Estado da publicação: O preprint não foi publicado em outro meio.

Qual é a função do signo? Wright, Cummins e o pluralismo funcional em semiótica

João Queiroz

https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

Submetido em: 2026-11-11
Postado em: 2026-11-12 (versão 1)
(AAAA-MM-DD)

A moderação deste preprint recebeu o(s) endosso(s) de:

- Pedro Atã (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7123-3341)

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

Qual é a função do signo? Wright, Cummins e o pluralismo funcional em semiótica

João Queiroz http://orcid.org/0000-0001-6978-4446
Instituto de Artes / Programa de Pós-Graduação em Linguística, UFJF

Resumo: O que significa atribuir função ao signo? Partindo do debate sobre função biológica, distinguimos a etiologia da consequência de Larry Wright da análise funcional de Robert Cummins e examinamos sua aplicação ao domínio da semiose. A pergunta "qual é a função do signo?" reúne três problemas distintos: as condições constitutivas sob as quais algo opera como signo; a contribuição dos signos para capacidades de sistemas organizados; os processos históricos pelos quais signos e padrões semióticos são retidos e estabilizados. A semiótica peirceana especifica o primeiro nível, ao modelar a semiose como relação triádica irredutível entre signo, objeto e interpretante. A análise de Cummins explica contribuições sistêmicas. A abordagem de Wright explica a retenção histórica quando consequências da operação de um signo participam causalmente de mecanismos de reprodução, transmissão e institucionalização. Defendemos, com base nessa distinção, uma abordagem funcional pluralista: esses níveis podem ser associados, mas não podem ser reduzidos a uma teoria unificada da função do signo. A construção de nichos semiótico-cognitivos permite explicar como contribuições sistêmicas podem adquirir eficácia histórica e como padrões estabilizados reorganizam capacidades. Casos envolvendo notações, diagramas, mapas e protocolos científicos sugerem que utilidade, contribuição sistêmica e retenção histórica não são relações equivalentes. Concluímos que atribuições funcionais exigem a especificação do *explanandum*, do sistema de referência, da escala temporal e do mecanismo explanatório.
Palavras-chave: função do signo; pluralismo funcional; semiose; Wright; Cummins; C.S.Peirce.

What is the function of the sign? Wright, Cummins, and functional pluralism in semiotics

Abstract: What does it mean to attribute a function to a sign? Starting from the debate on biological function, we distinguish Larry Wright's consequence etiology from Robert Cummins's functional analysis and examine their application to the domain of semiosis. The question "What is the function of a sign?" involves three distinct problems: the constitutive conditions under which something operates as a sign; the contribution of signs to the capacities of organized systems; and the historical processes through which signs and semiotic patterns are retained and stabilized. Peircean semiotics specifies the first level by modeling semiosis as an irreducible triadic relation among sign, object, and interpretant. Cummins's analysis explains systemic contributions. Wright's approach explains historical retention when the consequences of a sign's operation participate causally in mechanisms of reproduction, transmission, and institutionalization. On the basis of this distinction, we defend a pluralist functional approach: these levels can be related, but cannot be reduced to a unified theory of sign function. The construction of semiotic-cognitive niches helps explain how systemic contributions can acquire historical efficacy and how stabilized patterns reorganize capacities. Cases involving notations, diagrams, maps, and scientific protocols suggest that utility, systemic contribution, and historical retention are not equivalent relations. We conclude that functional attributions require the specification of the explanandum, the reference system, the temporal scale, and the explanatory mechanism.
Keywords: sign function; functional pluralism; semiosis; Wright; Cummins; C.S.Peirce.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

1. Por que a função é um problema?

"A função das asas é permitir o voo." Poucas afirmações parecem exigir menos explicação. No entanto, é surpreendentemente difícil dizer com precisão o que uma afirmação desse tipo significa em biologia (van der Steen, 1999). O coração torna o problema imediatamente visível: o coração bombeia sangue, mas também produz sons. Ambos são efeitos causalmente reais, embora não pareçam ser funções no mesmo sentido. Mayr (1961) acrescenta outra dificuldade com seu célebre exemplo das aves migratórias. Perguntar por que uma ave migra equivale a perguntar pelos mecanismos fisiológicos que desencadeiam a migração das aves ou pela história evolutiva que explica a persistência dessa disposição. A mesma expressão interrogativa requer explicações causalmente distintas. Gould e Lewontin (1979) transformam a situação em algo ainda menos intuitivo: nem mesmo uma contribuição efetiva permite concluir que uma estrutura surgiu, ou foi inicialmente retida, por causa dela; características podem aparecer como consequências de outras transformações e, posteriormente, serem recrutadas para novos usos. O que algo faz, o que explica sua presença, aquilo para que contribui e aquilo para que foi historicamente retido podem, mas não precisam, coincidir. Uma teoria da função começa quando deixamos de pressupor essa coincidência.

A discussão sobre função biológica envolve ao menos dois projetos explanatórios: explicar por que certos traços estão presentes, a partir de sua história de seleção ou retenção, e explicar como capacidades de sistemas vivos resultam da organização de seus componentes. Esses projetos correspondem, respectivamente, a problemas de etiologia evolutiva, teleologia e normatividade funcional, e a problemas de decomposição sistêmica e organização biológica (Wright, 1973; Cummins, 1975; Godfrey-Smith, 1993; Allen & Neal, 2020). Atribuições funcionais respondem a diferentes questões: (i) explicar etiologicamente a presença de um traço, (ii) identificar a contribuição causal de um componente ou de um processo para uma capacidade sistêmica, (iii) caracterizar a orientação de um processo para obter um determinado resultado, (iv) fornecer critérios normativos para distinguir um funcionamento normal, de mal funcionamento e má formação. O termo "função" não implica uma unidade explanatória. A "etiologia da consequência" de Larry Wright (1998 [1973]) explica a presença ou persistência de um item em relação às consequências de sua operação. A análise funcional de Robert Cummins (1998 [1975], 2002) explica capacidades de sistemas complexos pela decomposição dessas capacidades em contribuições organizadas de seus componentes. As duas abordagens empregam vocabulário funcional, mas possuem diferentes *explananda*, diferentes estruturas explicativas e critérios de adequação.

Partindo da reconstrução pluralista de Nunes-Neto e El-Hani (2009), examinamos a aplicação dessas distinções ao domínio da semiose (signo em ação). A pergunta "qual é a função do signo?" passa a admitir ao menos dois sentidos. No sentido histórico ou etiológico, pergunta-se por que determinados signos, classes ou tipos de signos, sistemas semióticos ou práticas de interpretação foram retidos, reproduzidos e estabilizados. No sentido sistêmico ou funcional-analítico, pergunta-se como signos contribuem para capacidades de sistemas cognitivos e distribuídos, como orientação, memória, inferência, categorização, coordenação, controle da ação e solução de problemas. Hutchins (1995) mostra, no caso da navegação naval, que essas capacidades resultam da organização conjunta de agentes, instrumentos, inscrições, procedimentos e estruturas ambientais. Para Kirsh (1995, 2010), representações externas e arranjos espaciais modificam a estrutura dos problemas, reduzem custos cognitivos, estabilizam estados intermediários e orientam sequências de ação. Explicar por que uma

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

determinada notação se estabilizou em uma comunidade científica não é o mesmo que explicar como ela contribui para inferência, cálculo ou demonstração. Explicar a retenção histórica de um mapa não equivale a decompor sua contribuição para um sistema distribuído de navegação. O primeiro problema exige identificação dos processos pelos quais certos efeitos interpretativos influenciaram a retenção, a reprodução ou a institucionalização do artefato. O segundo exige delimitação do sistema, capacidade *explananda*, componentes relevantes e organização de suas contribuições.

Defendemos um pluralismo funcional restrito. Seguindo a crítica de Godfrey-Smith (1993) ao unificacionismo, e em contraste com tentativas de reunir diferentes noções de função sob uma teoria geral, argumentamos que Wright e Cummins oferecem regimes explicativos distintos. Toda atribuição funcional deve explicitar o *explanandum*, o sistema de referência, a escala temporal e o mecanismo explanatório. A semiótica madura de Peirce fornece um quadro no qual esses regimes podem ser aplicados, mas não constitui uma terceira teoria da função paralela às de Wright e Cummins. Signo, objeto e interpretante são papéis funcionais em uma relação triádica irredutível (Queiroz & El-Hani, 2006a). Nessa relação, o signo opera como um *meio* para a comunicação de uma forma — hábito, regra de ação ou disposição — incorporada no objeto para o interpretante (Peirce, MS [R] 793: 1–3; Queiroz & El-Hani, 2006a).[1] A relação estabelece a "condição constitutiva" pela qual algo opera como signo, ou as condições lógico-relacionais da semiose. O termo não designa condições causais de produção, condições históricas de estabilização ou propriedades intrínsecas de uma entidade ou processo identificado como signo. Ele especifica a estrutura relacional que deve ser satisfeita para que algo opere como signo. Wright e Cummins, por sua vez, fornecem explicações funcionais de processos semióticos já identificados. A perspectiva de Wright explica sua estabilização histórica; Cummins explica sua contribuição para capacidades sistêmicas.

Pode-se argumentar que a teoria de construção de nichos cognitivos e de nichos de artefatos semióticos permite relacionar esses regimes sem reduzi-los (Atã & Queiroz, 2019, 2021). Nichos de artefatos semióticos são espaços estruturados de condições materiais, sociais e temporais para a estabilidade da semiose, incluindo situacionalidade, co-localização e distribuição temporal entre comunidades de agentes, artefatos e ambientes (Atã & Queiroz, 2021). Eles fornecem as condições nas quais signos integram sistemas cognitivos distribuídos e padrões semióticos adquirem estabilidade, recorrência e transmissibilidade. Construção de nicho designa um processo no qual atividades de agentes modificam condições ambientais que, por sua vez, passam a alterar possibilidades posteriores de ação, aprendizagem e organização cognitiva (Odling-Smee et al., 2003; Sterelny, 2003, 2012; Bardone & Magnani, 2007). No domínio semiótico, a teoria permite descrever como operações semióticas modificam condições posteriores de semiose e como padrões historicamente estabilizados reorganizam possibilidades atuais de ação e interpretação. A tese é tripla. O modelo triádico de Peirce define o papel constitutivo da semiose; a análise funcional de Cummins explica como signos contribuem para capacidades de sistemas cognitivos distribuídos; a etiologia da consequência de Wright explica, quando há um mecanismo histórico identificável, por que certos padrões semióticos foram retidos, reproduzidos ou estabilizados. Esses níveis não devem ser confundidos nem reunidos em uma teoria unificada.

[1] Referências a Peirce usam as seguintes abreviações: MS [R] = manuscritos numerados segundo o catálogo de Robin (1967); CP = *Collected Papers of Charles Sanders* Peirce (Peirce, 1931–1958); EP = *The Essential Peirce*, vol. 2 (Peirce, 1998).

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

2. Três perguntas sobre a função do signo

Uma análise da função do signo exige, portanto, uma distinção entre três níveis: (i) um nível constitutivo especifica as condições pelas quais algo opera como um signo; (ii) um nível sistêmico identifica a contribuição de um signo para a capacidade de um sistema cognitivo; (iii) um nível histórico explica os processos pelos quais determinados signos, tipos e classes de signos, ou práticas semióticas, foram retidos e estabilizados. Os níveis interagem, mas possuem diferentes *explananda*. Na semiótica de Peirce, o signo não é primariamente uma entidade dotada de propriedades intrínsecas. Signo, objeto e interpretante são papéis funcionais em uma relação triádica irredutível (Atkin, 2006; Queiroz & El-Hani, 2006a; Atã & Queiroz, 2019). Nenhum de seus termos, ou díadas relacionais, considerados isoladamente, são suficientes para constituir a semiose. Uma marca, uma emissão sonora ou um gesto operam como signos se, em relação a um objeto, determinam ou são potencialmente capazes de determinar um interpretante. A relação triádica consiste na comunicação, por meio do signo, de uma "forma" do objeto para o interpretante. "Forma" designa um hábito, uma regularidade ou uma disposição capaz de produzir efeitos (interpretantes) (De Tienne, 2003, 2005). Esse nível responde à pergunta: o que significa afirmar que algo opera (ou é capaz de operar) como um signo? Ele não explica como um signo contribui para a capacidade de um sistema nem explica a persistência de um determinado signo, ou tipo de signo. Tratar o modelo triádico de Peirce como uma teoria da função, concorrente com as teorias de Wright e de Cummins, confunde os níveis de análise. O modelo de Peirce especifica a estrutura lógica e processual da semiose; Wright e Cummins explicam, respectivamente, a estabilização histórica de padrões semióticos e sua contribuição para capacidades sistêmicas.

No nível sistêmico, atribuir função a um signo significa identificar sua contribuição para uma certa capacidade em um sistema organizado. A unidade de análise não é o próprio signo, mas uma configuração que inclui agentes, artefatos, habilidades, práticas, normas e estruturas ambientais. Um signo só possui função sistêmica em relação a uma capacidade *explananda* em uma organização determinada. Considere o sistema distribuído de navegação descrito por Ed Hutchins (1995). Sua unidade de análise não é um navegador individual, mas a equipe da ponte em interação com girobússolas, circuitos telefônicos, relógios, registros de azimutes, diário de bordo, instrumentos de plotagem, cartas náuticas. Em um "ciclo de fixação", operadores medem azimutes de marcos terrestres, o registrador coordena e conserva essas medições, o *plotter* as transforma em linhas de posição, determina a localização do navio e projeta sua trajetória. A capacidade de navegação emerge da propagação coordenada de estados entre agentes, artefatos e mídias, distribuída social, material e temporalmente. Nesse caso, a função de um mapa ou de uma carta náutica não é simplesmente "orientar". Sua contribuição consiste em fornecer uma superfície semiótica estável na qual diversas medições são convertidas, combinadas, e transformadas em uma posição e em uma trajetória. Essa formulação é cumminsiana.

O mesmo princípio aplica-se a notações, diagramas e protocolos, desde que sua função seja definida relativamente a um sistema e a uma capacidade *explananda*. Em matemática, uma notação não contribui genericamente para um "cálculo", mas para capacidades determinadas, como conservar resultados intermediários, tornar explícitas dependências formais, permitir substituições, coordenar sequências operatórias e inspecionar transformações semióticas. Sua contribuição depende da organização entre inscrições, regras de manipulação, competências dos agentes e suportes materiais. A notação funciona ao reduzir demandas de memória interna,

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

estabilizar estados intermediários do raciocínio e tornar operações sucessivas publicamente verificáveis e manipuláveis. Em uma prática científica, ou matemática, um diagrama não contribui apenas por "externalizar relações". Ele fornece uma estrutura organizada na qual relações de ordem, inclusão, continuidade, simetria, proporção, conexão ou dependência podem ser inspecionadas e manipuladas. Ao permitir adições, supressões, deslocamentos, rotações, comparações entre estruturas, e outras operações, o diagrama transforma relações abstratas em objetos manipuláveis. Sua função sistêmica consiste em restringir o espaço de inferências possíveis, tornar invariantes perceptivamente acessíveis e coordenar transformações gráficas com operações conceituais. Essa contribuição só pode ser especificada em relação à capacidade em análise — descoberta, demonstração, classificação, explicação ou comparação. Um protocolo experimental, por sua vez, não é apenas uma representação de etapas. Ele integra um sistema composto por agentes, instrumentos, materiais, critérios de mensuração, registros, normas de controle e condições ambientais. Sua função consiste em organizar temporal e causalmente a atividade coletiva. Um protocolo define a ordem das operações, especifica condições iniciais, distribui tarefas, fixa parâmetros, determina formas de registro e estabelece critérios para identificar desvios. Ao restringir graus de liberdade da execução, o protocolo reduz variações não controladas, aumenta a comparabilidade entre resultados e permite que operações realizadas por diferentes agentes e em diferentes momentos sejam tratadas como instâncias de um mesmo procedimento. Sua contribuição para a produção de informações depende, portanto, de como coordena componentes humanos, materiais e normativos do sistema experimental.

Em termos cumminsianos, notações matemáticas contribuem para capacidades inferenciais ao estabilizar estados semióticos intermediários e organizar operações segundo regras (Pantsar, 2020; Schlimm, 2025; Vold & Schlimm, 2020); diagramas contribuem para o raciocínio ao tornar relações e invariantes acessíveis à inspeção e manipulação (Hohol & Miłkowski, 2019; Knuuttila, 2021; Stegmann, 2021); protocolos contribuem para capacidades experimentais coletivas ao ordenar sequências de ação, definir condições de controle, restringir variações e padronizar registros, tornando resultados comparáveis e reproduzíveis (Guttinger, 2019; Machery, 2020). Em nenhum desses casos a função pertence ao artefato isoladamente. Ela consiste na contribuição do artefato, sob determinada organização, para uma capacidade global do sistema.

O nível histórico responde a outra pergunta: por que determinados signos, sistemas ou práticas semióticas persistem? Uma resposta etiológica procura identificar efeitos anteriores e os processos pelos quais esses efeitos influenciaram a retenção, reprodução, transmissão ou institucionalização de determinados signos, sistemas ou práticas. A estabilização não deve ser confundida com sua origem. Um padrão semiótico pode surgir por contingência, por experimentação, por recombinação, imposição institucional ou inovação. Somente depois de produzir efeitos em certas práticas, esses efeitos podem influenciar sua retenção diferencial. A função histórica explica, quando aplicável, a permanência, disseminação ou consolidação posterior. Uma explicação etiológica precisa especificar uma cadeia causal. Não basta afirmar que uma notação persiste porque facilita inferências. É necessário mostrar como essa capacidade foi incorporada a mecanismos de ensino, publicação, padronização, coordenação ou infraestrutura material, e como esses mecanismos aumentaram sua disponibilidade posterior. Estudos sobre notações matemáticas, práticas e sistemas numéricos mostram que sua estabilização depende de sua inserção em tarefas, recursos cognitivos, contextos históricos, materiais didáticos, convenções disciplinares e tecnologias complementares, não apenas de

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

suas vantagens formais intrínsecas (Schlimm, 2025; Whitman, 2025). Esquematicamente: 1. Um padrão semiótico x produz, com regularidade e sob condições C, um efeito interpretativo z; 2. z afeta processos de retenção, reprodução ou transmissão R; 3. Por meio de R, x aumenta sua persistência ou disponibilidade na prática P.

