investigados indicadores advindos de características da Transposição Didática; II-Observação: para entender as diferenças entre o saber sábio e o saber a ensinar, foram feitas observações entre as informações obtidas na análise realizada a partir dos indicadores. Na etapa tratamento dos resultados foi possível realizar inferências e interpretações com os dados obtidos.

Para essa pesquisa, assumimos que em decorrência da rápida atualização de informações na computação, realizar uma investigação em artigos iniciais que formalizaram o conceito de algoritmos, conceito formalizado em 1936, poderia comprometer a viabilidade da pesquisa, dessa forma, foi tomado como saber sábio, aquele ensinado na academia, portanto o saber encontrado em livros acadêmicos utilizados na universidade, apesar de compreender que a inserção desse conhecimento no ensino superior tenha resultado também de um movimento de TD, é o conhecimento atualizado e acessível mais próximo do saber sábio e do conhecimento científico.

¹Sempre que uma pesquisa se utiliza apenas de fontes documentais (livros, revistas, documentos legais, arquivos em mídia eletrônica, diz-se que a pesquisa possui estratégia documental (APPOLINÁRIO, 2009, 85)

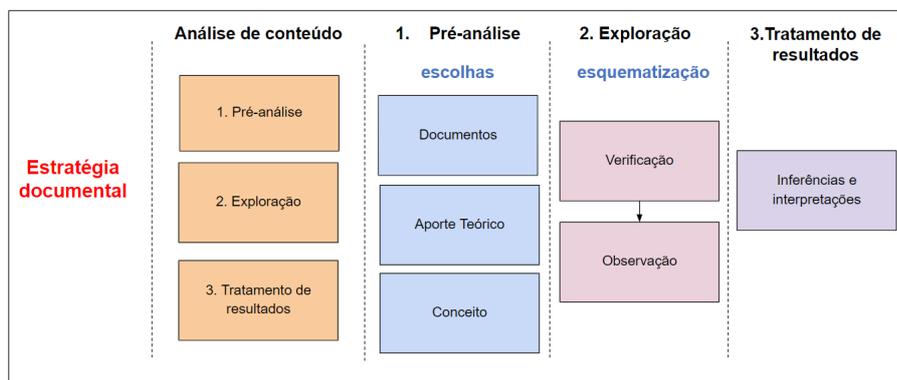


Figura 3.1 Etapas da análise de conteúdo realizadas na pesquisa
Fonte: elaborada pela autora

3.2 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DA PESQUISA

Para atender ao objetivo geral desta pesquisa, foi necessário realizar um estudo documental, em três livros de computação, e sistematizá-lo em consonância com as etapas (pré-análise, exploração e tratamento dos resultados) propostas por Bardin para análise de conteúdo.

Nas próximas subseções foram detalhados os processos para escolha dos livros durante a pré-análise, em seguida foram elaboradas as etapas de exploração, e por fim a forma de tratamento dos resultados.

3.2.1 Pré-Análise

A pré-análise foi a primeira etapa antes do início da análise propriamente dita, nesse momento foram organizados os materiais usados na Análise de Conteúdo e foi definido o que faria sentido ser o(s) objeto(s) de estudo. Seguindo a perspectiva de Bardin (2006), foram realizadas:

- Leituras flutuante de materiais;
- Escolha dos documentos que foram analisados;
- Formulação dos objetos de estudo;
- Hipótese e formulação de indicadores.

Após as investigações iniciais, a pesquisa constituiu-se de uma análise entre três objetos, aqui chamados de:

- **Objeto de apreciação** - Livro Referência - Algoritmos: Teoria e Prática - Capítulo 1: A função dos algoritmos na computação (páginas 3 a 10).

- **Objeto de investigação estrangeiro** - Livro Didático - *Computer Science Field Guide* - Capítulo 2: Algoritmos².
- **Objeto de investigação nacional** - Livro Didático - Lógica de Programação: A construção de algoritmos e estruturas de dados - Capítulo 1: Introdução à Lógica de Programação (páginas 1 a 13).

3.2.1.1 Escolha do Objeto de Apreciação

Na intenção de identificar um livro científico amplamente usado e indicado por profissionais de CC, foi realizada uma busca no site Dev-Books.com, que analisou mais de quarenta milhões de perguntas e respostas presentes em uma das principais plataformas sobre programação do mundo, a StackOverflow.com. Nessa análise, o livro **Algoritmos: Teoria e Prática** dos autores Cormen, Leiserson, Rivest e Stein aparece em 14^o lugar na lista de livros mais mencionados por programadores, sendo o único que não ensina os conceitos introdutórios de algoritmos a partir de uma linguagem de programação específica.

A partir dessa informação, foi realizada de forma exploratória uma verificação no âmbito acadêmico, em ementas de cursos de computação em componentes de ensino de algoritmos (Algoritmos, Algoritmos e Grafos, Algoritmos e Estrutura de Dados, Análise de Algoritmos, Complexidade de Algoritmos, entre outros componentes que possuíssem algoritmos em seu título), foram analisados quinze planos de cursos de universidades das cinco regiões do país. Em apenas três não constam Algoritmos: Teoria e Prática como bibliografia recomendada. A seguir temos o (Quadro 3.1), onde apresenta a relação das ementas pesquisadas que recomendam seu uso.

²Site do livro Computer Science Field Guide: (<http://www.csfieldguide.org.nz/en/chapters/algorithms.html>)

Quadro 3.1 Ementas que recomendam o uso do livro Algoritmos: Teoria e Prática.

Universidade	Cursos	Componentes Curriculares	Links Ementas
Universidade Federal da Bahia (UFBA)	Ciência da Comp.	Algoritmos e Grafos	https://alunoweb.ufba.br/SiacWWW/ExibirEmentaPublico.do?cdDisciplina=MATA14&nuPerInicial=20071
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)	Ciência da Comp.	Algoritmos e Estrutura de Dados 2	http://www.utfpr.edu.br/pontagrossa/cursos/bacharelados/Ofertados-neste-Campus/ciencia-da-computacao/planos-de-ensino/4o-periodo/cc34g-teoria-dos-grafos
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)	Ciência da Comp.	Algoritmos / Projeto de Interface Homem-Computador	http://proreitorias.uepb.edu.br/prograd/download/ementas/COMPUTACAO%20-%20BACHARELADO.pdf
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)	Ciência da Comp.	Estruturas de Dados e Algoritmos	https://sites.google.com/a/computacao.ufcg.edu.br/edaufcg/bibliografia
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUCRIO)	Ciência da Comp.	Análise de Algoritmos	https://www.puc-rio.br/ferramentas/ementas/ementa.aspx?cd=INF1721
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)	Ciência da Comp.	Complexidade de Algoritmos	https://www.udesc.br/arquivos/cct/id_cpmenu/1821/CAL0001___CCI122_05U_15275341473543.1821.pdf
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)	Engenharia da Comp.	Algoritmos e Estruturas de Dados	http://www.cin.ufpe.br/~paguso/courses/if672ec/atual/
Universidade Federal de Paraíba (UFPB)	Engenharia de Comp.	Análise e Projeto de Algoritmos	https://sigaa.ufpb.br/sigaa/verProducao?idProducao=603840&key=ead32af351feb3a0fe09f9c4bdf39959
Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUCGOIAS)	Engenharia de Comp.	Estrutura de Dados II/ Projeto e Análise de Algoritmos	http://www.pucgoias.edu.br/ArquivisWordpress/cursos/engenharia-computacao/projeto-pedagogico.pdf
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	Engenharia de Sistemas	Algoritmos e Estruturas de Dados I	https://www.geesufmg.com/files/grade-curricular/1/dcc003.pdf

Universidade	Cursos	Componentes Curriculares	Links Ementas
Universidade Federal do Amazonas (UFAM)	Ciência da Comp.utação	Algoritmos e Estruturas de Dados I	http://icomp.ufam.edu.br/site/ementas/cc/ICC014.pdf
Universidade de São Paulo (USP)	Ciência da Comp.	Estruturas de Dados / Algoritmos e Estruturas de Dados II	https://www.ime.usp.br/~pf/mac0323-2014/ementa-oficial.html

Fonte: elaborada pela autora

Diante desses dados foi possível verificar a frequência da sua indicação, tanto no âmbito acadêmico, por ser amplamente utilizado em componentes com a intencionalidade do ensino de algoritmos nas universidades, quanto no âmbito profissional por ser um dos livros mais indicados por desenvolvedores, assim confirmando que é um livro vastamente indicado para o ensino desse conceito o que consolidou sua escolha como objeto de apreciação dessa pesquisa.

Optou-se pela escolha de um único livro para apreciação do conceito de algoritmos para que não ocorressem, possíveis interferências advindas da noosfera no domínio da obra de outros autores.

3.2.1.2 Escolha do Objeto de Investigação Estrangeiro

O objeto de investigação estrangeiro utilizada nessa pesquisa é o *Computer Science Field Guide (CSFG)*, em tradução livre, Guia de Campo de Ciência da Computação.

A escolha desse livro sustenta-se no fato de ser um livro atual, que busca desenvolver o pensamento computacional, além de ser idealizado por nomes importantes no ensino de computação no mundo, como: *Tim Bell* membro fundador do projeto *Computer Science Unplugged* e um dos escritores do livro digital com o mesmo nome, professor na Universidade de Canterbury, na Nova Zelândia, que tem suas principais pesquisas voltadas para educação em CC e *Peter Denning* cientista da computação, professor da Escola de Pós-Graduação Naval em Monterey, Califórnia, ex-presidente da ACM, onde também foi vice-presidente, membro do conselho, diretor do conselho de publicações e presidente da comissão de educação. Denning é considerado um grande pesquisador e influenciador na educação em computação, recebeu premiações da *National Science Foundation (NSF)* e da ACM como reconhecimento por seus excelentes esforços para revitalizar a educação em computação.

Além disso, Bell foi o precursor da metodologia Computação Desplugada (CD) por meio do livro de atividades *Computer Science Unplugged*, que segundo Zanetti, Borges e Ricarte (2016) é a forma mais utilizada para ensino de computação na educação básica no Brasil junto com os jogos digitais, dessa forma entendemos que investigar a TDE deste livro é válida para perceber se também pode ser uma opção a ser utilizado no ensino de ciência da computação escolar no Brasil, já que aqui não temos muitas opções de livros didático voltados ao ensino de computação escolar que desenvolvam a premissa

do pensamento computacional.

3.2.1.3 Escolha do Objeto de Investigação Nacional

Com a reforma do ensino médio, os itinerários formativos surgiram como opções às escolas na hora de adaptar seus currículos e oferecer novas possibilidades aos estudantes, no entanto essa proposta ainda é recente e o PNL D não traz sugestões de livros de computação ou informática que apoiem sua inserção na escola. Aliado a essa problemática, existem poucos livros nacionais para educação básica e/ou os que existem não são divulgados ou facilmente encontrados, dessa forma, a escolha do livro nacional se deu por amostra de conveniência. Esta técnica é comum e consiste em selecionar uma amostra da população que seja acessível, essa conveniência representa uma maior facilidade operacional e baixo custo. Portanto o livro escolhido como objeto de investigação nacional foi **Lógica de Programação: A construção de algoritmos e estruturas de dados** de Forbellone e Eberspacher, por ser conhecido pelos pesquisadores, estar disponível no acervo da biblioteca da Universidade Federal da Bahia³ (universidade de origem da pesquisa) e ser utilizado em universidades e escolas técnicas no Brasil. Seus autores Forbellone e Eberspacher (2005) explicam em seu prefácio que é um livro de caráter didático com uma pseudo linguagem próxima das linguagens de programação comumente adotadas em escolas e universidades.

3.2.1.4 Indicadores Gerais da Leitura Flutuante

Em um primeiro contato com os documentos analisados, na busca por impressões e orientações iniciais, foi possível identificar indicadores que orientaram o levantamento dos dados realizado na etapa de exploração, na fase que consistiu na verificação dos três livros, são eles:

- capa;
- formação dos autores;
- prefácio ou apresentação;
- sumário;
- diagramação;
- linguagem;
- definição do conceito de algoritmo;
- exemplificação do conceito;
- exercícios propostos;
- propostas de leitura adicional;
- apoio ao professor.

³Site da Biblioteca da UFBA: (<http://www.pergamum.bib.ufba.br/pergamum/biblioteca/index.php>)

3.2.1.5 Indicadores do Aporte Teórico

Com a intenção de identificar a presença da TDE na construção do conceito de algoritmo em livros didáticos de computação usados nas escolas, foram elencados indicadores baseados nas características da Teoria da Transposição Didática de Chevallard (1991):

1 Como o conceito é explicitado, que elementos do conceito são apontados:

- O conteúdo é selecionado ou recortado de acordo com relevância, pertinência, significância para o desenvolvimento das competências da proposta pedagógica?
- Alguns aspectos ou temas são mais enfatizados, reforçados ou diminuídos?
- Existe relação do conhecimento em questão com os de outras áreas?
- O conhecimento aparece de forma contextualizada?

2 Localização do conceito no texto

- Distribuiu-se o conteúdo no tempo para organizar uma sequência, um ordenamento, uma série linear ou não linear de conceitos e relações?

3 Elementos do conceito apontados

- Forma de organizar e apresentar os conteúdos, por meio de textos, gráficos, entre outros.
- Estratégias de ensino para organizar situações de aprendizagem que promovam no estudante as competências que se quer desenvolver.
- Quais são os modelos/teorias associados ao conceito?

3.2.2 Exploração

A etapa de exploração foi dividida em duas fases I) Verificação, II) Observação. Na verificação foram realizadas análises em cada um dos documentos de acordo com os indicadores advindos da pré-análise. Na observação foram realizadas análises entre as informações obtidas na fase de verificação, a partir de categorias oriundas dos indicadores.

3.2.2.1 Fase de Verificação

Primeiro foi realizada uma verificação do saber sábio dos conceitos de algoritmo presente no livro acadêmico utilizado como referência (objeto de apreciação), e depois uma verificação do saber a ensinar presente em cada um dos livros didáticos utilizados no ensino de computação escolar para estudantes do ensino médio (objetos de investigação).

As verificações dos objetos de apreciação e de investigação foram realizadas em acordo com os indicadores gerais identificados na leitura flutuante realizada nos documentos na etapa de pré-análise. Na verificação dos livros didáticos usados na escola, também foram

analisados indicadores baseadas em aspectos e competências necessárias para que ocorra a TD.

Apesar de ser uma pesquisa direcionada, essa verificação ocorreu de forma aberta caso o pesquisador encontrasse aspectos não abordados pelas questões e foram realizadas de forma individual em cada um dos livros, iniciando com o livro acadêmico, por ser nessa pesquisa, considerado o conhecimento científico do conceito.

3.2.2.2 Fase de Observação

Depois de realizada a verificação dos indicadores, foram observadas categorias que agrupam os indicadores e realizadas observações entre essas informações. O agrupamento dos dezoito indicadores deu origem a duas categorias **Características da Transposição Didática** e **Construção do conceito de algoritmos**, e sua observação foi pautada nas narrativas presentes nos livros e no referencial teórico.

A partir dos resultados encontrados nessas observações, foi possível identificar as relações de Transposição Didática Externa entre um livro didático acadêmico e livros didáticos de computação escolar. E entender como ocorre o processo de Transposição Didática externa na construção do conceito de algoritmo presentes em livros didáticos de computação usados na escola.

3.2.3 Tratamento dos Resultados

Os dados obtidos nas pesquisas bibliográficas, na consulta de livros, artigos, dissertações, teses e outros materiais, compõem os capítulos teóricos utilizados para fundamentar as análises dos dados coletados.

Os dados e os resultados encontrados foram descritos nos próximos capítulos e apresentados na forma de texto, quadros, diagramas, tabelas e figuras. Da mesma maneira, as figuras que ilustram conteúdos dos livros analisados, foram apresentadas para verificar como os autores propõem o ensino do conceito de algoritmos.

Neste capítulo são descritas as verificações realizadas nos objetos investigados na pesquisa. Na Seção 4.1 estão detalhados os resultados encontrados com a verificação de indicadores referentes a Transposição Didática, no objeto de apreciação (livro referência). Nas seções 4.2 e 4.3 são apresentados os resultados das verificações realizadas nos dois objetos de investigação da pesquisa (livros didáticos estrangeiro e nacional).

VERIFICAÇÃO

Na intenção de entender a construção do conceito por meio do aporte teórico da Transposição Didática, foram identificados indicadores referentes ao aporte teórico, baseadas em aspectos e competências necessárias para que ocorra a TD. Esses indicadores do aporte teórico foram verificados apenas nos livros de computação utilizados na escola, pois nessa pesquisa o conceito contido no livro acadêmico foi considerado conhecimento científico e utilizado como referência para o saber sábio, portanto utilizado como a base teórica do conceito.

Assim, durante a fase de leitura flutuante dos documentos, foram identificados os indicadores: informações gerais, capa, formação dos autores, prefácio ou apresentação, sumário, diagramação, linguagem, definição do conceito de algoritmo, exemplificação do conceito, exercícios propostos, propostas de leitura adicional). E esses foram os indicadores utilizados na fase de verificação realizada nas próximas seções.

4.1 OBJETO DE APRECIÇÃO

Para a verificação dos indicadores no objeto de apreciação do conceito de algoritmos, foi utilizado o *Capítulo 1 - O Papel dos Algoritmos na Computação*, páginas 3 a 10, da 3ª edição do livro **Algoritmos - Teoria e Prática** de Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest e Clifford Stein traduzido para o português por Arlete Simile Marques e publicado pela editora Elsevier em 2012.

O livro apresenta um estudo de algoritmos para computadores, de forma versátil e completa, capaz de atender a alunos dos cursos de graduação e pós-graduação em algoritmos ou estruturas de dados. É considerado uma obra clássica amplamente adotada em universidades em todo o mundo, bem como padrão de referência para profissionais da área (SARAIVA, 2018).

Em sua capa a obra possui uma ilustração de uma estrutura algorítmica que remete visualmente ao seu próprio título, e que harmonicamente foi ilustrados com cores fortes, o que destaca a imagem e o título do fundo, que são compostos por cores neutras.

