



O Movente e o Formal

Change and Formalism

¹Orlando de Andrade Figueiredo

¹Unesp (Rio Claro) – Brasil
orlando@rc.unesp.br

Palavras-chave:

Filosofia da Matemática, Filosofia da Lógica, Movimento, Semântica, Tecnologias da Informação e Comunicação, Fenomenologia.

Keywords

Philosophy of Mathematics, Philosophy of Logic, Movement, Semantics, Information and Communication Technologies, Phenomenology.

RESUMO

A capacidade de perceber mudanças, inclusive movimento, tem relações cognitivas com as ciências formais. Por manifestar mudanças concretamente, a computação é um campo privilegiado para a exploração dessas conexões. Em computação, há distinção entre sentidos semióticos das interfaces e sentidos de funcionamento da máquina; entre sentidos existenciais e sentidos formais. Sentido formal associa-se a sentido de funcionamento e ambos dialogam diretamente com a percepção de mudança. Esse arcabouço ajuda a esclarecer o princípio da semântica da lógica proposicional. A virada dinâmica da lógica ilustra como as ciências formais não podem se furtar a refletir a visão de um mundo em movimento.

ABSTRACT

The ability to perceive change, including movement, is deeply connected with formal thinking. Modern computers bring us the opportunity to explore such connections, because computers realize change physically. A framework to analyze the computing experience includes the concepts of semiotic meaning in interfaces and perceptual meaning in machine action; and existential meaning and formal meaning. There is a close connection between machine action meaning and formal meaning; and both talk directly to the perception of change. The framework clarifies the idea of semantics in propositional logic. The dynamic turn of logic illustrates the connection between formal sciences and the changing world point of view.

Introdução

Faz parte do trabalho filosófico dar relevo a aspectos da experiência que costumam passar despercebidos. Há coisas que, por serem consideradas óbvias, são subestimadas. É o caso da mudança. Nosso mundo, nossa vida e nossa experiência vêm à tona, em grande parte, por quanto neles há de mudança. Tudo está sempre mudando, a começar por nós mesmos, dotados de corpos que também se movem, e que constituem mundos a partir desse movimento. Talvez nos pareça natural encontrar sentido em toda sorte de mudanças que, durante todo o tempo, estão acontecendo a nosso redor, porém seria um excelente exercício de reflexão tentar nos afastar dessa familiaridade para nos assombrarmos com a capacidade, que nos constitui, de discernir e reconhecer infinidades de mudanças e movimentos. O banal precisa causar espanto. É fácil reconhecer cores, formas, sons, texturas, etc. como elementos básicos de uma paleta com que nosso mundo se afigura, mas seria mais abrangente se incluíssemos aí as notas e tonalidades de mudança. Cada simples momento de nossa existência está carregado delas.

Considerando, então, que somos seres de mudança, isto é, cujo mundo se abre repleto de sentidos de mudança, como podemos compreender o fenômeno das ciências formais? Será que empregamos essa capacidade de descortinar sentidos de mudança em nosso fazer matemático, por exemplo?

O ponto de partida – e eixo – da reflexão que faço neste ensaio para abordar essas questões é a moderna computação com máquinas. Computadores são, a um tempo, mudança e formalismo. De um lado, são máquinas concretas em mudança permanente e, de outro, são construídas a partir de abstrações mentais. Portanto, são um tipo especial de ponte ou conexão entre a experiência (sempre prenhe de mudanças) e o formal. Os computadores modernos têm essa condição privilegiada de nos fazer perceber as conexões entre o movente e o formal, que, de resto, poderiam ser estendidas à matemática, à lógica e a outras ciências formais. Seguindo a pista da computação, podemos refletir sobre nossa condição de seres que fazem matemática.

O caminho a ser percorrido neste ensaio é o seguinte: De início, o caráter originário da mudança é fundamentado a partir da reflexão de Henri Bergson sobre o tema. Em seguida, a computação é analisada à luz da noção de sentido formal. Não só a mudança, mas também a interatividade, é considerada nessa parte. Por fim, questões fundamentais da lógica são discutidas como exemplo da aplicação de sentidos de movimento e mudança a uma ciência formal.