Examinemos as notações musicais. Não basta afirmar que determinado sistema persiste porque representa mais adequadamente alturas, durações e relações métricas. É necessário mostrar como suas capacidades foram incorporadas a mecanismos de ensino, cópia, impressão, edição, ensaio, composição e coordenação performática, e como esses mecanismos aumentaram sua reprodução e disponibilidade histórica. A estabilização da notação musical depende não apenas de suas propriedades semióticas, mas de sua integração a competências de leitura, práticas institucionais, tecnologias de reprodução e formas socialmente organizadas de produção musical. A notação não apenas registra estruturas constituídas; ela reorganiza possibilidades de composição, análise, transmissão e performance (Schuiling, 2019). Um signo pode produzir efeitos estéticos relevantes sem que esses efeitos expliquem sua retenção. Ele pode persistir por autoridade, por coerção tecnológica, ou outra razão, independentemente do efeito apresentado como sua função. A explicação etiológica só é legítima quando os processos de retenção são causalmente sensíveis ao efeito atribuído.

Os três níveis estão relacionados, mas não se deduzem uns dos outros. Uma contribuição sistêmica pode tornar-se historicamente relevante quando seus efeitos alteram processos posteriores de retenção. Um diagrama que melhora a comparação pode ser reproduzido e padronizado. Entretanto, um componente pode desempenhar uma função sistêmica sem ter sido retido por causa dessa contribuição. Inversamente, um padrão pode ter sido estabilizado por um efeito que deixou de constituir sua função atual. Os níveis devem permanecer distintos para que se possa examinar quando uma contribuição sistêmica se torna historicamente relevante, quando um padrão persiste por razões alheias à sua função atual e quando mudanças no nicho transformam simultaneamente operações e condições de retenção. A notação fluxional de Newton (Figura 1) persistiu na matemática não apenas por suas capacidades formais, mas também por lealdades disciplinares, estruturas institucionais e práticas pedagógicas que favoreceram sua reprodução (Guicciardini, 1989, 2004). Sabemos que a difusão dos numerais indo-arábicos não resultou automaticamente de sua eficiência calculatória (Danna, 2021). O sistema dependeu de escolas de ábaco, práticas mercantis, manuais, registros contábeis e tecnologias de impressão que converteram essa vantagem operatória em retenção e disponibilidade históricas (Danna, Iori, & Mina, 2022).

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

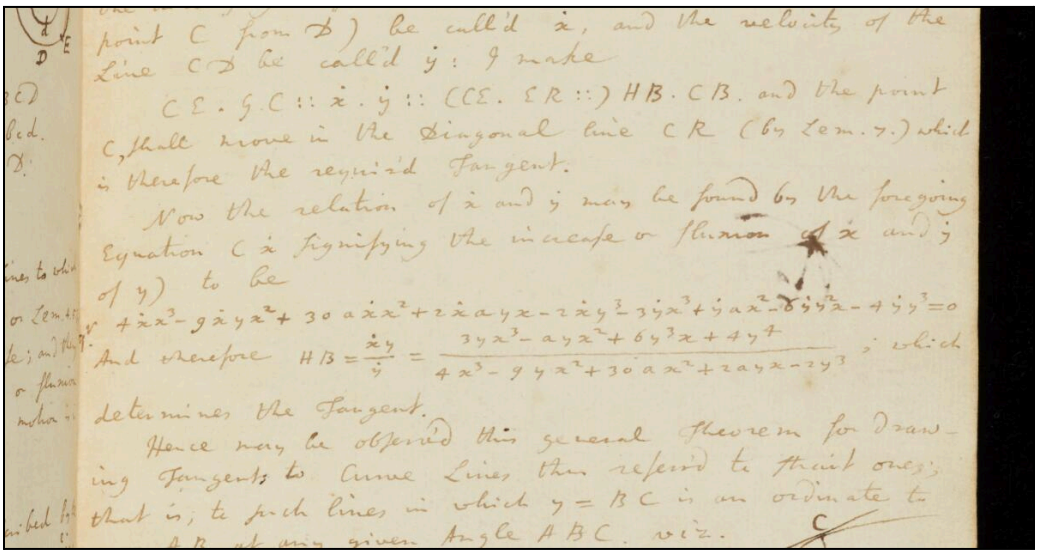


Figura 1 — Notação fluxional de Newton: trecho de manuscrito no qual pontos sobre as letras indicam fluxões, isto é, velocidades de variação de grandezas fluentes. Fonte: Cambridge University Library, Newton Papers, MS Add. 3960, image 9, Cambridge Digital Library https://cudl.lib.cam.ac.uk/view/MS-ADD-03960/9

3. Contra uma teoria unificada da função do signo

As principais teorias de função na filosofia da biologia não diferem apenas em suas respostas; elas respondem a perguntas distintas. Wright explica a presença ou persistência de um item referindo-se às consequências de sua operação. Cummins explica a capacidade de um sistema pela análise das capacidades organizadas de seus componentes. Distinguir esses *explananda* esclarece o domínio de competência de cada abordagem, sem eliminar desacordos entre as teorias. Godfrey-Smith (1993) caracteriza como "falsa unidade" a tentativa de Kitcher de reunir diferentes atribuições funcionais por meio de uma noção geral. Ele não defende que Wright e Cummins sejam incompatíveis, mas que pertencem a projetos explanatórios diferentes. Histórias seletivas e análises de sistemas organizados são formas distintas de explicação.

Uma teoria unificada tenderia a identificar função com representação, comunicação, transmissão de informação, produção de interpretantes, adaptação, e contribuição sistêmica. Mas nenhuma dessas operações pode, isoladamente, funcionar como uma definição geral. A notação fluxional britânica mostra que uma capacidade não basta para explicar a persistência histórica de um sistema, cuja retenção dependeu também de mecanismos pedagógicos e institucionais (Guicciardini, 1989). O sistema de navegação analisado por Hutchins mostra que comunicar informação não especifica a função de um componente sem referência à organização distribuída do sistema (Hutchins, 1995). Notações musicais participam da organização de práticas composicionais, performáticas e institucionais específicas (Schuiling, 2019). O pluralismo deve ser regulado por critérios específicos. Uma atribuição etiológica exige evidência de que determinado efeito (interpretante) influenciou processos de retenção ou reprodução; uma atribuição sistêmica exige a delimitação de uma capacidade e da organização das contribuições; uma definição peirceana exige a identificação de uma relação triádica

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

irredutível. A legitimidade depende da adequação entre regime explanatório, *explanandum* e estrutura causal ou relacional.

O paralelo com a distinção entre biologia evolutiva e biologia funcional pode ser útil. A biologia evolutiva pergunta pela história de traços e linhagens; a biologia funcional investiga mecanismos, organizações e capacidades. De modo análogo, uma semiótica histórica investiga retenção e transformação de padrões, enquanto uma semiótica funcional-sistêmica investiga sua contribuição para capacidades específicas. O paralelo é heurístico. Os regimes podem ser independentes, convergentes ou entrar em tensão. A longa coexistência entre numerais romanos e indo-arábicos mostra que maior eficiência não determina retenção histórica — os numerais romanos permaneceram em práticas contábeis e documentais por séculos, enquanto os indo-arábicos se difundiram gradualmente por meio de mudanças educacionais, mercantis e institucionais (Durham, 1992; Chrisomalis, 2010). De modo análogo, a notação musical ocidental contribui efetivamente para leitura, análise e coordenação performática, mas sua posição dominante no ensino também decorre de autoridade curricular e institucional, mesmo quando suas categorias são inadequadas a outras tradições musicais (Schuiling, 2019; Kivijärvi & Väkevä, 2020). História e funcionamento podem explicar dimensões convergentes ou divergentes do mesmo sistema semiótico. A função sistêmica de uma notação musical pode consistir em coordenar ensaio e performance, conservar estados composicionais intermediários ou organizar relações entre músicos, instrumentos e convenções de leitura. Sua estabilização histórica exige outra explicação — é necessário mostrar como essas capacidades foram incorporadas a conservatórios, práticas editoriais, tecnologias de impressão, repertórios e formas institucionalizadas de produção musical. A notação participa tanto da organização efetiva da atividade musical quanto de culturas notacionais historicamente constituídas, mas essas dimensões não são explicadas pelo mesmo regime (Schuiling, 2019; Colyvan & Hall, 2026).

4. Larry Wright: quando um efeito explica uma persistência

Wright (1998 [1973]) formula uma teoria causal das funções em termos de etiologia da consequência. Para Wright, atribuir função não consiste apenas em descrever o que um item faz, mas em explicar por que esse item existe. A função de x é z quando x está presente porque produz z, e z é uma consequência da presença (ou operação) de x. A primeira condição torna a explicação retrospectiva: o efeito produzido pelo item participa de sua história causal. A segunda distingue etiologias funcionais de causas ordinárias. A alimentação, o desenvolvimento embrionário ou a atividade metabólica podem explicar causalmente a presença de um órgão, mas não constituem sua função, porque não são consequências produzidas pelo próprio órgão. O exemplo clássico mais uma vez é o coração. O coração bombeia sangue e produz sons. Mas apenas o bombeamento explica, em uma abordagem etiológica, por que corações foram mantidos na história evolutiva; essa consequência contribuiu para a sobrevivência e reprodução dos organismos. Os sons cardíacos, embora causalmente produzidos pelo coração e úteis ao diagnóstico médico, não explicam sua retenção evolutiva. Os sons são efeitos, não funções. O exemplo mostra que Wright pretende distinguir função de acidente e não simplesmente selecionar uma atividade causalmente real entre outras. A teoria não identifica função com uma utilidade atual ou uma contribuição causal qualquer; ela exige uma relação histórica entre a consequência de uma estrutura ou processo e sua presença continuada.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

Transposta para a semiose, a abordagem etiológica desenvolve uma classe própria de explicações. O problema não é apenas determinar o que um signo faz em uma ocorrência, mas explicar por que um signo, ou classe de signo, sistema ou prática semiótica foi retida e estabilizada. A pergunta aqui é: que consequência contribui causalmente para sua reprodução, transmissão ou institucionalização? A resposta deve distinguir os efeitos produzidos pelo signo daqueles que participaram de sua história de retenção, bem como deve separar esses efeitos das condições materiais que apenas permitiram sua circulação.

4.1 Função e acidente

A distinção entre função e acidente é central para Wright. Um traço pode produzir diversos efeitos, mas apenas alguns participam da explicação de sua presença. Vimos que os sons cardíacos são úteis sem constituir a função pela qual corações foram evolutivamente retidos. O critério etiológico distingue consequências causalmente relevantes para a retenção de efeitos fortuitos. Um mapa pode produzir efeitos estéticos, ou identitários, mas esses efeitos não constituem sua função etiológica. Para que uma consequência conte como função, é necessário mostrar que ela contribuiu causalmente para a reprodução, a transmissão ou a estabilização do tipo de mapa em uma certa prática. O mesmo critério aplica-se a sistemas de escrita, notações, diagramas, partituras, classificações, protocolos, imagens técnicas. Um sistema de escrita pode adquirir valor ornamental ou identitário sem que esses efeitos expliquem sua estabilização como tecnologia de registro; uma notação pode produzir efeitos estéticos sem que eles tenham sido causalmente relevantes para sua disseminação; um diagrama pode gerar saliência perceptiva sem que essa saliência explique sua retenção em uma prática científica. A história da notação musical ocidental fornece um ótimo exemplo (Figuras 2 e 3). Os manuscritos medievais podiam apresentar qualidades caligráficas e ornamentais, mas esses efeitos não explicam, por si mesmos, a estabilização da notação pautada. Sua retenção esteve ligada à incorporação de recursos gráficos a práticas de ensino do canto, leitura de alturas, memorização de repertórios e coordenação litúrgica (Mengozzi, 2013). A pauta e os dispositivos pedagógicos associados a Guido de Arezzo ampliaram a possibilidade de aprender e transmitir melodias sem depender exclusivamente da memória oral. Nesse caso, a função etiológica relevante não é a interface visual da inscrição, mas sua contribuição historicamente incorporada a mecanismos de aprendizagem, reprodução manuscrita e organização institucional da prática musical (Haines, 2008; Rankin, 2011).

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

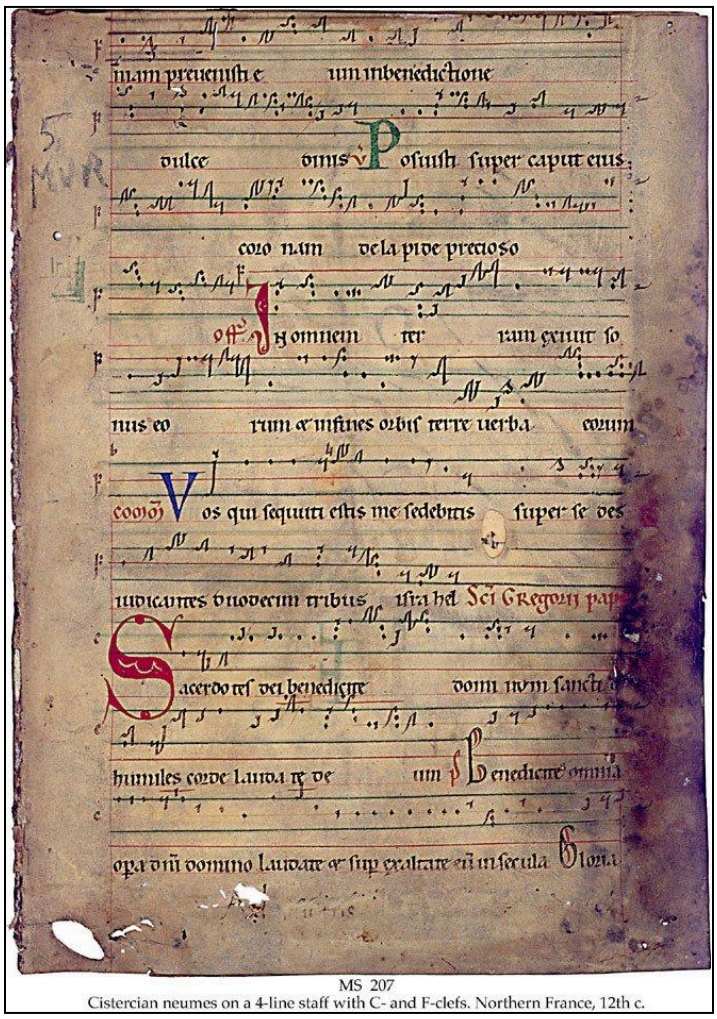


Figura 2 — Notação neumática de St. Gallen, Codex Sangallensis 381, c. 930. Os neumas aparecem acima do texto sem pauta, acompanhados por letras adicionais. Fonte: Stiftsbibliothek St. Gallen / e-codices; reprodução no Wikimedia Commons, CC0 1.0.



Figura 3 — Notação em pauta de cinco linhas, com clave, indicação de compasso, valores rítmicos, barras de compasso e alteração de métrica. Fonte: Benjamin D. Esham, via Wikimedia Commons; imagem em domínio público.

4.2 Perguntas funcionais e força explanatória

> "Meramente dizer de algo, x, que ele tem certa função é oferecer um tipo importante de explicação de x. A falha em considerar esse ponto, ou ao menos em levá-lo a sério, é, creio, responsável pelo fracasso sistemático dessas análises em fornecer uma análise adequada das funções" (Wright, 1998 [1973], p. 66).

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

Para Wright, perguntas como “qual é a função de x?”, “por que organismos C têm x?” e “por que x faz y?” podem, em contextos apropriados, requerer o mesmo tipo de explicação. A equivalência não é lógica; é contextual. As perguntas convergem quando o que se busca é explicar a presença do item por uma consequência de sua atividade. Em um domínio semiótico, as perguntas são: qual é a função deste signo ou sistema de signos? Por que determinada comunidade utiliza esse padrão? Por que esse padrão produz certos efeitos? Elas convergem quando solicitam uma explicação da presença ou persistência do signo ou sistema de signos. Perguntar pela função de uma notação pode equivaler a perguntar por que ela foi estabilizada e que efeitos explicam sua recorrência. Perguntar para que um signo pode servir não é o mesmo que perguntar por que ele se estabilizou em uma prática. O caso da *Begriffsschrift* pode ser comparado, por contraste, à álgebra desenvolvida por Peirce, com contribuição decisiva de Oscar Mitchell (Dipert, 1994). Ambas introduziram recursos fundamentais para a lógica da quantificação, mas seguiram trajetórias distintas de circulação e estabilização. A notação bidimensional de Frege permaneceu inicialmente restrita, enquanto o sistema algébrico de Peirce e Mitchell, articulado às tradições de Boole e De Morgan e compatível com formas lineares de inscrição, foi retomado e desenvolvido por Ernst Schröder e posteriormente utilizado na tradição algébrica da lógica. O contraste mostra que a potência inferencial de uma notação não determina, isoladamente, sua retenção. Compatibilidade com práticas existentes, condições tipográficas, integração disciplinar e formação de comunidades de usuários também participam de sua estabilização histórica (Anellis, 2012). As Figuras 4 e 5 reproduzem exemplos das notações originais.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

