

ARTES, MATEMÁTICA,
PENSAMENTO COMPUTACIONAL
E AS MÍDIAS



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Reitor

ANTONIO JOSÉ DE ALMEIDA MEIRELLES

Coordenadora Geral da Universidade

MARIA LUIZA MORETTI



Conselho Editorial

Presidente

EDWIGES MARIA MORATO

CARLOS RAUL ETULAIN – CICERO ROMÃO RESENDE DE ARAUJO

FREDERICO AUGUSTO GARCIA FERNANDES – IARA BELELI

MARCO AURÉLIO CREMASCO – MARIA TEREZA DUARTE PAES

PEDRO CUNHA DE HOLANDA – SÁVIO MACHADO CAVALCANTE

VERÓNICA ANDREA GONZÁLEZ-LÓPEZ

HERMES RENATO HILDEBRAND

JOSÉ ARMANDO VALENTE

ARTES, MATEMÁTICA,
PENSAMENTO COMPUTACIONAL
E AS MÍDIAS

EDITORIA
UNICAMP

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO
SISTEMA DE BIBLIOTECAS DA UNICAMP
DIVISÃO DE TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO
BIBLIOTECÁRIA: MARIA LÚCIA NERY DUTRA DE CASTRO – CRB-8ª / 1724

H544a Hildebrand, Hermes Renato
Artes, matemática, pensamento computacional e as mídias / Hermes Renato Hildebrand e José Armando Valente. – Campinas, SP : Editora da Unicamp, 2023.

1. Artes. 2. Matemática na arte. 3. Computação. 4. Inteligência artificial. 5. Tecnologia educacional. I. Valente, José Armando. II. Título.

CDD – 700
– 700.105
– 004
– 006.3
– 371.33

ISBN 978-85-268-1619-0

Copyright © Hermes Renato Hildebrand
José Armando Valente
Copyright © 2023 by Editora da Unicamp

Apoio: Fundo de Apoio ao Ensino, à Pesquisa e à Extensão (Faepex),
Solicitação n. 98.908, e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e
Tecnológico (CNPq), Processos 306.320/2015-0 e 310.854/2019-9.

As opiniões, hipóteses, conclusões e recomendações expressas
neste livro são de responsabilidade dos autores e não
necessariamente refletem a visão da Editora da Unicamp.

Direitos reservados e protegidos pela lei 9.610 de 19.2.1998.
É proibida a reprodução total ou parcial sem autorização,
por escrito, dos detentores dos direitos.

Foi feito o depósito legal.

Direitos reservados a

Editora da Unicamp
Rua Sérgio Buarque de Holanda, 421 – 3º andar
Campus Unicamp
CEP 13083-859 – Campinas – SP – Brasil
Tel.: (19) 3521-7718 / 7728
www.editoraunicamp.com.br – vendas@editora.unicamp.br

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Fundo de Apoio ao Ensino, à Pesquisa e à Extensão (Faepex) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte para a produção deste livro.

SUMÁRIO

Sobre o livro e como usá-lo.....	11
Apresentação – Uma didática do pensamento computacional.....	17
Introdução	21
A ciência matemática e o processo de abstração	24
A matematização nas ciências e as tecnologias emergentes.....	29
Saiba mais	31
Atividades a serem desenvolvidas	32
Capítulo 1 – O pensamento computacional, a programação e o <i>Processing</i>	35
1.1 A programação e o pensamento computacional.....	35
1.2 O que é algoritmo	39
1.3 Como resolver um problema	40
1.3.1 1ª etapa – Entender o problema	40
1.3.2 2ª etapa – Elaborar um plano de resolução	41
1.3.3 3ª etapa – Executar o plano	41
1.3.4 4ª etapa – Avaliar o plano	42
1.3.5 5ª etapa – Corrigir o plano (se necessário)	42
1.4 O que é <i>Processing</i>	43
1.5 Saiba mais	44
1.6 Atividades a serem desenvolvidas	45