Percepção da Mudança

Henri Bergson foi um filósofo francês que se dedicou, dentre outros temas, à memória, à duração e ao tempo. Coerente com essa linha de pesquisa, tratou também da mudança e do movimento (BERGSON, 2006). Defendia que os paradoxos de Zenão, sobre o movimento, estavam na origem da metafísica na filosofia grega antiga (p. 162); ideias eternas e universais eram um campo bem mais seguro para a filosofia. Bergson, assim, creditava à mudança um papel de destaque na história do pensamento. E reconhecia também a dificuldade do tema:

É que, normalmente, bem que olhamos a mudança, mas não a percebemos. Falamos da mudança, mas não pensamos nela. Que a mudança existe, que tudo muda, que a mudança é a própria lei das coisas: sim, dizemo-lo e repetimo-lo; mas temos aí apenas palavras, e raciocinamos e filosofamos como se a mudança não existisse. Para pensar a mudança e para vê-la, há todo um véu de prejuízos que cabe afastar, alguns artificiais, criados pela especulação filosófica, outros naturais ao senso comum (p. 150-1).

Quais são, afinal, os prejuízos associados à mudança? Em primeiro lugar, a noção de que o mundo é, antes de tudo, estático, e que o movimento é algo que eventualmente acontece perturbando a ordem natural da estaticidade. Ademais, a ideia de que o movimento pode ser dividido como uma sucessão justaposta de momentos individualizados, para ficar em dois exemplos destacados.

Bergson aborda a questão da mudança no campo da intuição e da percepção, que historicamente têm sido vistas com desconfiança em filosofia. A percepção atua numa esfera muito fundamental da cognição humana, que mesmo a linguagem tem dificuldades para descrever. É uma paisagem subjetiva. No entanto, é o campo onde os prejuízos contra a mudança estão enraizados, e o trabalho consiste em expandir a percepção sobre a mudança. “Mas suponham que, ao invés de querermos nos elevar acima de nossa percepção das coisas, nela nos afundássemos para cavá-la e alargá-la. Suponham que nela inseríssemos nossa vontade, e que nossa vontade, dilatando-se, dilatasse nova visão das coisas.” (p. 154). O trabalho filosófico, em certas circunstâncias, deve visar à ampliação do repertório de visões (percepções). O autor cita a arte como exemplo, considerando o artista como aquele que descobre e desvela ao público novas formas de perceber. “Os grandes pintores são homens aos quais remonta uma certa visão das coisas que se tornou ou se tornará a visão de todos os homens.” (p. 156). O artista traz à tona algo que se encontra potencialmente em cada um: “À medida que [o poeta e o romancista] nos falam, aparecem-nos matizes de emoção que poderiam estar representados em nós há muito tempo, mas que permaneciam invisíveis (...).” (p. 155).

Bergson se contrapõe enfaticamente aos prejuízos associados à mudança refutando a primazia do estático sobre o movente, negando o papel do estático como suporte do movente: “Há mudanças, mas não há, sob a mudança, coisas que mudam: a mudança não precisa de um suporte. Há movimentos, mas não há objeto inerte, invariável, que se mova: o movimento não implica um móvel.” (p. 169). O autor também questiona a ideia de que o movimento seja a justaposição de momentos isolados, e que tais momentos possam ser capturados individualmente como imobilidades. “Representar-nos-emos toda mudança, todo movimento, como absolutamente indivisível.” (p. 164). Mudança e movimento são, para Bergson, como unidades de compreensão, que dispensam uma explicitação de sentido exterior.