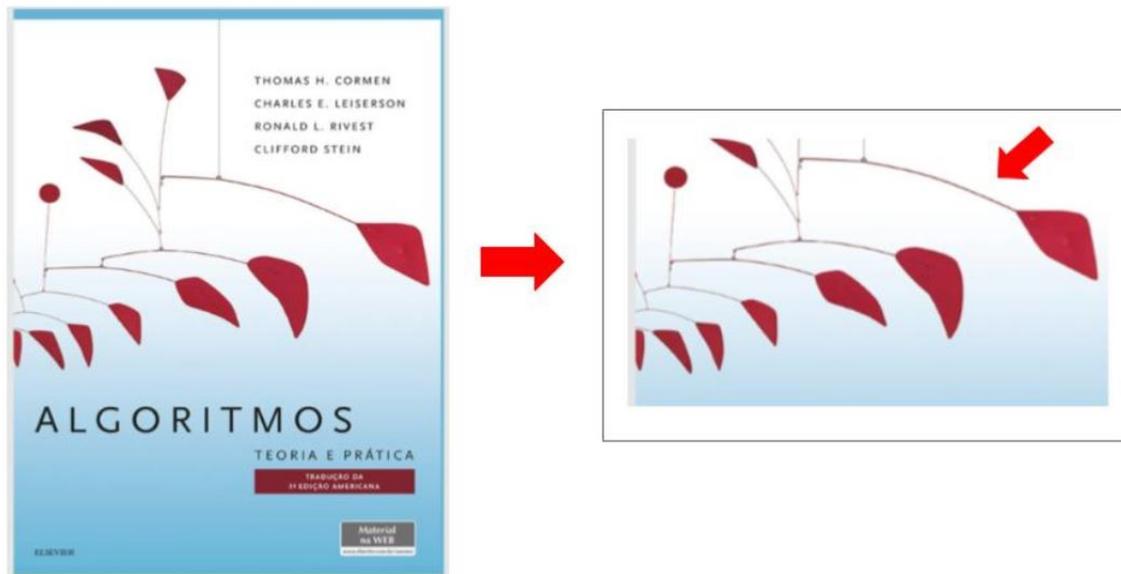


Figura 4.1 Capa do livro Algoritmos - Teoria e Prática
Fonte: Cormen et al. (2012)

Outro ponto de destaque apresentado na capa (Figura 4.1), são os nomes dos autores e para entender um pouco da noosfera do livro, buscou-se conhecer suas formações acadêmicas com uma breve pesquisa em suas páginas individuais:

Thomas H. Cormen - Professor do Departamento de Ciência da Computação na *Dartmouth College*, é bacharel em Engenharia Elétrica e Ciências da Computação pela Universidade de Princeton (1978) e mestre (1986) e doutor (1992) em Engenharia Elétrica e Ciência da Computação pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Seus interesses de pesquisa incluem engenharia de algoritmos, computação paralela, acelerando cálculos com alta latência.

Charles E. Leiserson - Professor no MIT, é bacharel em Ciência da Computação e matemática na Universidade Yale, e doutor em Ciência da Computação da Universidade Carnegie Mellon. Também chefe do grupo de pesquisa em teoria da computação do MIT *Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory*. Seus interesses de pesquisa incluem algoritmos, teoria da computação paralela e computação distribuída, em particular em suas aplicações práticas.

Ronald L. Rivest - Professor no MIT, onde ingressou em 1974 como membro do corpo docente do Departamento de Engenharia Elétrica e Ciência da Computação, é bacharel em Matemática pela Universidade de Yale (1969) e doutor em Ciência da Computação pela Universidade de Stanford (1974). Seus interesses de pesquisa são: criptografia, segurança de computadores e redes, algoritmos e segurança de votação.

Cliford Stein - Professor de Engenharia Industrial E Pesquisa Operacional e de Ciência da Computação na Columbia University em Nova York. Antes de ingressar na Columbia, ele passou nove anos como Assistente e Professor Associado no Departamento de Ciência da Computação do Dartmouth College em em New Hampshire. É bacharel em Engenharia pela da Universidade de Princeton em 1987, com Mestrado em Ciências pelo MIT (1989), doutor também pelo MIT (1992) e doutorado honorário da Universidade de Oslo (2010). Seus interesses de pesquisa incluem o projeto e análise de algoritmos, otimização combinatória, pesquisa de operações, algoritmos de rede, programação, engenharia de algoritmos e biologia computacional.

Além da capa, o livro é composto ainda pela folha de rosto, *copyright*, prefácio e o sumário como elementos pré-textuais. No prefácio, os autores definem o livro como uma introdução abrangente ao estudo de algoritmos, explicam que no seu decorrer são apresentados vários algoritmos desenvolvidos com profundidade e rigor matemático, mas elaboradas de forma acessíveis a leitores de todos os níveis. Caracterizam a escrita dos capítulos como acessível a todos que desejam entender sobre algoritmos, mesmo sendo um livro direcionado para cursos de graduação e pós-graduação em algoritmos ou estruturas de dados. Enumeram a quantidade de figuras, possivelmente para reforçar a ideia de uma linguagem comum e acessível, mas que não sofre perda em aprofundamento por meio de análises cuidadosas. E enfatizam a forte relação realizada com a matemática, visto que o conceito de algoritmos é oriundo da matemática.

O restante do prefácio possui um diálogo direcionado “ao professor”, “ao aluno”, “ao profissional” e “aos nossos colegas”.

No tópico direcionado aos professores, os autores apresentam a possibilidade do professor seguir diferentes trajetórias didáticas para o ensino, além disso, quantificam os exercícios e problemas que são apresentados na obra e caracterizam-na como versátil e rica em conteúdo.

Aproveitam o direcionamento aos professores e explicam quais elementos de cada capítulo são direcionados para o público de graduação e pós-graduação. Como o grau de complexidade aumenta no decorrer do capítulo, as primeiras seções de um capítulo podem ser usadas para ensinar alunos de graduação e o capítulo inteiro em cursos de pós-graduação, essas informações podem ser relevantes para possíveis planejamentos construídos a partir do material consultado. Explicam que alguns exercícios mais adequados à alunos de pós-graduação do que de graduação são assinalados com (*).

Como material de apoio ao professor e ao aluno, são disponibilizadas no site da editora: www.elsevier.com.br/cormen soluções para alguns problemas abordados ao longo do livro, porém durante o período de análise dessa pesquisa o link é direcionado para a seguinte mensagem “A página pode ter sido movida ou não existe, ou o link usado está incorreto”.

No tópico direcionado aos alunos, destacam os pré-requisitos necessários para a leitura/entendimento da obra, entendimento de procedimentos recursivos e estruturas de dados simples como arranjos e listas ligadas e evidenciam a necessidade do conhecimento matemático como pré-requisito, para garantir o avanço na compreensão do conceitos abordados.

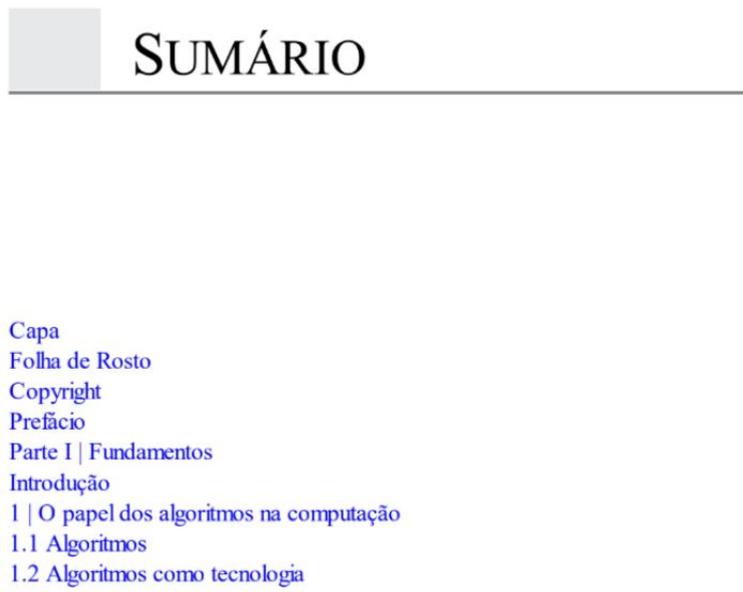
Explicam que o leitor ao se deparar com conteúdos com maior nível de complexidade matemática, poderão lograr de explicações detalhadas, de forma a garantir o alcance do

conteúdo apresentado para o público.

Afirmam que mesmo sendo um livro que traz um conteúdo, muitas vezes, pouco familiar ou difícil, foi tomado um cuidado para descrição de cada etapa, com explicações cuidadosas e fundamentadas na matemática, para que seja um material acessível e que proporcione ao leitor uma introdução agradável à área de algoritmos.

Ao final do prefácio são expostas as mudanças realizadas da segunda para a terceira edição e feito agradecimento a todos os colaboradores e seus respectivos projetos que contribuíram para a construção da obra.

Em relação ao sumário (Figura 4.2), na versão digital é composto por hiperlinks que direcionam para o capítulo ou a seção desejada. Ressalta-se que o conceito de algoritmo é apresentado logo após os elementos pré-textuais, na parte 1, com apresentação de fundamento na introdução e com uma explicação do papel dos algoritmos na computação, complementada nas seções 1.1 e 1.2. Algoritmos e Algoritmos como tecnologia.



The image shows a digital table of contents for the book 'Algoritmos - Teoria e Prática'. It features a grey square on the left and the word 'SUMÁRIO' in large, bold, black letters. Below this, a list of items is shown with blue hyperlinks. The items are: Capa, Folha de Rosto, Copyright, Prefácio, Parte I | Fundamentos, Introdução, 1 | O papel dos algoritmos na computação, 1.1 Algoritmos, and 1.2 Algoritmos como tecnologia.

Capa
Folha de Rosto
Copyright
Prefácio
Parte I Fundamentos
Introdução
1 O papel dos algoritmos na computação
1.1 Algoritmos
1.2 Algoritmos como tecnologia

Figura 4.2 Sumário do livro Algoritmos - Teoria e Prática
Fonte: Cormen et al. (2012)

A Parte I - Fundamentos foi definida pelos autores como uma introdução “suave” e utilizada para uma reflexão sobre a análise e o projeto de algoritmos, na intenção de mostrar as estratégias de projetos que foram utilizadas ao longo do livro, dessa forma, traz um breve resumo do que será abordado nos capítulos e apêndices.

No que se refere a diagramação vista no capítulo analisado, se percebe uma estrutura de seções e tópicos com alguns elementos numerados, outros destacados em negrito, alguns sublinhados e em cores diferentes (cinza ou preto). Os títulos possivelmente com tamanho da fonte por volta de 18, em preto e sublinhados apresentando numeração em tamanho grande e cor de destaque cinza do lado esquerdo. As seções também com numeração do lado esquerdo, com possível tamanho da fonte em 14, nas cores cinza. Títulos e

seções escritos todo em maiúsculo. Os tópicos foram destacados em negrito e alinhados à esquerda, assim como as seções, mas não apresentam numeração, e tamanho da fonte possível 12. O tamanho da fonte do texto está entre 10 a 11, espaçamento entre o texto de 1,15, apresentando um espaçamento maior entre títulos, seções, exercícios e tópicos, esses espaçamentos diferentes servem para auxiliar na visualização e leitura do texto, que neste capítulo não utiliza imagens. Sobre os exercícios propostos, eles aparecem numerados de acordo com a seção correspondente e em seguida a contagem referente a cada questão, sendo a contagem de questões iniciada a cada nova lista de exercícios, a contagem dos exercícios foi separada da contagem dos problemas, os autores formulam problemas ao final de cada capítulo, por isso começam sua numeração com o número do capítulo e em seguida com o número da questão, a cada capítulo a contagem das questões referentes aos problemas é reiniciada. A linguagem é formal, com presença de termos técnicos e matemáticos inerentes ao conhecimento científico computacional e matemático.

Os autores (CORMEN et al., 2012, 1)) conceituam algoritmo logo no início do livro, nos primeiros parágrafos do capítulo 1 da seguinte forma, “informalmente, um algoritmo é qualquer procedimento computacional bem definido que toma algum valor ou conjunto de valores como entrada e produz algum valor ou conjunto de valores como saída”, ou “é uma sequência de etapas computacionais que transformam a entrada na saída” e complementam explicando que “também podemos considerar um algoritmo como uma ferramenta para resolver um problema computacional bem especificado. O enunciado do problema especifica em termos gerais a relação desejada entre entrada e saída. O algoritmo descreve um procedimento computacional específico para se conseguir essa relação entre entrada e saída”.

Na intenção de apresentar técnicas de projetos e análises padronizadas, depois da apresentação conceitual de algoritmos, foi usado um exemplo de ordenação numérica. A partir desse exemplo, são abordados termos e conceitos como **sequência de entrada**, **sequência de saída**, **algoritmos de ordenação**, **instância** (Figura 4.3).

Por exemplo, poderia ser necessário ordenar uma sequência de números em ordem não decrescente. Esse problema surge com frequência na prática e oferece um solo fértil para a apresentação de muitas técnicas de projeto e ferramentas de análise padronizadas. Vejamos como definir formalmente o **problema de ordenação**:

Entrada: Uma sequência de n números $\langle a_1, a_2, \dots, a_n \rangle$.

Saída: Uma permutação (reordenação) $\langle a_1', a_2', \dots, a_n' \rangle$ da sequência de entrada, tal que $a_1' \leq a_2' \leq \dots \leq a_n'$.

Por exemplo, dada a sequência de entrada $\langle 31, 41, 59, 26, 41, 58 \rangle$, um algoritmo de ordenação devolve como saída a sequência $\langle 26, 31, 41, 41, 58, 59 \rangle$. Tal sequência de entrada é denominada **instância** do problema de ordenação. Em geral, uma **instância de um problema** consiste na entrada (que satisfaz quaisquer restrições impostas no enunciado do problema) necessária para calcular uma solução para o problema.

Como muitos programas a utilizam como etapa intermediária, a ordenação é uma operação fundamental em ciência da computação e, por isso, há um grande número de bons algoritmos de ordenação à nossa disposição. O melhor algoritmo para determinada aplicação depende — entre outros fatores — do número de itens a ordenar, do grau de ordenação já apresentado por esses itens, das possíveis restrições aos valores dos itens, da arquitetura do computador e do tipo de dispositivo de armazenamento que será utilizado: memória principal, discos ou até mesmo fitas.

Figura 4.3 Trecho do livro Algoritmos - Teoria e Prática

Fonte: Cormen et al. (2012, p. 1)

Também é feita uma breve explicação de como entender se o algoritmo está funcionando de forma correta, além de trazer a ideia de **controle de erros** e explicar que o algoritmo pode ser especificado em uma linguagem computacional.

Diz-se que um algoritmo é correto se, para toda instância de entrada, ele parar com a saída correta. Dizemos que um algoritmo correto resolve o problema computacional dado. Um algoritmo incorreto poderia não parar em algumas instâncias de entrada ou poderia parar com uma resposta incorreta. Ao contrário do que se poderia esperar, às vezes os algoritmos incorretos podem ser úteis, se pudermos controlar sua taxa de erros (Cormen et al., 2012, p.3).

Depois de apresentar o conceito de algoritmos e trazer elementos adjacentes importantes, são desenvolvidos os seguintes tópicos:

Que tipo de problemas são resolvidos por algoritmos?

Composto por listas de exemplos, esse tópico mostra alguns tipos de problemas que os algoritmos podem resolver, como armazenamento de grandes sequências de informações em bancos de dados, o desenvolvimento de ferramentas para análise desses dados, gerenciamento e manipulação de grande volumes de dados com determinação de boas rotas para sua transmissão, criptografia de chave pública e as assinaturas digitais e programação linear. Além disso, traz resumos de problemas específicos que o livro fornece técnicas para sua resolução e mostra os capítulos em que foram detalhados. Exibe também, duas características inerentes a muitos problemas algorítmicos, sendo que os problemas possuem aplicações práticas e várias possíveis soluções, porém encontrar uma solução que resolva um determinado problema, ou uma solução que seja a “melhor”, pode representar um desafio significativo (CORMEN et al., 2012)

Estrutura de dados Os autores trazem uma breve definição do que são estruturas de dados “uma estrutura de dados é um modo de armazenar e organizar dados com o objetivo de facilitar acesso e modificações. Nenhuma estrutura de dados única funciona bem para todas as finalidades e, por isso, é importante conhecer os pontos fortes e as limitações de várias delas” (CORMEN et al., 2012, 6)

Técnica

Nesse tópico os autores indicam aos leitores que “este livro lhe ensinará técnicas de projeto e análise de algoritmos para que você possa desenvolver algoritmos por conta própria, mostrar que eles fornecem a resposta correta e entender sua eficiência”. Explicam que o livro traça uma caminho para que o leitor possa aprender e não apenas encontrar as respostas dos problemas algorítmicos de imediato, e que para isso, “capítulos diferentes abordam aspectos diferentes da solução de problemas de algoritmos”.

Problemas difíceis

No tópico sobre problemas difíceis, é apresentado o termo **algoritmos eficientes** e a existência de problemas **NP-completos**. Começa com a explicação de que habitualmente a eficiência de um algoritmo é medida pelo tempo que demora para produzir seu resultado. Em seguida são apontados pontos interessantes a respeito do problemas **NP-completos**, e que conhecê-los é importante pela frequência com que surgem em aplicações reais.

Paralelismo

O tópico apontadas à existência de limitações físicas para o aumento da velocidade de relógios dos processadores, explica que a densidade de potência aumentada superlinearmente com a velocidade de relógio, gera o risco de derretimento dos chips quando essas velocidades atingem um certo nível. Indica como solução para esse problema, chips que usam não apenas um, mas vários “núcleos” de processamento, o que seria o mesmo que vários computadores sequenciais em um único chip, um “**computador paralelo**” e finaliza explicando que “para obter o melhor desempenho desses processadores com vários núcleos, precisamos produzir algoritmos que considerem o paralelismo”. Para fechar a seção 1.1 são propostos 5 exercícios (Figura 4.4), observa-se que são questões coerentes ao assunto abordado na seção.

- 1.1-1* Cite um exemplo real que exija ordenação ou um exemplo real que exija o cálculo de uma envoltória convexa.
- 1.1-2* Além da velocidade, que outras medidas de eficiência poderiam ser usadas em uma configuração real?
- 1.1-3* Selecione uma estrutura de dados que você já tenha visto antes e discuta seus pontos fortes e suas limitações.
- 1.1-4* Em que aspectos os problemas anteriores do caminho mais curto e do caixeiro-viajante são semelhantes? Em que aspectos eles são diferentes?
- 1.1-5* Mostre um problema real no qual apenas a melhor solução servirá. Em seguida, apresente um problema em que baste uma solução que seja “aproximadamente” a melhor.

Figura 4.4 Exercícios do Capítulo 1 do livro Algoritmos - Teoria e Prática
Fonte: Cormen et al. (2012, p. 7)

Após os exercícios, é feita uma breve abertura da seção 1.2 Algoritmos como Tecnologia, que fala sobre a importância de algoritmos eficientes, em seguida são desenvolvidos mais dois tópicos,

Eficiência

No tópico é explicado que “algoritmos diferentes criados para resolver o mesmo problema muitas vezes são muito diferentes em termos de eficiência. Essas diferenças podem ser muito mais significativas que as diferenças relativas a hardware e software”. São apresentadas as ideias de **ordenação por inserção e ordenação por intercalação**, a forma de calcular a eficiência individual desses algoritmos, e descrito um exemplo de aplicação do cálculo de eficiência entre esses dois algoritmos, para mostrar que embora a ordenação por inserção em geral seja mais rápida que a ordenação por intercalação para pequenos tamanhos de entradas, à medida que o tamanho do problema aumenta, também aumenta a vantagem relativa da ordenação por intercalação.

