

MEDIAÇÕES ALGORÍTMICAS E COGNIÇÃO: CONEXÕES ENTRE A SEMIÓTICA E A INFERÊNCIA ATIVA

Algorithmic Mediations and Cognition: Connections Between Semiotics and Active Inference

Mediaciones Algorítmicas y Cognición: Conexiones Entre la Semiótica y la Inferencia Activa

Marcelo Hamdan Alvim¹
Anderson Vinicius Romanini²

DOI: 10.31501/esf.v1i32.15497

Resumo: Este artigo investiga como as mediações algorítmicas afetam os processos cognitivos dos usuários das redes, adotando como fundamentação teórica o pensamento de Charles Peirce e a Inferência Ativa proposta pelo neurocientista Karl Friston. Analisamos como algoritmos influenciam nossas crenças e inferências, organizando abduções e configurando um hackeamento cognitivo. Concluimos que os algoritmos funcionam como sistemas de cognição maquínica, direcionando padrões de resposta e interação.

Palavras-chave: Mediação Algorítmica. Cognição Maquínica. Hackeamento Cognitivo. Inferência Ativa. Princípio da Energia Livre.

Abstract: This article investigates how algorithmic mediations affect the cognitive processes of network users, adopting as theoretical foundation the thought of Charles Peirce and the Active Inference framework proposed by neuroscientist Karl Friston. We analyze how algorithms influence our beliefs and inferences, organizing abductions and configuring a form of cognitive hacking. We conclude that algorithms function as machinic cognition systems, guiding patterns of response and interaction.

Keywords: Algorithmic Mediation. Machinic Cognition. Cognitive Hacking. Active Inference. Free Energy Principle.

Resumen: Este artículo investiga cómo las mediaciones algorítmicas afectan los procesos cognitivos de los usuarios de las redes, adoptando como fundamentación teórica el pensamiento de Charles Peirce y la Inferencia Activa propuesta por el neurocientífico Karl Friston. Analizamos cómo los algoritmos influyen en nuestras creencias e inferencias, organizando abducciones y configurando una forma de hackeo cognitivo. Concluimos que los algoritmos funcionan como sistemas de cognición maquínica, dirigiendo patrones de respuesta e interacción.

Palabras-clave: Mediación Algorítmica. Cognición Maquínica. Hackeo Cognitivo. Inferencia Activa. Principio de Energía Libre.

¹ Doutor, Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, Brasil. marcelo.h@me.com | <https://orcid.org/0009-0009-9890-6364>

² Doutor, Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, Brasil. vinicius.romanini@usp.br | <https://orcid.org/0000-0001-6558-0550>

1 Introdução

A transformação digital das interações sociais trouxe à tona um conjunto de fenômenos complexos relacionados ao impacto das mediações algorítmicas sobre os processos cognitivos dos indivíduos. No contexto das redes digitais, a coleta massiva de dados, sua análise automatizada e o direcionamento de conteúdos personalizados tornaram-se práticas que não apenas refletem as preferências dos usuários, mas também influenciam suas crenças e padrões inferenciais. O big data, como agente em um contexto de hiperindividualização da experiência social, configura uma nova forma de buscar objetivos de mercado por sofisticadas mediações algorítmicas (Silveira, 2019). Para abordar esse fenômeno, recorre-se a um arcabouço teórico capaz de integrar conceitos clássicos e contemporâneos. Nesse sentido, o pensamento de Charles Peirce oferece relevante aporte a partir dos conceitos de semiose – que estrutura a relação entre signos, objetos e interpretantes como um processo dinâmico de significação – e de fixação de crenças. Esses conceitos se articulam com perspectivas contemporâneas, como o Princípio da Energia Livre (PEL) e a Inferência Ativa, desenvolvidos pelo neurocientista britânico Karl Friston, que descrevem os sistemas cognitivos como processos inferenciais e adaptativos voltados para a minimização de surpresa. Conforme proposto por Friston (2010), o PEL postula que os sistemas biológicos operam para minimizar a surpresa ou a incerteza, gerando previsões por meio de modelos internos e refinando-os com base em *inputs* sensoriais.