As proposições de Bergson encontram ressonância em outras fontes. Roth (2015) passa em revista diversas teorias que relacionam movimento do corpo (gestos) e matemática, com especial interesse na aplicação em educação. Entre elas, destaco as abordagens epistemológicas que dão primazia ao movimento [SHEETS-JOHNSTONE, 2009 apud ROTH, 2015], para as quais, seja no trabalho com gráficos ou no pensamento matemático em geral, sempre que há movimento, não é preciso pressupor estruturas cognitivas subjacentes para explicar tais movimentos (p. 2). “O movimento do pensamento é teorizado em termos puramente imanentes que dispensam quaisquer outros aspectos transcendentais (p. ex., conceitos, esquemas, arcabouços mentais, representações e similares) em sua ação.” (p. 2, tradução minha).

Em suma, é bem compreendido em filosofia que o mundo que vivemos é um mundo mediado por nossa própria cognição. As coisas existem!, porém o que chamamos de coisas não são as coisas em si, mas a apresentação que nosso aparato cognitivo nos faz das coisas. Para dar conta do mundo, somos equipados de um repertório vastíssimo de sentidos, inclusive sentidos de mudança e movimento. Cada gesto que conseguimos distinguir é uma tonalidade diferente em nossa paleta de sentidos de movimento e mudança. O correr, o fugir, o encontrar, o cair, o pular, a pressa e a não pressa são sentidos que brotam em nossa experiência a partir da fenda da percepção de mudança. É preciso reconhecer que a sua ação pervade nosso mundo. Bergson (2006) proclama:

Diante do espetáculo da mobilidade universal, alguns dentre nós serão tomados de vertigem. Estão habituados à terra firme; não conseguem se acostumar ao jogo e ao balanço do mar. Precisam de pontos “fixos” aos quais fixar a vida e a existência. Estimam que se tudo passa, nada existe; e que se a realidade é mobilidade, ela já não é no momento em que a pensamos, ela escapa ao pensamento. O mundo material, dizem, irá dissolver-se e o espírito afogar-se no fluxo torrencial das coisas. – Que se tranquilizem! A mudança, se consentirem em olhá-la diretamente, sem véu interposto, bem rapidamente lhes aparecerá como o que pode haver no mundo de mais substancial e mais durável. Sua solidez é infinitamente superior à de uma fixidez que não é mais que um arranjo efêmero entre mobilidades (p. 173).

Movimento, Resposta e Sentido na Computação

Computadores estão em mudança permanente. São máquinas moventes, a realização concreta na matéria de projetos de mudança. Para seres tão sensíveis à mudança quanto nós, são um espetáculo irresistível. Textos, botões, quadros, imagens, som e vídeo vêm e vão nesse horizonte de infinitas possibilidades de transformações – e combinações de transformações – em que se constitui uma simples máquina computacional.

Há um tipo especial de percepção de mudança para o qual os computadores falam diretamente. Trata-se das transformações ocorridas como efeito de estímulos gerados por nós mesmos. Eu solto a caneta e ela cai. Eu aciono o interruptor e a luz se apaga. Tudo isso é compreensível, isto é, possui sentido. E, em particular, fica bem estabelecido que sou eu a causa das alterações percebidas nas coisas. A essa classe de percepção de mudança, eu denomino percepção de resposta. O mundo está aí e eu ajo sobre ele. De maneira inversa, as coisas mudam e agem sobre mim. As noções de interação e de interatividade associadas aos computadores já podem ser encontradas aí. É importante não perder de vista a noção de percepção de mudança de forma abrangente e a noção de percepção de resposta como uma especialidade da primeira.