Capítulo 2 – A etnomatemática e suas representações.....	47
2.1 A etnomatemática	47
2.2 Aspectos relativos à topologia das imagens.....	48
2.3 Aspectos relativos à produção de imagens.....	54
2.4 Aspectos relativos à lógica das imagens.....	58
2.5 Saiba mais	62
2.6 Atividades a serem desenvolvidas	62
Capítulo 3 – A matematização das ciências na contemporaneidade.....	65
3.1 As representações matemáticas na era materialista industrial ocidental.....	66
3.2 O ciclo pré-industrial.....	70
3.3 O ciclo industrial mecânico.....	73
3.4 O ciclo industrial eletroeletrônico e digital.....	81
3.5 Saiba mais	93
3.6 Atividades a serem desenvolvidas	93
Capítulo 4 – Conceitos de matemática discreta, a simetria nas artes e o <i>Processing</i>	97
4.1 A matemática discreta.....	97
4.2 O ato de contar.....	99
4.3 Simetrias nas artes e na matemática	103
4.4 A matemática discreta e os conceitos básicos do <i>Processing</i>	127
4.4.1 <i>Palavras e elementos reservados</i>	128
4.4.2 <i>Conceitos de cores</i>	131
4.4.3 <i>Coordenadas cartesianas e desenho de figuras</i>	132
4.5 Saiba mais	140
4.6 Atividades a serem desenvolvidas	141
Capítulo 5 – Os conceitos de matemática sequencial, movimento nas artes, repetição e o <i>Processing</i>	145
5.1 A angústia nos faz ver “imagens dialéticas”	145
5.2 Os conceitos de sequência e repetição nas artes	148

5.3 Os conceitos de sequência e repetição na matemática	159
5.4 Os conceitos de sequência e repetição no <i>Processing</i>	169
5.4.1 O comando condicional <i>if</i> , <i>else</i> e <i>else if</i>	169
5.4.2 O comando condicional <i>for</i>	171
5.4.3 O comando condicional <i>void setup</i> e <i>void draw</i>	173
5.5 Saiba mais	175
5.6 Atividades a serem desenvolvidas	176
Capítulo 6 – Os conceitos de funções, probabilidade e topologia na matemática, as redes e o <i>Processing</i>	179
6.1 A era das crises	180
6.2 A origem das crises nas artes	183
6.3 Na matemática, a teoria das probabilidades, a lógica e o nascimento da topologia	196
6.4 As redes nas artes e na matemática	209
6.5 Os conceitos de funções, interações e sistemas e o <i>Processing</i>	217
6.5.1 <i>Processando imagens</i>	217
6.5.2 <i>Processando textos</i>	220
6.5.3 <i>Processando funções trigonométricas</i>	221
6.5.4 <i>Entrada e saída de dados</i>	223
6.5.5 <i>Processando funções de tempo</i>	226
6.6 Saiba mais	228
6.7 Atividades a serem desenvolvidas	228
Capítulo 7 – O pensamento computacional no ensino e na aprendizagem	231
7.1 Diferentes concepções sobre o pensamento computacional	231
7.2 A espiral de aprendizagem e a programação	236
7.3 Como o pensamento computacional pode ser trabalhado na midialogia	240
7.3.1 <i>Programação</i>	240
7.3.2 <i>Robótica pedagógica</i>	241
7.3.3 <i>Produção de narrativas digitais</i>	242
7.3.4 <i>Criação de games</i>	243
7.3.5 <i>Criação de instalações interativas digitais</i>	244

7.4 Saiba mais	246
7.5 Atividades a serem desenvolvidas	247
Referências	249

SOBRE O LIVRO E COMO USÁ-LO

Este livro foi desenvolvido para ser usado como suporte na disciplina “Introdução ao pensamento computacional”, ministrada no curso de Midialogia, Departamento de Multimeios, Mídia e Comunicação (DMM), do Instituto de Artes (IA) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Essa disciplina tem como objetivo observar, compreender e analisar os modelos e padrões de representação dos espaços topológicos matemáticos nos vários momentos históricos de nossa cultura, bem como procurar recriar alguns desses modelos usando as tecnologias digitais e as mídias.