Dossiê Semiótica, Cognição e Comunicação

Sob a perspectiva de Peirce, crenças são entendidas como hábitos de ação (CP 5.398³) que estabilizam a conduta diante da incerteza (CP 5.372). Essas crenças, ao serem continuamente desafiadas pela experiência, geram inferências que se ajustam para restaurar a estabilidade cognitiva e orientar a ação. Essa dinâmica ressoa com os princípios da Inferência Ativa (Parr et al., 2022), que descrevem a cognição como um esforço contínuo de atualização de crenças para alinhar percepções com predições, promovendo equilíbrio adaptativo. Os autores descrevem essa relação ao afirmar que “a percepção minimiza a [surpresa] por meio da atualização de crenças [...]” enquanto a ação visa “[...] alterar o mundo, tornando-o mais compatível com suas crenças e objetivos” (p. 6). A inferência ativa também se articula com a teoria da enação, proposta por Varela *et al.* (1991). Para os enativistas, “os organismos não recebem passivamente informações de seus ambientes, [mas] participam da geração de significado [...] engajando-se em interações transformacionais e não meramente informacionais: *eles enativam um mundo*” (Di Paolo *et al.*, 2010, p. 33, grifo dos autores).

A convergência entre o pensamento de Peirce e os modelos contemporâneos de cognição, como o PEL, a Inferência Ativa e as teorias da enação, permite compreender como os algoritmos atuam como mediadores no processo de significação. Argumenta-se que esses sistemas não apenas processam informações, mas também influenciam os processos inferenciais dos usuários, direcionando suas experiências e decisões. Nesse contexto, os algoritmos funcionam como agentes cognitivos que operam na interseção entre comunicação, cognição e tecnologia, configurando o que propomos como um hackeamento da cognição.

³ A obra de Peirce é convencionalmente citada da seguinte maneira: CP indica os Collected Papers, com o volume e o parágrafo, respectivamente, separados por ponto; os dois volumes do Essential Peirce (EP) são referenciados com o volume e a página, respectivamente, separados por dois pontos. A sigla MS se refere ao catálogo dos Manuscripts compilados por R. Robin.

Dossiê Semiótica, Cognição e Comunicação

As mediações algorítmicas não se limitam a personalizar conteúdos com base em dados, mas igualmente configuram um processo contínuo de influência nas inferências dos usuários, induzindo padrões de comportamento que maximizam o engajamento com os conteúdos das redes. Sob essa perspectiva, o ambiente digital pode ser analisado como um espaço que limita o escopo em que inferências abduativas ocorrem e no qual os algoritmos criam contextos preditivos que direcionam as interpretações e respostas dos indivíduos. A estrutura de recomendação algorítmica exerce um papel fundamental na organização da atenção e na formação de crenças em ambientes mediados tecnologicamente (Silveira, 2019).

Ao integrar os conceitos peirceanos com o Princípio da Energia Livre e a Inferência Ativa, este artigo argumenta que essas mediações algorítmicas configuram uma forma de cognição híbrida, na qual os algoritmos compõem parte de um sistema de inferência capaz de influenciar crenças e decisões. Essa perspectiva vai além da visão tradicional dos algoritmos como ferramentas passivas, posicionando-os como participantes ativos em um processo de cognição expandida (Clark, 2023), no qual elementos humanos e maquínicos se influenciam mutuamente, refletindo o que Friston (2010) aponta sobre os sistemas vivos poderem ser entendidos como agentes que otimizam suas interações com o ambiente por meio de ciclos iterativos de percepção e ação.

Busca-se, portanto, explorar como essas interseções teóricas podem lançar luz sobre o impacto das tecnologias digitais nos processos cognitivos contemporâneos. Com base no pensamento de Peirce, argumenta-se que as crenças, como hábitos de ação, são continuamente influenciadas – muitas vezes até mesmo na direção de se manterem as mesmas diante de irritações – em resposta às mediações algorítmicas. Ao influenciar inferências e ações, esses sistemas não apenas interferem na

Dossiê Semiótica, Cognição e Comunicação

percepção individual, mas também reestruturam os fluxos comunicacionais em escala coletiva. Nesse sentido, a interação humano-algoritmo emerge como um campo híbrido de cognição, em que as intencionalidades humanas e maquinicas convergem para criar novas formas de significação.

Ao considerar os algoritmos como entes de cognição maquinica, é possível compreender como eles participam da construção de sentidos, influenciando não apenas as decisões individuais, mas também a dinâmica social e política. Esse prisma suscita a discussão sobre a necessidade de adensamento de investigações sobre os limites entre humano e máquina no campo da cognição, bem como as implicações dessas interações para a autonomia e a formação de crenças.

2 O panorama peirceano

No pensamento de Peirce, a semiose é definida como o processo de significação que ocorre pela relação triádica entre signo, objeto e interpretante. Diferentemente de abordagens dicotômicas que veem o signo como uma correspondência entre um elemento representacional e aquilo que ele designa, Peirce propõe que o significado emerge dessa relação triádica, na qual o interpretante desempenha um papel ativo na mediação e na geração de sentido (CP 2.228). Para os propósitos deste artigo, interessa-nos especialmente entender o papel na semiose dos signos que representam objetos gerais, ou seja, os símbolos. Como Nöth (2012) explica, os símbolos são os únicos tipos de signos capazes de incorporar informação, crescendo por meio da experiência, mas também de expressar comunicativamente por meio de tipos de condutas. Ideias, conceitos e crenças são símbolos que se expressam por meio de tipos gerais de efeitos, que são seus interpretantes (EP 2:493-4).