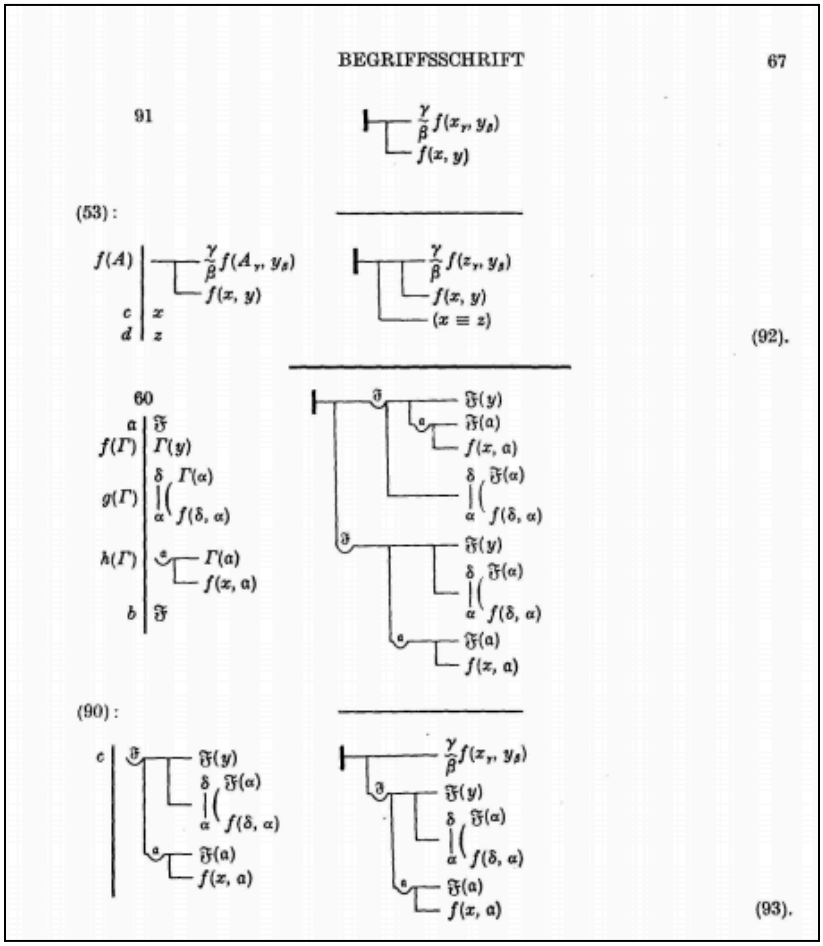
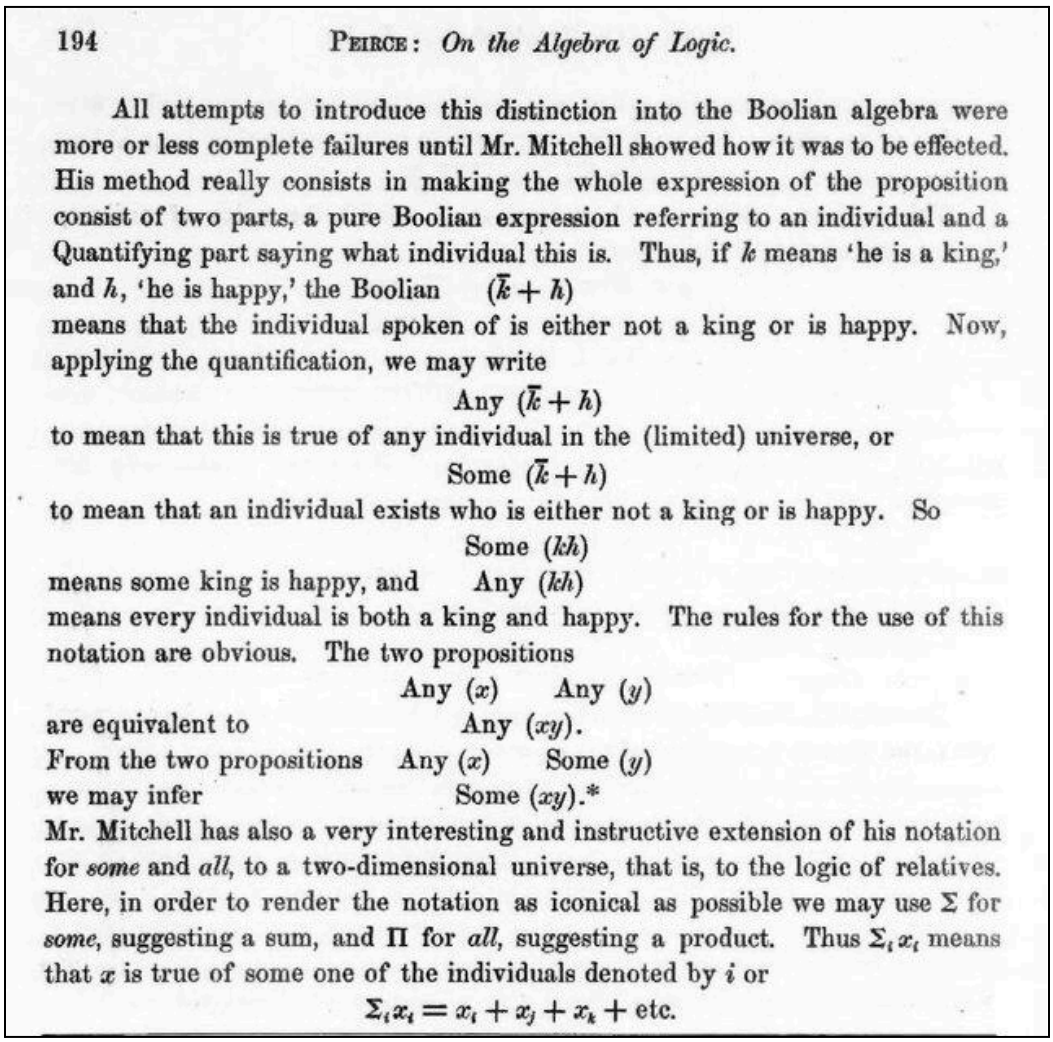


Figura 4 — Notação lógica bidimensional de Frege: fac-símile de uma página da *Begriffsschrift* (1879, p. 67). Fonte: Frege (1879); reprodução no Wikimedia Commons (domínio público).

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887



194 PEIRCE: *On the Algebra of Logic.*

All attempts to introduce this distinction into the Boolian algebra were more or less complete failures until Mr. Mitchell showed how it was to be effected. His method really consists in making the whole expression of the proposition consist of two parts, a pure Boolian expression referring to an individual and a Quantifying part saying what individual this is. Thus, if k means 'he is a king,' and h, 'he is happy,' the Boolian $(\bar{k} + h)$ means that the individual spoken of is either not a king or is happy. Now, applying the quantification, we may write

Any $(\bar{k} + h)$

to mean that this is true of any individual in the (limited) universe, or

Some $(\bar{k} + h)$

to mean that an individual exists who is either not a king or is happy. So

Some (kh)

means some king is happy, and Any (kh) means every individual is both a king and happy. The rules for the use of this notation are obvious. The two propositions

Any (x) Any (y)

are equivalent to Any (xy).

From the two propositions Any (x) Some (y) we may infer Some (xy).*

Mr. Mitchell has also a very interesting and instructive extension of his notation for *some* and *all*, to a two-dimensional universe, that is, to the logic of relatives. Here, in order to render the notation as iconical as possible we may use Σ for *some*, suggesting a sum, and Π for *all*, suggesting a product. Thus $\Sigma_i x_i$ means that x is true of some one of the individuals denoted by i or

$$\Sigma_i x_i = x_i + x_j + x_k + \text{etc.}$$

Figura 5 — Notação algébrica de Peirce: recorte da página 194 de On the Algebra of Logic (1885), com símbolos de quantificação e referência a Oscar Mitchell. Fonte: Peirce (1885, p. 194), American Journal of Mathematics; digitalização do Internet Archive via Wikimedia Commons (domínio público).

4.3 Condições causais de presença e consequências funcionais

Um mapa pode estar na sala de uma escola porque foi impresso, adquirido e fixado à parede. Isso explica sua ocorrência material, mas não explica por que mapas são retidos em certas práticas, por exemplo, pedagógicas. A atribuição funcional deve identificar consequências que tornaram mapas relevantes: estabilização de relações espaciais, comparação de regiões, apoio a inferências geográficas. O mesmo vale para uma fórmula em um artigo. Ela pode estar impressa porque foi digitada, revisada, diagramada. Essa cadeia de eventos explica sua incorporação. Sua função semiótica pode consistir em condensar uma relação formal ou estabilizar uma operação. Somente se tais efeitos participaram de sua retenção será legítimo atribuir-lhes uma função etiológica. Deve-se distinguir condições causais de presença e consequências funcionais. As primeiras consistem em processos materiais, técnicos e institucionais que explicam uma ocorrência em um contexto. As segundas consistem em efeitos interpretativos que explicam a retenção do tipo de signo ou prática semiótica. A função não é

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

qualquer causa da presença; é a consequência cuja produção participou da persistência. Essa distinção pode também ser observada na história da notação musical medieval. A presença de uma determinada pauta em um manuscrito é explicada por condições locais — trabalho do escriba, disponibilidade de pergaminho, regras do *scriptorium*, encomenda, circulação do códice. Essas condições explicam por que uma certa inscrição particular existe em um suporte. A estabilização do tipo notacional exige outra explicação: a pauta, a indicação mais precisa das alturas foram incorporados ao ensino do canto, à aprendizagem de melodias e à transmissão de repertórios, ampliando sua reprodução em instituições religiosas e pedagógicas. Nesse caso, a função etiológica relevante é a consequência operacional que entrou em mecanismos recorrentes de ensino e transmissão (Mengozzi, 2013).

Uma função não precisa ser plenamente realizada em toda ocorrência. Um mapa pode desorientar; um protocolo pode ser executado incorretamente; uma inscrição normativa pode ser ignorada. O ponto relevante é disposicional: o signo possui capacidade de produzir determinados efeitos sob certas condições, ou condições adequadas. A determinação do interpretante depende de hábitos, práticas e condições materiais. Um signo pode ser capaz de produzir certos interpretantes mesmo quando uma ocorrência é interrompida ou malsucedida. Mais uma vez, um caso historicamente relevante é o desenvolvimento da notação musical medieval. A introdução de linhas de referência, claves e procedimentos de solmização tornou as relações de altura mais determinadas e permitiu integrar a inscrição ao ensino e à transmissão do canto. Isso não significa que toda leitura produzisse uma execução precisa. A realização dependia do domínio de convenções notacionais, hábitos vocais, memória de fórmulas melódicas e treinamento institucional. Um cantor inexperiente podia interpretar incorretamente uma altura ou um intervalo sem que a notação deixasse de ter a função de orientar a performance. A falha pertence à ocorrência da semiose, não à capacidade funcional do sistema. Esse exemplo mostra que a função de um signo pode ser disposicional. Ela consiste em sua capacidade de produzir determinados interpretantes sob condições de competência e organização prática, e não na produção invariável do mesmo efeito em qualquer situação (Rankin, 2011).

Uma formulação disposicional evita dois erros: negar a função sempre que o efeito falha localmente e tratar qualquer efeito como função. Mas capacidade disposicional e função etiológica não são equivalentes. As duas primeiras condições estabelecem que x possui uma capacidade relativamente estável de produzir z: (1) x é capaz de produzir z sob condições C; e (2) essa capacidade se realiza com regularidade suficiente em uma classe de práticas P. A terceira condição acrescenta a exigência propriamente etiológica: (3) a produção de z em P contribuiu, por meio de processos de retenção R, para a reprodução, transmissão ou estabilização de x. Assim, uma capacidade pode ser real e regular sem constituir função etiológica; ela só adquire esse estatuto quando seus efeitos participam causalmente da história de retenção do signo.

A força da abordagem etiológica depende da identificação de mecanismos de retenção. Não basta afirmar que um signo persiste porque é eficaz; é necessário mostrar como sua eficácia alterou sua probabilidade de reprodução, circulação ou disponibilidade posterior. A comparação entre a *Begriffsschrift* e a álgebra lógica de Peirce e Mitchell é instrutiva. A notação de Frege possuía elevada potência inferencial, mas sua estrutura bidimensional e as dificuldades envolvidas em seu ensino limitaram a formação inicial de uma comunidade ampla de usuários (Dunning, 2020). A notação algébrica de Peirce e Mitchell, por sua vez,

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

desenvolveu recursos decisivos para a quantificação e a lógica de predicados (Beatty, 1969) e foi retomada por Schröder no interior de uma tradição algébrica já estabelecida (Houser, 1991). O contraste mostra que capacidade formal e retenção histórica não coincidem: transmissibilidade material, compatibilidade notacional, redes de circulação e comunidades de usuários mediam a conversão de uma vantagem funcional em estabilização histórica.

Outro elemento importante é que a consequência funcional não explica a primeira ocorrência de um padrão. Ela pode explicar sua origem quando foi antecipada em um processo de design, mas só adquire relevância etiológica depois de produzir efeitos capazes de influenciar retenção, reprodução ou transmissão.

4.4 Definição etiológica restrita

> Um efeito interpretativo z constitui função etiológica de um padrão semiótico x quando: (i) z é uma consequência da operação de x sob condições relevantes; (ii) x possui capacidade suficientemente regular de produzir z em uma classe determinada de práticas; e (iii) a produção de z contribuiu causalmente para processos pelos quais x foi retido, reproduzido, transmitido ou institucionalizado.

Essa definição contém quatro restrições. Primeiro, z deve ser uma consequência da operação de x, e não apenas uma causa externa de sua presença. Segundo, a produção de z deve apresentar regularidade suficiente sob condições especificáveis; efeitos ocasionais ou acidentais não bastam. Terceiro, deve ser identificável algum processo histórico R de reprodução, transmissão, retenção ou institucionalização. Quarto, R deve ser causalmente sensível a z: a produção de z deve ter alterado, direta ou indiretamente, as condições de permanência, circulação ou disponibilidade posterior de x. A contribuição de Wright consiste em fornecer um critério discriminante entre função, efeito e simples causa de presença. Nem todo efeito produzido por um signo constitui sua função; nem toda causa material ou institucional de sua ocorrência é funcional; e nem toda persistência indica que o padrão foi retido por causa de uma vantagem funcional. Um padrão pode persistir por coerção, inércia institucional, dependência de trajetória ou custos de substituição. A atribuição etiológica só é legítima quando se pode reconstruir uma cadeia causal na qual determinado efeito interpretativo participa da explicação da retenção histórica do padrão.

5. “Para que” serve não explica “por que” existe: a objeção de Cummins

Cummins distingue duas perguntas: (i) por que um item existe ou está presente em um sistema? (ii) Como esse item contribui para uma certa capacidade do sistema? A primeira pergunta é etiológica; a segunda, é funcional-analítica. Para Cummins, a tarefa própria da análise funcional pertence ao segundo domínio. A função de um componente consiste em sua contribuição causal, em determinada organização, para uma certa capacidade do sistema, e não na explicação de sua própria existência ou presença. Aplicada à semiose, essa crítica deve distinguir duas perguntas: por que determinados tipos de mapa foram historicamente retidos? Como mapas contribuem para capacidades de orientação? A resposta à segunda não tem implicações sobre a primeira. Um mapa pode contribuir eficazmente para a orientação atual sem ter sido estabilizado historicamente por essa consequência. Inversamente, um tipo de mapa pode ter sido retido por uma função que já não exerce ou que se tornou secundária. A crítica de Cummins não invalida toda explicação etiológica, mas delimita seu alcance. O problema surge

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

quando a etiologia é apresentada como teoria geral da função ou quando se presume que a contribuição sistêmica atual explica automaticamente a presença histórica do item.

5.1 Neoteleologia forte e fraca

A versão forte sugere que todo signo ou sistema semiótico dotado de uma função foi retido ou estabilizado em razão dessa função. Essa tese é insustentável. Sabemos que muitos padrões semióticos persistem por imposição normativa, autoridade institucional, herança material, custos de substituição, ou compatibilidade técnica. A persistência da notação musical ocidental em pauta, por exemplo, não pode ser explicada apenas por sua capacidade de representar alturas e durações. Sua estabilidade também depende de sua incorporação histórica a conservatórios, currículos, práticas editoriais, repertórios, instrumentos, arquivos e tecnologias de composição e reprodução musical (Schuiling, 2019). Uma vez distribuído por essa infraestrutura, material e epistêmica, o sistema adquire custos elevados de substituição, mesmo quando notações alternativas oferecem vantagens para práticas musicais específicas.

A persistência não é explicada por sua função atual, mas por mecanismos históricos, materiais e institucionais. A neoteleologia forte também favorece explicações retrospectivas de adaptação. Identifica-se uma utilidade presente e projeta-se essa utilidade como causa da estabilização histórica. Sem evidência de um mecanismo pelo qual o efeito funcional tenha contribuído para a retenção, a inferência é inválida. Esse fenômeno pode ser exemplificado pelo caso dos Grafos Existenciais (GE) de C.S.Peirce (Figura 6). Desenvolvidos como um sistema diagramático de lógica proposicional, quantificacional e modal, eles possuíam considerável potência inferencial e analítica, mas não foram incorporados à prática lógica dominante (Houser, 1997). Sua estrutura bidimensional dificultava composição tipográfica, reprodução editorial e integração aos formatos lineares de escrita e ensino já estabilizados. Além disso, Peirce publicou pouco sobre o sistema, e suas apresentações permaneceram fragmentárias e de difícil circulação. A baixa retenção dos GE não indica insuficiência; mostra que uma inovação funcionalmente poderosa pode não se estabilizar quando é incompatível com infraestruturas materiais, convenções disciplinares e práticas pedagógicas existentes (Roberts, 1973; Hammer, 1998; Pietarinen, 2024).

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

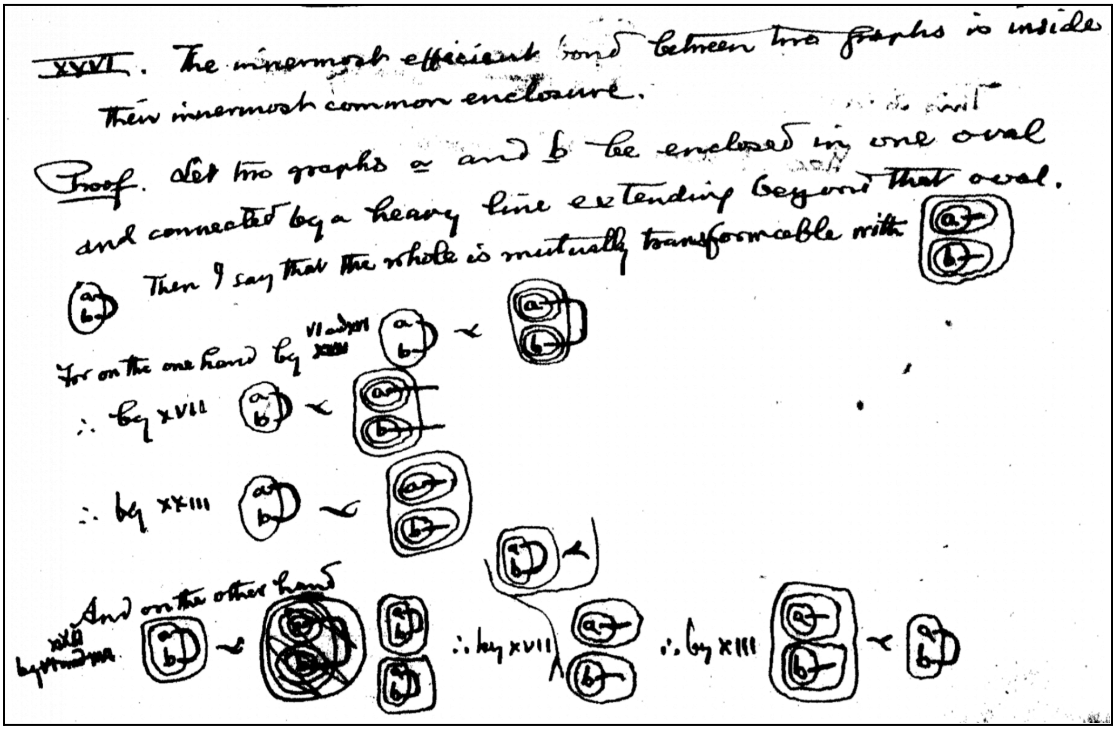


Figura 6 — Grafos Existenciais de C. S. Peirce: transformações diagramáticas de quantificadores no Teorema XXVI, mediante operações sobre linhas de identidade. Fonte: Peirce, Logic Notebook, MS 339, fól. 120r (1898), Houghton Library, Harvard University; reprodução em Zalamea (2013, fig. 2), https://doi.org/10.4000/ejpap.593 , licença CC BY-NC-ND 4.0.

