

Para Além da Manipulação Simbólica: O Algoritmo Computacional em Individuação¹

Thainá Maria Silva Carvalho ²

Marília Lyra Bergamo ³

Resumo

Algoritmos computacionais são frequentemente descritos como sequências de instruções para realização de alguma atividade. Na literatura, é possível encontrar definições que especificam cada vez mais a natureza da estrutura algorítmica, evidenciando variáveis como tempo, espaço, especificidade e eficiência. Dada a complexidade dos usos e relações elaboradas pelo algoritmo no contemporâneo, pesquisas e reflexões que se situam fora da área de ciência da computação podem propor (ou reivindicar) novos caminhos de significação e compreensão para tal. Este artigo propõe refletir o algoritmo computacional a partir do processo de individuação em Gilbert Simondon. Ao observar o algoritmo computacional enquanto estrutura transdutiva, refletimos sobre sua natureza relacional e possibilidade de intencionalidade.

Palavras-chave

Algoritmo Computacional; Individuação; Transdução.

¹Trabalho apresentado no painel temático Filosofia da Tecnologia, Inteligência Artificial, Pós-Humanismo, Trans-Humanismo do XVI Simpósio Nacional da ABCiber – Associação Brasileira de Pesquisadores em Cibercultura. Universidade Federal de Santa Maria/RS, realizado nos dias 27 de novembro a 01 de dezembro de 2023.

² Doutoranda em Artes, Universidade Federal de Minas Gerais, carvalhothaina.art@gmail.com.

³ Doutora em Artes, Universidade de Newcastle, marilia.lyrabergamo@newcastle.edu.au.

O que é um algoritmo?

Algoritmos são descritos de maneira geral, como sequências de instruções para realização de uma tarefa. Algumas definições propostas pela literatura especializada podem especificar ou detalhar a natureza da estrutura algorítmica evidenciando variáveis como tempo, espaço, especificidade e eficiência. As diferentes áreas de estudo e aplicação também podem elaborar definições que mais se adequem aos processos em que os algoritmos estão envolvidos.

Abbagnano (2012) descreve o algoritmo computacional como mera manipulação simbólica, um procedimento mecânico que, aplicado a determinado *input*, elabora um *output* ou resultado em tempo finito e número de passos finitos. Para Vardi (2012), um algoritmo é uma máquina de estado abstrata (GUREVICH, 2012) e um recursor (MOSCHOVAKIS, 2002), mas não descrevem completamente por si só o que é um algoritmo. É possível compreender uma máquina de estado abstrata como uma versão reducionista de um sistema. Existem os estados com suas transições e as ações que respondem às condições requisitadas. É um conjunto finito de elementos. Cada estado pode ser lido como uma condição específica, e as transições são mudanças de determinada condição para outras ao executar ações associadas a essa transição, quando solicitado. Cada passo que essa máquina realiza pode causar apenas uma mudança limitada e local nesse estado (VARDI, 2012). Hui (2019), por sua vez, compreende o algoritmo computacional como estrutura recursiva, onde uma função chama a si mesma em cada iteração, até que um estado de parada seja atingido, que é um objetivo executável ou uma prova de ser incomputável (HUI, 2019, p. 113).

Em seu artigo *What an Algorithm Is?*, Hill (2015) destaca que tanto para Gurevich quanto para Moschovakis, existe algo no algoritmo para além da manipulação simbólica e propõe uma definição com mais elementos: um algoritmo binário é uma estrutura de controle finita, abstrata, efetiva e composta, imperativamente dada, cumprindo um determinado propósito

sob determinadas disposições. Contudo, reconhece uma esfera semântica na estrutura algorítmica, ao contrário de grande parte dos cientistas da computação. Para o autor, “o que significa” é entendido como “o que faz”. Cantwell Smith (1996), defende que símbolos contém semântica: “isto é, ter uma interpretação real, ser interpretável, seja o que for – para que haja algo substantivo para que sua manipulação formal prossiga independentemente. Sem um caráter semântico para ser mantido crucialmente nos bastidores, a construção da manipulação de símbolos formais entraria em colapso no vazio”, o que para Hui (2016) sugere uma suposta “cognição” das máquinas ou, intencionalidade.