Dossiê Semiótica, Cognição e Comunicação

Essa dinâmica se insere na base de seu pragmatismo, ao considerar que os signos não apenas representam, mas participam de processos inferenciais e adaptativos contínuos. Peirce explica que o signo é algo que representa um objeto sob certos aspectos ou capacidades, com o propósito de determinar um interpretante (CP 8.343). Este interpretante, por sua vez, não é apenas uma tradução estática do objeto, mas uma transformação que dá continuidade ao processo semiótico. Nesse sentido, a semiose é, fundamentalmente, um fenômeno dinâmico e aberto, perpetuamente suscetível a novas interpretações e contextos.

O escopo da semiose vai além da comunicação e adentra o campo da cognição e da adaptação. Peirce sugere que “não podemos pensar sem signos” (CP 5.265), evidenciando que a semiose constitui o próprio processo cognitivo. Os signos estruturam percepções e orientam ações, mediando interações com o mundo de maneira pragmática. A semiose, portanto, tem como característica a lógica ampliativa, pois organiza, transforma e estabiliza as inferências feitas sobre o mundo em um processo infinito. Isso é particularmente relevante para compreender como os algoritmos, ao criarem novas formas de interação semiótica, organizam e estruturam as experiências humanas contemporâneas.

No processo da semiose, o papel do interpretante é considerado relevante para compreender a evolução e a transformação dos signos. O interpretante não é um componente passivo, mas ativo e recursivo, servindo como o ponto de articulação sobre o qual inferências são elaboradas e adaptadas a novas condições. Nesse contexto, o interpretante é uma projeção futura que não apenas traduz o signo, mas também o transforma, introduzindo novos vínculos e possibilidades semióticas. A abordagem dinâmica da semiose fornece uma estrutura teórica importante para analisar fenômenos

Dossiê Semiótica, Cognição e Comunicação

complexos, como os impactos das mediações algorítmicas. Os algoritmos, ao atuarem como mediadores semióticos, geram padrões de curadoria e classificação que modulam as interpretações dos usuários, apontando direções de significação específicas e organizando as relações entre signos, objetos e interpretantes de acordo com determinado propósito dado pelas plataformas e com intuito de reforçar ou exacerbar determinada crença ou sua tendência de fixação.

Dado o contexto em questão, faz-se relevante considerar as formas sob as quais os processos inferenciais podem se apresentar, uma vez que características específicas deles oferecerão suporte para argumentos apresentados na discussão.

Destaca-se, destarte, o que Peirce conceituou como abdução, que é o tipo de inferência que permite a formulação de hipóteses em face de eventos surpreendentes ou inexplicados. Para Peirce, “[a] abdução é um método de formular uma previsão geral sem nenhuma garantia positiva de que ela terá sucesso, seja em um caso específico ou de forma geral” (EP 2:299). Esse tipo de inferência é caracterizado por sua natureza criativa e exploratória, sendo considerado o ponto de partida para a investigação científica. Peirce descreve a abdução como “[...] a única esperança possível de regular nossa conduta futura de forma racional” (EP 2:299). No contexto da semiótica, a abdução desempenha o papel de proporcionar um mecanismo pelo qual signos podem ser interpretados em situações de incerteza. Segundo Peirce, o processo abdutivo é motivado pela “irritação da dúvida” (Peirce, 1877), que surge como um estado de instabilidade cognitiva e promove a busca por explicações que restabeleçam a estabilidade.

Além disso, a abdução é complementada por outros processos inferenciais, como a indução e a dedução, que servem para testar e verificar as hipóteses formuladas. Conforme Peirce aponta, “[...] se

Dossiê Semiótica, Cognição e Comunicação

algum dia formos aprender algo ou compreender fenômenos, deve ser por meio da abdução” (CP 5.171). No entanto, a abdução é sempre provisória e falível, uma característica que reflete sua função exploratória no início de uma investigação.