A versão fraca sustenta que alguns signos ou sistemas semióticos foram retidos porque determinados efeitos interpretativos contribuíram causalmente para sua reprodução ou institucionalização. A tese é plausível, mas exige a evidência de um mecanismo de retenção. A utilidade atual, isoladamente, não permite reconstruir essa história. Um exemplo histórico importante é a projeção de Mercator, publicada em 1569. Sua propriedade operacional central consiste em representar "loxodromias", que são trajetórias que mantêm rumo constante em relação aos meridianos, como linhas retas no mapa. Isso simplificou o traçado de rumos por bússola, convertendo relações sobre a superfície esférica em operações gráficas executáveis sobre uma carta plana. A projeção introduziu uma capacidade relevante para a navegação oceânica, e tornou o rumo constante diretamente inspecionável e manipulável no suporte cartográfico (Gaspar, 2016; Pápay, 2022). Mas ela não explica isoladamente a estabilização histórica da projeção. Sua adoção dependeu também de sua incorporação a práticas hidrográficas, à produção de cartas, ao ensino da navegação, aos instrumentos de bordo e às redes institucionais de circulação cartográfica. A análise neoteleológica fraca exige uma reconstrução de "como" a vantagem operacional da projeção contribuiu para sua reprodução e institucionalização, sem supor que ela explique, isoladamente, sua origem ou sua permanência. O caso mostra que uma propriedade funcional pode participar causalmente da retenção de um sistema cartográfico, mas apenas sob condições materiais, técnicas e institucionais específicas. Esse problema histórico deve ser distinguido da contribuição sistêmica da carta durante a navegação. Em uso, a carta não realiza isoladamente essa capacidade. Ela integra um sistema cognitivo distribuído composto por navegadores que ocupam atividades muito distintas, bússolas, instrumentos de medição, registros, procedimentos de cálculo, referências ambientais. Em termos cumminsianos, sua função consiste em oferecer uma superfície estável

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

na qual rumos, posições e trajetórias podem ser inscritos, comparados e transformados durante a atividade coletiva de navegação (Hutchins, 1995). Mesmo nessas condições, a explicação funcional etiológica incide principalmente sobre a disseminação e a estabilização do padrão. A inovação pode resultar de recombinação, improvisação e até erro e contingência. Em processos deliberados de criação, um efeito antecipado também pode participar da explicação de sua origem. Nesses casos, os efeitos produzidos posteriormente podem alterar as condições de retenção, reprodução e transmissão do padrão.

5.2 Novidade funcional e melhoria incremental

Na discussão da neoteleologia, Cummins distingue casos nos quais a seleção atua sobre diferenças de desempenho em uma função já existente de casos nos quais emerge uma capacidade funcional nova. Em semiótica, esse fenômeno pode ser exemplificado pela introdução das barras de compasso na notação musical ocidental (Figura 7). As barras apareceram inicialmente em tablaturas do século XV, foram incorporadas à notação em pauta no século XVII e passaram a dividir regularmente a escrita musical apenas no século XVIII. Elas não introduziram a capacidade de representar duração, ritmo ou organização métrica, já disponível em sistemas anteriores. Sua contribuição foi principalmente incremental: segmentaram o fluxo notado em unidades métricas visualmente identificáveis, facilitaram a localização de passagens, reduziram custos de leitura e favoreceram a coordenação entre intérpretes. Esse exemplo mostra como uma inovação notacional pode aumentar a eficiência operacional de práticas existentes sem criar um domínio funcional inteiramente novo (Rastall, 1982).

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887



Figura 7 — Barras de compasso em notação do século XVII: Henry Purcell, Chacony em sol menor para cordas, manuscrito autógrafo, c. 1678–1690 (British Library, Add MS 30930, f. 56r rev.). Fonte: British Library, Additional Manuscripts; reprodução disponibilizada pela British Library/Wikimedia Commons, domínio público.

Outro exemplo, mais recente, é o oN-Line System (NLS), desenvolvido por Douglas Engelbart e sua equipe na década de 1960 (Figura 8). Ele não apenas acelerou formas já existentes de edição ou consulta documental. Ao integrar hipertexto, endereçamento de objetos, edição interativa, controle por mouse, comunicação audiovisual e compartilhamento remoto de tela, o sistema tornou possível uma nova forma de coordenação: agentes situados em locais distintos podiam inspecionar, modificar e discutir o mesmo espaço documental durante uma sessão colaborativa. A interface deixou, assim, de funcionar apenas como canal entre indivíduo e máquina e passou a organizar uma atividade coletiva distribuída entre usuários, documentos, dispositivos e rede (Engelbart, 1962; Engelbart & English, 1968).

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887



Figura 8 — oN-Line System (NLS): registro visual associado à demonstração de 1968, com interface e recursos do sistema de Douglas Engelbart e sua equipe. Fonte: cogdogblog (Alan Levine), Wikimedia Commons, arquivo derivado de registro da demonstração do NLS; CC0 1.0; dedicação ao domínio público.

Os casos de novidade funcional são teoricamente relevantes porque tornam mais plausível que a nova capacidade tenha contribuído causalmente para a adoção e a retenção do padrão. Mas essa conclusão não decorre da novidade por si só. Ela exige evidências sobre os processos pelos quais a capacidade introduzida modificou práticas de uso, circulação e institucionalização.

5.3 Função atual e história de retenção

Não há correspondência necessária entre a função atual de um padrão ou sistema semiótico e sua história de retenção. Um sistema de escrita pode ter sido estabilizado para fins administrativos e posteriormente adquirir funções literárias ou científicas. Um mapa produzido para controle territorial pode ser reutilizado como documento histórico. Uma imagem técnica criada para diagnóstico pode operar como evidência jurídica. É necessário distinguir ao menos três relações: o efeito que contribuiu para a estabilização inicial do padrão, os efeitos que explicam sua retenção em fases históricas posteriores e sua contribuição sistêmica em uma prática atual. Cada atribuição funcional deve especificar a fase histórica, o sistema de referência e o mecanismo de retenção. Falar em "função histórica" sem reconstruir a trajetória reúne equivocadamente processos distintos sob uma mesma descrição.

O conceito de exaptação designa a aquisição de um uso ou função posterior por uma estrutura que não surgiu sob seleção para esse efeito (Gould & Vrba, 1982). Um exemplo histórico de exaptação semiótica é a transformação da notação musical medieval. Os primeiros

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

sistemas neumáticos foram estabilizados principalmente como recursos de memória, ensino e transmissão do canto litúrgico monofônico (Treitler, 1992, 2003). Como dependiam de repertórios já conhecidos, não especificavam alturas e durações. Posteriormente, essa infraestrutura gráfica foi recrutada e progressivamente modificada para representar alturas determinadas, relações rítmicas e vozes simultâneas. Com o desenvolvimento da notação em pauta e das notações rítmica e mensural, a escrita musical passou a sustentar a composição, a coordenação e a transmissão de estruturas polifônicas. A nova função não explica a origem nem a estabilização inicial dos neumas, mas contribui para a manutenção e a transformação posterior da notação em outro nicho cognitivo-musical. O caso não envolve a simples transferência de um sistema inalterado; trata-se de uma exaptação acompanhada por transformação material e funcional do artefato semiótico (Busse Berger, 2005; Kelly, 2015; Everist & Kelly, 2018).

Outro exemplo de exaptação semiótica são os diagramas de Richard Feynman (Figura 9). Eles foram desenvolvidos no final da década de 1940 como instrumentos de cálculo perturbativo em eletrodinâmica quântica, permitindo associar configurações gráficas a termos de expansões matemáticas complexas (Kaiser, 2005). Depois de estabilizados nesse domínio, eles foram recrutados para outros campos, como física nuclear, matéria condensada e física estatística. Nesses novos contextos, a mesma infraestrutura diagramática passou a organizar objetos, interações e aproximações que não pertenciam ao problema original da eletrodinâmica quântica. Os diagramas também adquiriram funções heurísticas, pedagógicas e representacionais: passaram a orientar a construção de modelos, a comunicação entre pesquisadores e a interpretação de processos físicos. Essas funções posteriores não explicam sua origem, mas contribuíram para sua manutenção, transformação e disseminação em novos nichos. O caso constitui uma exaptação semiótica porque um sistema inicialmente estabilizado para um domínio específico foi adaptado a novos objetos teóricos, práticas de investigação e comunidades científicas (Wüthrich, 2012).

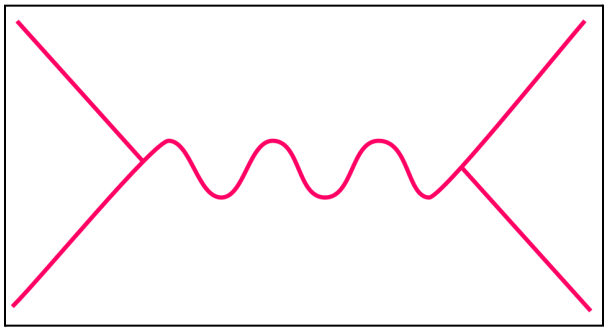


Figura 9 — Exemplo de diagrama de Feynman: bósons escalares interagindo por meio de um bóson de gauge. A configuração gráfica exemplifica a associação entre linhas, vértices e termos de uma descrição perturbativa.
Fonte: helix84, Wikimedia Commons; domínio público.

A aplicação de conceitos etiológicos à semiose exige uma posição explícita sobre a evolução cultural. Não há consenso sobre como processos culturais reproduzem os componentes da seleção natural para serem analisados evolutivamente (Mesoudi, 2011). Modelos de herança dual e de evolução cultural tratam variantes transmitidas socialmente como entidades populacionais cujas frequências podem mudar em razão de aprendizagem enviesada, prestígio, conformidade, competição entre grupos, vantagens de desempenho e outros processos de transmissão diferencial. Nessa perspectiva, a seleção cultural não requer equivalentes de genes,

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

organismos ou aptidão biológica; requer variação, transmissão e diferenças sistemáticas de persistência ou proliferação entre variantes culturais (Boyd & Richerson, 1985; Richerson & Boyd, 2005). Mesmo essa extensão permanece controversa. A transmissão cultural é frequentemente reconstrutiva: agentes não apenas copiam variantes, mas as reinterpretam, corrigem, simplificam, combinam, transformam. A estabilidade de um padrão pode resultar de transformações convergentes produzidas por disposições cognitivas, por restrições materiais ou regularidades institucionais, mesmo sem cópia ou competição entre variantes. Além disso, escolha deliberada, aprendizagem orientada, coerção normativa, diversos mecanismos de padronização técnica e até planejamento institucional podem modificar a distribuição de padrões semióticos de maneiras que não se ajustam facilmente a um modelo seletivo estrito (Claidière, Scott-Phillips, & Sperber, 2014; Mesoudi, 2021; Acerbi et al., 2021).

É necessário distinguir ao menos três classes de processos. Na seleção cultural, variantes transmitidas diferem sistematicamente quanto à reprodução ou persistência em razão de propriedades próprias ou de vieses de transmissão. Na transformação cultural, padrões são reconstruídos de modo recorrente, e sua estabilidade resulta da convergência entre sucessivas produções, não da replicação de uma variante relativamente estável. Na estabilização institucional, normas, currículos, arquivos, infraestruturas, regulações e mecanismos de autoridade mantêm determinados padrões disponíveis e reproduzíveis. Esses processos podem ocorrer isoladamente ou em combinação. Para a análise funcional etiológica de signos, não é necessário decidir antecipadamente se toda estabilização cultural constitui seleção. É necessário identificar o mecanismo que conecta um efeito interpretativo à trajetória posterior do padrão. Quando uma consequência aumenta sistematicamente sua transmissão em uma população de variantes, o vocabulário seletivo pode ser adequado. Quando a estabilidade resulta de reconstrução convergente, coerção normativa, compatibilidade técnica ou dependência de trajetória, é mais preciso falar em transformação ou estabilização diferencial. A atribuição de função histórica depende da demonstração dessa conexão causal, não da aplicação genérica de uma analogia darwiniana. O ponto metodológico é restritivo. Variação, transmissão e persistência diferencial são condições relevantes, mas não bastam para identificar um mecanismo único. A análise deve especificar as unidades comparadas, os canais de transmissão, as fontes de variação, os agentes ou instituições responsáveis pela reprodução e o processo pelo qual determinado efeito alterou a permanência, a circulação ou a transformação do padrão semiótico.

Sumarizando certas condições de legitimidade. Uma atribuição etiológica de função a um signo ou a um padrão semiótico deve satisfazer certas condições: (i) delimitar o padrão cuja persistência deve ser explicada; (ii) identificar a consequência interpretativa relevante; (iii) descrever o mecanismo de retenção, reprodução ou transmissão; e (iv) demonstrar que esse mecanismo foi causalmente sensível à consequência produzida. Na ausência dessas condições, a análise corre o risco de ser retrospectiva, circular ou adaptacionista. A crítica de Cummins não exige o abandono de toda etiologia funcional, mas sua restrição a problemas históricos bem definidos. A abordagem etiológica é apropriada quando o *explanandum* é a estabilização de um padrão. Ela não substitui a análise de sua contribuição atual para capacidades de sistemas organizados.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

6. Como um signo contribui para uma capacidade: delimitação do sistema e da capacidade *explananda*

A análise funcional de Cummins ([1975] 1998) parte da capacidade de um sistema e procura explicá-la por sua decomposição em componentes organizados. A função não é atribuída a um componente para explicar sua existência ou presença. A estrutura explanatória é:

> um sistema S possui capacidade global C; S é composto por componentes x1, x2, ..., xn; cada componente possui capacidades relevantes c1, c2, ..., cn; e a organização dessas capacidades explica C. A função de xi é a contribuição de ci para C relativamente à organização de S.

A atribuição funcional depende da delimitação do sistema e da capacidade global que deve ser explicada. Um mapa não possui simplesmente a função de orientar. Ele contribui para a orientação apenas em um sistema no qual agentes, convenções gráficas, habilidades de leitura, instrumentos, objetivos e condições ambientais estão organizados adequadamente. O mesmo signo pode exercer funções distintas em sistemas diferentes. A função não é uma propriedade intrínseca do artefato, mas uma relação entre a capacidade do componente, a organização do sistema e a capacidade global realizada. Uma análise cumminsiana deve especificar o sistema de referência, a capacidade global, os componentes, suas capacidades relevantes e a organização que conecta essas capacidades. Sem essas especificações, afirmar que um signo "contribui para a cognição" permanece explanatoriamente indeterminado.

6.1 Cognição distribuída: mapas, diagramas, notações e protocolos

O paradigma da cognição distribuída é importante para a análise da função do signo porque permite especificar o sistema no qual um artefato semiótico contribui para uma capacidade cognitiva. Em vez de atribuir funções a signos isolados, ela identifica agentes, artefatos, operações e formas de organização cuja coordenação realiza a capacidade global. O paradigma designa uma abordagem segundo a qual certos processos cognitivos são realizados por sistemas cuja organização funcional ultrapassa os limites do cérebro e do organismo individual (Hutchins, 1995). A unidade de análise não é um agente isolado, mas uma organização composta por agentes, artefatos, notações, instrumentos, práticas, normas e estruturas ambientais coordenados na realização de uma tarefa. A principal tese não é apenas que recursos externos auxiliam a cognição interna. A capacidade cognitiva pertence ao sistema organizado e não pode ser atribuída integralmente a qualquer componente isolado (Hutchins, 1995, 2001).

Hutchins desenvolve essa tese por meio da análise etnográfica da navegação. A determinação da posição e da trajetória de uma embarcação não é realizada por um indivíduo que reúne internamente as informações mais relevantes. Ela resulta de uma sequência organizada de operações distribuídas entre membros da equipe, instrumentos de observação, sistemas de comunicação, registros numéricos, cartas náuticas, procedimentos de cálculo e referências ambientais. Medidas de direção são produzidas por instrumentos e observadores, transmitidas verbalmente, registradas e convertidas em linhas de posição e integradas sobre a carta. A capacidade de navegação "emerge" dessa coordenação funcional e temporal entre componentes heterogêneos. Nesse sistema, a carta não funciona como representação passiva de um espaço previamente calculado. Ela oferece uma superfície estável na qual medidas produzidas em momentos e locais distintos podem ser inscritas, alinhadas e comparadas.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

Linhas de posição, rumos e estimativas de deslocamento tornam-se simultaneamente disponíveis para inspeção e transformação. A carta reduz a necessidade de manter relações complexas na memória individual, preserva estados intermediários do cálculo e permite que diferentes agentes contribuam para uma mesma sequência de operações. Sua função depende, portanto, de sua integração a rotinas, convenções, habilidades e instrumentos específicos.

Para Clark (Clark & Chalmers, 1998; Clark, 2008), recursos externos, quando integrados de modo regular e funcionalmente contínuo à atividade, podem constituir partes de sistemas cognitivos. A questão para a análise funcional não é a localização física do recurso, mas sua participação causal na realização da capacidade. Um artefato externo não integra um sistema cognitivo apenas porque está disponível no ambiente; ele é incorporado a ciclos estáveis de percepção, ação, transformação. Kirsh (Kirsh & Maglio, 1994; Kirsh, 1995, 2010) fornece uma análise complementar das operações realizadas por meio de estruturas externas. Arranjos espaciais e manipulações materiais podem simplificar problemas, reduzir custos de busca e memória, tornar relações perceptualmente acessíveis e manipuláveis e controlar a ordem das ações. Kirsh e Maglio (1994) chamam de "ações epistêmicas" as ações executadas para modificar o espaço do problema e facilitar operações cognitivas posteriores. Rotacionar uma peça para reconhecer seu encaixe, agrupar objetos para reduzir possibilidades de escolha ou registrar uma etapa intermediária de um cálculo são exemplos de transformações externas que reorganizam a própria atividade cognitiva.