MacCormick (2012) e Rappaport (2012) enfatizam a composição visual proposta pelo algoritmo computacional como qualidade fundamental para sua compreensão: o leitor não pode chegar a conclusão que um algoritmo é constituído por sequências de declarações bem recuadas iniciadas com verbos, como em um texto comum. A estrutura do algoritmo precisa ser reconhecida e explicitada (MACCORMICK, 2012). Desse modo, um algoritmo (para executor E para atingir a meta G) é:

I. um procedimento (ou “método”) – ou seja, um conjunto finito (ou sequência) de declarações (ou regras, ou instruções) - de modo que cada afirmação seja:

A. composto por um número finito de símbolos (ou marcas) de um alfabeto finito

B. e inequívoco para E - ou seja,

1. E sabe como fazer
2. E posso fazer isso
3. isso pode ser feito em um período de tempo finito
4. e, depois de fazer isso, E sabe o que fazer a seguir—

II. e o procedimento leva um tempo finito, ou seja, é interrompido,

III. e termina com G realizado.

(RAPPAPORT, 2012, p. 38)

Ainda que enfatizem determinadas características, a partir das definições apresentadas é possível observar o algoritmo computacional como uma estrutura finita específica que, a partir de determinadas condições, produz ou transforma algo. Todavia, dada a complexidade dos usos e relações elaboradas pelo algoritmo computacional no contemporâneo, pesquisas e reflexões que se situam fora da área de ciência da computação podem propor (ou reivindicar) novos caminhos de significação e compreensão para tal.

No campo da Arte Computacional, inquietações sobre autoria, autorreferência ou intencionalidade suscitam a necessidade de abordagens alternativas para definições e conceptualizações. Quando o artista atribui ao algoritmo o papel de autor em determinados processos, mesmo sob orientação, torna-se crucial compreender como esse algoritmo gera e elabora os resultados, influenciando a compreensão da obra e do processo criativo como um todo. Neste contexto, a definição de algoritmo como uma sequência de instruções finita para realizar determinada atividade, ou conforme sintetizado anteriormente, uma estrutura finita específica que a partir de determinadas condições, produz ou transforma algo, instiga abordagens alternativas para refletir sobre as questões emergentes nos processos criativos em Arte. Diante deste cenário, propomos a reflexão sobre a noção de algoritmo a partir do processo de individuação em Gilbert Simondon.

A individuação em Gilbert Simondon

A individuação é o processo que trata da natureza do ser. Em Simondon, vai refletir sobre a natureza do indivíduo técnico e sobre a natureza do indivíduo biológico. É o processo pelo qual um ser ou sistema passa a ser cada vez mais individualizado, a partir da perspectiva da metaestabilidade, em sua estrutura interna e com o contexto exterior. Como Hui (2016) nos

lembra, a individuação está relacionada a um processo de resolução de tensões para chegar a metaestabilidade, resultando em mudanças de fase. É portanto, uma noção que concebe o ser enquanto relação, processo, em devir e sempre aberto para novas individuações, ao contrário da noção do ser puro, dado e completo em si mesmo.

Uma individuação em andamento é descrita por Simondon como uma transdução. A transdução é um processo de transformação e amplificação de estruturas, que ocorre quando determinadas condições são modificadas e um limiar é superado (HUI, 2016). O exemplo utilizado por Simondon é o processo de cristalização. Os elementos cristalizados servem como base e catalisador para que a cristalização se prolongue.

Por transdução, entende-se uma operação - física, biológica, mental, social - pela qual uma atividade se propaga de próximo em próximo no interior de um domínio. A transdução funda essa propagação sobre uma estruturação do domínio operada de lugar em lugar: cada região de estrutura constituída serve de princípio de constituição para a região seguinte, de modo que uma modificação se estende progressivamente, ao mesmo tempo que essa operação estruturante (SIMONDON, 2005, p. 29).