Um aspecto fundamental da experiência computacional são os tipos de sentidos presentes nela. Uma pessoa, enquanto usa um computador, recebe estímulos de diversas fontes. Como esses estímulos estão em conformidade entre si, um sentido único se estabelece. Em outras palavras, há um alinhamento de sentidos que favorece a síntese. Porém, é possível separar esses estímulos em dois tipos ao menos. O primeiro refere-se aos sentidos originários da decoração da interface computacional. Toda palavra, imagem, animação ou som presente na interface proporciona sentido, que é depreendido semioticamente. Em outras palavras, esses elementos são signos. A segunda classe de estímulos refere-se aos efeitos percebidos das ações da máquina, ou seja, às transformações, mudanças e movimentos realizados a partir da interação do usuário com o aparelho. É o arquivo salvo e a mensagem enviada, é a música tocando ou o *download* do filme. É a queda da caneta e o apagar da lâmpada. Enquanto os sentidos do primeiro tipo são depreendidos mediante a história de vida social e cultural, visto que são criados arbitrariamente e convencionados, os sentidos do segundo tipo parecem falar à percepção de mudança e à percepção de resposta.

Essa distinção fica mais evidente quando há uma divergência entre aquilo que é indicado na interface da máquina e o subsequente comportamento da mesma, como no caso, por exemplo, de um mau funcionamento. A interface aponta um sentido, a ação, outro. A

expectativa criada inicialmente se transforma em frustração. O sentido que prevalece, no final, é justamente aquele do segundo tipo.

A utilização frequente de um aparelho leva à memorização de seus comandos. De alguma forma, a atenção aos sentidos indicados na interface fica em segundo plano. Por outro lado, a observação dos efeitos da ação da máquina é permanente, pois há sempre uma expectativa com respeito aos resultados dessa ação. A percepção de mudança e a percepção de resposta são canais sempre ativos no engajamento da experiência com máquinas.

Os sentidos advindos da observação do comportamento da máquina são preponderantes em relação aos sentidos semióticos. Quando envio um correio eletrônico, a interface me diz: “nada sei sobre a presença ao vivo do destinatário”. No entanto, se recebo uma resposta imediata, sei que a pessoa está lá no seu sistema pronta a se comunicar. Posso fazer da ferramenta de correio eletrônico uma ferramenta de bate-papo ao vivo. Esses sentidos se estabelecem pela percepção de movimento e pela percepção de resposta, a despeito da interface ser neutra com respeito a eles (a presença ao vivo do destinatário).

Na ciência da computação, há uma área de conhecimento dedicada às linguagens de programação, que são linguagens formais empregadas na produção de aplicativos de software. A semântica formal é o estudo do sentido dos elementos de uma linguagem de programação. Técnicas de semântica formal têm sido desenvolvidas por pesquisadores da área desde a década de 1960. As técnicas de semântica operacional [TURBAK e GIFFORD, 2008] constituem um ramo da semântica formal de linguagens de programação cujo princípio é descrever o sentido dos elementos da linguagem através da explicitação das *transformações de estado* realizadas por cada tipo de elemento. Em outras palavras, tendo em vista os dois tipos de sentido apontados nesta seção, a semântica operacional considera apenas o segundo tipo.

Essa caracterização proporciona elementos para outra forma conveniente de abordar a experiência computacional, que consiste em diferenciar o sentido existencial do sentido formal (ou sentido da máquina). É como se a experiência tivesse dois polos: o ser humano e a máquina, e cada um tivesse o seu lado da experiência, cada qual com sua própria forma de sentido. Obviamente, trata-se de uma metáfora. Sentidos só existem para um sujeito de experiência, e máquinas estão definitivamente fora dessa condição. No entanto, o que essa metáfora pretende reforçar é que o próprio sujeito pode modular a experiência navegando entre os dois polos. No polo existencial, o sentido é a síntese de todas as fontes de sentidos, entre as quais estão igualmente incluídas a decoração da interface e a observação do funcionamento da máquina, e também todas as possibilidades de percepção, memórias,

afetos, preferências, emoções, conceitos, etc. que se descortinam na paisagem da cognição. No polo formal, o sujeito precisa amortecer quase tudo isso e focar unicamente naquilo que essencialmente é alterado pela máquina caracterizando um padrão. Esse seria o ponto de vista da máquina.