Em termos cumminsianos, delimita-se uma capacidade global, como localizar a embarcação, calcular uma trajetória ou coordenar uma manobra. Em seguida, identificam-se os componentes e suas capacidades: agentes observam e comunicam, instrumentos produzem medidas, registros conservam resultados, regras e convenções regulam interpretações, cartas organizam relações espaciais, procedimentos coordenam a sequência das operações. A explicação consiste em mostrar como essas contribuições, sob determinada organização, realizam a capacidade. A função de um signo, ou de um artefato semiótico, é relacional e organizacional. Um mapa não possui isoladamente a função de orientar. Ele contribui para a orientação quando ocupa uma posição específica em um sistema capaz de produzir, registrar, interpretar e utilizar informações espaciais. Removido dessa organização, o artefato pode perder essa função, adquirir outra, ou tornar-se irrelevante. A análise funcional de signos exige a especificação do sistema, da capacidade global, das operações componentes e das relações organizacionais que conectam essas operações.

Em uma prática matemática composta por agentes, diagramas, regras, instrumentos e convenções, a capacidade global pode consistir em executar operações formais, construir demonstrações e realizar transformações simbólicas. A notação contribui para essas capacidades ao estabilizar relações, preservar resultados intermediários, reduzir demandas, permitir inspeção e tornar sequências operatórias reiteráveis. Sua função não consiste apenas em registrar operações realizadas; ela organiza as condições sob as quais essas operações podem ser executadas, controladas e comunicadas. Em uma prática científica, um diagrama pode integrar um sistema composto por pesquisadores, dados, instrumentos, técnicas de inscrição e regras inferenciais. A capacidade pode consistir em comparar relações, explorar dependências, testar transformações ou produzir inferências. O diagrama torna estruturas relacionais disponíveis para inspeção e manipulação, permitindo que propriedades, invariantes e consequências sejam identificados por operações realizadas sobre a própria configuração externa. Sua contribuição depende das convenções de leitura, das operações permitidas e de

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

sua posição na prática investigativa. Em um sistema experimental, um protocolo integra agentes, instrumentos, materiais, sequências de ação, critérios de controle e normas de registro. A capacidade global consiste em produzir dados comparáveis, controlados e reproduzíveis. O protocolo ordena operações, distribui tarefas, restringe variações, estabelece pontos de decisão e estabiliza critérios de execução e registro. Ele não apenas representa uma sequência previamente definida, mas participa causalmente da organização da atividade experimental.

As pesquisas de Nancy Nersessian sobre laboratórios de engenharia biomédica ampliam essa análise. Nersessian (2019) trata o laboratório não apenas como espaço físico, mas como sistema cognitivo distribuído, no qual problemas, modelos, instrumentos, protocolos, pesquisadores e formas de registro são reorganizados durante a investigação. Modelos físicos *in vitro*, dispositivos experimentais e inscrições não funcionam apenas como suportes externos de representações previamente formuladas; eles incorporam aspectos dos fenômenos investigados, produzem restrições, simulações e tornam possíveis operações de controle, comparação e revisão. Protocolos integram esse sistema ao coordenar intervenções sobre materiais, instrumentos e modelos, estabilizando sequências de ação e critérios de avaliação. A capacidade experimental do laboratório resulta de parcerias entre pesquisadores e artefatos que se modificam por meio de aprendizagem, construção de novos dispositivos e reformulação dos problemas (Nersessian et al., 2003; Nersessian, 2006). As análises de Nersessian sobre laboratórios oferecem uma aplicação empírica clara da estrutura explanatória cumminsiana. Modelos físicos e computacionais, dispositivos experimentais, inscrições e protocolos adquirem funções por sua posição em sistemas distribuídos de investigação. Um modelo pode contribuir para simulação e inferência; um dispositivo, para produzir e controlar fenômenos; um modelo, para comparar estados experimentais; um protocolo, para coordenar intervenções, registros e critérios de avaliação. Essas funções não pertencem intrinsecamente aos artefatos. Elas resultam das relações organizadas entre pesquisadores, instrumentos, materiais, e problemas de pesquisa. Como essa organização se modifica durante a investigação, também podem mudar as funções exercidas pelos componentes do sistema.

6.2 Decomposição, organização e objeção da liberalidade

Devemos notar que a análise funcional não consiste numa enumeração das partes de um sistema. Ela precisa decompor uma capacidade global em subcapacidades relevantes e descrever a organização pela qual essas subcapacidades são coordenadas. O peso explanatório cai tanto sobre o que os componentes podem fazer quanto sobre as relações temporais, causais e operacionais que integram suas atividades. Em um domínio semiótico, essa exigência impede tratar signos como módulos autossuficientes. A contribuição de um diagrama depende de convenções e regras de transformação; de uma partitura, de habilidades interpretativas e performáticas; de um protocolo, de normas de execução, controle e registro. O mesmo artefato pode exercer funções distintas quando integrado a organizações diferentes. Um exemplo histórico, já mencionado, é a disseminação dos diagramas de Feynman na física do pós-guerra. Desenvolvidos inicialmente para organizar cálculos perturbativos em eletrodinâmica quântica, eles foram incorporados posteriormente a sistemas de pesquisa em física nuclear e matéria condensada. Em cada domínio, linhas, vértices e regras de transformação passaram a representar entidades e operações distintas, de acordo com a estrutura teórica, as técnicas de cálculo e as competências da comunidade (Kaiser, 2005).

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

Sistemas distintos também podem realizar uma capacidade global semelhante por decomposições e organizações diferentes. Um processo inferencial pode ser apoiado por imaginação, manipulação algébrica escrita, software ou combinações desses recursos. Essas operações não são funcionalmente idênticas; elas diferem quanto aos custos de memória, às possibilidades de inspeção, à velocidade, à confiabilidade e aos mecanismos de controle. A análise funcional deve identificar a organização específica que realiza a capacidade, e não apenas registrar o resultado global.

A análise de Cummins é frequentemente acusada de ser excessivamente liberal. Como quase qualquer componente pode contribuir para alguma capacidade de algum sistema, quase qualquer item poderia receber uma atribuição funcional. Kitcher (1998 [1993]) e Millikan (1998 [1989]) formulam essa objeção em defesa de concepções etiológicas ou de funções próprias. A atribuição funcional, em Cummins, é relativa à capacidade selecionada como *explanandum*, mas não é arbitrária. Sua legitimidade depende de duas condições: a capacidade global deve ser relevante para o problema investigado, e a contribuição atribuída ao componente deve participar efetivamente da organização que realiza essa capacidade. Uma pedra pode contribuir como peso de papel em uma organização local sem que "manter papéis imóveis" constitua sua função etiológica ou própria. No domínio semiótico, uma marca produzida acidentalmente pode contribuir como índice em uma tarefa específica sem ter sido criada ou historicamente retida para esse efeito. A análise funcional identifica contribuições locais para capacidades de sistemas organizados. A liberalidade constitui uma característica deliberada da abordagem de Cummins; ela permite analisar capacidades independentemente da origem e da história dos componentes. Ela torna-se problemática apenas quando uma contribuição sistêmica local é confundida com função própria, normatividade funcional ou explicação da retenção histórica.

Um exemplo histórico é fornecido pelos experimentos de Henri Becquerel com sais de urânio, em 1896. Placas fotográficas envolvidas em papel opaco foram escurecidas mesmo sem exposição à luz solar (Figura 10). A marca produzida na emulsão não havia sido planejada como registro de radiação espontânea; no sistema experimental, contudo, passou a operar como índice de um processo físico até então desconhecido. Sua função local dependia da organização composta pelos sais de urânio, pela placa sensível, pelas condições de isolamento, pelo procedimento de revelação e pela comparação com os resultados esperados. O caso mostra que uma inscrição não intencional pode contribuir decisivamente para uma capacidade inferencial do sistema sem ter sido produzida ou historicamente retida para esse efeito (Becquerel, 1896; Jönsson, 2021).

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

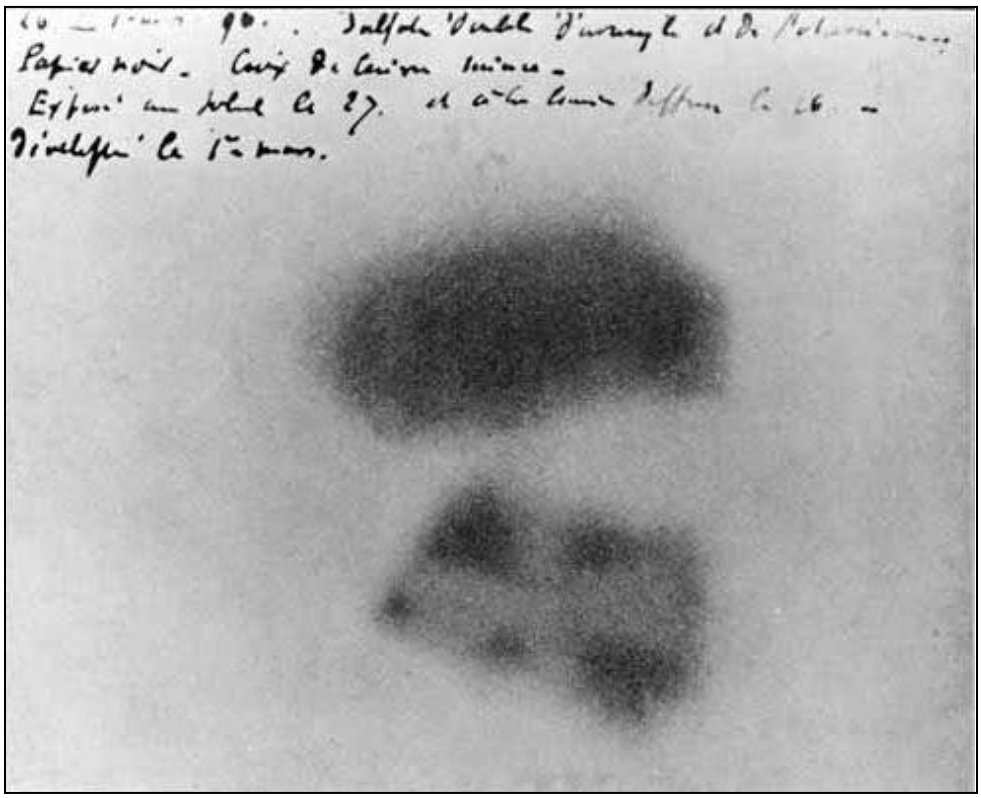


Figura 10 — Placa fotográfica de Henri Becquerel (1896): marcas produzidas na emulsão sensível pela radiação emitida por sais de urânio. Fonte: Henri Becquerel, "Becquerel plate.jpg", Wikimedia Commons (domínio público).

6.3 Cummins: função, acidente e mal funcionamento

Cummins não fornece uma distinção entre função e acidente comparável à proposta elaborada por Wright. Se a capacidade de um item contribui para uma capacidade global selecionada como *explanandum*, essa contribuição pode ser descrita funcionalmente em relação ao sistema. Essa consequência decorre do caráter sistêmico e não histórico da análise. A ausência de um critério etiológico não invalida a abordagem, mas limita seu alcance. A análise de Cummins identifica contribuições atuais para capacidades organizadas; não estabelece se o componente foi produzido, selecionado ou historicamente retido em razão dessa contribuição. A distinção entre função e efeito acidental pertence, em sentido mais estrito, ao regime etiológico. Em um domínio semiótico, uma ocorrência produzida acidentalmente pode exercer uma função sistêmica local sem constituir função histórica. Os experimentos de Becquerel com sais de urânio (acima), oferecem um bom exemplo. O escurecimento inesperado de placas fotográficas mantidas sem exposição à luz solar passou a operar, no sistema experimental, como índice de um processo físico até então desconhecido. A marca não havia sido produzida para registrar radiação espontânea, mas contribuiu para a capacidade inferencial do sistema composto pelos sais de urânio, pela placa fotográfica, pelas condições de isolamento, pelo procedimento de revelação e pela comparação com os resultados esperados. Em termos cumminsianos, essa contribuição local pode ser descrita funcionalmente sem que se atribua à marca uma função etiológica (Becquerel, 1896; Jönsson, 2021).

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

A análise de Cummins também não fornece uma teoria robusta do mal funcionamento. Ela permite descrever quanto e como um componente contribui para determinada capacidade sistêmica, mas não estabelece o padrão segundo o qual essa contribuição deve ser considerada correta, deficiente ou desviante. Um componente pode apresentar baixo desempenho, exercer uma contribuição alternativa ou participar de uma capacidade distinta sem que isso constitua, por si, mau funcionamento. A identificação de uma disfunção exige critérios adicionais, como história de seleção ou retenção, especificações de projeto, normas institucionais, intenções de uso ou padrões técnicos de desempenho. Dizer que um mapa funciona mal pode significar que ele contribui insuficientemente para a orientação, viola convenções cartográficas, não satisfaz determinada especificação técnica ou deixa de produzir efeitos associados à sua função histórica. Essas avaliações dependem de padrões normativos distintos.

A análise sistêmica descreve a contribuição de um componente para uma capacidade sob determinada organização. A avaliação normativa exige um padrão de correção independente dessa descrição. Esse padrão pode ser histórico, institucional, técnico ou intencional, mas não é derivado automaticamente da decomposição funcional. Em uma definição esquemática-sistêmica: a função de um componente semiótico x, relativamente a um sistema S e a uma capacidade C, é a contribuição de uma capacidade cx de x, sob uma organização O, para a realização de C. A definição contém quatro termos necessários: componente, sistema de referência, capacidade global e organização. A atribuição funcional permanece incompleta quando qualquer um desses termos não é especificado. A análise de Cummins fornece uma estrutura rigorosa para explicar a contribuição funcional de signos em sistemas cognitivos distribuídos. Ela não explica por que um signo surgiu, foi reproduzido ou historicamente retido. Explica como uma capacidade do componente, sob determinada organização, contribui para uma capacidade do sistema. Essa diferença de *explanandum* deve permanecer explícita. Um caso histórico exemplar é o sistema de navegação naval (Hutchins, 1995). O componente semiótico x é a carta náutica; o sistema de referência S é a equipe de navegação integrada a instrumentos, registros, procedimentos e referências ambientais; a capacidade global C consiste em determinar a posição do navio e projetar sua trajetória; e a organização O é a sequência coordenada pela qual observadores produzem marcações, comunicam medidas, registram valores e traçam linhas de posição sobre a carta. Nesse sistema, a capacidade Cx da carta consiste em preservar e organizar relações espaciais, combinar medidas produzidas em momentos distintos e tornar posições e trajetórias disponíveis para inspeção e correção. Sua função não pode ser atribuída à carta isoladamente: resulta de sua contribuição, sob essa organização, para a capacidade global de navegação.

7. Entre operação e história: nicho cognitivo

As abordagens de Wright e Cummins não devem ser fundidas, mas podem ser associadas em uma análise multiescalar. Uma contribuição sistêmica pode tornar-se causalmente relevante para explicar a retenção histórica de um padrão. Uma notação que reduz custos operacionais, estabiliza resultados intermediários ou amplia possibilidades de cálculo pode ser melhor ensinada, padronizada e reproduzida. A teoria da construção de nicho identifica as condições materiais, institucionais e sociais pelas quais o efeito funcional altera a circulação, a reprodução e a disponibilidade posterior do padrão. A relação também opera no sentido inverso. A estabilização histórica de uma notação modifica a organização de sistemas posteriores. Um padrão incorporado a instrumentos, arquivos, softwares e práticas profissionais altera o espaço de operações disponível, redistribui capacidades entre agentes e artefatos e

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

estabelece novas condições para aprendizagem e solução de problemas. Essa formulação tem íntima relação com a análise de Kirsh sobre "solução situada de problemas" (Kirsh, 1995, 2010). Inscrições, disposições espaciais e representações externas modificam a estrutura da tarefa ao tornar relações perceptualmente acessíveis, preservar estados intermediários, restringir possibilidades de ação e reduzir custos de busca, memória e controle. Uma notação historicamente estabilizada não constitui apenas um recurso adicional. Ela reorganiza o ambiente no qual o problema é formulado e resolvido, favorecendo determinadas sequências e dificultando outras (Kirsh & Maglio, 1994). Esta formulação conecta três teses fundamentais de Kirsh: ação epistêmica, uso inteligente do espaço e pensamento com representações externas. A estabilização histórica de uma notação transforma possibilidades locais de operação em componentes recorrentes da organização cognitiva de uma prática. Padrões anteriormente retidos passam a estruturar problemas, distribuir operações entre agentes e artefatos e favorecer determinadas formas de ação e inferência. A história modifica a organização dos sistemas, e as operações realizadas nos sistemas podem, por sua vez, alterar as condições de reprodução, transformação e retenção dos padrões.

A teoria da construção de nicho cognitivo descreve essa relação recíproca sem negligenciar a autonomia dos regimes explanatórios. O nicho compreende estruturas materiais, sociais, institucionais e normativas que favorecem certos efeitos interpretativos, tornam determinadas operações mais acessíveis e suportam a reprodução de padrões semióticos. Ele especifica as condições nas quais contribuições sistêmicas podem adquirir relevância para trajetórias históricas e padrões historicamente estabilizados podem reorganizar capacidades atuais de ação e interpretação.

O nicho cognitivo não é o ambiente externo de um agente. É um conjunto estruturado de possibilidades, restrições e recursos produzido e modificado por interações anteriores entre agentes e ambientes (Clark, 2005, 2006; Sterelny, 2003, 2010, 2012; Bardone & Magnani, 2007; Magnani & Bardone, 2010). Para Clark, os organismos não apenas utilizam ambientes fornecidos ao agente: eles selecionam, constroem e estabilizam processos e estruturas externas que simplificam problemas, distribuem operações cognitivas e reorganizam ciclos de percepção e ação. Artefatos, representações, normas, rotinas, arquiteturas, interfaces e instituições tornam certas informações mais acessíveis, reduzem demandas de memória e controle e favorecem determinadas sequências de ação em detrimento de outras (Clark, 1997, 2003, 2008). Agentes modificam o ambiente por meio de instrumentos, classificações, procedimentos e arranjos materiais; essas modificações passam a restringir e orientar atividades posteriores. Quando incorporados de modo regular a práticas de resolução de problemas, recursos externos deixam de funcionar apenas como apoios e passam a integrar a organização do sistema ou da atividade cognitiva. A estabilidade do nicho permite que operações complexas sejam distribuídas entre processos neurais, ações corporais e estruturas ambientais.