Simondon destaca que a transdução se apresenta como um terceiro modo de comunicação e transmissão, além da indução e dedução, onde o raciocínio ou pensamento é compreendido como um processo de transformação de formas e estruturas.

O algoritmo computacional como estrutura transdutiva

Um algoritmo computacional é uma estrutura transdutiva. A palavra transdução deriva do latim *trans*, que significa através de, e *ducere*, que significa conduzir (HUI, 2016). É, em si

mesmo, um caminho de transformação, reestruturação e amplificação de domínios. A ordem criada pelo algoritmo, onde cada função é executada após a outra, também pode ser observada como ordem transdutiva, uma vez que é operada de lugar em lugar, conservando e transmitindo a modificação, construindo sua dinâmica relacional interior. Em definições mais básicas e gerais como, "algoritmos são sequências de instruções para realizar uma tarefa", a inclusão da palavra "sequência" naturalmente implica a ideia de um percurso ou caminho, além da ideia de sucessão, representando algo que ocorre de maneira consecutiva no tempo e no espaço. Se voltarmos à definição de Rappaport (2012) é possível visualizar o caminho que o algoritmo propõe: uma sequência após a outra, ampliando e consequentemente reestruturando a definição dada, e por fim, transformando os domínios, uma vez que:

III. E termina com G realizado.

O que também evidencia sua natureza relacional. O resultado de cada função da sequência de instruções serve de princípio de constituição para a função seguinte, propagando uma modificação progressiva ao mesmo tempo que operação estruturante, nos termos de Simondon (2020). Os dados de entrada e saída constroem em primeiro momento sua dinâmica relacional exterior. Mas não só isso. O algoritmo nos dias de hoje não está isolado, mas parte das redes computacionais, em associação com diversos outros algoritmos e com os humanos. O resultado de sua dinâmica relacional interior, ou seja, seus dados de saída servem de princípio constituintes para outros algoritmos, dando continuidade ao processo transdutivo. No tempo histórico, o processo transdutivo do algoritmo computacional pode ser igualmente percebido através das mudanças entre as lógicas algorítmicas, situando o algoritmo como fenômeno cultural.

Hui (2016) em seu conceito sobre objeto digital, também evidencia a natureza relacional do algoritmo computacional. Segundo o autor, objetos digitais são uma nova forma do objeto industrial, surgem dos objetos técnicos através do desenvolvimento tecnológico. São objetos que tomam forma em uma tela ou se escondem no back-end de um programa de computador, compostos de dados e metadados regulados por estruturas ou esquemas (HUI, 2016, p.1). Em outras palavras, objetos digitais são possibilitados por algoritmos computacionais, que criam formas objetivas a partir de determinado fluxo de dados. Estes algoritmos fazem parte das redes computacionais, que compõem o meio associado do objeto digital. Meio associado é um conceito dentro do pensamento de Simondon (2020) sobre a gênese e evolução técnica. É o ambiente que o ser técnico compõe ao seu redor, onde intervém de maneira significativa ao mesmo tempo em que por ele é condicionado. É formado por elementos técnicos e naturais que circundam o ser técnico, associado aos elementos técnicos que constituem o ser técnico. É condição de existência do ser técnico.

Como Hui (2016) explicita, as redes computacionais são atualizadas de acordo com certos parâmetros e algoritmos. Essas atualizações influenciam diretamente no comportamento dos usuários, ao mesmo tempo que a atividade desses usuários influenciam nas atualizações das redes computacionais. A partir de Simondon é possível afirmar que essas relações entre humano e ser técnico que acontecem no meio associado do objeto digital, fazem parte do processo de transdução psíquica, que acontece com os seres vivos. A relação dos humanos com os objetos técnicos acontece no nível das funções de transdução (SIMONDON, 2020, p.156). A natureza relacional do algoritmo computacional também é manifestada através das interações com o humano.