Assim, podemos resumir um importante princípio da experiência computacional: tudo aquilo que é estático em computação, não existe para a máquina. Em outras palavras, só há sentido para a máquina quando há uma mudança ou transformação associada ao elemento, e o sentido é justamente este: a *forma* da alteração. Por exemplo, texto para um computador é o agregado das ações de digitar, formatar, imprimir, etc., isto é, as transformações revelam o que é um texto.

É importante ressaltar a afinidade especial entre o sentido formal da computação e as percepções de mudança e resposta. A computação fala diretamente para elas, mesmo que outro discurso simultâneo à interação tente contradizê-la, como no caso anteriormente discutido do correio eletrônico que é usado como bate-papo.

Figueiredo (2014) apresenta a questão do sentido em computação na mesma linha de reflexão deste ensaio.

Sentido em Computação e Sentido em Lógica

A compreensão que emerge da análise da computação pode ser estendida a outras ciências formais, como a lógica e a matemática, por exemplo. À primeira vista, isto pode causar estranheza, pois aparentemente nada há de dinâmico nelas; são ciências da linguagem e do texto escrito. Porém, o fato é que o movente está em nós, e inevitavelmente o embutimos em tudo o que fazemos. O texto aparentemente estático carrega um discurso sobre a mudança.

Podemos encontrar na lógica alguns princípios explicitados pela análise da computação. Por exemplo, a preponderância de sentidos formais sobre sentidos existenciais. Existe na literatura da lógica uma forma peculiar de explicitar essa ideia. Considere o silogismo: “Todos os gregos são mortais, Sócrates é grego, logo Sócrates é mortal”. Os autores apressam-se em mostrar que a validade desse silogismo independe dos conhecimentos prévios sobre história; ou seja, que apenas a forma é relevante. Um passo fundamental nessa explicitação é apresentar um silogismo parecido: “Lipidianos são neres, Zítio é lipidiano, logo Zítio é nere”. Desta vez, o desconhecimento dos significados das palavras causa um incômodo, mas a

constatação de que, ainda assim, a validade do argumento pode ser assegurada é reveladora. Essa técnica teria um correspondente na experiência da computação: poderíamos imaginar que um programa de computador tivesse todas as palavras escritas em sua interface trocadas por palavras de uma língua desconhecida. Os sentidos advindos da interface seriam amortizados, e os efeitos observados do funcionamento do programa seriam realçados. Eu dou a processos dessa natureza a denominação de “drenagem de sentidos”.

O silogismo sobre os gregos é oportuno para clarear a ideia de sentido existencial. É muito difícil estar diante de frases como “Todos os gregos são mortais” e “Sócrates é grego” e não ter na mente a presença de fundo de uma série de imagens e lembranças referentes à civilização grega: a paisagem mediterrânea, a arquitetura clássica, as esculturas, as vestimentas, uma certa reverência a uma sociedade que valorizava o conhecimento, uma certa angústia associada às circunstâncias da morte de Sócrates, o “sei que nada sei”, Atenas versus Esparta, Platão, Aristóteles e Eurípedes, etc. Há uma rede intrincada de sentidos sustentando o sentido de cada frase. Para a lógica, porém, nada isso atua, assim como é com a computação. Silogismos se mostram agora como um tipo de máquina: entram três sentenças e sai uma conclusão sobre sua validade. A lógica esconde uma espécie de funcionamento dinâmico.

A ideia de semântica formal tem origem na lógica. Isso significa dizer que, em lógica, há um sentido formal de “sentido”. Vou procurar explicar essa ideia com o recurso dos princípios clareados na análise da computação.

Um dos sistemas lógicos mais simples e mais fundamentais é a lógica proposicional. A semântica da lógica proposicional [HUTH e RYAN, 2004, p. 36] é definida com base no conceito de tabela verdade. Cada conectivo da lógica proposicional, como “e”, “ou”, “não”, “implica” etc. tem seu sentido completamente definido por uma tabela verdade própria. Por exemplo, a tabela verdade para o conectivo “ou” é:

P	Q	P “ou” Q
V	V	V
V	F	V
F	V	V
F	F	F

onde P e Q são valores lógicos associados a sentenças. Há dois valores lógicos possíveis: verdadeiro (V) e falso (F).