Em nichos de artefatos semióticos (de "signos em ação"), essa organização depende de condições como situacionalidade, co-localização, distribuição temporal, disponibilidade de suportes, competências interpretativas e formas de coordenação social (Atã & Queiroz, 2025). Uma inscrição só contribui para uma capacidade quando é reconhecida e manipulada como um signo, em uma determinada prática semiótica. Arquivos preservam padrões no tempo, interfaces controlam sua acessibilidade, convenções restringem interpretações, instituições regulam sua produção, circulação e aprendizagem. O nicho torna padrões semióticos

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

disponíveis e reiteráveis, enquanto dificulta ou exclui outros. A teoria permite descrever a semiose como processo materialmente realizado e distribuído. O significado não está localizado no signo, no objeto ou no agente. Ele depende de relações organizadas entre agentes, artefatos, práticas e ambientes. Em termos funcionais, o nicho fornece as condições nas quais certos componentes contribuem para capacidades sistêmicas. Em termos históricos, ele explica os processos pelos quais determinados padrões são reproduzidos, transmitidos, transformados e estabilizados. As análises de Nersessian sobre laboratórios mostram empiricamente essa dupla dimensão. Modelos, instrumentos e protocolos exercem funções apenas quando integrados à organização do laboratório; ao mesmo tempo, sua repetição, modificação e incorporação a rotinas de pesquisa transformam progressivamente o próprio sistema experimental. O nicho não é um contexto estático, mas uma organização em evolução na qual capacidades sistêmicas e trajetórias históricas se condicionam reciprocamente (Nersessian, 2006, 2019).

8. Mas devemos ainda falar em função?

Roberts e Bourrat (2025) examinaram como biólogos e não especialistas avaliam diferentes concepções de função, entre elas atividade, intenção, orientação a objetivos, contribuição para aptidão, papel causal, organização e efeito selecionado. Os resultados indicam que participantes de ambos os grupos frequentemente aceitam várias concepções para o mesmo traço biológico. O estudo fornece evidência de um pluralismo intrapessoal: uma mesma pessoa pode atribuir simultaneamente funções históricas, causais e organizacionais a um único item. Esse resultado enfraquece a suposição de que diferentes concepções de função sejam psicologicamente incompatíveis ou utilizadas apenas em contextos disciplinares separados. Especialistas e não especialistas podem combinar critérios distintos na mesma atribuição funcional. Mas o estudo permanece descritivo. A coexistência de concepções nas respostas dos participantes não demonstra que elas sejam conceitualmente compatíveis nem que o pluralismo seja filosoficamente adequado. O estudo mostra que diferentes regimes de atribuição funcional coexistem efetivamente nas práticas de julgamento. A defesa normativa do pluralismo exige um argumento adicional: cada regime deve responder a um explanandum específico, possuir critérios próprios de adequação e não autorizar inferências automáticas entre contribuição sistêmica, história de retenção, normatividade e intenção.

Ratti e Germain (2022) defendem uma posição eliminativista sobre o vocabulário de função biológica. Segundo os autores, o termo conserva conotações de design e reúne relações explicativas distintas, como atividade, papel causal, efeito selecionado e vantagem biológica. Essa indeterminação torna possíveis inferências indevidas: uma atividade atual pode ser tratada como evidência de história seletiva, enquanto contribuições causalmente relevantes podem ser excluídas por não constituírem efeitos selecionados. A proposta consiste em substituir o termo "função" por descrições explanatoriamente mais específicas: atividade, papel biológico, efeito selecionado e vantagem biológica. O argumento não elimina essas categorias; elimina a suposição de que elas formem uma classe unitária ou devam permanecer reunidas sob um conceito marcado por associações teleológicas e de design. O desafio para a semiótica é direto: por que falar em função do signo, em vez de especificar efeito interpretativo, contribuição sistêmica, consequência historicamente relevante ou mecanismo de retenção? Se "função" apenas renomeia essas relações, seu uso pode ser dispensável.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

A resposta é condicional. O vocabulário funcional deve ser conservado apenas quando identifica uma estrutura explanatória específica. No registro cumminsiano, "função" designa a contribuição organizada de um componente para uma capacidade sistêmica. No registro etiológico, designa uma consequência cuja produção participa causalmente da explicação da retenção do próprio item. Essa distinção oferece uma vantagem explanatória. Ela permite comparar componentes heterogêneos que contribuem para uma mesma capacidade e separar a descrição de uma atividade da explicação funcional. Dizer que uma inscrição contém determinadas marcas com certas propriedades não explica como ela contribui para uma inferência. Dizer que um padrão produz certo efeito não estabelece que esse efeito tenha participado de sua retenção histórica. O vocabulário funcional é informativo quando especifica uma dessas relações. Sua utilidade, contudo, depende de disciplina terminológica. No registro sistêmico, devem ser explicitados o sistema de referência, a capacidade global, o componente e sua organização. No registro etiológico, devem ser especificados o padrão, a consequência relevante e o mecanismo de retenção. Quando esses termos permanecem indeterminados, o vocabulário funcional deve ser evitado. O pluralismo restrito incorpora, assim, a crítica eliminativista: conserva o conceito de função apenas nos contextos em que ele possui conteúdo explanatório definido.

A expressão "função própria" deve ser reservada a concepções etiológicas nas quais a função de um item depende de sua história de reprodução e das consequências que contribuíram para essa reprodução. Funções sistêmicas, por sua vez, são relativas às capacidades atuais de sistemas organizados. Usos locais designam contribuições ocasionais para uma tarefa, sem exigir recorrência ou história de retenção. Uma marca produzida acidentalmente pode operar como índice em uma situação particular. Um diagrama integrado de modo recorrente a uma prática científica pode exercer uma função sistêmica. Uma convenção pode possuir função própria quando sua reprodução histórica dependeu da produção de determinado efeito. Essas atribuições possuem critérios distintos e não devem ser tratadas como equivalentes. Não se presume que todo signo possua função própria. Muitos signos são improvisados, efêmeros ou recrutados para usos não previstos. Outros exercem contribuições sistêmicas sem que essas contribuições expliquem sua origem ou retenção. O domínio da semiose é mais amplo que o das funções etiológicas.

9. Quando signos funcionam e persistem: revisão de quatro casos

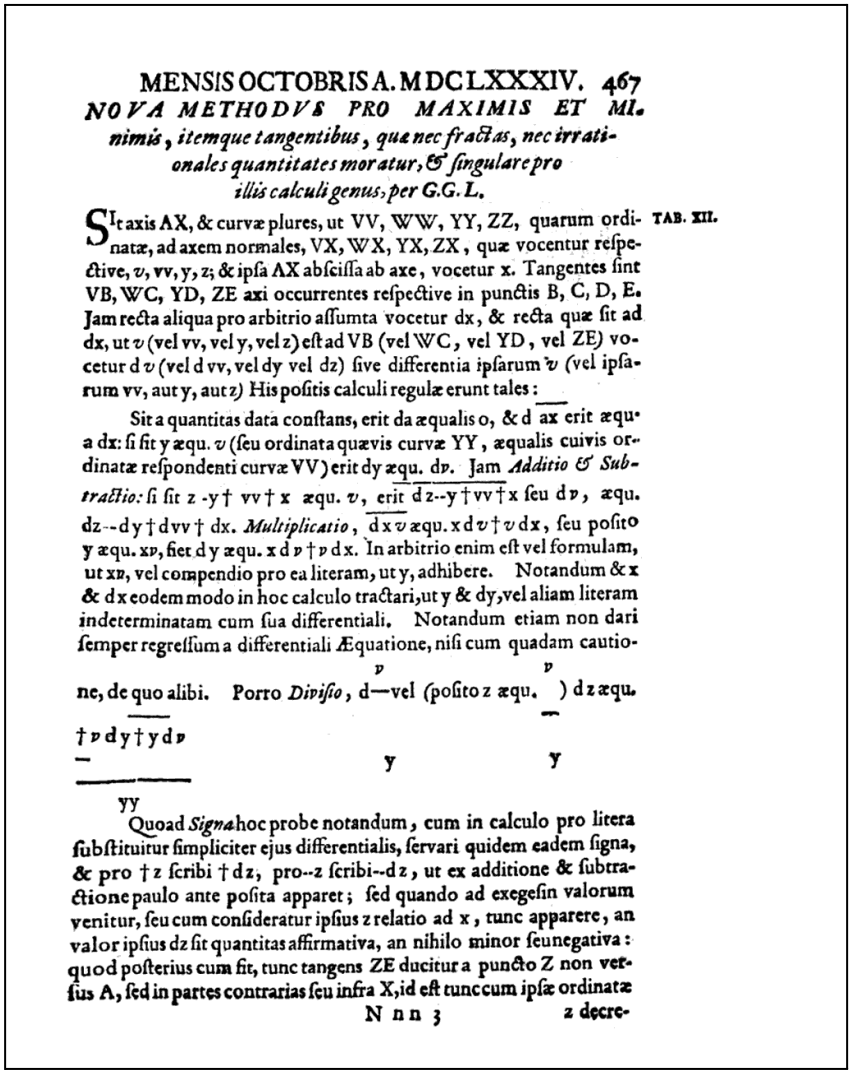
As notações matemáticas constituem casos privilegiados porque combinam contribuição sistêmica, transmissão institucional e transformação histórica (Steensen et al., 2023). Elas não são apenas veículos externos de conteúdos previamente constituídos. Organizam operações, preservam resultados intermediários, reduzem demandas de memória, tornam transformações inspecionáveis e permitem coordenação entre praticantes (Johansen & Misfeldt, 2020; Vold & Schlimm, 2020; McCallum, 2022). Uma análise cumminsiana deve delimitar o sistema de referência: matemáticos, inscrições, regras de transformação, instrumentos, convenções e objetivos. A capacidade global a explicar pode consistir em calcular, demonstrar ou transformar expressões. A notação contribui para essas capacidades ao estabilizar relações formais, controlar sequências de operações e tornar procedimentos reiteráveis e verificáveis (Cellucci, 2020; Mumma, 2024). Uma análise etiológica formula uma pergunta distinta: por que determinado sistema notacional foi reproduzido e estabilizado? A resposta deve identificar tanto os efeitos relevantes quanto os mecanismos de retenção: eficiência operatória, facilidade de aprendizagem, compatibilidade editorial, adoção por

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

comunidades, integração a instrumentos e softwares e incorporação a currículos e padrões profissionais. A estabilização não resulta necessariamente de uma superioridade funcional global: motivações práticas e cognitivas para a escolha de símbolos não demonstram, por si mesmas, sua adoção posterior (Schlimm, 2026). Dependência de trajetória, autoridade institucional, compatibilidade com práticas existentes e custos de substituição também podem determinar a permanência de uma notação. A retenção envolve a produção de ocorrências materialmente distintas e sua transmissão entre agentes, comunidades e gerações. A reconstrução histórica dessas práticas deve distinguir as condições de sua operação em contextos específicos de sua transmissão e transformação ao longo do tempo (Barany, 2020). A estabilidade não exige identidade gráfica absoluta, mas a conservação de regras de uso, relações formais e operações relevantes. Transformações notacionais podem preservar capacidades existentes, reduzir seus custos cognitivos ou introduzir novas possibilidades de cálculo e inferência. A análise deve distinguir esses casos e determinar como cada transformação afetou a reprodução e a estabilização do sistema.

Um exemplo histórico é a notação diferencial de Leibniz (Figura 11). Os símbolos d, dx e dy foram apresentados em 1684, em Nova methodus pro maximis et minimis; a notação integral, com o símbolo ∫, foi publicada em 1686, em De geometria recondita et analysi indivisibilium atque infinitorum. Esses recursos organizaram operações com diferenciais e integrais em expressões manipuláveis. Essa notação tornou sequências de transformação simbólica mais inspecionáveis e controláveis. Em termos cumminsianos, ela contribuiu diretamente para capacidades de cálculo. Sua estabilização, porém, exige uma explicação histórica distinta. Publicações, correspondência, manuais, ensino e adoção por matemáticos continentais favoreceram sua reprodução, enquanto sua compatibilidade com procedimentos algorítmicos e sua extensibilidade a novos problemas contribuíram para sua retenção. O caso mostra que a contribuição sistêmica de uma notação pode tornar-se causalmente relevante para sua estabilização sem explicar, por si só, toda a sua trajetória histórica (Cajori, 1923, 1929; Guicciardini, 1989; Schlimm, 2025).

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887



MENSIS OCTOBRIS A. MDCLXXXIV. 467

NOVA METHODVS PRO MAXIMIS ET MINIMIS, itemque tangentibus, quæ nec fractas, nec irrationales quantitates moratur, & singulare pro illis calculi genus, per G. G. L.

SIt axis AX, & curvæ plures, ut VV, WW, YY, ZZ, quarum ordinatæ, ad axem normales, VX, WX, YX, ZX, quæ vocentur respective, v, vv, y, z; & ipsa AX abscissa ab axe, vocetur x. Tangentes sint VB, WC, YD, ZE axi occurrentes respective in punctis B, C, D, E. Jam recta aliqua pro arbitrio assumta vocetur dx, & recta quæ sit ad dx, ut v (vel vv, vel y, vel z) est ad VB (vel WC, vel YD, vel ZE) vocetur dv (vel dvv, vel dy vel dz) sive differentia ipsarum v (vel ipsarum vv, aut y, aut z) His positis calculi regulæ erunt tales: TAB. XII.

Sit a quantitas data constans, erit da æqualis o, & d ax erit æqua dx: si fit y æqu. v (seu ordinata quævis curvæ YY, æqualis cuivis ordinatæ respondenti curvæ VV) erit dy æqu. dv. Jam *Additio & Subtractio:* si fit z -y† vv† x æqu. v, erit dz--y†vv†x seu dv, æqu. dz--dy†dvv† dx. *Multiplicatio*, dxv æqu. x dv†v dx, seu posito y æqu. xv, fiet dy æqu. x dv†v dx. In arbitrio enim est vel formulam, ut xv, vel compendio pro ea literam, ut y, adhibere. Notandum & x & dx eodem modo in hoc calculo tractari, ut y & dy, vel aliam literam indeterminatam cum sua differentiali. Notandum etiam non dari semper regressum a differentiali Æquatione, nisi cum quadam cautione, de quo alibi. Porro *Divisio*, d—vel (posito z æqu. $\frac{v}{y}$) dz æqu. $\frac{\dagger v\,dy \dagger y\,dv}{yy}$

Quoad *Signa* hoc probe notandum, cum in calculo pro litera substituitur simpliciter ejus differentialis, servari quidem eadem signa, & pro †z scribi †dz, pro--z scribi--dz, ut ex additione & subtractione paulo ante posita apparet; sed quando ad exegesin valorum venitur, seu cum consideratur ipsius z relatio ad x, tunc apparere, an valor ipsius dz sit quantitas affirmativa, an nihilo minor seu negativa: quod posterius cum fit, tunc tangens ZE ducitur a puncto Z non versus A, sed in partes contrarias seu infra X, id est tunc cum ipsæ ordinatæ

Figura 11 — Notação matemática: primeira página de "Nova methodus pro maximis et minimis", de G. W. Leibniz, publicada na Acta Eruditorum em outubro de 1684, p. 467. Fonte: Leibniz, 1684; digitalização reproduzida no Wikimedia Commons a partir de acervo digital; domínio público.

Diagramas científicos tornam relações disponíveis para inspeção, comparação e transformação. Sua função sistêmica pode consistir em explorar dependências, controlar inferências, comunicar estruturas. A mesma configuração gráfica pode exercer funções distintas conforme o sistema de referência, a capacidade global e as operações permitidas. Na prática, o diagrama integra dados, instrumentos, convenções e regras de transformação. Sua eficácia depende das relações que preserva, das manipulações que autoriza e das competências dos usuários. A função diagramática não deriva apenas de semelhança visual, mas da organização de relações sobre as quais podem ser executadas operações inferencialmente relevantes. Historicamente, certos formatos diagramáticos são retidos porque tornam problemas tratáveis, circulam entre comunidades e são incorporados a práticas de pesquisa, ensino e publicação. Sua persistência, contudo, também pode depender de padronização editorial, compatibilidade com softwares, infraestrutura técnica e autoridade institucional. A análise etiológica deve distinguir a eficácia epistêmica do diagrama dos mecanismos materiais e institucionais que sustentam sua reprodução. Diagramas também exemplificam variação

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

controlada. Redesenhos podem modificar escala, orientação, proporção e aparência sem eliminar as relações relevantes para as operações realizadas. O padrão reproduzido não é uma imagem materialmente invariável, mas uma organização relacional capaz de apoiar determinadas transformações e inferências.

Desenvolvidos no final da década de 1940 para organizar cálculos perturbativos em eletrodinâmica quântica, os diagramas de Feynman (Figuras 9 e 12) associam elementos gráficos a termos matemáticos e permitem decompor interações complexas em configurações manipuláveis. Sua função sistêmica inclui organizar expansões perturbativas, controlar combinações possíveis, comparar contribuições e orientar inferências. Historicamente, sua disseminação dependeu de treinamento, circulação entre grupos de pesquisa, adaptação a novos domínios e incorporação a práticas pedagógicas. Durante esse processo, os diagramas foram redesenhados e reinterpretados sem perder as relações operatórias relevantes. O que se estabilizou não foi uma forma gráfica invariável, mas um conjunto de regras que conecta linhas, vértices e transformações a operações matemáticas e objetos teóricos específicos (Kaiser, 2005; Wüthrich, 2012).

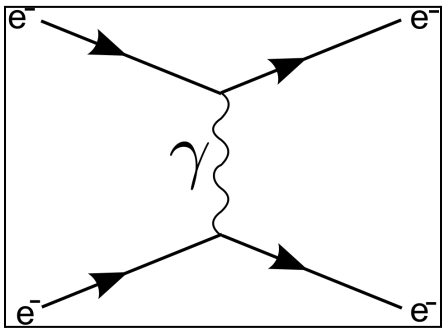


Figura 12 — Diagrama científico: diagrama de Feynman para espalhamento de Møller no canal t. Fonte: Kulmalukko, 2009, Wikimedia Commons, licença Creative Commons Attribution 3.0 (CC BY 3.0).