Algoritmos e outras tecnologias

Este último tópico é iniciado dando ênfase a importância dos algoritmos, frisando que devem ser considerados uma tecnologia, assim como o hardware dos computadores, pois o desempenho total do sistema depende da escolha de algoritmos eficientes tanto quanto da escolha de um hardware rápido. Aponta ainda que “embora algumas aplicações não exijam explicitamente conteúdo algorítmico no nível da aplicação, a maioria exige” e mesmo quando não exigem conteúdo algorítmico no nível da aplicação, os algoritmos

estão no núcleo da maioria das tecnologias usadas em computadores contemporâneos. E finalizam com uma importante afirmação,

Uma sólida base de conhecimento e técnica de algoritmos é uma das características que separam os programadores verdadeiramente qualificados dos novatos. Com a moderna tecnologia de computação, você pode executar algumas tarefas sem saber muito sobre algoritmos; porém, com uma boa base em algoritmos, é possível fazer muito, muito mais (Cormen et al., 2012, p.9).

No finalização do capítulo, ao final da 1.2, também foram propostos exercícios pertinentes ao assunto desenvolvido na seção, além de 3 exercícios também foi elaborado um problema, e ao todo no capítulo, foram propostos 8 exercícios e 1 problema, entendemos que os exercícios envolvem apenas uma interpretação do conteúdo abordado, enquanto que para resolução do problema deve-se interpretar e demonstrar o que foi estudado (Figura 4.5). Além disso, se nota um aumento na dificuldade dos exercícios propostos na 1.1 para a 1.2, possivelmente pelo grau de complexidade exigido nos assuntos abordados em cada seção.

O livro disponibiliza um material de apoio pedagógico com resoluções de problemas para ser utilizado pelo professor e pelo aluno, porém o material está indisponível. Além disso no final de cada capítulo são propostas referências que podem ser utilizadas como auxílio para estudos e leituras adicionais (Figura 4.6). E os apêndices A-D contêm um material matemático considerados pelos autores como material para ser usado como referência.

Exercícios							
1.2-1	Cite um exemplo de aplicação que exige conteúdo algorítmico no nível da aplicação e discuta a função dos algoritmos envolvidos.						
1.2-2	Suponha que estamos comparando implementações de ordenação por inserção e ordenação por intercalação na mesma máquina. Para entradas de tamanho n , a ordenação por inserção é executada em $8n^2$ passos, enquanto a ordenação por intercalação é executada em $64n \lg n$ passos. Para quais valores de n a ordenação por inserção supera a ordenação por intercalação?						
1.2-3	Qual é o menor valor de n tal que um algoritmo cujo tempo de execução é $100n^2$ funciona mais rapidamente que um algoritmo cujo tempo de execução é 2^n na mesma máquina?						
Problemas							
1-1	Comparação entre tempos de execução						
	Para cada função $f(n)$ e cada tempo t na tabela a seguir, determine o maior tamanho n de um problema que pode ser resolvido no tempo t , considerando que o algoritmo para resolver o problema demore $f(n)$ microssegundos.						
	1 segundo	1 minuto	1 hora	1 dia	1 mês	1 ano	1 século
$\lg n$							
\sqrt{n}							
n							
$n \lg n$							
n^2							
n^3							
2^n							
$n!$							

Figura 4.5 Exercícios do Capítulo 1 do livro Algoritmos - Teoria e Prática
Fonte Cormen et al., 2012, p. 9 - 10

NOTAS DO CAPÍTULO

Existem muitos textos excelentes sobre o tópico geral de algoritmos, entre eles os de Aho, Hopcroft e Ullman [5, 6]; Baase e Van Gelder [28]; Brassard e Bratley [54]; Dasgupta, Papadimitriou e Vazirani [82]; Goodrich e Tamassia [148]; Hofri [175]; Horowitz, Sahni e Rajasekaran [181]; Johnsonbaugh e Schaefer [193]; Kingston [205]; Kleinberg e Tardos [208]; Knuth [209, 210, 211]; Kozen [220]; Levitin [235]; Manber [242]; Mehlhorn [249, 250, 251]; Purdom e Brown [287]; Reingold, Nievergelt e Deo [293]; Sedgewick [306]; Sedgewick e Flajolet [307]; Skiena [318] e Wilf [356]. Alguns dos aspectos mais práticos do projeto de algoritmos são discutidos por Bentley [42, 43] e Gonnet [145]. Pesquisas na área de algoritmos também podem ser encontradas no *Handbook of Theoretical Computer Science, Volume A* [342] e no *CRC Algorithms and Theory of Computation Handbook* [25]. Avaliações de algoritmos usados em biologia computacional podem ser encontrados nos livros didáticos de Gusfield [156], Pevzner [275], Setubal e Meidanis [310] e Waterman [350].

Figura 4.6 Notas sobre o Capítulo 1 do livro Algoritmos - Teoria e Prática
Fonte Cormen et al. (2012, p. 10)

4.2 OBJETO DE INVESTIGAÇÃO ESTRANGEIRO

Como objeto de investigação estrangeiro do conceito de algoritmos, foi utilizado o *Capítulo 2 - Algoritmos*, do livro *Computer Science Field Guide* de Tim Bell *et al.*, com sua versão em HTML disponível em www.csfieldguide.org.nz e seu código no repositório do GitHub (<https://github.com/uccser/cs-field-guide>), na versão em inglês 2.12.2, lançada em 5 de Junho de 2018, publicado pelo CS Education Research Group em Canterbury na Nova Zelândia.

O *Computer Science Field Guide* em tradução livre Guia de Campo de Ciência da Computação, é um livro didático interativo online, *open source*, que utiliza uma abordagem construtivista, direcionado ao ensino de CC escolar, a intenção é adaptá-lo para padrões que possam ser utilizados em todo o mundo. A versão 2.12.2 está disponível em Inglês e Polonês; a primeira versão disponível no site data de 3 de Fevereiro de 2015 e é *closed source*.

É disponibilizado em duas versões, sendo a versão do estudante apresentada por meio de textos, vídeos, imagens, jogos e atividades interativas (jogos educativos ou demonstrações) e a versão do professor (livro do professor) com informações adicionais num nível maior de complexidade. Nas duas versões, as atividades podem ser usadas sem ser necessário instalação de nenhum software, pois se concentram em demonstrações acessíveis com interações que podem ser utilizadas usando apenas um navegador web.

O livro é dividido em capítulos, cada um alinhado com um tópico da CC. Cada capítulo possui um vídeo introdutório ao conteúdo, de 1 a 5 minutos, com o objetivo de abordar uma visão geral dos principais conceitos do capítulo. A ampla gama de tópicos abordados no CSFG é importante para ajudar os alunos a conhecerem o vasto campo que a computação abrange, além da programação (BELL, 2014, 2).

Os capítulos foram elaboradas relativamente autônomos, de modo que o leitor não precise se preocupar com uma dependência de um capítulo em relação a outro, os poucos que se baseiam nos capítulos anteriores explicam os pré-requisitos para seu entendimento. As seções são iniciadas com uma "quadro geral", justificando por que o tópico é útil para entender e projetar sistemas de computador, e o que pode ser obtido usando as principais idéias do capítulo. Em seguida, são apresentados exemplos e, em alguns casos, atividades interativas.

Cada capítulo é finalizado com "história completa" do assunto que foi abordado, e sugestões para leitura adicional de livros e sites gerais sobre ciência da computação para o capítulo em particular.

É importante relatar a trajetória de criação e desenvolvimento do CSFG, para mostrar sua importância na introdução do ensino de CC na Nova Zelândia, ressaltar a relevância desse livro didático e mostrar as principais características do objeto estudado.

Para construir esse histórico, foi realizada uma pesquisa no site do livro, documentos oficiais disponibilizados pelo Ministério de Educação da Nova Zelândia e por trabalhos (artigos, dissertações e teses) escritos ou orientados pelos fundadores do projeto.

História de criação do CSFG

Em 2011 o Ministério da Educação da Nova Zelândia incluiu a CC em suas diretrizes educacionais, a partir disso, passou a fazer parte do exame de qualificação oficial da escola,

o Certificado Nacional de Conquistas Educacionais - *National Certificate of Educational Achievement* (NCEA)¹. O NCEA é um exame nacional de qualificação para os alunos do ensino médio da Nova Zelândia, composto por três certificados nos Níveis 1, 2 e 3 que são estudados no ensino médio nos anos 11, 12 e 13 - no Brasil os referidos anos escolares são equivalentes ao 1^o, 2^o e 3^o ano do ensino médio.

As certificações adquiridas por meio do NCEA são reconhecidas por empresas e universidades na Nova Zelândia e no exterior. Seus níveis 1, 2 e 3 fazem parte do Quadro de Qualificações da Nova Zelândia - *New Zealand Qualification Framework* (NZQF) “uma agência governamental responsável pela qualidade e garantia de avaliação de qualificações secundárias e não universitárias” (BELL; ANDREAE; ROBINS, 2014, 4), “é uma estrutura baseada em resultados, descrita em termos de conhecimento, habilidades e atributos, e sua aplicação” (NZQA, 2016, 2), é dividido em 10 níveis, abrange uma série de qualificações desde os certificados de nível 1 até o doutorado, com o certificado de nível 1 sendo o menos complexo.

Os currículos educacionais da Nova Zelândia devem informar qual o nível de conhecimento e habilidades o estudante alcançará ao se formar, bem como direcionar a quais oportunidades de educação e emprego seu nível de qualificação se adequa. Depois do ensino médio, os estudantes que desejam continuar seus estudos em nível superior, entre os níveis 4 a 10, podem escolher entre várias opções de educação, desde universidades a organizações de treinamento para indústria, entre outros.

O rápido desenvolvimento e introdução da computação nas diretrizes educacionais e da NCEA colidiram com a falta de recursos educacionais, isso deixou muitos professores de escolas que optaram por adotar esses padrões sentindo-se despreparados para ensinar o assunto e com pouca confiança em suas próprias habilidades (BELL et al.; 2014, p. 1). A partir dessa problemática o Departamento de Ciência da Computação e Engenharia de Software da Universidade de Canterbury² desenvolveu o projeto do Guia de Campo da Ciência da Computação - (CSFG), com o objetivo de elaborar um livro didático para ser utilizado como guia no ensino da CC, acessível a alunos, professores, educadores e desenvolvedores de todo o mundo.

O projeto foi parcialmente financiado pelo Grupo de Pesquisa em Educação em Ciência da Computação da Universidade de Canterbury - *UC Computer Science Educacion*³, pela *National Science Foundation*⁴ (NSF) uma agência federal dos Estados Unidos que apoia pesquisas nos campos da ciência e engenharia, pela *Internet NZ*⁵ empresa responsável pelo registro de domínio .nz, pela *Microsoft*⁶ e pelo *Google*⁷.

O primeiro rascunho do livro foi desenvolvido por Tim Bell, mas o resultado final foi um trabalho colaborativo, escrito por voluntários que desenvolvem trabalhos/pesquisas em educação em CC ao redor do mundo, foi escrito em três fases 1, 2 e 3 progressiva-

¹<https://www.nzqa.govt.nz/ncea/>

²<https://www.canterbury.ac.nz/>

³<https://www.canterbury.ac.nz/engineering/schools/csse/research/cse/>

⁴<https://www.nsf.gov/about/>

⁵<https://internetnz.nz/>

⁶<https://www.microsoft.com/en-us/philanthropies>

⁷<https://www.google.com/>

mente introduzidas nos anos 2011, 2012 e 2013 respectivamente nas séries 11, 12 e 13. Atualmente é desenvolvido em parceria com a Escola de Pós-Graduação da Marinha em Monterey⁸, Califórnia e coordenado pelos pesquisadores Tim Bell e Peter Denning.

Cada capítulo foi escrito por autores diferentes, o capítulo 2 - Algoritmos foi escrito por,

- **Caitlin Duncan** - Licenciada em Ciência da Computação (2013) pela Universidade de Canterbury e atualmente *PHD student* em Ciência da Computação na mesma universidade, seus interesses de pesquisa são em Ciência da Computação e educação em programação, Ciência da Computação e Pensamento Computacional na sociedade, Mulheres na Computação e Cultura tecnológica e diversidade;
- **Tim Bell** - Professor dr. em Ciência da Computação pela Universidade de Canterbury, possui interesses de pesquisa que incluem educação em ciência da computação, incluindo gerenciamento: Guia de Campo de Ciência da Computação e o projeto *Computer Science Unplugged*, compressão e computadores e música.

Na página inicial do CSFG o usuário deve selecionar o idioma que deseja, o material está disponível nas versões inglês, polonês e o guia do professor em Polonês, possui uma ilustração com dois bonecos palitos e um computador com uma estrutura em árvore na tela, remetendo a pessoas estudando elementos da computação (Figura 4.7).

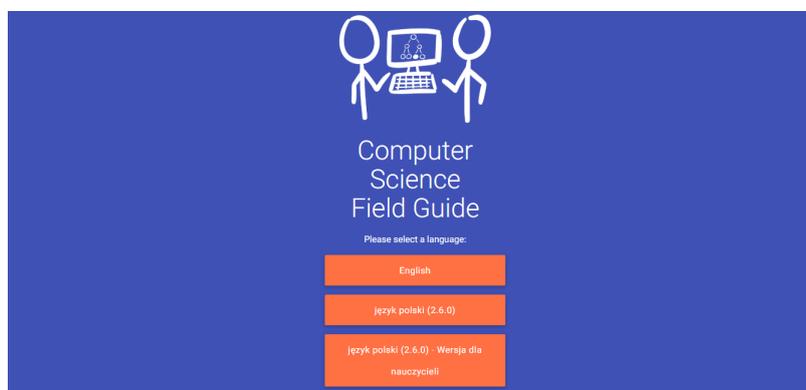


Figura 4.7 Página inicial do CSFG
Fonte: Bell et al. (2018)

Depois da escolha do idioma, o aluno é direcionada para a página inicial do guia (Figura 4.8), composta por ícones que direcionam para os capítulos, guias para os currículos de avaliação utilizados na Nova Zelândia, para mais informações e o download do PDF, também disponibiliza os links para o manual do professor e do código no GitHub, tem uma seção abaixo com patrocinadores e links úteis. Também possui uma estrutura de tópicos que fica visível no lado esquerdo da página, um sumário.

⁸[\(https://www.nps.edu/\)](https://www.nps.edu/)

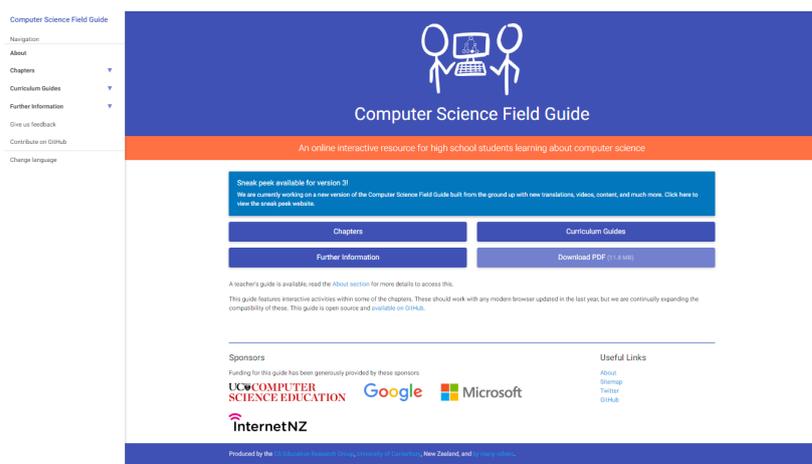


Figura 4.8 Página inicial da versão em inglês do CSFG
Fonte: Bell et al. (2018)

Quando o aluno clica no sumário, a página é direcionada para o capítulo escolhido e aparece um índice no lado direito da tela, com os tópicos desenvolvidos e os autores responsáveis por sua escrita. Esse índice é interativo e o leitor consegue acompanhar o tópico que está acessando, visualizando uma marcação vermelha na lateral esquerda do índice, que se move sempre que o mouse se movimenta para cima ou para baixo.

A versão analisada foi escrita em inglês, o texto é apresentado em linguagem informal, simulando um diálogo com o leitor, mas que não se distancia do rigor que os conteúdos exigem, utiliza de pseudocódigo para descrever os passos de um algoritmo. O pseudocódigo se aproxima de linguagem de programação, mas é um conjunto de instruções informais, pois não tem regras rígidas.

O capítulo 2 referente ao conteúdo de algoritmos (Figura 4.9), é extenso, e apresenta um grau de complexidade que aumenta a cada seção, isso provavelmente se deve ao fato do guia ser elaborado para ser usado com alunos de 1^o a 3^o ano. Como esta pesquisa visa analisar a parte introdutória do conceito de algoritmo, a análise foi realizada nas seções 2.1 a 2.1.4.

O capítulo é iniciado com um vídeo de 4 min que contextualiza o uso de algoritmos na resolução de problemas cotidianos. No vídeo, a repórter propõe que alunos encontrem um livro específico em meio aos milhares de livros da biblioteca, na Universidade de Canterbury, cada um dos alunos utiliza uma forma diferente de **busca**, no final do desafio, o aluno que utilizou o algoritmo mais eficiente para resolver o problema proposto, foi o que conseguiu encontrar o livro mais rapidamente.

Os autores iniciam a parte textual reforçando a ideia do vídeo, falando sobre a presença do algoritmo em todos os dispositivos computacionais e reforçando sua importância na ciência da computação, no desenvolvimento de softwares e na elaboração de programas **eficientes e livres de erros**. E lembram que existem diferentes algoritmos para resolver o mesmo problema, mas que alguns têm um melhor desempenho que outros.

Falam sobre a rapidez dos computadores em manipular, mover e examinar dados, mas

The screenshot shows the 'Computer Science Field Guide' website. The main heading is '2. Algorithms'. Below it is a video player with a play button. To the right of the video is a 'Table of Contents' section with links to 'What's the big picture?', 'Algorithms, Programs and Informal Instructions', 'Algorithm cost', 'Algorithm Correctness', 'Searching and Sorting', 'Searching', 'Sorting', 'What makes an algorithm?', 'The whole story!', and 'Further reading'. Below the table of contents are the authors 'Caitlin Duncan' and 'Tim Bell'. The left navigation menu includes 'Introduction', 'Algorithms' (highlighted), 'Programming Languages', 'Human Computer Interaction', 'Data Representation', 'Coding - Introduction', 'Coding - Compression', 'Coding - Encryption', 'Coding - Error Control', 'Artificial Intelligence', 'Complexity and Tractability', 'Computer Graphics', 'Computer Vision', 'Formal Languages', 'Network Communication Protocols', 'Software Engineering', 'Curriculum Guides', and 'Further Information'.

Figura 4.9 Página inicial do capítulo 2 - Algoritmos do CSFG
Fonte: Bell et al. (2018)

que com um grande volume de dados eles podem levar um tempo maior para examinar cada um, mostrando que, algoritmos eficientes apresentam um desempenho melhor não importa o volume de dados analisados.