A matemática é a ciência da observação dos padrões da natureza e da cultura. Sua evolução acontece associada às formas e aos meios de comunicação e, conseqüentemente, ao desenvolvimento das linguagens estabelecidas por esses meios. De fato, pretende-se estudar os eixos de similaridades entre as representações matemáticas e as imagens geradas pelas tecnologias emergentes. Assim, usando uma linguagem de programação, no caso dessa disciplina, a linguagem de programação gráfica de código aberto *Processing*, o aluno pode criar objetos de arte, cuja programação pode ser entendida como a representação formal de conceitos matemáticos para gerar produções artísticas e midiáticas, como desenhos estáticos, animação, processamento de imagem e som, e atividades de robótica.

Portanto, não se trata de um livro sobre artes, nem mesmo sobre matemática ou programação. O intuito é entender como as artes e as matemáticas estão inter-relacionadas, como as artes serviram para representar conceitos matemáticos e como a matemática permitiu avanços nas artes, e, com base nessa compreensão, explorar os recursos das tecnologias digitais e das mídias como novos meios para a criação de padrões de representação da natureza e da cultura.

O fato de o aluno estar desenvolvendo produções computacionais utilizando uma linguagem de programação significa que ele está empregando conceitos fundamentais de algoritmos e das linguagens de programação, bem como a capacidade de documentação e descrição de um programa de computador. Pesquisadores que estudam os usos das tecnologias emergentes vêm observando a maneira como elas têm proporcionado mudanças importantes na economia, nos serviços e nas atividades que realizamos no dia a dia. Isso pode ser constatado na maneira como interagimos socialmente, como acessamos a informação, como procedemos nas transações comerciais. No entanto, elas mudam não só a maneira como executamos essas atividades, mas também a maneira como pensamos e organizamos nosso pensamento, de modo que as ideias possam ser desenvolvidas por meio dos recursos computacionais que essas tecnologias oferecem.

À medida que essas tecnologias digitais e as mídias são incorporadas em nosso dia a dia, elas ampliam as possibilidades de realizarmos as tarefas de maneira mais rápida e eficiente, usando procedimentos que envolvem abstrações, generalizações e manipulação simbólica. Isso tem levado alguns autores a caracterizar esse “novo” modo de pensar com as tecnologias como o “pensamento computacional”. Assim, é possível entender que, durante muito tempo, nosso pensamento foi baseado no que podemos chamar de “pensamento matemático”, que pode ser observado no desenvolvimento das artes, por exemplo. A questão que queremos explorar com essa disciplina é como produtos relacionados com padrões da natureza e da cultura podem ser desenvolvidos por

intermédio das tecnologias digitais e das mídias e como essas produções têm características do pensamento computacional.

O conteúdo programático da disciplina “Introdução ao pensamento computacional” é dividido em duas temáticas:

- A primeira apresenta as ciências, particularmente a matemática e as artes, como formas de conhecimento humano que são organizadas por meio de modelos e imagens. Também mostra as relações existentes entre as representações matemáticas e artísticas por meio das similaridades entre essas duas linguagens. Ao ver a matemática por meio das imagens podemos verificar suas relações com as produções artísticas de cada momento histórico: período pré-industrial, industrial mecânico e industrial eletrônico e digital.
- A segunda trata de programação e processamento de dados e imagens. Nessa temática, elaboramos conceitos básicos da ciência da computação, implementação de algoritmos e aplicação de métodos e modelos lógicos em sistemas computacionais para produções artísticas. Utilizando a linguagem de programação *Processing*, os alunos podem desenvolver produções artísticas e midiáticas, como criação de desenhos estáticos, generativos, animação e processamento de imagem e som, bem como atividades de robótica, integrando os recursos do *Processing* com sensores e atuadores interligados por meio da placa Arduino.

A disciplina é ministrada em dois momentos: o primeiro é teórico e pretende, a partir de modelos conceituais matemáticos e suas imagens, mostrar a matemática como uma linguagem de produção de conhecimento. No segundo momento, é apresentada a linguagem de programação de código aberto *Processing*, com a qual os alunos desenvolvem produtos computacionais e, de forma prática, realizam criações artísticas ou midiáticas utilizando as tecnologias emergentes, relacionadas com aspectos da matemática discreta, da matemática sequencial e da matemática de interação.