Uma tabela verdade de um conectivo expressa completamente o sentido do conectivo.

Aplicando o arcabouço discutido neste ensaio ao caso das tabelas verdade para explicitar o que é sentido nesse contexto, podemos começar explorando a noção de sentido existencial. Frente a uma tabela verdade, a rede de sentidos associados à tabela, e que lhe dá sustentação na experiência do sujeito, inclui as noções de verdade e mentira, e, portanto, de certo e errado, bem e mal, justo e injusto. A palavra “ou” pode suscitar a ideia de escolha, inclusive com exclusão. No entanto, como já foi discutido, não é esse o sentido formal. Todas essas noções não estão colocadas para a lógica. Podemos drenar esses sentidos, reescrevendo a tabela com signos aleatórios: L, L, L / L, M, L / M, L, L / M, M, M. O sentido é a forma. Essa pura forma XXX XYX YXX YYY é o sentido de “ou”. Em outras palavras, sempre que houver um padrão como esse, ele aceita que nele se projete a ideia de “ou”. Um dispositivo que manifesta um comportamento compatível com esse padrão pode ser revestido com os signos de interface “verdadeiro” e “falso” (VVV VFV FVV FFF) e essa operação será válida. Esse é o momento chave do pensamento formal: quando um padrão frio e desprovido de sentidos, mas com uma forma única e apropriada, acopla-se a uma experiência cognitiva altamente complexa e enredada. Todo o mistério está nesse encontro. Os dois sentidos que se mostraram na experiência da computação têm equivalentes na experiência do pensamento lógico.

No que tange ao tema deste ensaio, outro ponto importante é que esses padrões aceitam, de alguma maneira, uma metaforização em termos de mudança. A tabela verdade do “ou” pode ser metaforicamente pensada como uma máquina cujas entradas, por exemplo, são as colunas P e Q e a saída é a coluna P “ou” Q. Há vários paralelos entre computação e lógica.

A Lógica não Pode Ignorar o Movente

A lógica clássica é um discurso sobre a verdade com características muito bem delineadas. Em primeiro lugar, é não dialógico: tudo se passa como se uma pessoa isolada enunciasse as hipóteses e conclusões. É também um discurso absoluto: não há margem para incertezas, fatos parcialmente conhecidos, ou versões de um mesmo fato. E, por fim, é atemporal: a mudança dos fatos não aparece no discurso. Desde os anos 1980, teve início uma “virada dinâmica” da lógica, que procurava trazer para o primeiro plano de uma teoria lógica aspectos como temporalidade, ação, informação e interação social (VAN BENTHEM, 2011, p. ix).

Atualmente, essa linha de pesquisa é conhecida como “dinâmica da lógica”. Não por acaso, boa parte de sua inspiração vem assumidamente da ciência da computação. Por

exemplo, van Benthem (2011), ainda no começo do movimento, procurava “ver as línguas naturais como um tipo de linguagem de programação cognitiva com propósitos de transformação de informação” (p. ix). Um pouco depois, ele conseguiu “ligar isso à lógica modal e às teorias de processos em ciência da computação: em particular, lógica dinâmica de programas” (p. ix). O autor deixa transparecer uma expectativa que a ciência da computação também possa se beneficiar dessa perspectiva, e também a filosofia em geral e a filosofia da lógica (p. 268).

A dinâmica da lógica é um caso emblemático de conexões entre o movente e o formal. Pode ser resumida assim: trata-se de um formalismo que trouxe para dentro de si a representação da mudança, da interação etc. de forma a permitir a expressão dessas ideias em termos lógicos. Contudo, é importante frisar que esse não é o ponto principal discutido ao longo deste ensaio. Ele é bem outro: mesmo a lógica clássica, com sua aparente neutralidade sobre a mudança, tem sua sustentação cognitiva, em parte, na ideia de mudança. Haja vista a possibilidade de metaforização, por exemplo, de uma tabela verdade como um máquina de entradas e saídas; ou do processo de prova matemática como uma transformação de sentenças mediante combinações regulares.