Conceituam **algoritmo** como “um processo passo a passo que descreve como resolver um problema e / ou completar uma tarefa, que sempre dará o resultado correto” (Bell et al. 2018) e um **Programa de computador** como “uma implementação específica de um algoritmo, escrito em uma linguagem de programação específica, com um resultado muito específico para qualquer entrada específica” (Bell et al., 2018).

Ao longo da seção são expostos exemplos de códigos em Python e Scratch (linguagens de programação) implementadas de forma diferente, mas que resolvem o mesmo algoritmo. E abordado sobre o **custo de um algoritmo**, que explicam estar relacionado com o desempenho de um algoritmo com base no tamanho de sua entrada, “O custo de um algoritmo como o tempo que um programa leva (que executa o algoritmo) para concluir ou o número de etapas que o algoritmo executa antes de terminar” (Bell et al., 2018).

Sobre entender se um algoritmo está funcionando corretamente, mostram a necessidade da criação de casos de “**teste** para verificar se o algoritmo produz saída correta para valores de entrada específicos” mas que mesmo com a utilização de testes, ainda não é suficiente para mostrar se um **algoritmo está correto**, pois até mesmo um algoritmo que está correto para dois casos de teste pode estar incorreto para todas as outras entradas (Bell et al., 2018).

Portanto a correção de algoritmos “é particularmente importante ao comparar dois algoritmos que resolvem o mesmo problema. Se um algoritmo é muito rápido para ser concluído, mas produz resultados incorretos, algumas vezes ele pode ser muito menos útil do que um algoritmo correto que é mais lento”.

Para manter uma visão geral, no final de cada capítulo são apresentadas sugestões de livros e sites gerais sobre ciência da computação, como leitura adicional (Figura 4.10).

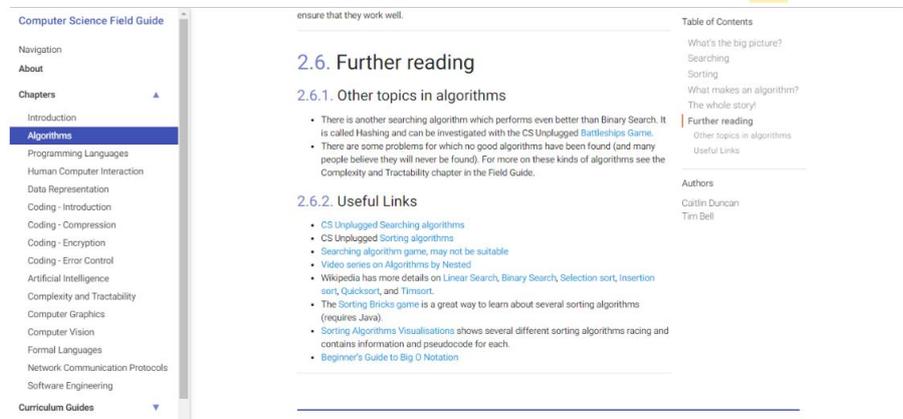


Figura 4.10 Sugestões de leitura adicional capítulo 2 - Algoritmos do CSFG
Fonte Bell et al. 2018

Como apoio ao professor, existe um grupo do Google *csgf-teachers* para que os professores se mantenham informados sobre possíveis atualizações. Além disso, o guia dispõe de uma versão para o professor (Figura 4.11).

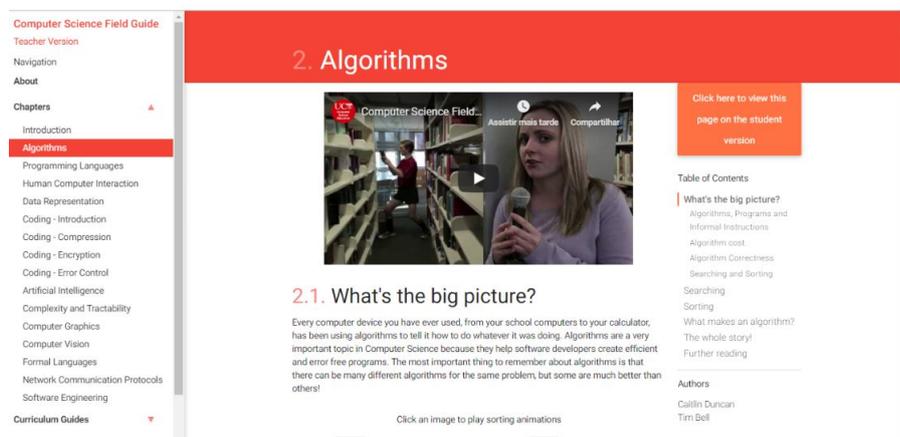


Figura 4.11 Página inicial do manual do professor do CSFG
Fonte Bell et al. 2018

As páginas referentes ao guia do professor possuem destaques na cor vermelha, possivelmente para diferenciá-lo da versão do aluno que tem os destaques na cor azul. Os capítulos possuem quadros com notas direcionadas ao professor, com informações que incluem respostas e/ou dicas que não aparecem na versão do aluno (Figura 4.12).

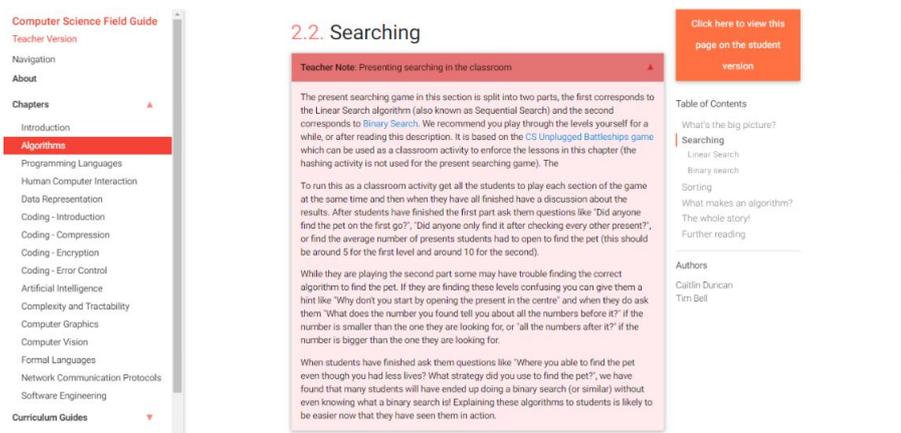


Figura 4.12 Nota do professor presente no manual do professor do CSFG
Fonte Bell et al. 2018

4.2.1 Indicadores referentes a Transposição Didática

Para verificação referente ao aporte teórico, foram respondidas as características ou questões dos indicadores.

1 Como o conceito é explicitado, que elementos do conceito são apontados:

- O conteúdo é selecionado ou recortado de acordo com relevância, pertinência, significância para o desenvolvimento das competências da proposta pedagógica?

Quando se fala de eficiência, é apontado a importância da matemática, mas não são explicados os cálculos.

- Alguns aspectos ou temas são mais enfatizados, reforçados ou diminuídos?

Recortes em conteúdos de eficiência, complexidade de algoritmo e testes.

- Existe relação do conhecimento em questão com os de outras áreas?

Matemática e linguagens.

- O conhecimento aparece de forma contextualizada?

Contextualiza o conhecimento tanto no dia-a-dia dos alunos, quanto em aplicações computacionais

2 Localização do conceito no texto

- Distribui-se o conteúdo no tempo para organizar uma sequência, um ordenamento, uma série linear ou não linear de conceitos e relações?

Se observa um aumento no grau de complexidade ao longo do capítulo.

3 Elementos do conceito apontados

- Forma de organizar e apresentar os conteúdos, por meio de textos, gráficos, entre outros.

Usam imagens, vídeo, simulações, hiperlinks, notas, pseudocódigo.

- Estratégias de ensino para organizar situações de aprendizagem que promovam no estudante as competências que se quer desenvolver.

Leitura adicional, simulações, audiovisual, proposta de problemas

- Quais são os modelos/teorias associados ao conceito?

Importância dos algoritmos em CC, programas eficientes e livres de erros, eficiência, pseudocódigo, linguagem, definição de algoritmos, linguagem de programação, programas, custo de um algoritmo, complexidade de algoritmo, testes e algoritmos de busca.

Com as respostas obtidas durante a verificação do aporte teórico, percebeu-se:

Que o conceito é explicitado em meio a conteúdos adjacentes selecionados de acordo com relevância e pertinência, para o desenvolvimento das competências e habilidades necessária à alunos do Ensino Médio, e desenvolve os seguintes elementos para construção do conceito de algoritmos: importância dos algoritmos em CC, programas eficientes e livres de erros, eficiência, pseudocódigo, linguagem, definição de algoritmos, linguagem de programação, programas, custo de um algoritmo, complexidade de algoritmo, testes e algoritmos de busca.

Quando levado em consideração o conhecimento científico presente no objeto de apreciação, se percebe recortes nos conteúdos sobre eficiência, complexidade de algoritmo e testes, possivelmente esses recortes se devem a pertinência e significância dos elementos necessário ao ensino no ambiente educacional escolar, que deve se ater a uma sequência didática condizente com os conhecimentos prévios do aluno.

Se percebe também, um recorte nas explicações sobre eficiência, que no conhecimento científico vem atrelado a cálculos matemáticos, contudo esse recorte não prejudica a aprendizagem do aluno. Pois, apesar de haver um recorte no conteúdo de eficiência, é um dos temas mais enfatizados ao longo da seção, junto com a abordagem sobre algoritmos corretos e o processo de correção de algoritmos.

Existe uma relação do conhecimento em algoritmo com a matemática, apesar dos cálculos matemáticos não estarem presentes, sua importância é citada ao longo do texto, e com a linguagem, sua relevância se deve a importância da linguagem e da forma que é utilizada por demonstrar algoritmos ou programas.

O livro distribui o conteúdo no tempo para organizar uma sequência didática, assim o conceito de algoritmos aparece ao longo do texto, na seção 2.1.1, é organizado de forma que o grau de complexidade dos conteúdos aumente ao longo do capítulo, e consegue desenvolver o conhecimento de forma contextualizada, com a presença de vários exemplos que vão desde problemas corriqueiros a aplicações computacionais, que podem ser resolvidas por algoritmos.

Por fim, apresenta seus conteúdos, por meio de textos, imagens, vídeo, simulações, hiperlinks, notas interativas e pseudocódigo e utiliza como estratégias de ensino para organizar situações de aprendizagem leituras adicionais, simulações, estímulo audiovisual e proposta de resolução de problemas.

4.3 OBJETO DE INVESTIGAÇÃO NACIONAL

Como objeto de investigação nacional do conceito de algoritmos, foi utilizado o *Capítulo 1 - Introdução à Lógica de Programação*, páginas 1 a 13, da 3ª edição do livro **Lógica de Programação: a construção de algoritmos e estruturas de dados** de André Luiz Villar Forbellone e Henri Frederico Eberspächer publicado em 2005 pela editora Pearson Prentice Hall em São Paulo.

O livro apresenta um texto introdutório simples e objetivo, foi pedagogicamente concebido para estudantes que estão iniciando seus estudos na área de construção de algoritmos e programação de computadores, é utilizado como apoio curricular às disciplinas do ensino médio e superior.

Em sua capa (Figura 4.13) a obra possui três ilustrações, i) teclado, com ênfase em uma tecla com uma seta para cima, uma versão da obra ‘O pensador’ de Auguste Rodin e o desenho de três engrenagens, ii) marca d’água com números binários, iii) diagrama com nome dos autores, título, subtítulo e número da edição. Entendemos que as ilustrações da capa colocam a Lógica de Programação como peça fundamental entre hardware e software, e a construção de algoritmos e estrutura de dados como elementos norteadores para compreensão dessa lógica.

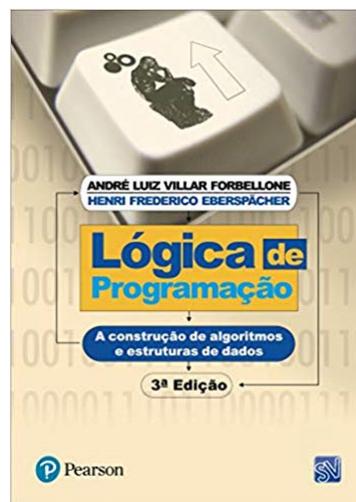


Figura 4.13 Capa do livro Lógica de Programação
Fonte: Forbellone e Eberspächer (2005)

Para entender um pouco da noosfera do livro, buscou-se conhecer a formação acadêmica e atuação profissional dos autores, por meio de uma breve pesquisa em suas páginas individuais:

- **André Luiz Villar Forbellone**⁹ - Gerente Sênior de Projetos na Volvo em Curitiba/PR, é bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Paraná (1992), com ampla experiência em gerenciamento de projetos em vários e variados projetos no setor de Tecnologia da Informação (TI) incluindo funções administrativas e técnicas em projetos críticos de TI. Seus conhecimentos técnicos são: Engenharia de Software, Banco de Dados Relacional, ajuste de banco de dados Oracle, metodologia e programação orientada a objetos, integração de sistemas, mobile banking, e-commerce, ferramentas de gerenciamento de projetos, Business Intelligence, Data Warehouse, Infraestrutura de TI;
- **Henri Frederico Eberspächer**¹⁰ - Professor Titular da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), é graduado em Engenharia de Computação pela PUCPR (1994), mestre em Engenharia Elétrica e Informática Industrial pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (1998) e doutor em Computação pela *Université Montpellier II - Laboratoire d'Informatique, Robotique et Microélectronique de Montpellier* - França (2007). Além de professor na PUCPR, atuou como coordenador de cursos de graduação Engenharia de Computação e Sistemas de Informação, coordenador de projetos de pesquisa e desenvolvimento criando o Laboratório de Mídias Interativas e coordenador de projetos de capacitação/extensão tecnológica Projeto PCT. Atualmente é coordenador da especialização em *App Development* e seus interesses de pesquisa incluem computação pervasiva, plataformas móveis, Role-Based Collaboration, ambientes virtuais e o impacto do uso das redes na comunicação e na sociedade.

Além da capa, o livro é composto ainda por folha de rosto, copyright, dedicatória, sumário e prefácio como elementos pré-textuais.

Em relação ao sumário (Figura 4.14), o conceito de algoritmo é apresentado no último tópico da primeira seção do capítulo 1, na página 3, tópico *O que é um algoritmo?* e continua a ser desenvolvido na seção *Algoritmizando a lógica*, nas páginas 3 a 13.

No prefácio, o livro é apresentado pelo autores como de caráter didático, com um texto que não requer nenhum conhecimento prévio em computação e é independente de características de máquina, pois é voltado para a lógica de programação. Seu uso é indicado para componentes curriculares que necessitam de uma ferramenta de apoio pedagogicamente concebida para facilitar o aprendizado de programação. Explicam que utilizaram uma estratégia que aborda o passo a passo de cada tópico, o que permite uma aprendizagem gradual e consciente. Frisam a utilização de uma linguagem informal, com inúmeros exemplos e analogias, e que a pseudolinguagem adotada é intencionalmente próxima das linguagens de programação comumente adotadas em escolas e universidades como primeira linguagem.

No restante do prefácio é feito um resumo dos sete capítulos do livro, depois apresentadas a melhorias em relação às edições anteriores, entre elas, a elaboração de material online de apoio, no qual professores e estudante encontram uma lista adicional com outras

⁹<https://www.linkedin.com/in/andrelvf/?originalSubdomain=br>

¹⁰<http://lattes.cnpq.br/8478621011631880>

SUMÁRIO	
PREFÁCIO	XI
CAPÍTULO I — INTRODUÇÃO À LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO.....	I
NOÇÕES DE LÓGICA	1
O QUE É LÓGICA?.....	1
EXISTE LÓGICA NO DIA-A-DIA?	2
MAS E A LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO?.....	2
O QUE É UM ALGORITMO?	3
ALGORITMIZANDO A LÓGICA	3
POR QUE É IMPORTANTE CONSTRUIR UM ALGORITMO?.....	3
VAMOS A UM EXEMPLO?.....	3
DE QUE MANEIRA REPRESENTAREMOS O ALGORITMO?.....	9
EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO I	12
EXERCÍCIOS PROPOSTOS	12
RESUMO	13

Figura 4.14 Sumário do livro Lógica de Programação
Fonte: Forbellone e Eberspächer (2005, p. XI)

sugestões de exercícios e apresentações referentes a cada capítulo, que podem ser usadas em sala de aula.

No que se refere a diagramação, foram utilizadas fontes grandes que facilitam a leitura do texto, um espaçamento provável de 1,5 entre o texto e grandes espaçamentos entre títulos e seções. Os títulos iniciais de cada capítulo são numerados com fonte grande e cor preta. As numerações dos títulos usam fonte grande e cor cinza, ainda na parte inicial de cada capítulo são apresentados os objetivos do capítulo e lista do que será ensinado no capítulo (Figura 4.15).

<p>INTRODUÇÃO À LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO</p> <p>Objetivos</p> <p>Apresentar os conceitos elementares de lógica e sua aplicação no cotidiano. Definir algoritmo. Estabelecer uma relação entre lógica e algoritmos: a lógica de programação. Exemplificar a aplicação dos algoritmos utilizando situações do dia-a-dia. Comparar as principais formas de representação dos algoritmos.</p>	<p style="font-size: 48pt; text-align: center;">1</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Introdução à lógica de programação ▶ Algoritmizando a lógica ▶ Conceitos e exemplos de algoritmos ▶ Noções de fluxos de controle
--	---

Figura 4.15 Capítulo 1 do livro Lógica de Programação
Fonte: Forbellone e Eberspächer (2005, p. 1)

Os títulos das seções são todo em maiúsculo e usam tamanhos de fontes diferente de

acordo com o nível. Os códigos são destacados com o nome ‘algoritmo’ em maiúsculo e negrito e sua numeração correspondente, em ordem crescente, número inicial referente a numeração do capítulo, seguido do número do exemplo e do nome que descreve o problema, o pseudocódigo é apresentado entre riscos lineares, abaixo do título do algoritmo e ao final do código, cada linha de código é pontuada com um marcador (Figura 4.16). A apresentação dos diagramas e fluxogramas são semelhantes a do pseudocódigo. Na parte superior de cada página aparece o nome ‘Capítulo’ e a numeração referente, o título do capítulo e o número da página. No final de cada capítulo é feito um resumo apresentado dentro de uma caixa de texto.

Figura Passo a passo do algoritmo troca de lâmpada

ALGORITMO I.1	Troca de lâmpada
	<ul style="list-style-type: none"> • pegar uma escada; • posicionar a escada embaixo da lâmpada; • buscar uma lâmpada nova; • subir na escada; • retirar a lâmpada velha; • colocar a lâmpada nova.

Figura 4.16 Passo a passo do algoritmo troca de lâmpada
Fonte: Forbellone e Eberspächer (2005, p. 4)

É escrito em linguagem informal, apresenta um texto fluído, de fácil leitura e entendimento, mesmo para leitores iniciantes em computação. O pseudocódigo utilizado é representado em uma linguagem simples, que se aproxima das linguagens de programação, mas não exige o conhecimento da sintaxe de nenhuma linguagem específica.