Os mapas tornam especialmente clara a distinção entre presença material, contribuição sistêmica e retenção histórica. Sua contribuição para a navegação depende de sua integração a agentes, convenções cartográficas, instrumentos de medição, objetivos, procedimentos e condições ambientais. A capacidade global do sistema pode consistir em determinar uma posição, selecionar uma trajetória ou alcançar um destino. O mapa contribui para estabilizar relações espaciais, preservar informações, representar alternativas e tornar trajetórias comparáveis. Instrumentos produzem ou atualizam medidas de posição; habilidades de leitura conectam inscrições cartográficas a decisões e ações; procedimentos coordenam a sequência das operações. A função de navegação não pertence ao mapa isoladamente, mas à contribuição que ele exerce sob essa organização. A retenção histórica de convenções cartográficas constitui outro problema. Ela pode depender de eficácia operacional, compatibilidade com instrumentos e práticas existentes, ensino especializado, reprodução técnica, padronização administrativa e militar e imposição colonial. A estabilização pode resultar da convergência entre vantagens funcionais e poder institucional, mas esses fatores também podem divergir. Uma convenção pode persistir apesar de limitações operacionais quando está incorporada a infraestruturas, normas e relações de autoridade. Mapas também podem ser recrutados para funções posteriores, como documentação histórica, exposição museológica, produção artística ou evidência jurídica. Essas funções atuais não explicam necessariamente sua produção nem sua

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

retenção inicial. O caso mostra que presença material, contribuição sistêmica e trajetória histórica exigem explicações distintas.

Um bom exemplo é a projeção de Mercator, publicada em 1569 (Figura 13). Sua propriedade cartográfica mais relevante para a navegação consiste em representar loxodromias, trajetórias de rumo constante, como linhas retas. Em um sistema de navegação, essa propriedade permite traçar e comparar cursos sobre uma carta plana em combinação com bússolas, instrumentos, e procedimentos de cálculo. Essa é sua contribuição sistêmica. Mas sua estabilização histórica não decorreu apenas dessa vantagem operacional. A projeção foi incorporada progressivamente à hidrografia, ao ensino náutico, à produção editorial de cartas e às infraestruturas marítimas, adquirindo ampla circulação entre navegadores. Posteriormente, foi também utilizada em atlas, mapas murais e representações geopolíticas, embora suas distorções de área a tornem inadequada para muitos desses usos. O caso mostra que a mesma estrutura cartográfica pode ser retida por uma combinação de eficácia operacional, padronização institucional e dependência de trajetória, além de exercer funções posteriores distintas daquela associada à navegação oceânica (Hutchins, 1995; Monmonier, 2004).

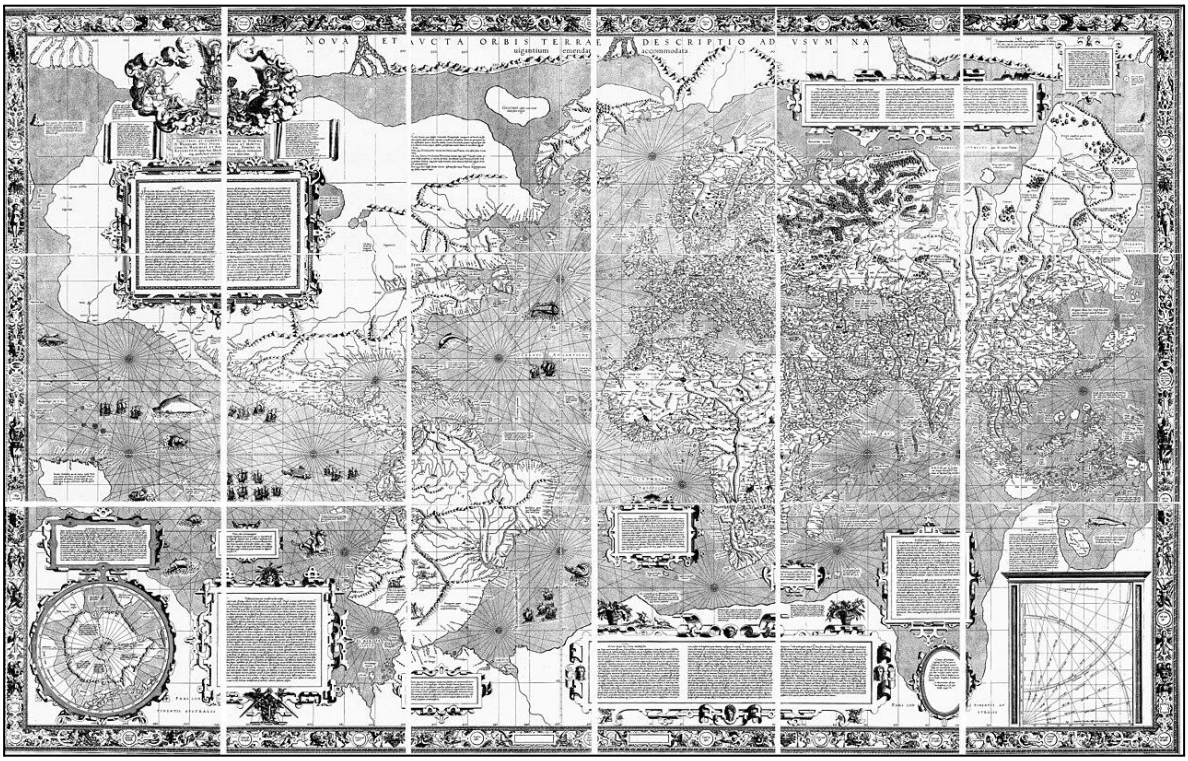


Figura 13 — Mapa: mapa-múndi de Gerardus Mercator (1569), composição das 18 folhas. Fonte: Gerardus Mercator, 1569; cópia de Basel fotografada por Wilhelm Krücken, reprodução em Wikimedia Commons. Original cartográfico em domínio público; arquivo identificado pelo Commons como livre de restrições conhecidas.

Protocolos experimentais são artefatos semióticos que organizam sequências de ação. Eles não descrevem apenas procedimentos, mas coordenam agentes, instrumentos, materiais, critérios de controle e formas de registro. Sua função sistêmica consiste em contribuir para a capacidade coletiva de produzir dados controlados, comparáveis e reprodutíveis. A análise funcional deve identificar os componentes e sua organização: instruções, etapas, intervalos

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

temporais, procedimentos de calibração, condições de controle, distribuição de responsabilidades e critérios de interrupção. O protocolo restringe variações, preserva sequências operatórias e distribui memória e controle pelo sistema experimental. Protocolos integram laboratórios concebidos como sistemas cognitivos distribuídos em evolução, nos quais modelos, instrumentos, inscrições, materiais e pesquisadores são reorganizados durante a investigação (Nersessian et al., 2003; Nersessian, 2006).

A análise etiológica formula outra pergunta: por que determinado protocolo foi padronizado e mantido? Eficácia, segurança, comparabilidade, custo, compatibilidade tecnológica e exigências regulatórias podem contribuir para sua retenção. Um protocolo também pode persistir por conformidade institucional, dependência de trajetória ou custos de substituição, mesmo quando alternativas apresentam melhor desempenho. O caso evidencia a necessidade de distinguir normatividade técnica de explicação etiológica. Um protocolo pode funcionar inadequadamente em relação a uma especificação ou finalidade experimental e, ainda assim, permanecer institucionalmente retido. Inversamente, sua retenção não demonstra que continue sendo a alternativa tecnicamente mais adequada.

Os casos examinados mostram que um mesmo artefato semiótico pode ser analisado segundo regimes explicativos distintos. A análise peirceana especifica a relação na qual o artefato opera como signo: uma carta náutica, uma notação, um diagrama ou um protocolo funcionam como signos quando, em relação a um objeto, determinam interpretantes em uma prática determinada. Esse nível define a condição constitutiva da semiose, mas não explica sua contribuição sistêmica nem sua trajetória histórica. A análise sistêmica especifica a contribuição atual do artefato para uma capacidade organizada. Notações matemáticas contribuem para cálculo e demonstração; diagramas científicos, para inferência e comparação; mapas, para orientação e navegação; protocolos, para controle experimental e produção de dados comparáveis. Em todos esses casos, a função não pertence ao artefato isoladamente, mas à sua posição em um sistema composto por agentes, instrumentos, inscrições, regras, habilidades e procedimentos. A análise etiológica formula uma pergunta diferente: por que certos padrões foram reproduzidos, transmitidos, padronizados ou institucionalizados? A resposta exige identificar mecanismos históricos de retenção. Eficiência operatória, capacidade inferencial, segurança, comparabilidade, transmissibilidade, compatibilidade técnica e incorporação institucional podem contribuir para a estabilização de um padrão. Mas a retenção também pode depender de autoridade, dependência de trajetória, custos de substituição ou conformidade normativa. Por isso, a utilidade atual de um artefato não prova sua função histórica. A construção de nicho semiótico-cognitivo permite relacionar esses regimes sem os reduzir a uma única teoria. Ela descreve o ambiente estruturado no qual artefatos, agentes, suportes, instituições, técnicas e práticas tornam certas operações possíveis, reiteráveis e transmissíveis. Contribuições sistêmicas podem favorecer processos de retenção; padrões historicamente estabilizados podem reorganizar capacidades futuras. A comparação entre os casos mostra, portanto, que a função do signo deve ser analisada como relação multiescalar entre constituição semiótica, contribuição sistêmica e estabilização histórica.

10. Conclusão: função sem unificação

A pergunta “qual é a função do signo?” não admite uma resposta única. A pergunta reúne problemas conceitualmente distintos: o que constitui a ação semiótica, como signos contribuem para capacidades de sistemas organizados e por que determinados padrões semióticos persistem. A semiótica de Peirce especifica o nível lógico-constitutivo. O signo é o

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

termo de uma relação triádica irredutível pela qual o objeto determina o interpretante. Essa descrição estabelece o que significa algo operar como signo, mas não explica sua contribuição para uma capacidade sistêmica nem sua trajetória histórica. A análise de Cummins faz isso. Ela explica contribuições atuais para capacidades organizadas. A função sistêmica de um signo é relativa a um sistema de referência, a uma capacidade global e a uma organização específica. Essa abordagem é especialmente adequada à cognição distribuída, pois permite descrever como agentes, artefatos, inscrições, instrumentos, práticas e ambientes participam conjuntamente da realização de certas capacidades cognitivas. A abordagem etiológica associada a Wright explica a retenção histórica de padrões. A função etiológica de um padrão semiótico corresponde a uma consequência interpretativa cuja produção contribuiu causalmente para sua reprodução, transmissão ou institucionalização. Mas sua atribuição exige a identificação de um mecanismo de retenção e a distinção entre origem, estabilização inicial, manutenção posterior e contribuição sistêmica atual. A teoria da construção de nicho cognitivo permite relacionar esses níveis sem reduzi-los a uma teoria unificada. Contribuições sistêmicas podem alterar condições de circulação e de retenção; padrões historicamente estabilizados podem reorganizar os sistemas, redistribuir capacidades e modificar espaços de ação e interpretação. Como é importante notar, o nicho cognitivo designa um conjunto de condições materiais, sociais, institucionais e temporais que torna possíveis as interações entre operação atual, estabilização histórica e reorganização no futuro.

Defendemos um pluralismo funcional restrito. A semiótica peirceana especifica a estrutura lógica e processual da semiose; a análise sistêmica explica contribuições organizadas para capacidades atuais; a abordagem etiológica explica trajetórias de retenção quando consequências funcionais afetam mecanismos históricos identificáveis. O vocabulário funcional permanece explanatoriamente útil apenas quando o *explanandum*, o sistema de referência, a escala temporal e o mecanismo explicativo são explicitados. Sugerimos que uma "neoteleologia forte" deve ser rejeitada. Nem todo signo persiste em razão de sua função, e a utilidade do signo não constitui evidência suficiente de uma história de retenção. Uma "neoteleologia fraca" é defensável quando efeitos interpretativos alteram mecanismos identificáveis de reprodução, transmissão ou institucionalização, especialmente em casos de novidade funcional. A construção de nicho cognitivo relaciona os regimes sistêmico e histórico sem unificá-los. Operações realizadas em sistemas atuais podem modificar condições posteriores de retenção; padrões historicamente estabilizados podem reorganizar capacidades, práticas e espaços de ação. Essa relação recíproca é multiescalar, temporal e materialmente distribuída. Qualquer atribuição funcional deve explicitar o *explanandum*, o sistema de referência, a escala temporal e o mecanismo explicativo. Quando esses elementos permanecem indeterminados, o vocabulário funcional deve ser substituído por descrições precisas de atividade, efeito, contribuição, uso ou condição causal. A função do signo deve ser analisada segundo regimes distintos. A mediação triádica especifica seu papel constitutivo; a análise sistêmica explica sua contribuição para capacidades de sistemas distribuídos; a análise etiológica explica sua estabilização quando consequências semióticas afetam mecanismos históricos de retenção. A precisão da análise depende da relação dessas dimensões, sem confundi-las.

A importância dessa discussão para a semiótica é, ao mesmo tempo, metodológica e teórica. Embora o vocabulário funcional apareça com frequência nas descrições dos signos, sistemas semióticos, hábitos interpretativos e artefatos semióticos, não encontramos uma análise sistemática que distinga função constitutiva, contribuição sistêmica e explicação

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

histórica de retenção. Nesses casos, perguntas diferentes podem ser reunidas sob formulações genéricas como "a função do signo", sem especificação do *explanandum*, da unidade de análise ou do mecanismo explicativo. Na filosofia da biologia, ao contrário, o debate sobre função foi central para distinguir explicações etiológicas, análises de papel causal, normatividade, teleologia e mal funcionamento. Essa discussão mostrou que o mesmo termo pode confundir estruturas explanatórias incompatíveis e que sua utilização exige critérios explícitos. Transportar esse problema para a semiótica permite identificar ambiguidades equivalentes, restringir inferências indevidas entre operação atual e história de estabilização e formular atribuições funcionais com maior precisão conceitual.

Meu objetivo aqui não é apenas aplicar duas teorias filosóficas à semiótica, mas reconstruir uma controvérsia sobre a estrutura das explicações funcionais. A distinção entre história de retenção e contribuição sistêmica constitui o ponto de partida; o pluralismo restrito e a construção de nicho constituem sua reformulação. A primeira reduz o risco de que utilidade atual ou efetiva seja confundida com causa histórica. A segunda mostra como operação e estabilização podem tornar-se causalmente relacionadas sem pertencer ao mesmo regime explicativo. A contribuição da visão pluralista de Nunes-Neto & El-Hani para a semiótica consiste em substituir a busca por uma definição unificada da função do signo pela distinção entre os problemas. A abordagem etiológica deve explicar por que determinados padrões semióticos foram reproduzidos e estabilizados; a análise funcional explica como signos contribuem, sob determinada organização, para certas capacidades. Esses regimes podem incidir sobre o mesmo caso, mas não possuem o mesmo *explanandum* nem autorizam as mesmas classes de inferências. A semiótica peirceana ocupa outro nível. Ela especifica a estrutura lógica e processual pela qual algo opera como signo.

Agradecimentos: Queiroz agradece ao CNPq pelo apoio por meio da bolsa produtividade em pesquisa PQ2 (308355/2023-7), e do projeto regular de pesquisa (Grupos Emergentes; 404770/2023-1).

Referências

ACERBI, A.; CHARBONNEAU, M.; MITON, H.; SCOTT-PHILLIPS, T. Culture without copying or selection. **Evolutionary Human Sciences**, [S. l.], v. 3, e50, 2021. DOI: https://doi.org/10.1017/ehs.2021.47

ALLEN, C.; NEAL, J. P. Teleological notions in biology. *In:* ZALTA, E. N. (org.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Spring 2020 ed. [S. l.]: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2020. Disponível em: https://plato.stanford.edu/archives/spr2020/entries/teleology-biology/. Acesso em: 30 out. 2026.

ANELLIS, I. H. How Peircean was the "Fregean" revolution in logic? **Logicheskie Issledovaniya**, [S. l.], v. 18, p. 239-272, 2012.

ATÃ, P.; QUEIROZ, J. Semiosis is cognitive niche construction. **Semiotica**, [S. l.], n. 228, p. 3-16, 2019. DOI: https://doi.org/10.1515/sem-2018-0092

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

ATÃ, P.; QUEIROZ, J. Nicho de artefatos semióticos e externalismo cognitivo. **deSignis**, [S. l.], n. 35, p. 211-227, 2021. DOI: https://doi.org/10.35659/designis.i35p211-227

ATÃ, P.; QUEIROZ, J. **Mind as an external sign**: a semiotic externalist philosophy of cognitive science. Cham: Springer, 2025. (Synthese Library, v. 531). DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-032-08988-5

ATKIN, A. Peirce's theory of signs. In: ZALTA, E. N. (org.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Stanford: Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2006. Disponível em: https://plato.stanford.edu/entries/peirce-semiotics/. Acesso em: 7 nov. 2026.

BARANY, M. J. Histories of mathematical practice: reconstruction, genealogy, and the unruly pasts of ruly knowledge. **ZDM Mathematics Education**, [S. l.], v. 52, p. 1075-1086, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/s11858-020-01175-5

BARDONE, E.; MAGNANI, L. Sharing representations through cognitive niche construction. **Data Science Journal**, [S. l.], v. 6, p. S87-S91, 2007. DOI: https://doi.org/10.2481/dsj.6.S87

BEATTY, R. Peirce’s development of quantifiers and of predicate logic. **Notre Dame Journal of Formal Logic**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 64-76, 1969. DOI: https://doi.org/10.1305/ndjfl/1093893587

BECQUEREL, H. Sur les radiations invisibles émises par les sels d’uranium. **Comptes rendus hebdomadaires des séances de l’Académie des sciences**, Paris, v. 122, p. 689-694, 1896.

BOYD, R.; RICHERSON, P. J. **Culture and the evolutionary process**. Chicago: University of Chicago Press, 1985.

BUSSE BERGER, A. M. **Medieval music and the art of memory**. Berkeley: University of California Press, 2005.

CAJORI, F. The history of notations of the calculus. **Annals of Mathematics**, [S. l.], v. 25, n. 1, p. 1-46, 1923.

CAJORI, F. **A history of mathematical notations**: vol. 2: notations mainly in higher mathematics. [S. l.]: Open Court Publishing Company, 1929.

CELLUCCI, C. The role of notations in mathematics. **Philosophia**, [S. l.], v. 48, n. 4, p. 1397-1412, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/s11406-019-00162-9

CHRISOMALIS, S. **Numerical notation**: a comparative history. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

CLAIDIÈRE, N.; SCOTT-PHILLIPS, T. C.; SPERBER, D. How Darwinian is cultural evolution? **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, [S. l.], v. 369, 20130368, 2014.

CLARK, A. **Being there**: putting brain, body, and world together again. Cambridge, MA: MIT Press, 1997.

CLARK, A. **Natural-born cyborgs**: minds, technologies, and the future of human intelligence. Oxford: Oxford University Press, 2003.