A distinção entre abdução e retrodução também é relevante, como aponta Chiasson (2005). Enquanto a abdução sugere uma hipótese baseada em fatos surpreendentes, a retrodução trabalha retroativamente para identificar as condições que poderiam ter causado esses fatos. Peirce descreve a retrodução como “[...] raciocínio do consequente para o antecedente” (CP 6.469) e observa que ela é um processo lógico que busca verificar a plausibilidade das hipóteses abdutivas. No âmbito das interações algorítmicas, a abdução tem implicações significativas. Os algoritmos utilizam hipóteses análogas às abdutivas para personalizar interações e prever comportamentos, criando ciclos inferenciais contínuos que influenciam crenças e hábitos. Esse processo, embora inspirado em dados, carrega um caráter tal que permite aos algoritmos atuarem como sistemas inferenciais ativos. Argumenta-se, com isso, que a abdução não é apenas uma ferramenta cognitiva, mas também um mecanismo que conecta o raciocínio humano e o maquínico. Sua aplicação em sistemas computacionais evidencia como os princípios inferenciais de Peirce continuam relevantes para compreender as dinâmicas contemporâneas de cognição e tecnologia⁴.

No pensamento de Peirce, as crenças são elementos centrais para a compreensão da cognição e da ação humana. A crença, segundo Peirce, “[...] é o estabelecimento de um hábito” (CP 5.398), o que evidencia sua ligação intrínseca com padrões de comportamento. Nesse sentido, a crença não é

⁴ Autoras como Vitti e Gonzalez (2024) argumentam contrariamente à possibilidade de abduções a partir de algoritmos. Entretanto, considerando a posição realista de Peirce e as recentes aproximações entre seu pensamento e a noção de Inferência Ativa, busca-se melhor elaborar, a partir da discussão do presente artigo, que processos lógicos podem produzir novidades para além dos suportes que os instanciam.

Dossiê Semiótica, Cognição e Comunicação

um estado mental estático, mas uma disposição ativa que regula a ação em resposta a situações específicas. Em contraste, a dúvida é descrita como “[...] um estado inquieto e insatisfatório do qual lutamos para nos libertar” (Peirce, 1877, p. 5), funcionando como motor para a formação de novas crenças e hábitos e caracterizando essa relação como recursiva. Os hábitos operam como manifestações concretas das crenças, sendo continuamente ajustados em resposta à experiência. As crenças, ao se manifestarem como hábitos, organizam o fluxo inferencial de interpretações e ações, garantindo a estabilidade necessária para a adaptação de um sistema ao seu ambiente.

De acordo com Anderson (2016), Peirce reconhece a recursividade nos processos de formação de hábitos ao afirmar que “[...] a formação de hábitos [é] um processo recursivo — levando à criação de hábitos de formação de hábitos, e, eventualmente, ao crescimento e à disseminação de hábitos viáveis” (p. 6). Isso ressalta que os hábitos não são apenas respostas automáticas, mas estruturas cognitivas que operam em múltiplos níveis temporais, conectando passado, presente e futuro.

Os métodos de fixação da crença descritos por Peirce (1877) – tenacidade, autoridade, a priori e método científico – oferecem um arcabouço teórico para analisar como crenças são formadas e estabilizadas em diferentes contextos. Em particular, o método da tenacidade se destaca em cenários de mediações algorítmicas, em que a personalização de conteúdos reforça crenças existentes ao evitar exposições a informações dissonantes. Aliseda (2016) traz a ênfase de Peirce que as crenças, quando submetidas ao teste das consequências, entram no domínio da máxima pragmática, que propõe que “[...] o verdadeiro objetivo de uma crença que sustenta uma hipótese é estabelecer um hábito, alcançado como resultado de testar as consequências que a crença em questão produz” (p. 144). Isso conecta a formação de crenças e hábitos a processos inferenciais contínuos, nos quais a adaptação ao

ambiente desempenha um papel importante. No contexto contemporâneo, os algoritmos operam como mediadores que impactam diretamente na formação de crenças e hábitos, influenciando padrões inferenciais e promovendo o que propomos chamar de hackeamento cognitivo. Ao influenciar tanto as escolhas individuais quanto os comportamentos coletivos, esses sistemas destacam a relevância das teorias de Peirce para compreender os desafios éticos e epistemológicos do presente.

3 Semiose cognitiva: breve consideração sobre agentes naturais e artificiais

Konderak (2021) se ampara no pragmatismo peirceano para propor um enquadramento unificado para os estudos sobre cognição, apontando as duas principais abordagens para a cognição: o cognitivismo e o modelo 4E⁵. A primeira trata de “[...] uma abordagem computacional das atividades cognitivas. Essa visão da cognição enfatiza o papel das representações, bem como as operações sobre essas representações, nas explicações da cognição” (2021, p. 133), e a segunda trata dos aspectos enativos⁶, incorporados, situados e estendidos (Varela *et al.*, 1991). Para ele, há elementos das duas abordagens que contribuem para a constituição do seu enquadramento da cognição. No percurso da proposição de uma abordagem semiótica para a cognição, Konderak descreve uma hierarquia das instâncias envolvidas:

⁵ O modelo 4E de cognição conceitua os processos cognitivos como corporificados (embodied), inseridos (embedded), enativos (enactive) e estendidos (extended), enfatizando como a cognição é inseparável da experiência corporal, do contexto ambiental, da interação dinâmica e do uso de ferramentas externas (Varela *et al.*, 1991).