O capítulo 1 - Introdução à lógica de programação inicia apresentando os objetivos do capítulo (apresentar os conceitos elementares de lógica e sua aplicação no cotidiano, definir algoritmo, estabelecer uma relação entre lógica e algoritmos: a lógica de programação, exemplificar a aplicação dos algoritmos utilizando situações do dia-a-dia e comparar as principais formas de representação dos algoritmos) e os pontos abordados (introdução a lógica de programação, algoritmizando a lógica, conceitos e exemplos de algoritmos e noções de fluxos de controle).

Depois da apresentação inicial, o livro traz **noções de lógica** respondendo os questionamentos expostos abaixo,

O que é lógica?

A palavra lógica é frequentemente associada apenas à matemática, mas também se aplica a outras ciências. Pode ser relacionada com a “correlação do pensamento”, ou considerada a “arte de bem pensar” que é a “ciência das formas de pensamento”, e que estuda e ensina a colocar “ordem no pensamento”. O tópico traz ainda exemplos de **silogismos** para explicar a Lógica Proposicional.

Existe lógica no dia-a-dia?

Os autores explicam que sempre que pensamos, a lógica ou a falta dela nos acompanha,

que percebemos sua importância teórica e prática em atividades corriqueiras como pensar, falar, escrever ou agir corretamente e traz exemplos de silogismos em situações diárias.

Mas e a Lógica de Programação?

A lógica é tida como algo abstrato, intangível, mas pode ser expressada por meio da fala e da escrita que por sua vez são determinadas por um idioma que segue padrões, cada idioma tem seus padrões, mas todos podem expressar um mesmo raciocínio. Ocorre algo semelhante a **lógica de programação**, que pode ser concebida por uma mente que a compreende e representada em qualquer uma das **linguagens de programação** existentes.

O que é um Algoritmo?

Os autores indicam que o principal objetivo do estudo de lógica de programação é a construção de algoritmos coerentes e válidos e utilizam a seguinte definição para o termo algoritmo - é “uma sequência de passos que visam atingir um objetivo bem definido” (FORBELLONE; EBERSPACHER, 2005, p. 3).

Complementam o conceito explicando que além do entendimento do conceito, ao elaborarmos um algoritmo, devemos especificar ações claras e precisas, que a partir de um estado inicial, após um período de tempo finito, produzem um estado final previsível e bem definido. Isso significa que o algoritmo fixa um padrão de comportamento a ser seguido, uma norma de execução a ser trilhada, com vistas a alcançar, como resultado final, a solução de um problema, garantindo que sempre que executado, sob as mesmas condições, produza o mesmo resultado” (FORBELLONE; EBERSPACHER, 2005, p. 3).

Ainda sobre algoritmos, a seção **Algoritmizando a lógica** responde mais alguns questionamentos:

Porque é importante construir um algoritmo?

Nesse tópico os autores afirmam que um algoritmo tem o objetivo de representar o mais fiel possível o raciocínio envolvido na lógica de programação e que permitem a abstração de uma série de detalhes computacionais e que “outra importância da construção dos algoritmos é que uma vez concebida uma solução algorítmica para um problema, esta pode ser traduzida para qualquer linguagem de programação e ser agregada das funcionalidades disponíveis nos diversos ambientes; costumamos denominar esse processo de codificação” (FORBELLONE; EBERSPACHER, 2005, p. 3).

Vamos a um exemplo

Todo o tópico foi desenvolvido a partir da descrição do passo a passo de um algoritmo para troca de uma lâmpada, para essa descrição foi utilizado português coloquial e a complexidade do algoritmo aumentou a cada novo assunto (Figura 4.17).

Depois da primeira descrição do passo a passo para a troca de uma lâmpada, visto na imagem acima no algoritmo 1.1, foi explicado sobre sequenciação, “é uma convenção com o objetivo de reger o fluxo de execução do algoritmo, determinando qual a primeira ação a ser executada e qual ação vem a seguir. Nesse caso, a sequência é linear, de cima para baixo, assim como é a sequência pela qual lemos um texto, de cima para baixo e da esquerda para a direita” (FORBELLONE; EBERSPACHER, 2005, p. 3).

Essa explicação auxilia no entendimento a respeito do fluxo de funcionamento e de leitura de um algoritmo. Outros assuntos abordados foram o uso de teste com o **condicional (se, se não - estruturas de condição)** que permite ou não que o fluxo de

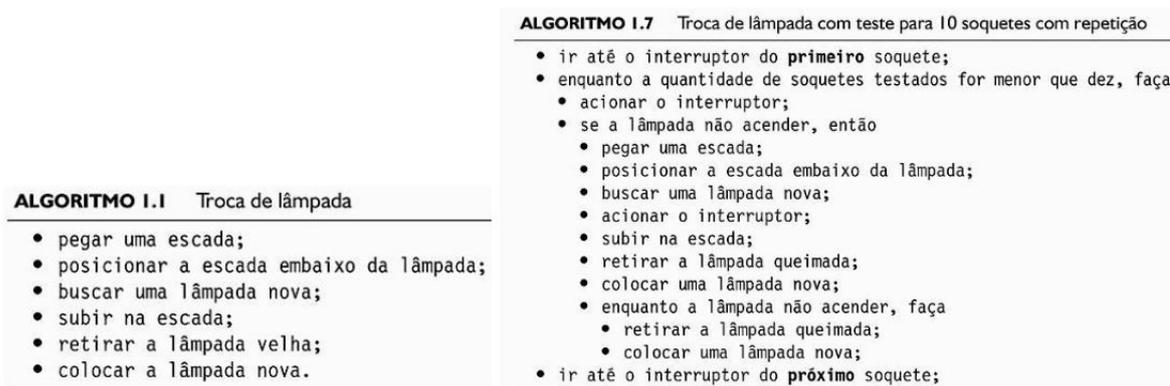


Figura 4.17 Passo a passo do algoritmo troca de lâmpada

Fonte: Forbellone e Eberspächer (2005, p. 3 e p. 8)

execução passe por um determinado conjunto de ações; foi feita uma breve explicação sobre o que significa um **algoritmo correto**, “está correto quando atinge seu objetivo” e observado que existem diversas soluções corretas para um algoritmo, mas algumas soluções requerem menos esforço e maior objetividade para alcançar o objetivo desejado, **eficiência**.

Durante a tentativa de melhorar o algoritmo, foi exemplificada uma situação de fluxo contínuo, um loop infinito, o código ficou executando sem parar, porque não apresentava uma condição de parada, então a solução apresentada foi utilizar o enquanto (estrutura de repetição), para executar repetições com um número indefinido, porém finito de ações, assim,

quando deparamos com a inviabilidade da aplicação da estrutura de seleção para a verificação do êxito na troca da lâmpada, precisamos repetir um mesmo trecho do algoritmo, o que foi realizado alterando-se o fluxo de execução de modo que ele passasse pelo mesmo trecho diversas vezes, enquanto a condição não fosse satisfeita; agimos de forma semelhante na situação de trocar dez lâmpadas, construindo uma estrutura de repetição (FORBELLONE; EBERSPACHER, 2005, p. 3).

De que maneira representamos o Algoritmo?

Existem diversas formas de representar um algoritmo, sejam elas textuais ou gráficas. As formas gráficas, na forma de diagrama (Figura 4.18) ou fluxograma (Figura 4.19), permitem um nível maior de clareza na visualização do fluxo de execução, são mais fiéis ao raciocínio original.

Porém é necessário conhecer as convenções de cada técnica gráfica e pode ser extremamente trabalhoso elaborá-las quando se trata de um algoritmo maior, por esses motivos, os autores explicam que optaram por métodos textuais para representar os algoritmos, e que escolheram o português, todavia apontam para a ambiguidade da língua. Para evitar a ambiguidade Forbellone e Eberspächer (2005, p.11) afirmam, “utilizaremos um

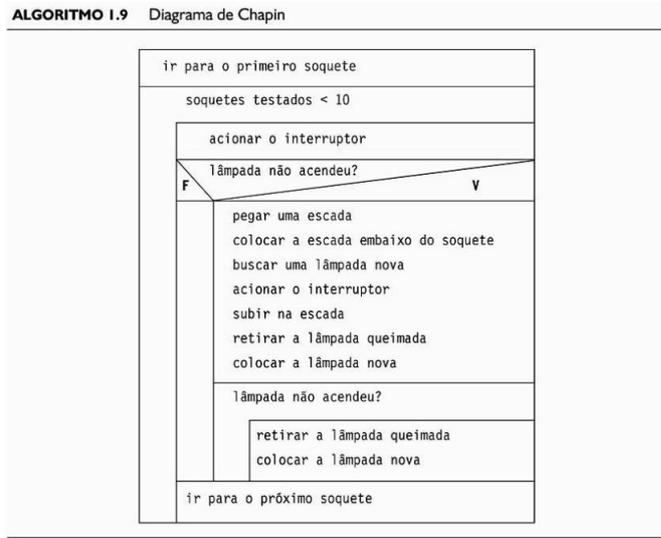


Figura 4.18 Diagrama do algoritmo troca de lâmpada
Fonte: Forbellone e Eberspächer (2005, p. 11)

conjunto de regras que visam restringir e estrutura o uso do português na representação dos algoritmos e que, intencionalmente, se aproximam da maneira pela qual o fazem as linguagens de programação reais (como C e Pascal), com a finalidade de facilitar a futura condição dos algoritmos.”

Cada capítulo conta com exercícios de fixação, pertinentes aos assuntos de cada subitem, e exercícios propostos, que cobrem todo o conteúdo abordado no capítulo. O capítulo analisado apresenta 4 exercícios de fixação e 5 exercícios propostos.

Ao final é apresentado um quadro com o resumo do assunto, com grifos nos conceitos desenvolvidos (Figura 4.20).

O livro possui um material online para suporte ao professor e ao aluno no site http://wps.prenhall.com/br_forbellone_logicaprog_br, que traz o prefácio, errata do livro, recursos adicionais para o professor, listas de exercícios extras e um link para contato. O acesso aos recursos adicionais para o professor solicita uma senha para acesso e não conseguimos acessar durante o tempo de análise desta pesquisa, os outros links estão disponíveis à todos. E nos anexos encontram-se resoluções dos exercícios de fixação.

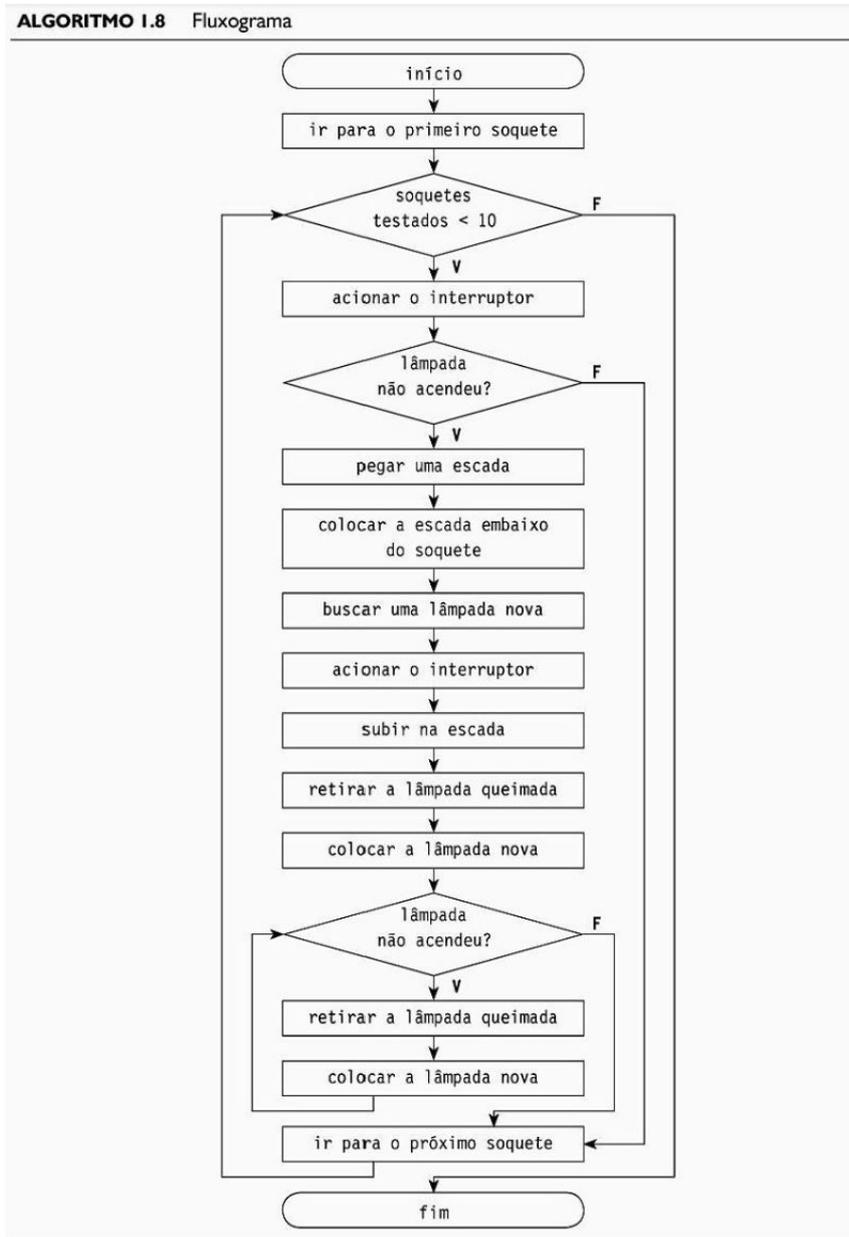


Figura 4.19 Fluxograma do algoritmo troca de lâmpada

Fonte: Forbellone e Eberspächer (2005, p. 10)

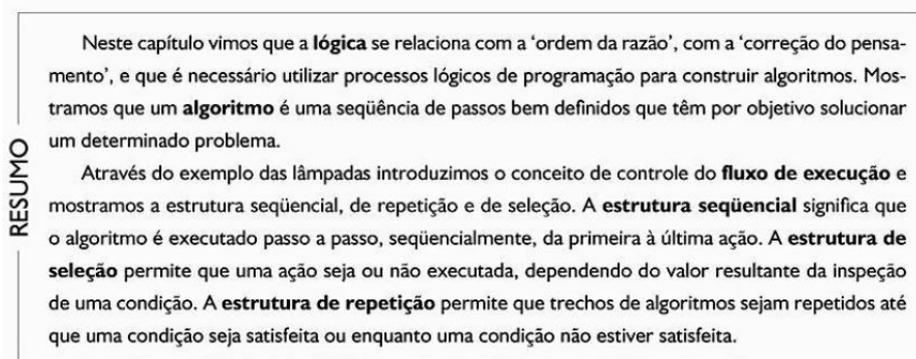


Figura 4.20 Resumo referente ao Capítulo 1 do livro Lógica de Programação
Fonte: Forbellone e Eberspächer (2005, p. 13)

4.3.1 Indicadores referentes a Transposição Didática

Para verificação referente ao aporte teórico, foram respondidas as características ou questões dos indicadores.

1 Como o conceito é explicitado, que elementos do conceito são apontados:

- O conteúdo é selecionado ou recortado de acordo com relevância, pertinência, significância para o desenvolvimento das competências da proposta pedagógica?

Observam-se recortes quando abordados os assuntos de eficiência, o entendimento do que é um algoritmo correto e modificações de termos na conceituação de algoritmos, quando levamos em consideração as explicações referentes ao conhecimento científico

- Alguns aspectos ou temas são mais enfatizados, reforçados ou diminuídos?

Lógica, programação, processo de codificação de um algoritmo são enfatizados, a descrição do fluxo de execução de um algoritmo é reforçada.

- Existe relação do conhecimento em questão com os de outras áreas?

Lógica, lógica de programação e linguagem utilizada na lógica (pseudocódigo).

- O conhecimento aparece de forma contextualizada?

Contextualiza o conhecimento tanto no dia-a-dia dos alunos, quanto em aplicações computacionais

2 Localização do conceito no texto

- Distribui-se o conteúdo no tempo para organizar uma seqüência, um ordenamento, uma série linear ou não linear de conceitos e relações?

Observa-se um aumento no grau de complexidade ao longo do capítulo.

3 Elementos do conceito apontados

- Forma de organizar e apresentar os conteúdos, por meio de textos, gráficos, entre outros.

Usam diagramas, fluxogramas e pseudocódigos.

- Estratégias de ensino para organizar situações de aprendizagem que promovam no estudante as competências que se quer desenvolver.

Leitura adicional, exercícios de fixação e exercícios propostos

- Quais são os modelos/teorias associados ao conceito?

Lógica, aplicação a lógica, lógica de programação, linguagens de programação, processo de codificação, pseudocódigo para descrição de código, fluxo de execução, testes, condicionais, testes seletivos, eficiência, condição de parada, repetições (loop infinito), teste condicional e estrutura de repetição, programa de computador.

Com as respostas obtidas durante a verificação do aporte teórico, percebeu-se:

O conteúdo é organizado numa sequência de conceitos e relações da seguinte maneira, o capítulo começa com uma explicação do que é lógica e sua aplicação no dia-a-dia, depois define o que é um algoritmo, interliga lógica de programação a algoritmos e exemplifica a aplicação de algoritmos. Durante a explicação do exemplo, nesse caso um algoritmo para troca de lâmpada, são desenvolvidos os conceitos de execução de um algoritmo, condicionais, testes condicionais, eficiência, loop infinito, condição de parada e estrutura de decisão e de repetição, o grau de complexidade do algoritmo vai aumentando ao longo do capítulo o que possibilita a explicação dos conceitos adjacentes.

Esses conteúdos adjacente são relevantes para o desenvolvimento das competências necessárias à aprendizagem do conceito, durante o desenvolvimento desses conteúdos se pode observar recortes quando abordados os assuntos de eficiência, o entendimento do que é um algoritmo correto e modificações de termos na conceituação de algoritmos, quando levamos em consideração as explicações referentes ao conhecimento científico.

Alguns temas como lógica, programação, processo de codificação de um algoritmo são enfatizados, a descrição do fluxo de execução de um algoritmo é reforçada, com a apresentação de vários pseudocódigos, o processo matemático relevante para verificar a eficiência de uma algoritmo não foi abordado neste capítulo. O conceito de algoritmos é associado a lógica, lógica de programação e linguagem utilizada na lógica (pseudocódigo). O conhecimento aparece de forma contextualizada, os autores já no prefácio afirmam que ao longo do livro são “utilizados inúmeros exemplos e analogias provenientes do dia-a-dia para facilitar a explicação dos conceitos e para aproximar os temas abstratos a assuntos ligados ao cotidiano do leitor”.

Os exemplos citados no capítulo analisado são situações corriqueiras, que possivelmente são conhecidas pelos alunos e utilizam uma linguagem coloquial tanto na parte textual quando na representação dos algoritmos, o que possivelmente facilita seu entendimento.