Fechamento

Os sentidos de mudança, de movimento e de resposta estão em nós. Se vivenciamos os computadores, é porque esses sentidos fazem a sua parte, juntamente com muitos outros. E, mediante metáforas convenientes, podemos estender essa observação até mesmo à lógica e à matemática, pois em todas elas é possível apontar um sentido formal, e o sentido formal possui uma notável proximidade com as percepções de mudança, movimento e resposta.

É preciso, no fechamento deste ensaio, rediscutir o papel dos sentidos aqui chamados de “decorativos”, “semióticos” ou “de interface”. É muito difícil, quiçá mesmo impossível, pôr esses sentidos de lado, de forma a desnudar um sentido formal (ou de mudança) puro. Realizar uma operação de tal monta é uma idealização, um mero exercício especulativo. Alonzo Church, um lógico americano, criou em 1936 o cálculo lambda, um formalismo ao mesmo tempo simples e poderoso o suficiente para apresentar “funções lambda” correspondentes a qualquer computação existente na matemática. Exibir essas funções é uma maneira de explicitar uma possível realização formal do processo em vista. Isso não quer dizer que seja a única possível. No entanto, não é natural trabalhar matemática com funções lambda. A apresentação semiótica de conceitos matemáticos é muito mais conveniente.

Como já dito, o sujeito da experiência só tem para si o sentido existencial pleno. Uma forma estreitada de sentido é um momento instável desse quadro. A situação natural é seguirmos em frente nas vivências de nosso mundo amparando-nos nas duas pernas. Essa combinação de semiótico e funcional atua em todos os níveis de experiência da computação, da lógica e da matemática. Já está ali na ideia de número, de ponto e reta, de variável. Cada um desses é, ao mesmo tempo, uma interface e um comportamento. Tenha um sentido mais formal, que foi “revestido” por um sentido semiótico (ou, em outras palavras, sobre o qual foi “projetado” um sentido semiótico), ou tenha um sentido mais existencial, e seu sentido formal subjacente foi explicitado, essas são possibilidades do intrincado jogo de sentidos da experiência nas ciências formais.

Algo importante sobre os computadores não foi dito. Eles são para a mudança, o movimento e a resposta, o que a pedra é para a escultura, o pigmento é para a pintura, e a corda e o arco são para a música. Artefatos interativos da computação são um novo meio de expressão. Ainda estamos nos primeiros passos dessa compreensão. Esse reconhecimento só se dará na medida em que reconhecermos também a mudança, o movimento e a resposta como elementos fundamentais de nossa existência, assim como já o fazemos com o volume, a forma e os sons.

E sendo as ciências formais profundamente ligadas à mudança, ao movimento e à resposta, como vimos, podemos imaginar o que seria sua expressão nesse novo meio: os computadores.

Referências

BERGSON, H. **O pensamento e o movente** : ensaios e conferências. Tradução de Bento Prado Júnior. São Paulo : Martins Fontes, 2006. (Tópicos).

FIGUEIREDO, O. A. A questão do sentido na computação. In: Maria Aparecida Viggiani Bicudo. (Org.). **Ciberespaço**: possibilidades que se abrem ao mundo da educação. 1ed .São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014, p. 109-149.

HUTH, M.; RYAN, M. **Logic in computerscience**. 2. ed. Cambridge University Press, 2004.

ROTH, W.-M. Excess of graphical thinking: movement, mathematics and flow. **For the learning of mathematics**, v. 35, n. 1, 2015, p. 2-7.

VAN BENTHEM, J. **Logical dynamics of information and interaction**. Cambridge University Press, 2011.

TURBAK, F. ; GIFFORD, D. **Design concepts in programming languages**. MIT Press, 2008.