⁶ O enativismo conceitua a cognição como um fenômeno que surge da interação dinâmica entre o organismo e o seu ambiente. A enação é o processo pelo qual essa interação corporifica o sentido e produz o mundo cognitivo (Varela *et al.*, 1991; Di Paolo *et al.*, 2010).

Dossiê Semiótica, Cognição e Comunicação

Há um sujeito imerso ou inserido em um ambiente. Esse sujeito está relacionado ao seu ambiente por meio de um sistema de valores. O sistema de valores influencia (e, às vezes, até determina) as interações entre o sujeito e o ambiente. A formulação acima sugere fortemente que a atividade de construção de sentido não pode ser limitada nem a processos internos, imanentes ao sujeito, nem a fenômenos no ambiente no qual o sujeito está inserido. Em vez disso, a construção de sentido é um fenômeno relacional que consiste em interações baseadas em valores entre um sujeito e seu “mundo”. (Konderak, 2021, p. 137)

O modelo semiótico de cognição proposto pelo autor reconhece que a significação não é um processo meramente interno, mas uma interação dinâmica entre fatores internos e externos, constituída pela interação entre o indivíduo e o mundo ao seu redor, assim como na mente amalgamada. A cognição semiótica admite o papel do corpo na significação, trazendo que as ações corporais podem servir como signos e contribuir para a construção de significado. A mente amalgamada, ao incluir processos corporais como parte integrante da cognição, alinha-se com essa visão, demonstrando como o corpo participa ativamente dos processos semióticos. Mais ainda, a mente amalgamada destaca a importância do ambiente na cognição, pois seus elementos podem servir como extensões da mente, direcionando os processos semióticos. A cognição semiótica também considera tal influência, uma vez que os signos são frequentemente derivados do ambiente e a cultura desempenha um papel fundamental na significação. A mente amalgamada, portanto, oferece um exemplo de como a interação dos elementos da cognição pode ocorrer (Konderak, 2021).

4 Princípio da Energia Livre e Inferência Ativa

No fenômeno da afetação da cognição nas redes digitais, ao manipular conteúdos e interações para maximizar o tempo de permanência e engajamento, os algoritmos operam como mediadores que influenciam as inferências dos usuários no que chamamos hackeamento da cognição. Sob a perspectiva peirceana, essa mediação algorítmica pode ser compreendida como uma forma de abdução estimulada, na qual os algoritmos criam um ambiente preditivo que direciona as inferências dos usuários para um padrão almejado. Se os métodos de fixação da crença propostos por Peirce (1877) têm o objetivo de minimizar surpresas – evitando a irritação da dúvida –, pode-se entender que os algoritmos funcionam como sistemas de minimização de surpresa que direcionam a experiência perceptiva dos usuários, estruturando a interação como um fluxo modulado. Em um desenvolvimento sobre esse tipo de fenômeno, Friston *et al.* (2006) trazem que sistemas vivos agem ativamente em relação a seus ambientes para minimizar surpresas, chamadas por eles de energia livre. A energia livre, nesse contexto, representa uma medida de discrepância entre as percepções sensoriais e as previsões internas do organismo sobre o ambiente (Friston, 2010). O autor apresenta três formulações complementares para energia livre, cada uma destacando um aspecto distinto de seu papel em sistemas adaptativos.

Na primeira formulação, a energia livre é caracterizada por Friston (2010, p. 129) como a diferença entre energia e entropia. Para o autor, essa abordagem conecta as noções de energia livre, utilizadas na teoria da informação, com princípios da termodinâmica estatística. Além disso, ele ressalta que a energia livre pode ser calculada diretamente por um sistema, pois a energia está relacionada à improbabilidade de um evento observado, enquanto a entropia representa a variabilidade dentro do

Dossiê Semiótica, Cognição e Comunicação

modelo interno do organismo, apontada por ele como densidade de reconhecimento. Um ponto relevante dessa visão é que o autor afirma que a energia livre depende de um modelo gerativo, que expressa as relações entre os estímulos sensoriais e suas possíveis causas. Para ele, esse modelo implícito define a capacidade do organismo de interpretar o mundo e ajustar seus limites de surpresa.