O conceito de algoritmo foi apresentado na página 3, no tópico *O que é um algoritmo?* na seção *Noções de Lógica*, ao longo do capítulo, o conceito foi associado teorias/modelos associadas a lógica, lógica de programação, linguagem de programação, fluxo de execução, estrutura de seleção e estrutura de repetição.

Como forma de organizar e apresentar os conteúdos, os autores dividiram o capítulo em 2 seções (*Noções de Lógica*, *Algoritmizando a Lógica*) e fizeram 7 perguntas divididas entre as duas seções para desenvolver o conteúdo, a descrição do passo a passo dos algoritmos foi feita por meio de textos, utilizando pseudocódigos, e o fluxo de execução de um algoritmo também foi representado em um fluxograma e em um diagrama.

No desenvolvimento de estratégias de ensino para organizar situações de aprendizagem que promovam no estudante as competências que se quer desenvolver, são apresentados exemplos ao longo do texto, que contextualizam os conceitos, são feitos silogismos simples que auxiliam na explicação sobre lógica e por último é utilizado um exemplo sobre a elaboração de um algoritmo para troca de uma lâmpada que vai aumentando o grau de complexidade ao longo do capítulo. Além disso, são apresentados 4 exercícios de fixação e 5 exercícios propostos, pertinentes aos assuntos de cada subitem e que cobrem todo o conteúdo abordado no capítulo.

No Capítulo 5 são apresentadas as observações realizadas após a etapa de verificações dos indicadores referentes a Transposição Didática, e demonstradas no capítulo 4. Na seção 5.1 são apresentadas e delineadas as categorias identificadas nos objetos da pesquisa após as verificações.

OBSERVAÇÃO

Depois de verificados os indicadores e organizadas informações detalhas sobre os objetos de pesquisa (Apêndice B.1, B.2, B.3, B.4), foram definidas as categorias utilizadas na etapa de observações, que objetivou analisar os dados obtidas nos objetos de apreciação e de investigação.

5.1 ANÁLISE DAS CATEGORIAS

Os indicadores foram advindos e nomeados em conformidade com inferências referente a leitura fluente realizada nos documentos e do estudo do aporte teórico da teoria da Transposição Didática. Após a fase de verificação do documentos, onde foi realizada uma análise mais detalhada de elementos pré-textuais e dos capítulos referentes ao conceito de algoritmo, nos objetos de apreciação e de investigação, se percebeu que esses indicadores poderiam ser agrupados em grandes categorias. A aglutinação dos dezenove indicadores deu origem a duas categorias chamadas de **Características da Transposição Didática** e **Construção do conceito de algoritmos**. Tais categorias estão pautadas nas narrativas presentes nos livros, referencial teórico e levantadas na fase de verificação.

Após a análise das narrativas presentes em cada documento de acordo com as categorias de análise, os livros foram descrito individualmente da seguinte maneira.

Categoria: Características da Transposição Didática

- **Algoritmos - Teoria e Prática** (Apêndice C.1) foi escrito para ser utilizado em um ambiente acadêmico, em cursos de graduação e pós-graduação, os autores tiveram cuidado com a linguagem, sem perder profundidade nos conteúdos, mantendo um rigor matemático. Os capítulos são relativamente independentes, e iniciam com um material mais fácil e finalizam as seções com um mais difícil. Os autores frisam para o planejamento na elaboração do livro e para a tentativa de que os conteúdos sejam acessíveis ao leitor, com uma introdução ‘suave’ e leitura ‘agradável’, com

uma linguagem comum e em pseudocódigo projetado para ser fácil de ler por qualquer pessoa.

- ***Computer Science Field Guide*** (Apêndice C.2) é um recurso online, inicialmente desenvolvido como um livro digital online para alunos do Ensino Médios, atualmente é um guia para o ensino de computação. Foi projetado em duas versões, uma para o aluno e outra para o professor, na intenção que o estudante tenha uma aprendizagem interativa, em meio aos capítulos e seções apresenta resumos ou links do que foram vistos em outras unidades. Utiliza uma linguagem coloquial, remetendo um diálogo, no desenvolvimento dos algoritmos usa pseudocódigos.
- **Lógica de Programação** (Apêndice C.3) um livro com caráter didático e pedagogicamente concebido para facilitar o aprendizado, detalha o passo a passo dos conteúdos, na intenção de permitir uma melhor aprendizagem ao aluno. Os autores conferem um grau de complexidade acessível para iniciantes, escrito em linguagem informal, utilizam pseudocódigo para descrever os algoritmos e evitam utilizar jargões técnicos.

Categoria: Construção do conceito de algoritmos

- **Algoritmos - Teoria e Prática** (Apêndice C.4) O primeiro conceito desenvolvido é o de algoritmos, começa com uma explicação genérica e depois o define como uma sequência de passos que transforma um entrada em saída, em seguida explica o que é uma entrada e uma saída e o que são problemas computacionais. Fala sobre a importância e utilização dos algoritmos de ordenação, explica o que é um algoritmo correto, o que são estruturas de dados, apontam para relevância da eficiência de um algoritmo e finalizam com a importância do algoritmo tanto na computação quanto no mundo real.
- ***Computer Science Field Guide*** (Apêndice C.5) inicia mostrando a importância dos algoritmos, fala da possibilidade de algoritmos diferentes para resolução de um mesmo problema, e que algumas dessas soluções apresentam um melhor desempenho do que outras. Defini algoritmos como “um processo passo a passo que descreve como resolver um problema e / ou completar uma tarefa, que sempre dará o resultado correto”. Para descrição dos algoritmos, usa pseudocódigo e linguagens de programação como Python e Scratch. Fala o que é um programa e uma linguagem de programação, sobre o custo de um algoritmo, a utilização de testes para verificar entrada e saída de valores específicos e entender se o algoritmo está correto, e finaliza com algoritmos de busca.
- **Lógica de Programação** (Apêndice C.6)os primeiros assunto abordados são lógica, e lógica de programação, em seguida traz o conceito de algoritmo “como uma sequência de passos que visam atingir um objetivo bem definido”. Aponta para a utilização de linguagens de programação no processo de codificação de algoritmos. Mostra exemplos de pseudocódigo em português coloquial, utilizando testes, condição de parada, testes condicionais e estruturas de repetição, e finaliza o capítulo explicando o que é um programa.

CONCLUSÃO

Esta pesquisa objetivou *investigar a construção do conceito de algoritmo em livros de computação (usados na escola) por meio da Transposição Didática Externa*, utilizou como suporte teórico a teoria da Transposição Didática, com a intenção de entender a Transposição Didática Externa que acontece na transformação entre o saber sábio para saber a ensinar, e realizou uma análise de documentos, por meio de análise de conteúdo fundamentada em Bardin (2011), para responder o seguinte questionamento, *como a Transposição Didática Externa se configura na construção do conceito de algoritmo em livros didáticos de computação usados na escola?*

Foi realizada uma verificação de como o conceito de algoritmos é desenvolvido em um livro de computação acadêmico e em dois livros de computação usados na escola, essa verificação foi iniciada pelo livro acadêmico, visto que seu conteúdo nesse trabalho foi considerado o conhecimento científico presente no saber sábio e em seguida realizada a verificação dos dois livros usados na escola referentes ao saber a ensinar. E direcionada por indicadores advindos da primeira leitura realizada em cada um dos livros e compostos por elementos inerentes aos documentos analisados. Também foram elaborados e analisados indicadores relacionados a TD, esses verificados apenas nos livros escolares.

Durante a verificação dos documentos, foi possível perceber que cada um dos três livros constrói um trajeto de ensino diferente para o conceito de algoritmo. Observamos indícios que a formação dos autores influenciaram o trajeto da construção do conceito, visto que onde há um matemático e engenheiro existe uma forte linguagem técnica e matemática, onde há um professor pesquisador de educação em computação notou-se uma abordagem didática direcionada para a educação básica e onde há um gestor de projetos e um professor de computação, uma linguagem objetiva e de fácil compreensão para alunos de escolas e universidades.

Percebemos que entre o conceito de algoritmo construído na esfera do saber a ensinar e o contido no seguimento do saber sábio, se observa uma redução entre o conhecimento científico para o conhecimento desenvolvido na escola, possivelmente essas modificações sejam inerentes ao saber escolar o que consolida a existência da TD. Essas reduções e/ou

modificações transcorreram desde as mudanças nos termos utilizados para conceituar algoritmo, a resumos na apresentação dos conceitos adjacentes e trajetórias diferentes para no desenvolvimento do conceito.

Verificamos a confirmação da ocorrência da Transposição Didática Externa no conhecimento contido no saber sábio e no saber a ensinar, pois nos 3 (três) documentos são desenvolvidas as competências necessárias para que ocorra a TD e obedecidas as 5 (cinco) regras elaboradas por Astolfi e Develay (1995), portanto os capítulos analisados, referentes ao conceito de algoritmo, modernizam e atualizam o saber a ensinar, conseguem articular o conhecimento científico em conhecimento escolar, ou seja articulam o saber “novo” com o “antigo”, transformam o saber em exercícios e problemas e tornam o conceito mais compreensível.

Frisamos que apesar de não termos realizado uma análise formal das características de TD no livro acadêmico, conseguimos perceber elementos de TD desde o seu sumário, perpassando pelo prefácio até a abordagem dada ao conceito estudado. Já havíamos antecipado essa possibilidade, pois entendemos que os autores durante a elaboração do livro tem o cuidado com a sequência didática abordada, o grau de complexidade, o tipo de linguagem utilizada, as formas de representação e exemplificação dos conceitos e teorias, entre outras características. Outro ponto relevante que nos levou a essa conclusão, foram os estudos realizados, durante a escrita do referencial teórico deste trabalho, nos artigos de Alonzo Church e Alan Turing, publicados em 1936, que formalizaram o conceito de algoritmo. No que se refere aos livros do saber a ensinar analisados, concluímos que tanto o Computer Science Field Guide quanto o Lógica de Programação: a construção de algoritmos e estruturas de dados utilizados para o ensino de computação na escola passaram por um processo de TDE e correspondem ao que é proposto nos planos pedagógicos dos Itinerários Formativos presentes no Guia do Novo Ensino Médio, podendo ser utilizados por alunos e professores, já que possuem uma linguagem e abordagem coerente com à realidade sociocultural da maioria das escolas públicas brasileiras e dos sujeitos escolares que as compõem.

Ressaltamos que embora o CSFG apresente o conceito de algoritmos de forma mais teórico e abrangente, não possui uma tradução para o português e a falta de acesso a internet e/ou computadores também pode ser caracterizado um fator limitante, por ser um livro online. Faz-se necessário salientar que o guia está disponível gratuitamente em todas as suas versões e pode ser utilizado fisicamente se impresso em sua versão em PDF, todavia, essa versão não dispõe dos mesmos recursos interativos presentes no livro online. Já o livro Lógica de Programação é um livro físico, escrito em português, por autores brasileiros que conseguem utilizar uma linguagem próxima a da escola, e mesmo não sendo um livro propositalmente desenvolvido para ser utilizado na escola, pode ser utilizado nesse ambiente; desenvolve o conceito de algoritmos a partir da apresentação de conteúdo com baixo grau de complexidade, bem como é de fácil entendimento para quaisquer públicos de leitores. Dessa forma, as duas obras podem ser utilizadas para ensinar computação em escolas nacionais, e a escolha da utilização entre cada uma delas dependerá do plano pedagógico que o professor e/ou a instituição de ensino seguir, no que concerne o ensino de computação no Ensino Médio.

Por fim, entre o saber sábio e o saber a ensinar, o conceito de algoritmo passa por

modificações de termos, que simplificam o entendimento do conceito para qualquer leitor, mas que não alteram o sentido da definição, e entre os livros usados na escola, o conceito é apresentado com a utilização de termos semelhantes. Sobre os conceitos adjacentes ao de algoritmo, os utilizados nos três livros foram eficiência, controle de erros, algoritmos de busca e a relevância do conceito de algoritmo para a computação, entre os livros usados na escola aparecem linguagens de programação, pseudocódigo, testes, programa.

Compreendemos que independente de como se configura o trajeto da construção do conceito de algoritmo nos livros analisados, o relevante é que a TDE existiu, portanto, o conceito de algoritmo foi bem desenvolvido nesses documentos em decorrência do planejamento dos conteúdos à serem apresentados para que não fossem um mero resumo, mas sim uma transformação para conceitos compreensíveis, com a utilização de uma linguagem próxima a do aluno, com exemplos presentes em seu dia-a-dia, explicações objetivas e concisas sobre os conteúdos, entre outras características inerentes a TD.

6.1 AMEAÇAS À VALIDADE

Nesta pesquisa, foram identificadas as possíveis ameaças à validade:

- neste trabalho a pesquisadora realizou inferências sobre os objetos de investigação; portanto, sua perspectiva pode ter influenciado a compreensão dos dados.
- no processo de definição dos livros didáticos que seriam analisados, foi realizada uma busca no PNLD dos últimos 5 anos, e constatado que não existem recomendações de livros didáticos para componentes escolares de computação ou informática; por isso, optou-se em utilizar amostra por conveniência.

6.2 DIFICULDADES ENCONTRADAS

A falta de trabalhos semelhantes em computação foi uma dificuldade encontrada durante o desenvolvimento desta pesquisa. Poucos trabalhos foram encontrados na literatura de computação utilizando explicitamente a expressão "Transposição Didática". Outros usam essa expressão como meras citações, em vez de estudos sobre o tema.

Outra grande dificuldade foi a escolha dos livros a ser analisados, como CC não é um componente obrigatório, o PNLD não sugere livros escolares para seu ensino, por isso a escolha de um livro de computação escolar estrangeiro e de um livro acadêmico usado na escola.

6.3 CONTRIBUIÇÕES

Espera-se que os resultados alcançados nesta pesquisa ofereçam as seguintes contribuições:

No âmbito teórico

- apresentação de reflexões sobre o conceito de algoritmo presente em livros acadêmico e escolares;
- identificação de possibilidades de Transposição Didática na computação escolar;

- contribuição em pesquisas sobre computação e educação, acrescentando um estudo na linha de investigação no campo da Transposição Didática em livros de computação para escolares;
- apresentação da relevância da utilização da Transposição Didática entre o saber sábio e o saber a ensinar na elaboração de livros didáticos de computação para escolares.

No âmbito prático

- entendimento de como ocorre a construção do conceito de algoritmo nos livros analisados;
- explicação de como ocorre a Transposição Didática Externa entre o saber sábio e o saber a ensinar em livros de computação usados na escola;
- utilização da perspectiva documental com análise de conteúdo no processamento dos dados colhidos nos livros examinados;

No âmbito tecnológica

- reflexão sobre o ensino do conceito de algoritmo na transposição entre saber sábio e o saber a ensinar.

6.4 TRABALHOS FUTUROS

Com relação aos trabalhos futuros, identificou-se as seguintes oportunidades de pesquisas:

- a realização de um estudo de caso, para investigar a Transposição Didática Interna do conceito de algoritmo, com a intenção de entender como o educador transforma o ‘saber a ensinar’ em ‘saber ensinado’;
- investigação da formação dos autores dos livros didáticos aqui analisados com a intenção de possibilitar o contexto dessas produções, e relacionar esse contexto a TD que cada livro apresenta;
- investigação do processo de TD em outros livros de computação, em outros conceitos da computação e em contextos educacionais diferentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRÃO, L. G. *Propostas para a transposição didática: o grande desafio da educação lingüística*. Dissertação (Mestrado) — Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.
- ACM. Csta k–12 computer science standards. *ACM*, 2011. Disponível em: https://cdn.ymaws.com/www.csteachers.org/resource/resmgr/Docs/Standards/CSTA_K-12_CSS.pdf. Acesso em: 12 mar. 2019.
- ACM. Csta k–12 computer science standards. *ACM*, 2017. Disponível em: <https://www.doe.k12.de.us/cms/lib/DE01922744/Centricity/Domain/176/CSTA20Computer20Science20Standards20Revised202017.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2019.
- ALMEIDA, G. P. d. *Transposição didática: por onde começar*. São Paulo: Cortez, 2007.
- APPOLINÁRIO, F. *Dicionário de metodologia científica: um guia para a produção do conhecimento científico*. São Paulo: Atlas, 2009.
- ASTOLFI, J.-P.; DEVELAY, M. *A Didática das Ciências*. [S.l.]: Papyrus Editora, 1995.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. 70. ed. São Paulo: [s.n.], 2011.
- BELL, T. Establishing a nationwide cs curriculum in new zealand high schools. *Commun. ACM*, ACM, New York, NY, USA, v. 57, n. 2, p. 28–30, fev. 2014. ISSN 0001-0782. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/2556937>.
- BELL, T.; ANDREA, P.; ROBINS, A. A case study of the introduction of computer science in nz schools. *ACM Trans. Comput. Educ.*, ACM, New York, NY, USA, v. 14, n. 2, p. 10:1–10:31, jun. 2014. ISSN 1946-6226. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/2602485>.
- BELL, T. et al. *Computer Science Field Guide*. 2.12.2. ed. Nova Zelândia: CS Education Research Group, 2018.
- BOCCONI, S. et al. *Developing computational thinking in compulsory education- Implications for policy and practice*. [S.l.], 2016.
- BRASIL, F. N. d. D. E. Itinerário formativo de computação. 2016. Disponível em: <http://www.fnnde.gov.br/programas/livro-didatico/livro-didatico-apresentacao>. Acesso em: 02 nov. 2016.

- BRASIL, M. d. E. Programa nacional do livro didático 2004: Guia de livros didático 1^a a 4^a séries. Brasília, DF, v. 3, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/guia3.pdf>.
- BRASIL, M. d. E. C. N. d. S. d. E. S. B. d. C. Itinerário formativo de computação. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://novoensinomedio.mec.gov.br/\#!/guia>. Acesso em: 03 jan. 2019.
- BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna? *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, v. 10, n. 3, p. 387–404, 2005.
- CAMBRAIA, A. C.; SCAICO, P. D. Os desafios da educação em computação no brasil: um relato de experiências com projetos pibid no sul e nordeste do país. *Espaço Acadêmico (UEM)*, v. 13, n. 148, p. 01–09, 2013.
- CHAGAS, J. A. S. d. *Investigando o processo de transposição didática externa: o conceito de formação química em livros didáticos*. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Pernambuco, 2009.
- CHEVALLARD, Y. *La Transposicion Didactica: Del saber sabio al saber enseñado*. Argentina: La pensée sauvage Grenoble, 1991.
- CORMEN, T. et al. Algoritmos:teoria e prática (3a. edição). *Editora Elsevier*, 2012.
- D'ABREU, J. V. V.; BASTOS, B. L. Robótica pedagógica e currículo do ensino fundamental: Atuação em uma escola municipal do projeto uca. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 23, n. 3, p. 56–67, 2015.
- D'ABREU, J. V. V.; GARCIA, M. F. Robótica pedagógica no currículo escolar: Uma experiência de transposição didática. *V Conferência Ibérica Inovação na Educação com TIC*, Bragança, v. 1, p. 83–97, 2016.
- FILHO, A. R. B. et al. Didactic transposition in the teaching of sciences: facets of a school of country side of parintins/am. *Rev. ARETÉ - Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, Manaus, v. 1984, p. 7505, 2012.
- FORBELLONE, A. L.; EBERSPACHER, H. F. *Lógica de Programação: A construção de algoritmos e estrutura de dados*. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- FRANÇA, R. S.; AMARAL, H. J. C. Ensino de computação na educação básica no brasil: Um mapeamento sistemático. In: *XXI Workshop sobre Educação em Computação (WEI). Anais do XXXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*. Porto Alegre, RS: SBC, 2013.
- FRISON, M. D. et al. Livro didático como instrumento de apoio para construção de propostas de ensino de ciências naturais. *Encontro Nacional de Pesquisas em Educação E Ciências (Enpec)*, Florianópolis, v. 7, 2009.