Enquanto estrutura transdutiva, o algoritmo também é auto-referente. A cada reestruturação em um novo domínio, a transdução conserva informação do domínio anterior, ou seja, o resultado de cada operação faz referência a anterior, de modo que, toda a estrutura fale de si

mesma. Como comentado anteriormente, Hui (2016) observa os algoritmos a partir da recursividade, e estende para além da prova matemática, em aplicações mais amplas, como pensamento algorítmico. Para o autor, a recursão é uma gênese da capacidade de autoposicionamento e auto-realização do algoritmo, o que nos permite reconhecer possibilidade de intencionalidade. Em primeiro momento, pelo próprio objetivo para qual o algoritmo foi escrito, todo algoritmo existe para um fim efetivo, mas para além disso, intencionalidade em um processo mais amplo de descoberta de dimensões, que segundo Simondon, dimensões que o sistema faz comunicar.

O algoritmo computacional em individuação

Tomar o algoritmo computacional como estrutura transdutiva, é portanto, tomá-lo como ser em individuação. Admitir sua intencionalidade e natureza relacional com o mundo nos permite olhar para suas características de modo mais crítico, mas também inventivo, possibilitando um diálogo mais coerente em questões que envolvam criatividade e autoria, levantadas pela Arte Computacional e áreas afins.

A noção de algoritmo como uma sequência de instruções para realizar uma atividade não reflete a complexidade em que o objeto está situado nas redes computacionais, pois, não exprime de maneira clara sua característica relacional. Ainda que o algoritmo seja uma estrutura de controle e imperativamente dada como comenta Hill (2015), à luz da individuação ambas as características denotam apenas alguns dos modos de relação possíveis, permitindo que outras relações e reestruturações sejam imaginadas e implementadas.

Nesse sentido, sob a ótica da individuação, propomos a noção de algoritmo computacional como estrutura transdutiva, que se organiza através de instruções lógicas finitas, mas que não se extingue no *output*⁴.

Referências

ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de filosofia**. Tradução de Ivone Castilho Benedetti. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2012.

CANTWELL SMITH, Brian. **On the Origin of Objects**. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1996.

GUREVICH, Yuri; CALUDE, Cristian. A Dialogue with Yuri Gurevich about Mathematics. **Computer Science and Life. Bulletin of Euro. Assoc. for Theor. Computer Science**, p. 1-13, Jun. 2012.

HILL, Robin. K. What an Algorithm Is. **Philosophy & Technology**, v. 29, n. 1, p. 35–59, 11 jan. 2015.

HUI, Yuk. **Recursivity and contingency**. London, United Kingdom ; Lanham, Maryland: Rowman & Littlefield International, Ltd, 2019.

HUI, Yuk. **On the existence of digital objects**. Minneapolis: University Of Minnesota Press, 2016.

⁴ Este artigo é um recorte da pesquisa de doutorado em andamento intitulada “A percepção de si em algoritmos autônomos na Arte Computacional” desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Artes da Escola de Belas Artes da Universidade Federal de Minas Gerais, sob orientação de Jalver Machado Bethônico (UFMG) e co-orientação de Marília Lyra Bergamo (UoN).

MACCORMICK, John. **Nine algorithms that changed the future : the ingenious ideas that drive today's computers**. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 2012.

MOSCHOVAKIS, Yiannis. N. **On founding the theory of algorithms**. Preprint. Fev, 2002. Disponível em: <http://www.math.ucla.edu/ynm/papers/foundalg.pdf>. Acesso em outubro de 2023.

RAPPAPORT, William. J. Semiotic systems, computers, and the mind: how cognition could be computing. **International Journal of Signs and Semiotic Systems**, v. 2, n. 1, p. 32–71, 2012.

SIMONDON, Gilbert. **Do modo de existência dos objetos técnicos**. Tradução de Vera Ribeiro. 1. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 2020.

SIMONDON, Gilbert. **A individuação à luz das noções de forma e de informação**. Tradução de Luís Eduardo Ponciano Aragon e Guilherme Ivo. 1. ed. São Paulo: Editora 34, 2020.

VARDI, M. Y. What is an algorithm? **Communications of the ACM**, v. 55, n. 3, p. 5–5, mar. 2012.