A segunda abordagem de Friston (2010, p. 129) descreve a energia livre como uma combinação da surpresa com um termo de divergência. Ele afirma que esse termo reflete a discrepância entre a densidade de reconhecimento, que é uma aproximação interna das causas sensoriais, e a densidade condicional, que representa a melhor descrição possível dessas causas. Como essa divergência é sempre positiva ou nula, segundo ele, a energia livre funciona como um limite máximo para a surpresa. No processo de ajuste da sua densidade de reconhecimento para se alinhar mais com a densidade condicional, o sistema reduz sua energia livre e, conseqüentemente, diminui a surpresa experimentada.

Na terceira perspectiva, por fim, a energia livre é explicada por Friston (2010, p. 129) como a diferença entre a complexidade e a precisão. Ele afirma que a complexidade se refere ao desvio entre as crenças internas (a densidade de reconhecimento) e as expectativas iniciais do sistema (*a priori*), enquanto a precisão mede o quão bem as sensações observadas correspondem às previsões feitas pelo modelo interno. Nessa formulação, segundo o autor, minimizar a energia livre significa aumentar a precisão das previsões, o que permite ao organismo interagir de forma mais eficiente com o ambiente. Esse processo, conhecido como Inferência Ativa, envolve a escolha de estímulos sensoriais que confirmem suas expectativas, ajustando continuamente suas ações para reduzir incertezas.

Friston *et al.* (2006) e Friston (2010) trazem, portanto, que o Princípio da Energia Livre (PEL) é uma construção teórica que postula que o sistemas biológicos operam para minimizar a surpresa ou a

Dossiê Semiótica, Cognição e Comunicação

incerteza, gerando previsões por meio de modelos internos e os refinando com base em *inputs* sensoriais. Especificamente tratando do cérebro em suas formulações, eles apontam que o processo reflete o objetivo do órgão de alinhar suas representações internas com o ambiente externo, aumentando a precisão preditiva. O PEL, com isso, sugere que as ações são guiadas por previsões, enquanto o *feedback* sensorial serve para atualizar e otimizar esses modelos. Essa abordagem tem implicações importantes para a compreensão do funcionamento dos sistemas vivos, da percepção e da ação.

Milette-Gagnon *et al.* (2023) destacam que “[...] a inferência ativa é semiótica em sua lógica” (p. 55), uma vez que compartilham a centralidade da abdução como forma de lidar com eventos surpreendentes. Assim como Peirce concebe a abdução como o ponto de partida para a formulação de hipóteses explicativas – afirmando que “se alguma vez formos aprender algo ou compreender fenômenos, isso deve ser por meio da abdução” (CP 5.171) – a Inferência Ativa descreve os sistemas vivos como entidades que ajustam continuamente suas predições para minimizar a surpresa e garantir sua adaptação. Essa proximidade conceitual é esmiuçada por Pietarinen e Beni (2021), que demonstram que os processos inferenciais descritos na Inferência Ativa podem ser interpretados como formas contemporâneas de semiose, nas quais a cognição opera por meio de ciclos dinâmicos de interpretação e ação.

A partir da lógica do PEL, o enfoque pela forma ativa que as inferências podem ser consideradas fornece amparo para que a percepção e a cognição possam ser entendidos como fenômenos em que seus agentes atuam para que ocorram, diferentemente de uma visão anterior, que os colocava de forma passiva, como receptores de estímulos externos.

Dossiê Semiótica, Cognição e Comunicação

Parr, Pezzulo e Friston (2022) exploram o papel do Princípio da Energia Livre nos processos inferenciais ao discutirem o conceito de Inferência Ativa, inicialmente proposto por Friston *et al.* (2006). Os autores apontam ampla transversalidade para as bases da Inferência Ativa, como preceitos da estatística, da biologia e da psicologia, entre outros, e afirmam que há um modelo gerativo que organiza estatisticamente as representações que formam as percepções, caracterizando, assim, a característica normativa dessa abordagem. Tal aspecto, bem como sua relação com o PEL, é dada pelos autores:

A Inferência Ativa é um arcabouço normativo para caracterizar o comportamento e a cognição bayesiano-ótimos em organismos vivos. Seu caráter normativo é evidenciado pela ideia de que todos os aspectos do comportamento e da cognição em organismos vivos seguem um imperativo único: *minimizar a surpresa de suas observações sensoriais*. A *surpresa* deve ser interpretada em um sentido técnico: ela mede o quanto as observações sensoriais atuais de um agente diferem de suas observações sensoriais preferidas — aquelas que preservam sua integridade (por exemplo, para um peixe, estar na água). Importante notar que minimizar a surpresa não é algo que pode ser feito apenas observando passivamente o ambiente: os agentes devem *controlar* adaptativamente seus loops de ação-percepção para obter as observações sensoriais desejadas. Este é o componente ativo da Inferência Ativa. (Parr et al., 2022, p. 6, grifos dos autores)