- GOMES, B. et al. Educação e novas tecnologias da informação e da comunicação: o livro didático digital no Brasil. *Temática*, v. 10, n. 7, p. 132–145, 2014. Disponível em: <http://www.periodicos.ufpb.br/index.php/tematica/article/view/19956/11071>. Acesso em: 08 fev. 2019.
- GOODSON, I. F. *A construção social do currículo*. [S.l.: s.n.], 1997.
- LAJOLO, M. Livro didático: um (quase) manual de usuário. *Em aberto*, Brasília, v. 16, n. 69, 1996.
- LEITE, M. L. F. *Muito além da Dolly: as “novidades científicas” em sala de aulas*. 166 p. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2004.
- LIBÂNEO, J. C. *Didática*. São Paulo: Cortez, 1990.
- LIBÂNEO, J. C. *Velhos e Novos Temas*. São Paulo: Cortez, 2002. Disponível em: http://nead.uesc.br/arquivos/Biologia/scorm/Jose_Carlos_Libaneo_-_Livro_Didatica_Lib_oneo_1_-.pdf. Acesso em: 03 nov. 2016.
- LOFF, B. A tese de Church–Turing. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Matemática*, Amsterdão, Holanda, v. 67, p. 61–78, 2012.
- LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária São Paulo (EPU), 1986.
- MAGALHÃES, G. M.; SILVA, R. F. As transformações da leitura experimentadas na obra Alice no País das Maravilhas. *Revista Anagrama*, 2012.
- MARTINS, M. d. C. Ada Lovelace: a primeira programadora da história. *Correios dos Açores*, Gráfica Açoreana, Lda, 2016.
- MASETTO, M. T. *Didática: a aula como centro*. São Paulo: FTD, 1994.
- MATOS, E. d. S. Identidade profissional docente e o papel da interdisciplinaridade no currículo de licenciatura em computação. *Revista Espaço Acadêmico*, v. 13, n. 148, p. 26–34, 2013.
- MELLO, G. N. d.; DALLAN, M. C.; GRELLET, V. Por uma didática dos sentidos (transposição didática, interdisciplinaridade e contextualização). In: MELLO, GUIOMAR NAMO DE. *Educação escolar brasileira: o que trouxemos do século XX?* São Paulo: Artmed, 2004. p. 59–64.
- MENDES, A. d. N. N. B. et al. A linguagem oral nos livros didáticos de língua portuguesa do ensino fundamental 3º a 4º ciclos: algumas reflexões. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005.
- MENEZES, E. T. d.; SANTOS, T. H. d. *Verbete mediação pedagógica. Dicionário interativo da Educação Brasileira-Educabrazil*. São Paulo: Midiamix, 2001. Disponível em: <http://www.educabrazil.com.br/mediacao-pedagogica/>. Acesso em: 03 nov. 2016.

MORAN, J. M.; MASETTO, M.; BEHRENS, M. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. São Paulo: Papirus Editora, 2003.

NUNES, D. J. Computação ou informática. *Jornal da Ciência*, v. 30, 2010. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/blogdabc/computacao-ou-informatica/>. Acesso em: 07 nov. 2016.

NZQA. *The New Zealand Qualifications Framework*. Wellington, New Zealand: NZQA, 2016.

OLIVEIRA, A. P. d. S. A contribuição do livro didático à prática docente de professores de ciências. In: *III CONEDU - III Congresso Nacional de Educação*. [s.n.], 2015. ISSN 2358-8829. Disponível em: https://editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV056_MD1_SA4_ID8123_13082016135644.pdf. Acesso em: 04 abr. 2019.

PAIVA, L. F. d. et al. Uma experiência piloto de integração curricular do raciocínio computacional na educação básica. In: *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. [S.l.: s.n.], 2015. v. 4, n. 1, p. 1300.

PEIXOTO, J.; CARVALHO, R. M. A. de. Mediação pedagógica mediatizada pelas tecnologias? *Teoria e Prática da Educação*, v. 14, n. 1, p. 31–38, 2012.

PEREIRA, L. C. *Didática*. InfoEscola, 2016. Disponível em: <http://www.infoescola.com/pedagogia/didatica/>. Acesso em: 02 nov. 2016.

PEREIRA, P. R. B. *Transposição didática como mediadora da transformação dos saberes*. Universidade San Carlos, Recife, 2012.

PERUZZI, H. U. Livros didáticos, analogias e mapas conceituais no ensino de célula. In: ARAGÃO, R. M. R. DE; SCHNETZLER, R. P.; CERRI, Y. L. N. S. (ORG.). *Modelo de Ensino: Corpo Humano, Célula, Reações de Combustão*. Piracicaba, São Paulo: UNIMEP/CAPES/PROIN, 2000.

RAABE, A. L. A.; BRACKMANN, C. P.; CAMPOS, F. R. *Currículo de Referência em Tecnologia E Computação: da Educação Infantil ao Ensino Fundamental*. 1. ed. [S.l.], 2018.

RIOS, T. A. *Compreender e ensinar: por uma docência da melhor qualidade*. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

RODRIGUES, M. A.; CHIMENTI, P. C. P. de S.; NOGUEIRA, R. R. Adoção de inovações em mercados em rede: uma análise da introdução do livro didático digital no Brasil. *RAI Revista de Administração e Inovação*, Elsevier, v. 11, n. 4, p. 159–192, 2014.

SANTOS, V. d. A.; MARTINS, L. A importância do livro didático. *Revista Virtual*, Candombá, v. 7, n. 1, p. 20–33, 2011.

SARAIVA. Algoritmos - teoria e prática. 2018. Disponível em: <https://www.saraiva.com.br/algoritmos-teoria-e-pratica-3-ed-2012-4061865.html>. Acesso em: 15 jan. 2019.

SBC, S. B. d. C. Diretrizes para ensino de computação na educação básica. 2018. Disponível em: <http://www.sbc.org.br/noticias/10-slideshow-noticias/2079-manifesto-da-sbc-pela-insercao-de-computacao-na-educacao-basica>. Acesso em: 28 jan. 2019.

SBC, S. B. d. C. Diretrizes para ensino de computação na educação básica. 2018. Disponível em: <http://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/131-curriculos-de-referencia/1177-diretrizes-para-ensino-de-computacao-na-educacao-basica>. Acesso em: 28 jan. 2019.

SBC, S. B. d. C. Manifesto da sbc pela inserção de computação na educação básica. 2018. Disponível em: <http://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/131-curriculos-de-referencia/1177-diretrizes-para-ensino-de-computacao-na-educacao-basica>. Acesso em: 06 fev. 2019.

SCAICO, P. D. et al. Relato da utilização de uma metodologia de trabalho para o ensino de ciência da computação no ensino médio. In: *Anais do Workshop de Informática na Escola*. [S.l.: s.n.], 2012. v. 1, n. 1.

SCHAEFFER, A. G. Transposição e contrato didático no ensino de algoritmos. *RENOTE*, v. 14, n. 1, 2016.

SOUZA, F. N.; MOL, G. S. Livro didático digital de química: princípios para a construção em tablets. *IX Congreso Internacional Sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, p. 2496 – 2501, 2013. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/307923/397891>. Acesso em: 02 abr. 2019.

TURING, A. M. On computable numbers, with an application to the entscheidungsproblem. *Proceedings of the London Mathematical Society*, Wiley Online Library, v. 42, n. 1, p. 230–265, 1936.

WANGENHEIM, C. G.; NUNES, V. R.; SANTOS, G. D. dos. Ensino de computação com scratch no ensino fundamental—um estudo de caso. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 22, n. 3, p. 115–125, 2014a.

WANGENHEIM, C. G. et al. Resumo de objetivos de aprendizagem de computação no ensino fundamental (currículo de referência csta/acm k-12). *INCoD/UFSC*, v. 10, 2014b.

WIKIPEDIA. Os elementos. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Os_-Elementos. Acesso em: 21 jan. 2019.

ZANETTI, H.; BORGES, M.; RICARTE, I. Pensamento computacional no ensino de programação: uma revisão sistemática da literatura brasileira. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. Uberlândia/MG: [s.n.], 2016. v. 27, n. 1, p. 21.

MINIBIOGRAFIA

Sou Licenciada em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Paraíba (Universidade Federal de Paraíba (UFPB)) - Litoral Norte, campus IV, concluí o curso no ano de 2015. Durante o período da graduação, participei de projetos de extensão, de alguns eventos de computação e fui voluntária na organização de congressos.

Ao cursar o componente curricular Didática, no 4^o semestre, encontrei a área com a qual mais me identificava e me conectava ao curso, já que de fato foi ali que consegui entender os primeiros passos para trabalhar com Computação e Educação. A educação sempre me despertou curiosidade e inquietudes, principalmente na área de computação, por ser um campo de aplicação relativamente novo e cheio de possibilidades.

No ano de 2011, me inscrevi no processo seletivo para fazer parte da equipe do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID)) - projeto de extensão, fui aprovada, contemplada com uma bolsa e fiquei até 2014 no programa.

O PIBID do campus IV da UFPB, na época, era coordenado pela Professora Dra. Pasqueline Scaico e tinha vinte e quatro alunos bolsistas divididos em várias linhas de pesquisa; fui alocada na subárea Computação Desplugada (Computação Desplugada (CD)). Dentro do CD estudei o currículo K-12 dos Estados Unidos, o livro *Computer Science Unplugged* de Tim Bell - material referência do projeto - além de várias referências que abordam educação em computação.

Nos anos em que estive no PIBID, tive minha primeira experiência docente durante a aplicação das atividades do *Computer Science Unplugged*. Desse trabalho tenho um artigo completo publicado no Congresso Brasileiro de Informática na Educação no ano de 2012, Relato da Utilização de uma Metodologia de Trabalho para o Ensino de Ciência da Computação no Ensino Médio.

Durante o ano de 2012 cursei dois estágios curriculares fazendo parte de um projeto da UFPB em parceria com a Prefeitura de João Pessoa/PB, foi uma ação de estímulo à docência para alunos do curso de Licenciatura em Ciência da Computação, com o objetivo de fomentar o ensino de computação para escolas municipais de ensino fundamental da

periferia de João Pessoa. Foi uma atividade contraturno, durante esse ano trabalhei com kits de robótica educacional e aplicação de atividades desplugadas.

Em 2013 integrei a equipe do Projeto Tablet Educacional, coordenado pelo Professor Dr. Mariano Castro, o projeto teve o objetivo de disseminar e promover ações a partir do uso pedagógico do Tablet Educacional, como uma ação do Programa Nacional de Formação Continuada em Tecnologia Educacional (PROINFO Integrado) no ensino médio das escolas da Rede Estadual de Educação da Paraíba. Foi um projeto com duração de quatro meses, onde pude contribuir com os professores tutores nas salas de educação a distância do ambiente virtual de aprendizagem Moodle.

Fui convidada para fazer parte da organização do Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação - Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI) em 2013 e do ROBOCUP em 2014. No SBSI tive a oportunidade de trabalhar perto de professores que foram grandes referências na minha graduação, Professora Dra. Ayla Rebolças, Professor Me. Rodrigo Rebolças, Professor Me. Rafael Magalhães, entre outros, além da oportunidade de conhecer pesquisadores importantes da área de Sistemas de Informação. O ROBOCUP 2014, realizado em João Pessoa/PB, por ser uma competição mundial me deu a oportunidade de conviver, com pessoas do mundo inteiro, foi um evento com mais de quatro mil participantes inscritos e com um público de visitantes de sessenta mil pessoas, em cinco dias de evento, com certeza foram dias cansativos de trabalho extenuante, mas repletos de aprendizagem.

Entre 2014 e 2015 participei de outro projeto de extensão coordenado pelo Professor Dr. Mariano Castro, projeto “Aluno Integrado” que fez parte do PROINFO Integrado e objetivou tornar os alunos parceiros do professor e da escola, auxiliando tanto nas aulas, como no cuidado com os equipamentos dos laboratórios de informática. Esse projeto teve duração de seis meses e minha atribuição era auxiliar um professor(a) responsável por salas de aula na plataforma a distância utilizada no projeto.

Em 2015 apresentei meu trabalho de conclusão de curso sob orientação do professor Me. Rafael Marrocos Magalhães, com o título *Aplicação de uma Metodologia de Roteiro Flexível: Um Relato de Experiência na Disciplina de Redes de Computadores*.

Assim foi minha graduação, onde tive contato com a área de educação, por meio das atividades de pesquisa desenvolvidas nos projetos que participei e nos componentes curriculares cursados, essas experiências impulsionaram anseios direcionados a pesquisa em ensino de computação, contribuindo para a decisão de realizar um mestrado em Ciência da Computação, com linha de pesquisa na área de educação.

Com a intenção de continuar estudando sobre Computação e Educação, ainda em 2015, me inscrevi e fui aprovada na seleção do Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação (Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação (PGComp)) da Universidade Federal da Bahia (Universidade Federal da Bahia (UFBA)) na linha de pesquisa Computação Aplicada - Informática e Educação e tive o prazer de ser escolhida para ser orientanda do Professor Dr. Eivaldo Matos.

Infelizmente, como morava na Paraíba, por motivos pessoais não pude vir para Salvador no primeiro semestre de 2015 e solicitei trancamento das disciplinas. Mas no segundo semestre (2015.2) me matriculei e em 10 de janeiro de 2016 comecei o mestrado.

Ao ingressar como aluna do Programa, cursei quatro componentes curriculares, EDCA86-

Metodologia de Análise dos Processos Cognitivos, componente ofertado no Doutorado Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento (Doutorado Multi-institucional e Multidisciplinar em Difusão do Conhecimento (DMMDC)), MATA32- Estágio Docente Orientado que cursei sob orientação da professora Me. Anna Friedericka Schwarzelmuller no componente Informática na Educação do Curso de Graduação de Licenciatura em Computação, e as outros dois MATE87- Tópicos em Sistemas de Informação e WEB III e MATE94- Engenharia de Software Experimental fazem parte da grade do PGComp.

No segundo semestre fui aprovada na prova de proficiência de língua inglesa realizada no Núcleo Permanente de Extensão em Letras (Núcleo Permanente de Extensão em Letras (NUPEL)) da UFBA e cursei os componentes, MATE64- Seminários Científicos; MATE65- Fundamentos de Pesquisa em Ciência da Computação; MATD75- Projeto de Dissertação de Mestrado; MATE85- Tópicos em Sistemas de Informação e WEB I.

Além de me dedicar aos componentes curriculares, comecei a fazer parte dos seguintes projetos:

Programa Onda Digital que tem como missão contribuir com a inclusão sócio-digital na Bahia, envolvendo a Universidade em ações educativas e de difusão da filosofia do software livre. Neste sentido, abriga diversos projetos e ações de formação e qualificação em cultura digital através da realização de cursos de informática básica com a utilização de software livre, cursos de manutenção e montagem de microcomputadores, oficinas itinerantes com temas diversos, voltados para comunidades em situação de vulnerabilidade socioeconômica, além de experiência com uso de tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem.

Computação Desplugada Interdisciplinar que desenvolve ações pedagógicas interdisciplinares baseadas no paradigma de Computação Desplugada, com apresentação de aspectos do raciocínio computacional a estudantes de escolas públicas de educação básica do município de Salvador - Bahia. As ações deste projeto ocorrem na interação com conteúdos disciplinares de Química, Matemática, Redação, Língua Portuguesa, Língua Inglesa e Educação Física. O objetivo é desenvolver ações educativas voltadas à inserção escolar do licenciando em computação como elemento mediatizador de ações pedagógicas interdisciplinares com uso de tecnologias digitais e do pensamento computacional sem uso de computadores.

A presença e a atuação de Negras e Negros nos quadros docentes dos programas de pós-graduação em Ciência da Computação é uma investigação que pretende identificar e analisar, em um estudo piloto, a presença e a atuação de negros e negras como professores nos programas de pós-graduação em Ciência da Computação em funcionamento nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste do Brasil. Espera-se, nesta pesquisa, levantar dados quantitativos e qualitativos que contribuam para o estabelecimento de uma agenda de pesquisa sobre a presença de negros e negras no quadro de docentes da pós-graduação nas áreas de Ciências Exatas e da Terra e, especialmente, incentivar outros estudos sobre a trajetória de negras e negros na Ciência da Computação.

Meninas Digitais Regional Bahia um projeto que faz parte do Programa Meninas Digitais da Sociedade Brasileira da Computação e tem como objetivo divulgar a área de Computação para despertar o interesse de estudantes do ensino médio/tecnológico ou

dos anos finais do ensino fundamental, para que conheçam melhor a área e, desta forma, estimulá-las a seguir carreira em Computação.

No período em que fui membro ativo desses grupos, fui tutora no *Programa de Apoio à Extensão Docente com o projeto Computação Desplugada Interdisciplinar: ações para atração de meninas para computação (Meninas Digitais - Regional Bahia)* em 2016, no Programa Institucional de Bolsas de Extensão Universitária no projeto *Computação desplugada: introdução à computação sem uso de computador* em 2016 e em 2017 no projeto *Sistematização, avaliação e divulgação de atividades de computação desplugada*, e de Iniciação Científica no projeto *Análise dos impactos da transposição didática no ensino de computação na escola* em 2017. Meu papel de tutora foi auxiliar os alunos em seus processos de inclusão na pesquisa e extensão.

Além disso, em parceria com colegas dos projetos mencionados, tive oportunidade de publicar os seguintes artigos: *A utilização do WhatsApp como ferramenta para comunicação didática pedagógica no ensino superior*, no Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2016, em Uberlândia, no Workshop do Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2016, *Professoras negras na pós-graduação em Ciência da Computação: uma proposta de pesquisa*, no *X Women in Information Technology*, 2016, em Porto Alegre, no Anais do XXXVI Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (2016. v. 1. p. 2719-2722), *A formação, o trabalho e a identidade profissional do Professor de Computação: um mapeamento sobre a Licenciatura em Computação*, no III Workshop da Licenciatura em Computação, 2017, em Recife no Congresso Brasileiro de Informática na Educação, *Sobre a trajetória de professoras negras na pós-graduação em Ciência da Computação: alguns resultados preliminares*, no *XI Women in Information Technology*, 2017, em São Paulo nos Anais do XXXVII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, *Transposição Didática de Conhecimentos Científicos de Computação para Escolares*, no II Workshop de Estudantes do PGCAMP, 2017, em Salvador, *Vamos Hackear o Pensamento Computacional!?* no XIX Encontro Internacional Virtual Educa, 2018, em Salvador no XI Fórum de Educadores para a Era Digital. Além do capítulo *Novas atividades de computação desplugada para promoção de integração curricular na escola* presente no livro *Educação criativa: multiplicando experiências para a aprendizagem - Série professor criativo: construindo cenários de aprendizagem* (Pipa Comunicação, 2016, v. 4, p. 203-250). E um artigo aceito para publicação em 2019 na Revista Brasileira de Pesquisadores Negros intitulado *Ser Docente Negro na Pós-graduação em Computação: os Ditos e Não-ditos*.