O livro está dividido em seis capítulos: na Introdução, são abordados três elementos fundamentais para a disciplina: a ciência matemática e o processo de abstração, a matematização da ciência e as tecnologias emergentes e o pensamento computacional e as mídias; no capítulo 1, “O pensamento computacional, a programação e o *Processing*”, são desenvolvidos temas como: uma breve apresentação sobre o pensamento computacional, conceitos de algoritmo e como resolver um problema usando a programação, e o que é o *Processing*; no capítulo 2, “A etnomatemática e suas representações”, é discutida a etnomatemática na era materialista industrial ocidental; o capítulo 3 versa sobre “A matematização das ciências na contemporaneidade”; no capítulo 4, “Conceitos de matemática discreta, a simetria nas artes e o *Processing*”, são apresentadas as ideias do contar e o uso de conceitos de matemática discreta no desenvolvimento de produtos relacionados com padrões da natureza e da cultura usando *Processing*; no capítulo 5, “Os conceitos de matemática sequencial, movimento nas artes, repetição e o *Processing*”, são estudados os conceitos de série e as sequências matemáticas, bem como o uso desses conceitos na elaboração de produtos relacionados com padrões da natureza e da cultura por meio do *Processing*; no capítulo 6, “Os conceitos de funções, probabilidade e topologia na matemática, as redes e o *Processing*”, são apresentadas as ideias sobre funções e a interação, assim como o uso dessas ideias no desenvolvimento de produtos relacionados com padrões da natureza e da cultura usando a linguagem de programação *Processing*; e, finalmente, no capítulo 7, “O pensamento computacional no ensino e na aprendizagem”, são tratados os fundamentos do pensamento computacional e suas implicações na educação, especialmente nos processos de ensino e de aprendizagem.

A temática teórica busca apresentar a matemática como um conhecimento que pode ser adquirido por qualquer pessoa, bem como desfazer o “mito” de que a matemática é uma ciência de difícil compreensão. Ela é uma linguagem que está relacionada à cognição humana e

ao processo de elaboração de conhecimento. Pelos desenhos, imagens, gráficos, diagramas e esquemas é possível verificar que nossa percepção visual é carregada de princípios abstratos, lógicos e matemáticos. Logo, podemos encontrar muitos pontos de similaridades entre a matemática e as outras ciências, especialmente quando observamos que existe muito conhecimento matemático em nossas atividades diárias e, particularmente hoje, quando lidamos com as tecnologias digitais e as mídias. O uso dessas tecnologias na elaboração de programas computacionais permite entender como os conceitos matemáticos podem ser representados de modo formal, por meio de comandos da linguagem de programação, criando objetos estéticos com características semelhantes às do que foi produzido nas artes em seus diferentes períodos. Por conseguinte, o desenvolvimento da disciplina mescla aspectos teóricos do ponto de vista das artes e das matemáticas no desenvolvimento de atividades práticas de programação, utilizando recursos computacionais do *Processing*.

Nesse sentido, o livro não deve ser utilizado de modo sequencial, um capítulo após o outro, mas mesclando aspectos teóricos e de programação, cujos conceitos devem ser construídos mergulhando em diferentes capítulos do livro.

Os autores

APRESENTAÇÃO

UMA DIDÁTICA DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Lucia Santaella

Este livro de Hermes Renato Hildebrand e José Armando Valente possui dois grandes méritos: em primeiro lugar, traz em linguagem clara e precisa a presença da matemática na arte e na cultura por meio do pensamento computacional midiaticizado. Como se isso não bastasse, trata-se de um livro paradigmático. Uma contribuição de enorme relevância como guia para o exercício de atividades pedagógicas bem fundamentadas e direcionadas.

As ciências matemáticas puras ou aplicadas estão hoje onipresentes em todas as esferas das atividades humanas, sem que sejam imediatamente visíveis. De fato, operam nas camadas invisíveis que, embora escapem da nossa percepção, agem no silêncio das abstrações.

Mas o que é, afinal, a matemática? Recorro a Charles Sanders Peirce, que, embora mais conhecido em nosso meio como criador da moderna semiótica, uma semiótica de base filosófica que exige paciência e esforço para ser compreendida, é também um grande filósofo da ciência. Desenvolveu uma classificação não estática das ciências, evidenciando suas inter-relações. Fiquemos na matemática e nas suas interinfluências. Embora valorizasse as ciências aplicadas, inclusive as matemáticas aplicadas, Peirce priorizava as ciências da descoberta, que tinham na matemática pura a sua grande matriz.