Partindo da conceituação dos autores, pode-se propor uma aproximação entre a lógica probabilística do modelo gerativo inerente à Inferência Ativa, por um lado, e a ideia peirceana de crença por outro, ao considerar que ambas operam como mecanismos de estabilização diante da incerteza. No modelo gerativo da Inferência Ativa, crenças são representações probabilísticas que dado sistema utiliza para prever os estados do ambiente e ajustar suas ações, enquanto na doutrina de Peirce, as crenças são hábitos de ação que organizam a experiência e direcionam respostas diante de novas

Dossiê Semiótica, Cognição e Comunicação

circunstâncias. Sob a perspectiva do PEL, crenças podem ser entendidas como componentes do modelo interno que o organismo utiliza para minimizar a discrepância entre as expectativas geradas e os dados sensoriais recebidos. Assim como em Peirce, em que a crença surge como resultado de um processo inferencial que busca eliminar a dúvida e atingir estabilidade, no PEL, crenças são atualizadas continuamente para reduzir a surpresa ou energia livre, garantindo que o sistema permaneça em equilíbrio adaptativo.

Na Inferência Ativa, a atualização de crenças ocorre por meio da integração de evidências sensoriais – ou observações – com as previsões baseadas no modelo gerativo. Isso se alinha com a ideia peirceana de que crenças não são estáticas, mas podem ser transformadas pela experiência. Mais ainda, enquanto Peirce considera a dúvida como um estado de instabilidade que motiva a investigação, o PEL formaliza isso ao tratar a irritação da dúvida como uma medida de discrepância probabilística que deve ser minimizada por meio da ação e percepção. Importa observar que, em ambos os casos, a crença não é apenas um estado mental, mas um guia prático para a interação com o mundo. No PEL e na Inferência Ativa, crenças direcionam ações que, por sua vez, direcionam as observações futuras, completando ciclos iterativos de inferência. Da mesma forma, em Peirce, as crenças consolidam hábitos de ação que, ao serem desafiados pela experiência, podem se reconfigurar, levando a novas inferências.

Com isso, o conceito das crenças no pensamento de Peirce pode ser disposto sob o prisma do PEL e da Inferência Ativa como representações funcionais de estados esperados, que buscam regular a interação entre organismo e ambiente, promovendo estabilidade adaptativa. O aspecto funcional, mais uma vez, também corrobora a consideração de que podem ser observados e reproduzidos em

Dossiê Semiótica, Cognição e Comunicação

contextos artificiais ou computacionais. Os autores adicionam mais pontos que permitem pensar no tensionamento entre os conceitos peirceanos e Inferência Ativa:

Na Inferência Ativa, *percepção* e *ação* são duas formas complementares de cumprir o mesmo imperativo: a minimização da energia livre. A percepção minimiza a energia livre (e a surpresa) por meio da atualização de crenças (Bayesiana), ou seja, *mudando de ideia*⁷, tornando suas crenças compatíveis com as observações sensoriais. Por outro lado, a ação minimiza a energia livre (e a surpresa) ao *alterar o mundo*, tornando-o mais compatível com suas crenças e objetivos. (Parr et al, 2022, p. 9, grifos dos autores).

A hipótese do hackeamento é amparada nessa lógica, uma vez que as ações de mudar de ideia ou de alterar o mundo passam a ser agressivamente influenciadas pelas interações com os algoritmos. No contexto da economia da atenção, dos vieses de confirmação e das bolhas de filtro, mudar de ideia parece ser um processo que demanda alto dispêndio de recursos energéticos, especialmente no caso do método de fixação de crença científico, ao passo que, pelos métodos da tenacidade, *a priori* e da autoridade, o gasto de energia tende a ser menor, com uma imaginação de alteração do mundo em seu aspecto representacional ou cognitivo. Em outras palavras, os vieses e as bolhas contribuem para que visões de mundo mais desalinhadas com certa factualidade se consolidem.

No contexto da economia da atenção, em que interessa às plataformas reter os usuários engajados em suas interfaces pelo maior tempo possível, a abordagem da Inferência Ativa oferece relevante contribuições para compreender esse aspecto do fenômeno:

⁷ Tradução nossa para o original em inglês *changing your mind*, que pode ter tradução mais literal também como “mudando/alterando sua mente”.