Uma das principais atividades que participei foi a organização do III Workshop da Licenciatura em Computação no VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação em 2017, que aconteceu em Recife/PE, na Universidade Federal do Pernambuco. Além de organizadora, fui membro de Comitê de Programa e participei da avaliação dos artigos submetidos.

Em Março de 2018 realizei seleção para Professor Substituto no eixo tecnológico/área Informação e Comunicação, no Câmpus Pelotas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, sendo aprovada como segunda classificada (Publicado em: 15/03/2018 — Edição: 51 — Seção: 3 — Página: 58)

Apêndice

B

DADOS DA VERIFICAÇÃO

Quadro B.1 Resumo dos dados identificados na fase de Verificação

	Algoritmos - Teoria e Prática	Computer Science Field Guide	Lógica de Programação
Capa	Possui uma imagem com estrutura algorítmica que remete visualmente ao seu título	Possui a página de entrada onde o usuário deve selecionar entre o idioma que deseja (inglês, polonês, ou se deseja ir para o guia do professor disponível em Polonês), possui uma ilustração com dois bonecos palitos e um computador com uma estrutura em árvore na tela, remetendo a pessoas estudando elementos da computação	Possui algumas ilustrações que remetem a Lógica de Programação como peça fundamental entre hardware e software, e a construção de algoritmos e estrutura de dados como elementos norteadores para compreensão dessa lógica
Prefácio	Um livro que traz um conteúdo, muitas vezes, pouco familiar ou difícil, foi tomado um cuidado para descrição de cada etapa, com explicações cuidadosas e fundamentadas na matemática, para que seja um material acessível e que proporcione ao leitor uma introdução agradável à área de algoritmos	Inicialmente o CSFG foi desenvolvido como um livro interativo online para apoiar os novos padrões de realização em Ciência da Computação que estavam sendo implementados na Nova Zelândia (2011-2013), e agora está sendo adaptado para uso em todo o mundo	O livro é apresentado pelo autores como de caráter didático, com um texto que não requer nenhum conhecimento prévio em computação e é independente de características de máquina, pois é voltado para a lógica de programação. Seu uso é indicado para componentes curriculares que necessitam de uma ferramenta de apoio pedagogicamente concebida para facilitar o aprendizado de programação. Explicam que utilizaram uma estratégia que aborda o passo a passo de cada tópico, o que permite uma aprendizagem gradual e consciente
Propostas de leitura adicional	No final de cada capítulo são propostas referências que podem ser utilizadas como auxílio para estudos e leituras adicionais	Cada capítulo dá sugestões para leitura adicional para o tópico em particular. Há também muitos livros e sites gerais sobre ciência da computação que o leitor pode querer ler para manter sua visão geral do tópico	Nos anexos encontram-se resoluções dos exercícios de fixação propostos ao longo do livro.

Fonte: elaborada pela autora

Quadro B.2 Resumo dos dados identificados na fase de Verificação

	Algoritmos - Teoria e Prática	Computer Science Field Guide	Lógica de Programação
Sumário	O conceito de algoritmo é apresentado logo após os elementos pré-textuais, na parte 1, com apresentação de fundamentos na introdução e com uma explicação do papel dos algoritmos na computação, complementada nas seções 1.1 e 12. Algoritmos e Algoritmos como tecnologia	O livro digital possui uma estrutura de tópicos que fica visível no lado direito da página, o conceito de algoritmos é apresentado no capítulo 2- Algoritmos, na seção 2.2.1 Algoritmos, Programas e Instruções Informais	O conceito de algoritmo é apresentado no último tópico da primeira seção do capítulo 1, na página 3, tópico O que é um algoritmo? e continua a ser desenvolvido na seção Algoritmizando a lógica
Diagramação	Uma estrutura de seções e tópicos com alguns elementos numerados, outros destacados em negrito, alguns sublinhados e em cores diferentes (cinza ou preto), sem a presença de imagens.	Conteúdo em forma de texto, é em uma estrutura de tópicos, possui imagens, hiperlinks com interações em jogos educativos e/ ou demonstrações, com cores vivas e fontes grandes que facilitam a visualização gráfica e textual	No que se refere a diagramação, foram utilizadas fontes grandes que facilitam a leitura do texto, os pseudocódigos são apresentados entre riscos lineares, abaixo do título do algoritmo e ao final do código, cada linha de código é pontuada com um marcador. A apresentação dos diagramas e fluxogramas são semelhantes a do pseudocódigo.
Formação dos autores	Thomas H. Cormen - bacharel em Engenharia Elétrica e Ciências da Computação e dr. em Engenharia Elétrica e Ciência da Computação Charles E. Leiserson - bacharel em Ciência da Computação e matemática e doutor em Ciência da Computação, Ronald L. Rivest - bacharel em Matemática e doutor em Ciência da Computação, Clifford Stein - bacharel em Engenharia e dr. em Ciências	Caitlin Duncan - Licenciada em Ciência da Computação (2013), University of Canterbury e atualmente PHD student em Ciência da Computação na University of Canterbury. Tim Bell - Professor dr. em Ciência de Computação pela University of Canterbury	André Luiz Villar Forbellone - bacharel em Ciência da Computação e Henri Frederico Eberspächer - bacharel em Engenharia de Computação e dr. em Computação
Linguagem	A linguagem é formal, com presença de termos técnicos e matemáticos inerentes ao conhecimento científico computacional e matemático.	A versão utilizada é escrita em inglês, o texto é apresentado em linguagem informal, como se estivesse em um diálogo com o leitor, mas que não se distancia do rigor que os conteúdos exigem, utiliza de pseudocódigo para descrever os passos de um algoritmo.	É escrito em linguagem informal, apresenta um texto fluído, de fácil leitura e entendimento, mesmo para leitores iniciantes em computação. O pseudocódigo utilizado é representado em uma linguagem simples, que se aproxima das linguagens de programação, mas não exige o conhecimento da sintaxe de nenhuma linguagem específica

Fonte: elaborada pela autora

Quadro B.3 Resumo dos dados identificados na fase de Verificação

	Algoritmos - Teoria e Prática	Computer Science Field Guide	Lógica de Programação
Conceito de algoritmo	“Um algoritmo é qualquer procedimento computacional bem definido que toma algum valor ou conjunto de valores como entrada e produz algum valor ou conjunto de valores como saída. Portanto, um algoritmo é uma sequência de etapas computacionais que transformam a entrada na saída”	“Um algoritmo é um processo passo a passo que descreve como resolver um problema e / ou completar uma tarefa, que sempre dará o resultado correto”	“Um algoritmo pode ser definido como uma sequência de passos que visam a atingir um objetivo bem definido”
Exemplificação do conceito	Composto por listas de exemplos, esse tópico mostra alguns tipos de problemas que os algoritmos podem resolver, como armazenamento de grandes sequências de informações em bancos de dados, o desenvolvimento de ferramentas para análise desses dados, gerenciamento e manipulação de grandes volumes de dados com determinação de boas rotas para sua transmissão, criptografia de chave pública e as assinaturas digitais e programação linear	São apresentados vários exemplos, alguns em forma textual, outros por meio de interações e jogos.	São apresentados exemplos ao longo do texto, que contextualizam os conceitos, são feitos silogismos simples que auxiliam na explicação sobre lógica e por último é utilizado um exemplo sobre a elaboração de um algoritmo para troca de uma lâmpada
Exercícios propostos	No total são propostos 8 exercícios e 1 problema, os exercícios são pertinentes ao assunto desenvolvido em cada seção e se nota um aumento na dificuldade dos exercícios propostos na seção 1.1 para a 1.2, possivelmente pelo grau de complexidade exigido nos assuntos abordados em cada uma. Cada seção termina com exercícios, e cada capítulo com problemas. Em geral, os exercícios são perguntas curtas que testam o domínio básico do assunto. Alguns são exercícios simples de autoavaliação, enquanto outros são mais substanciais e apropriados para o aluno resolver com mais tempo e calma.	São propostos exercícios e desafios ao longo das seções, em meio a abordagem dos conteúdos, não são apresentados em uma seção direcionada a exercícios	O capítulo analisado apresenta 4 exercícios de fixação e 5 exercícios propostos. Cada capítulo conta com uma série de exercícios de fixação, criada para sedimentar conhecimentos locais ao tópico em discussão, e com uma lista de exercícios propostos, elaborada para tratar de todo o conteúdo do capítulo.

Fonte: elaborada pela autora

Quadro B.4 Resumo dos dados identificados na fase de Verificação

	Algoritmos - Teoria e Prática	Computer Science Field Guide	Lógica de Programação
Apoio ao professor	O livro disponibiliza um material de apoio pedagógico com resoluções de problemas para ser utilizado pelo professor e pelo aluno, porém o material está indisponível. Além disso no final de cada capítulo são propostas referências que podem ser utilizadas como auxílio para estudos e leituras adicionais. E os apêndices A-D contêm um material matemático considerados pelos autores como material para ser usado como referência	Grupo CSFG de professores no Google Grupos para receber atualizações e também uma versão do guia do professor (na qual os capítulos são intercalados com informações para professores, inclui respostas e dicas).	O livro possui um material online para suporte ao professor e ao aluno no site (http://wps.prenhall.com/br_forbellone_logicaprog-br/), traz o prefácio, errata do livro, recursos adicionais para o professor (está indisponível), listas de exercícios extras e um link para contato. E nos anexos presentes no livro encontram-se resoluções dos exercícios de fixação propostos ao longo do livro

Fonte: elaborada pela autora

Apêndice

C

QUADROS CATEGORIAS

Quadro C.1 Categoria características da Transposição Didática

Categoria: Linguagem	
Livro	Trechos presente no livro
Algoritmos - Teoria e Prática	<ul style="list-style-type: none"> - apresenta muitos algoritmos e os examina com considerável profundidade, embora torne seu projeto e sua análise acessíveis a leitores de todos os níveis. Tentamos manter as explicações em um nível elementar sem sacrificar a profundidade do enfoque ou o rigor matemático. - Os capítulos são relativamente autônomos, de modo que você não precisa se preocupar com uma dependência inesperada e desnecessária de um capítulo em relação a outro. Cada capítulo apresenta primeiro o material mais fácil e, em seguida, o material mais difícil; os limites das seções são pontos de parada naturais. - Em cursos de graduação você poderia utilizar somente as primeiras seções de um capítulo; em cursos de pós-graduação, o capítulo inteiro. - Esperamos que este livro didático proporcione uma introdução agradável à área de algoritmos. - Tentamos tornar cada algoritmo acessível e interessante. - cada capítulo é relativamente autônomo. - foi planejada para ser uma introdução suave. - linguagem comum e em pseudocódigo projetado para ser fácil de ler por qualquer pessoa que tenha estudado um pouco de programação. - planejado primariamente para uso em cursos de graduação e pós-graduação em algoritmos ou estruturas de dados. - você descobrirá sua utilidade para uma variedade de cursos, desde graduação em estruturas de dados até pós-graduação em algoritmos.

Fonte: Trechos do livro Cormen et al. (2012)

Quadro C.2 Categoria características da Transposição Didática

Categoria: Linguagem	
Livro	Trechos presente no livro
Computer Science Field Guide	<ul style="list-style-type: none"> -guias de professores serão disponibilizados para uso em diferentes contextos. - para os alunos, projetamos a maioria dos capítulos para que eles possam ficar sozinhos. - nossa intenção é que você realmente interaja com as ideias, não apenas leia sobre elas. - se você leu o capítulo Introdução, pode se lembrar que [...] - neste capítulo, veremos com mais detalhes o que é um algoritmo e por que eles são uma ideia tão fundamental na ciência da computação. - neste capítulo, veremos dois dos tipos mais comuns e importantes de algoritmos, Pesquisando e Classificando. - pseudocódigo, que combina com uma linguagem de programação bastante próxima. - é um recurso on-line para o ensino de Ciência da Computação para os alunos. - inicialmente desenvolvido como um livro interativo online para apoiar os novos padrões de realização em Ciência da Computação que estavam sendo implementados na Nova Zelândia (2011-2013), e agora está sendo adaptado para uso em todo o mundo.

Fonte: Trechos do livro Bell et al. (2018)

Quadro C.3 Categoria características da Transposição Didática

Categoria: Linguagem	
Livro	Trechos presente no livro
Lógica de Programação	<ul style="list-style-type: none"> - dado seu caráter didático o detalhamento dos assuntos e abrangências de seu conteúdo, o material é indicado como livro-texto em disciplinas que necessitam de uma ferramenta de apoio pedagogicamente concebida para facilitar o aprendizado de programação. -aborda os tópicos passo a passo, permitindo uma aprendizagem gradual e consistente. -conferindo assim um grau de acessibilidade para estudantes e iniciantes na programação de computadores. -a linguagem é bastante informal e acessível, mas nem por isso menos rigorosa. -Não são utilizados jargões e nem referências a arquiteturas de computadores ou plataformas de desenvolvimento. -A pseudolinguagem adotada é intencionalmente próxima das linguagens de programação comumente adotadas em escolas e universidades como primeira linguagem. -este livro foi concebido para ser de técnicas de programação e construção de algoritmos.

Fonte: Trechos do livro Forbellone e Eberspacher (2005)

Quadro C.4 Categoria Construção do conceito de algoritmos

Categoria: Construção do conceito de algoritmos	
Livro	Trechos presente no livro
Algoritmos - Teoria e Prática	<ul style="list-style-type: none"> - Informalmente, um algoritmo é qualquer procedimento computacional bem definido que toma algum valor ou conjunto de valores como entrada e produz algum valor ou conjunto de valores como saída. - Portanto, um algoritmo é uma sequência de etapas computacionais que transformam a entrada na saída. Também podemos considerar um algoritmo como uma ferramenta para resolver um problema computacional bem especificado. - O algoritmo descreve um procedimento computacional específico para se conseguir essa relação entre entrada e saída. - uma instância de um problema consiste na entrada (que satisfaz quaisquer restrições impostas no enunciado do problema) necessária para calcular uma solução para o problema. - ordenação é uma operação fundamental em ciência da computação. - algoritmo é correto se, para toda instância de entrada, ele parar com a saída correta. - um algoritmo correto resolve o problema computacional dado. - Uma estrutura de dados é um modo de armazenar e organizar dados com o objetivo de facilitar acesso e modificações. - Algoritmos diferentes criados para resolver o mesmo problema muitas vezes são muito diferentes em termos de eficiência. - algoritmos são verdadeiramente tão importantes para os computadores contemporâneos levando em consideração outras tecnologias avançadas

Fonte: Trechos do livro Cormen et al. (2012)

Quadro C.5 Categoria Construção do conceito de algoritmos

Categoria: Construção do conceito de algoritmos

Livro	Trechos presente no livro
<p style="text-align: center;">Computer Science Field Guide</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Algoritmos são um tópico muito importante em Ciência da Computação porque ajudam os desenvolvedores de software a criar programas eficientes e livres de erros. - Pode haver muitos algoritmos diferentes para o mesmo problema, mas alguns são muito melhores que outros. - Se um computador receber um algoritmo melhor para processar os dados, não importa quantas informações ele tenha que examinar, ele ainda será capaz de fazê-lo em um período de tempo razoável. - você pode se safar descrevendo um processo usando apenas algum tipo de instrução informal usando linguagem natural. - um algoritmo é um processo passo a passo que descreve como resolver um problema e / ou completar uma tarefa, que sempre dará o resultado correto. - Os algoritmos são frequentemente expressos usando um formato vagamente definido, chamado pseudocódigo. - Algoritmos são mais precisos que instruções informais e não requerem nenhum insight para seguir; eles ainda não são precisos o suficiente para um computador seguir na forma em que são escritos, mas são precisos o suficiente para um ser humano saber exatamente o que você quer dizer. - A maneira mais precisa de fornecer um conjunto de instruções é na forma de um programa, que é uma implementação específica de um algoritmo, escrito em uma linguagem de programação específica. - custo de um algoritmo como o tempo que um programa leva (que executa o algoritmo) para concluir ou o número de etapas que o algoritmo executa antes de terminar. - Às vezes, criamos casos de teste para verificar se o algoritmo produz saída correta para valores de entrada específicos. - Embora essa seja uma prática útil e possa ajudar a verificar se estamos no caminho certo, não é suficiente mostrar que nosso algoritmo está correto. - Este algoritmo depende de um algoritmo de busca correto no primeiro passo.

Fonte: Trechos do livro Bell et al. (2018)

Quadro C.6 Categoria Construção do conceito de algoritmos

Categoria: Construção do conceito de algoritmos	
Livro	Trechos presente no livro
Lógica de Programação	<ul style="list-style-type: none"> - A lógica é a ‘arte de bem pensar’, que é a ‘ciência das formas de pensar’. - um dos objetivos da lógica, o estudo de técnicas de formalização, dedução e análise que permita verificar a validade de argumentos. - o estudo da Lógica de programação é a construção de algoritmos coerentes e válidos. - Um algoritmo pode ser definido como uma sequência de passos que visam atingir um objetivo bem definido. - Quando elaboramos um algoritmo, devemos especificar ações claras e precisas, que a partir de um estado inicial, após um período de tempo finito, produzem um estado final previsível e bem definido. - uma vez concebida uma construção algorítmica para um problema, esta pode ser traduzida para qualquer linguagem de programação e ser agregada de funcionalidades disponíveis nos diversos ambientes; costumamos denominar esse processo de codificação. -português coloquial que descreva o comportamento na resolução de uma determinada atividade. - A sequência é uma convenção com o objetivo de reger o fluxo de execução do algoritmo, determinando qual a primeira ação a ser executada e qual ação vem a seguir. - podemos efetuar um teste, a fim de verificar se a lâmpada está ou não queimada. - solução mais adequada que com menos esforço e maior objetividade produzirá o resultado almejado. - condição de parada, ou seja, que seja cessada a atividade de testar. - uma estrutura seletiva através de um teste condicional. - agimos de forma semelhante na situação de trocar dez lâmpadas, construindo uma estrutura de repetição. - um programa de computador tradicional não tem conhecimento prévio nem adquire experiências, o que implica que devemos determinar em detalhes todas as ações que ele deve executar, prevendo obstáculos e a forma de transpô-los.

Fonte: Trechos do livro Forbellone e Eberspacher (2005)