Seu livro *Elements of Mathematics* está recheado de passagens sobre a especificidade do estatuto científico da matemática. Em

primeiro lugar, Peirce dizia que é necessário compreender a natureza geral da matemática e seu raciocínio. A matemática, falando de forma ampla, é historicamente a mais antiga das ciências. Se uma coleção de prescrições médicas absurdas não for contada como ciência, o primeiro tratado científico que chegou até nós é de matemática. Pitágoras foi um verdadeiro matemático. A astronomia tornou-se científica muito cedo, mas usou matemática desde o princípio. Todas as outras ciências, sem exceção, dependem dos princípios da matemática; mas a matemática não lhes empresta nada além de sugestões, pois ela é a única ciência que nada afirma como fato. Não faz nada além de formular hipóteses e deduzir suas consequências.

A mais abstrata de todas as ciências é a matemática. É mais abstrata do que a metafísica ou mesmo do que a lógica. Por isso, interfere em todas as outras ciências, sem exceção. Não há ciência alguma à qual não esteja associada uma aplicação da matemática. O contrário não é verdadeiro, uma vez que à matemática pura não se associa a aplicação de qualquer outra ciência, na medida em que todas as demais ciências estão limitadas a descobrir o que é positivamente verdadeiro, seja como um fato individual, como uma classe ou como uma lei, enquanto a matemática pura não tem interesse em saber se uma proposição é existencialmente verdadeira ou não. Em particular, a matemática tem uma intimidade tão estreita com uma das classes da filosofia, isto é, com a lógica, que pouca perspicácia é necessária para encontrar a articulação entre elas.

A rigor, a matemática pura é a única ciência inteiramente dedutiva. As ciências empíricas, que são ciências especiais, embora façam uso de raciocínios dedutivos, têm na indução o fator preponderante. A radicalidade de Peirce não para aí, pois é fácil inferir de suas afirmações uma espécie de adivinhação do futuro. Antes de Turing e antes de Von Neumann, antes que o computador passasse a ocupar o papel onipresente que hoje ocupa, Peirce já indicava que todas as ciências iriam caminhar para a matemática. Como duvidar disso, sob o império

da Inteligência Artificial, quando até mesmo as humanidades estão se transmutando em humanidades digitais? É nesse ponto que se cobre de relevância um manual de uso educacional capaz de sinalizar o que é e como age o pensamento computacional.

Na verdade, trata-se de uma didática do pensamento computacional que explora suas múltiplas facetas: as relações entre programação e algoritmo, etnomatemática e o variegado universo das imagens, sem esquecer da matematização das ciências, evidente no mundo em que vivemos, e do que há de matemática nas artes, bem como dos conceitos matemáticos fundamentais, para culminar na presença do pensamento computacional no ensino e na aprendizagem. Portanto, um livro didático que, para fazer jus ao que se propõe, flui como um rio para desembocar na educação. É justamente aí que se situa o segundo grande mérito desta obra.

São muitas as críticas às falhas do sistema educacional neste país tão extenso que, por isso mesmo, acumula dificuldades pedagógicas de várias ordens. Contudo, o que fazer para ir além da crítica que, embora funcione como diagnóstico, fica à espera de ações efetivas e eficazes?

Um caminho, entre outros válidos e possíveis, é apontado neste livro. Livros paradidáticos funcionam como modelos e, conforme está implícito na ideia de modelo, não foram feitos para ser meramente copiados, devendo funcionar como fontes de inspiração e adaptações contextuais, ou seja, adaptações que levem em conta o contexto específico em que são postos em prática. Essa é uma maneira de colaborar para a formação de professores mais jovens, isto é, daqueles que recebem, da transmissão dos mais experientes, algumas sinalizações iluminadoras para trilhar o seu caminho tomando como base experiências já realizadas e avaliadas. Esse parece ser um dos princípios mais valiosos da educação.

Portanto, para todos aqueles que estão interessados nas várias modalidades das matemáticas aplicadas nas mais diversas áreas, este

livro oferece uma grande contribuição, em especial aos que buscam inspirações no seu ofício de explorar as bases e ressonâncias culturais e educacionais do pensamento computacional.