CLARK, A. Word, niche and super-niche: how language makes minds matter more. **Theoria**, [S. l.], v. 20, n. 3, p. 255-268, 2005. DOI: https://doi.org/10.1387/theoria.561

CLARK, A. Language, embodiment, and the cognitive niche. **Trends in Cognitive Sciences**, [S. l.], v. 10, n. 8, p. 370-374, 2006. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.06.012

CLARK, A. **Supersizing the mind**: embodiment, action, and cognitive extension. Oxford: Oxford University Press, 2008.

CLARK, A.; CHALMERS, D. J. The extended mind. **Analysis**, [S. l.], v. 58, n. 1, p. 7-19, 1998.

COLYVAN, M.; HALL, T. Notations as models: music and mathematics. **Philosophy**, [S. l.], v. 101, n. 1, p. 159-187, 2026. DOI: https://doi.org/10.1017/S0031819125101174

CUMMINS, R. Functional analysis. **The Journal of Philosophy**, [S. l.], v. 72, n. 20, p. 741-765, 1975.

CUMMINS, R. Functional analysis. *In:* ALLEN, C.; BEKOFF, M.; LAUDER, G. (org.). **Nature's purposes**: analyses of function and design in biology. Cambridge, MA: MIT Press, 1998[1975]. p. 169-196.

CUMMINS, R. Neo-teleology. *In:* ARIEW, A. *et al.* (org.). **Functions**: new essays in the philosophy of psychology and biology. Oxford: Oxford University Press, 2002. p. 157-172.

DANNA, R. Figuring out: the spread of Hindu-Arabic numerals in the European tradition of practical mathematics, 13th-16th centuries. **Nuncius**, [S. l.], v. 36, n. 1, p. 5-48, 2021. DOI: https://doi.org/10.1163/18253911-bja10004

DANNA, R.; IORI, M.; MINA, A. **A numerical revolution**: the diffusion of practical mathematics and the growth of pre-modern European economies. Pisa: Laboratory of Economics and Management, Scuola Superiore Sant'Anna, 2022. (LEM Working Paper Series, n. 2022/18). Disponível em: https://hdl.handle.net/10807/317325. Acesso em: 30 out. 2026.

DE TIENNE, A. Learning qua semiosis. **S.E.E.D. Journal—Semiotics, Evolution, Energy, and Development**, 3, 37–53, 2003.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

DE TIENNE, A. Information in formation: a Peircean approach. **Cognitio**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 149-165, 2005.

DIPERT, R. R. The life and logical contributions of O. H. Mitchell, Peirce's gifted student. **Transactions of the Charles S. Peirce Society**, [S. l.], v. 30, n. 3, p. 515-542, 1994.

DUNNING, D. E. "Always mixed together": notation, language, and the pedagogy of Frege's Begriffsschrift. **Modern Intellectual History**, [S. l.], v. 17, n. 4, p. 1099-1131, 2020. DOI: https://doi.org/10.1017/S1479244318000410

DURHAM, J. W. Introduction of Arabic numerals in European accounting. **Accounting Historians Journal**, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 25-55, 1992.

ENGELBART, D. C. **Augmenting human intellect**: a conceptual framework. [S. l.]: Stanford Research Institute, 1962.

ENGELBART, D. C.; ENGLISH, W. K. A research center for augmenting human intellect. *In:* FALL JOINT COMPUTER CONFERENCE, 1968. **Proceedings** [...]. [S. l.]: ACM, 1968. p. 395-410.

EVERIST, M.; KELLY, T. F. (org.). **The Cambridge history of medieval music**. Cambridge: Cambridge University Press, 2018.

FREGE, G. **Begriffsschrift, eine der arithmetischen nachgebildete Formelsprache des reinen Denkens**. Halle: Louis Nebert, 1879. Disponível em: https://www.digitale-sammlungen.de/de/details/bsb11388662. Acesso em: 7 nov. 2026.

GASPAR, J. A. Revisiting the Mercator world map of 1569: an assessment of navigational accuracy. **The Journal of Navigation**, [S. l.], v. 69, n. 6, p. 1183-1196, 2016. DOI: https://doi.org/10.1017/S0373463316000291

GODFREY-SMITH, P. Functions: consensus without unity. **Pacific Philosophical Quarterly**, [S. l.], v. 74, p. 196-208, 1993.

GOULD, S. J.; LEWONTIN, R. C. The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm. **Proceedings of the Royal Society of London B**, [S. l.], v. 205, p. 581-598, 1979.

GOULD, S. J.; VRBA, E. Exaptation: a missing term in the science of form. **Paleobiology**, [S. l.], v. 8, p. 4-15, 1982.

GUICCIARDINI, N. **The development of Newtonian calculus in Britain, 1700-1800**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

GUICCIARDINI, N. Dot-age: Newton's mathematical legacy in the eighteenth century. **Early Science and Medicine**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 218-256, 2004.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

GUTTINGER, S. A new account of replication in the experimental life sciences. **Philosophy of Science**, [S. l.], v. 86, n. 3, p. 453-471, 2019. DOI: https://doi.org/10.1086/703555

HAINES, J. The origins of the musical staff. **The Musical Quarterly**, [S. l.], v. 91, n. 3/4, p. 327-378, 2008. DOI: https://doi.org/10.1093/musqtl/gdp002

HAMMER, E. M. Semantics for existential graphs. **Journal of Philosophical Logic**, [S. l.], v. 27, p. 489-503, 1998.

HOHOL, M.; MIŁKOWSKI, M. Cognitive artifacts for geometric reasoning. **Foundations of Science**, [S. l.], v. 24, p. 657-680, 2019. DOI: https://doi.org/10.1007/s10699-019-09603-w

HOUSER, N. The Schröder-Peirce correspondence. **Modern Logic**, [S. l.], v. 1, n. 2/3, p. 206-229, 1991.

HOUSER, N. Introduction: Peirce as logician. In: HOUSER, N.; ROBERTS, D. D.; VAN EVRA, J. (org.). **Studies in the logic of Charles Sanders Peirce**. Bloomington: Indiana University Press, 1997. p. 1-22.

HOUSER, N.; ROBERTS, D. D.; VAN EVRA, J. (org.). **Studies in the logic of Charles Sanders Peirce**. Bloomington: Indiana University Press, 1997.

HUTCHINS, E. **Cognition in the wild**. Cambridge, MA: MIT Press, 1995.

HUTCHINS, Edwin. Distributed Cognition. In: SMELSER, Neil J.; BALTES, Paul B. (ed.). **International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences**. Amsterdam: Elsevier, 2001. p. 2068-2072.

JOHANSEN, M. W.; MISFELDT, M. Material representations in mathematical research practice. **Synthese**, [S. l.], v. 197, p. 3721-3741, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/s11229-018-02033-4

JÖNSSON, B.-A. Henri Becquerel's discovery of radioactivity—125 years later. **Acta Oncologica**, [S. l.], v. 60, n. 6, p. 731-735, 2021.

KAISER, D. **Drawing theories apart**: the dispersion of Feynman diagrams in postwar physics. Chicago: University of Chicago Press, 2005.

KELLY, T. F. **Capturing music**: the story of notation. New York: W. W. Norton, 2015.

KIRSH, D. The intelligent use of space. **Artificial Intelligence**, [S. l.], v. 73, n. 1/2, p. 31-68, 1995.

KIRSH, D. Thinking with external representations. **AI & Society**, [S. l.], v. 25, p. 441-454, 2010. DOI: https://doi.org/10.1007/s00146-010-0272-8

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

KIRSH, D.; MAGLIO, P. On distinguishing epistemic from pragmatic action. **Cognitive Science**, [S. l.], v. 18, n. 4, p. 513-549, 1994.

KITCHER, P. Function and design. *In:* ALLEN, C.; BEKOFF, M.; LAUDER, G. (org.). **Nature's purposes**: analyses of function and design in biology. Cambridge, MA: MIT Press, 1998[1993]. p. 479-503.

KIVIJÄRVI, S.; VÄKEVÄ, L. Considering equity in applying Western standard music notation from a social justice standpoint: against the notation argument. **Action, Criticism, and Theory for Music Education**, [S. l.], v. 19, n. 1, p. 153-173, 2020. DOI: https://doi.org/10.22176/act19.1.153

KNUUTTILA, T. Epistemic artifacts and the modal dimension of modeling. **European Journal for Philosophy of Science**, [S. l.], v. 11, art. 65, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/s13194-021-00374-5

LEIBNIZ, G. W. Nova methodus pro maximis et minimis, itemque tangentibus, quae nec fractas nec irrationales quantitates moratur, et singulare pro illis calculi genus. **Acta Eruditorum**, Leipzig, p. 467-473, out. 1684.

LEIBNIZ, G. W. De geometria recondita et analysi indivisibilium atque infinitorum. **Acta Eruditorum**, Leipzig, p. 292-300, jun. 1686.

MACHERY, E. What is a replication? **Philosophy of Science**, [S. l.], v. 87, n. 4, p. 545-567, 2020. DOI: https://doi.org/10.1086/709701

MAGNANI, L.; BARDONE, E. Chances, affordances, and cognitive niche construction: the plasticity of environmental situatedness. **International Journal of Advanced Intelligence Paradigms**, [S. l.], v. 2, n. 2/3, p. 235-253, 2010. DOI: https://doi.org/10.1504/IJAIP.2010.030537

MAYR, E. Cause and effect in biology. **Science**, [S. l.], v. 134, n. 3489, p. 1501-1506, 1961. DOI: https://doi.org/10.1126/science.134.3489.1501

MCCALLUM, K. M. Mathematics, relevance theory and the situated cognition paradigm. **Pragmatics & Cognition**, [S. l.], v. 29, n. 1, p. 59-81, 2022. DOI: https://doi.org/10.1075/pc.21005.mcc

MENGOZZI, S. The heptachordal basis of hexachordal theory: on the semiotics of musical notation in the Middle Ages. **Plainsong and Medieval Music**, [S. l.], v. 22, n. 2, p. 137-172, 2013.

MESOUDI, A. **Cultural evolution**: how Darwinian theory can explain human culture and synthesize the social sciences. Chicago: University of Chicago Press, 2011.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

MESOUDI, A. Cultural selection and biased transformation: two dynamics of cultural evolution. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, [S. l.], v. 376, 20200053, 2021.

MILLIKAN, R. In defense of proper functions. *In:* ALLEN, C.; BEKOFF, M.; LAUDER, G. (org.). **Nature's purposes**: analyses of function and design in biology. Cambridge, MA: MIT Press, 1998 [1989]. p. 295-312.

MONMONIER, M. **Rhumb lines and map wars**: a social history of the Mercator projection. Chicago: University of Chicago Press, 2004.

MUMMA, J. Geometric diagrams as an effective notation. Philosophical Investigations, [S. l.], v. 47, n. 4, p. 558-583, 2024. DOI: https://doi.org/10.1111/phin.12440

NERSESSIAN, N. J. Model-based reasoning in distributed cognitive systems. **Philosophy of Science**, [S. l.], v. 73, n. 5, p. 699-709, 2006.

NERSESSIAN, N. J. Interdisciplinarities in action: cognitive ethnography of bioengineering sciences research laboratories. Perspectives on Science, [S. l.], v. 27, n. 4, p. 553-581, 2019. DOI: https://doi.org/10.1162/posc_a_00316

NERSESSIAN, N. J.; KURZ-MILCKE, E.; NEWSTETTER, W. C.; DAVIES, J. Research laboratories as evolving distributed cognitive systems. *In:* ALTERMAN, R.; KIRSH, D. (org.). **Proceedings of the Twenty-Fifth Annual Conference of the Cognitive Science Society**. [S. l.]: Cognitive Science Society, 2003.

NUNES-NETO, N. F.; EL-HANI, C. N. O que é função? Debates na filosofia da biologia contemporânea. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 7, n. 3, p. 353-401, 2009.

ODLING-SMEE, F. J.; LALAND, K. N.; FELDMAN, M. W. **Niche construction**: the neglected process in evolution. Princeton: Princeton University Press, 2003.

PANTSAR, M. Mathematical cognition and enculturation: introduction to the Synthese special issue. **Synthese**, [S. l.], v. 197, p. 3561-3573, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/s11229-019-02478-1

PÁPAY, G. Mercator's geometric method in the construction of his projection from 1569. **KN - Journal of Cartography and Geographic Information**, [S. l.], v. 72, p. 261-267, 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/s42489-022-00115-5

PEIRCE, C. S. On the algebra of logic: a contribution to the philosophy of notation. **American Journal of Mathematics**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 180-196, 1885. DOI: https://doi.org/10.2307/2369451

PEIRCE, C. S. **Collected papers of Charles Sanders Peirce**. HARTSHORNE, C.; WEISS, P. (org.), v. 1-6; BURKS, A. W. (org.), v. 7-8. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1931-1958.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

PEIRCE, C. S. **The Essential Peirce**: selected philosophical writings (1893-1913). Peirce Edition Project (org.). v. 2. Bloomington: Indiana University Press, 1998.

PIETARINEN, A.-V. (org.). **Pragmaticism**. Berlin: De Gruyter, 2024. (Logic of the Future: Writings on Existential Graphs, v. 3/1). DOI: https://doi.org/10.1515/9783110651447

QUEIROZ, J.; EL-HANI, C. N. Semiosis as an emergent process. **Transactions of the Charles S. Peirce Society**, [S. l.], v. 42, n. 1, p. 78-116, 2006a. DOI: https://doi.org/10.1353/csp.2006.0013

QUEIROZ, J.; EL-HANI, C. N. Towards a multi-level approach to the emergence of meaning processes in living systems. **Acta Biotheoretica**, [S. l.], v. 54, n. 3, p. 179-206, 2006b. DOI: https://doi.org/10.1007/s10441-006-8177-0

RANKIN, S. On the treatment of pitch in early music writing. **Early Music History**, [S. l.], v. 30, p. 105-175, 2011.

RASTALL, R. **The notation of Western music**: an introduction. New York: St. Martin's Press, 1982.

RATTI, E.; GERMAIN, P.-L. A relic of design: against proper functions in biology. Biology & Philosophy, [S. l.], v. 37, art. 27, 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/s10539-022-09856-z

RICHERSON, P. J.; BOYD, R. **Not by genes alone**: how culture transformed human evolution. Chicago: University of Chicago Press, 2005.

ROBERTS, A. J.; BOURRAT, P. Are biology experts and novices function pluralists? **Review of Philosophy and Psychology**, [S. l.], v. 16, p. 725-743, 2025. DOI: https://doi.org/10.1007/s13164-024-00733-0

ROBERTS, D. D. **The existential graphs of Charles S. Peirce**. [S. l.]: Mouton, 1973.

ROBIN, R. S. **Annotated catalogue of the papers of Charles S. Peirce**. Amherst: University of Massachusetts Press, 1967.

SCHLIMM, D. **Mathematical notations**. Cambridge: Cambridge University Press, 2025. DOI: https://doi.org/10.1017/9781009472128

SCHLIMM, D. Where mathematical symbols come from. **Topics in Cognitive Science**, [S. l.], v. 18, n. 1, p. 169-186, 2026 (publicado online em 2025). DOI: https://doi.org/10.1111/tops.12786

SCHUILING, F. Notation cultures: towards an ethnomusicology of notation. **Journal of the Royal Musical Association**, [S. l.], v. 144, n. 2, p. 429-458, 2019. DOI: https://doi.org/10.1080/02690403.2019.1651508

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

STEGMANN, U. E. Scientific modelling with diagrams. **Synthese**, [S. l.], v. 198, p. 12445-12469, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/s11229-019-02239-0

STEENSEN, A. K.; JOHANSEN, M. W.; MISFELDT, M. Textual materiality and abstraction in mathematics. Science in Context, [S. l.], v. 35, n. 1, p. 81-101, 2023 (publicação online; fascículo de 2022). DOI: https://doi.org/10.1017/S0269889723000182

STERELNY, K. **Thought in a hostile world**: the evolution of human cognition. Malden, MA: Blackwell, 2003.

STERELNY, K. Minds: extended or scaffolded? **Phenomenology and the Cognitive Sciences**, [S. l.], v. 9, n. 4, p. 465-481, 2010. DOI: https://doi.org/10.1007/s11097-010-9174-y

STERELNY, K. **The evolved apprentice**: how evolution made humans unique. Cambridge, MA: MIT Press, 2012.

TREITLER, L. The "unwritten" and "written transmission" of medieval chant and the start-up of musical notation. **The Journal of Musicology**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 131-191, 1992.

TREITLER, L. **With voice and pen**: coming to know medieval song and how it was made. Oxford: Oxford University Press, 2003.

VAN DER STEEN, W. J. Concepts of function in biology: Nature's purposes: analyses of function and design in biology. **Journal of Evolutionary Biology**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 198-199, 1999. DOI: https://doi.org/10.1046/j.1420-9101.1999.0002j.x

VOLD, K.; SCHLIMM, D. Extended mathematical cognition: external representations with non-derived content. **Synthese**, [S. l.], v. 197, n. 9, p. 3757-3777, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/s11229-019-02097-w

WHITMAN, G. Countless ways to count: the functional heterogeneity of number systems. **Journal of Institutional Economics**, [S. l.], v. 21, e32, p. 1-18, 2025. DOI: https://doi.org/10.1017/S1744137425100180

WRIGHT, L. Functions. **The Philosophical Review**, [S. l.], v. 82, n. 2, p. 139-168, 1973.

WRIGHT, L. Functions. *In:* ALLEN, C.; BEKOFF, M.; LAUDER, G. (org.). **Nature's purposes**: analyses of function and design in biology. Cambridge, MA: MIT Press, 1998[1973]. p. 51-78.

WÜTHRICH, A. Interpreting Feynman diagrams as visual models. **Spontaneous Generations**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 180-194, 2012.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.18887

ZALAMEA, F. Plasticity and creativity in the Logic Notebook. **European Journal of Pragmatism and American Philosophy**, [S. l.], v. 5, n. 1, 2013. DOI: https://doi.org/10.4000/ejpap.593

Conflito de interesses

O autor declara não possuir conflitos de interesses financeiros, institucionais, profissionais ou pessoais que possam ter influenciado a elaboração, a análise ou as conclusões deste artigo.

Disponibilidade de dados de pesquisa

Este artigo é de natureza teórico-conceitual e não envolveu a produção, coleta ou análise de dados de pesquisa. Portanto, não há conjuntos de dados associados ao estudo a serem disponibilizados.

Uso de Inteligência Artificial

Ferramentas de inteligência artificial generativa foram utilizadas como apoio à revisão linguística e à tradução (espanhol) do resumo.

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença Creative Commons CC-BY.
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.