Dossiê Semiótica, Cognição e Comunicação

Vários conceitos da Inferência Ativa possuem análogos biológicos plausíveis no cérebro. Isso implica que – uma vez definido um modelo generativo específico para um problema em questão – pode-se passar da Inferência Ativa como uma teoria normativa para a Inferência Ativa como uma teoria de processo, que faz previsões empíricas específicas. Por exemplo, a inferência perceptual e o aprendizado correspondem, respectivamente, à alteração da atividade sináptica e à mudança na eficácia sináptica. A precisão das previsões (em códigos preditivos) corresponde ao ganho sináptico das unidades de erro de previsão. A precisão das políticas corresponde à atividade **dopaminérgica**. (Parr et al., 2022, p. 11, grifo nosso)

Os autores, portanto, apresentam a relação entre processos inferenciais ativos e a formação de hábitos – envolvidos na realização de previsões – e a produção de dopamina. É notável a relação que se estabelece, com isso, entre a captura da atenção dos usuários das redes e o hackeamento da cognição como proposto. Os métodos de fixação da crença da tenacidade, *a priori* e da autoridade, ao buscarem reduzir a energia livre no sistema cognitivo de dado indivíduo, são sequestrados pelos algoritmos de plataforma para seus objetivos privados. A relação desse neurotransmissor está relacionada, por exemplo, com o chamado *doomscrolling* – ato de rolagem infinita dos *feeds* das redes sociais e a busca de contato com conteúdos de teor negativo (Güme, 2024). Mais ainda, estudos apontam a correlação entre tipo de prática e os modelos psicométricos de traços de personalidade (Satici *et al.*, 2022). A dopamina, com isso, figura como um ente concreto que permite compreender algumas das lógicas descritas no fenômeno do objeto de pesquisa. Além disso, Parr, Pezzulo e Friston (2022) apontam mecanismos computacionais que modelam a lógica da Inferência Ativa para analisar dados gerados em experimentos comportamentais e criar generalizações a partir deles.

5 Conclusão

A articulação entre a Inferência Ativa de Friston e a abdução semiótica de Peirce revela como essas teorias podem elucidar os mecanismos por trás do hackeamento cognitivo promovido pelas plataformas digitais. Esses ambientes não apenas personalizam o conteúdo, mas também influenciam inferências e hábitos interpretativos ao modelar crenças e padrões de ação futura de acordo com o propósito de quem os detêm. Esse processo utiliza os próprios processos adaptativos dos usuários – minimização da surpresa e estabilização de crenças – para incutir padrões que favorecem os interesses das plataformas. Nesse sentido, as mediações algorítmicas são formas de modulação contínua de hábitos, orientando a visão de mundo dos usuários por meio de modelos gerativos que regulam comportamentos futuros.

Nos ambientes digitais, essa dinâmica se manifesta na formatação de um espaço perceptivo e inferencial altamente controlado, onde as informações apresentadas não apenas refletem as preferências dos usuários, mas também direcionam ativamente suas interpretações. A ideia de hackeamento cognitivo conecta-se diretamente ao conceito de pós-verdade, em que as crenças não são mais ancoradas na verificação empírica ou na consistência racional, mas na repetição e validação dentro de bolhas informacionais. Essa interferência das inferências transformativas e a imposição de modelos gerativos tendenciosos resultam em uma pós-realidade Guarda *et al.* (2018), onde a percepção do mundo não é apenas mediada, mas ativamente construída pelos algoritmos para atender objetivos comerciais ou ideológicos.

Dessa forma, os algoritmos das plataformas digitais tornam-se não apenas mediadores, mas agentes interventores nos processos semióticos e cognitivos. O hackeamento cognitivo opera como um

Dossiê Semiótica, Cognição e Comunicação

mecanismo que explora os processos naturais de adaptação e aprendizado dos usuários, reconfigurando hábitos e crenças para influenciar comportamentos alinhados aos interesses das plataformas. Essa prática evidencia o impacto ético e epistemológico das mediações algorítmicas, mostrando que a cognição humana está intrinsecamente conectada – e vulnerável – às estruturas tecnológicas contemporâneas. Assim, compreender e mitigar os efeitos do hackeamento cognitivo exige uma abordagem interdisciplinar que una semiótica, ciência cognitiva e estudos de tecnologia, fornecendo ferramentas teóricas e práticas para analisar criticamente o papel das plataformas digitais na construção de nossas realidades compartilhadas.

Referências

- Aliseda, A. (2016). Belief as habit. In West, D. & Anderson, M. (Eds.), *Consensus on Peirce's concept of habit: Before and beyond consciousness* (pp. 143–152). Springer.
- Anderson, M. (2016). Preamble – Peircean habit explored: Before, during, after; and beneath, behind, beyond. In D. West & M. Anderson (Eds.), *Consensus on Peirce's concept of habit: Before and beyond consciousness* (pp. 1–10). Springer.
- Chiasson, P. (2005). Abduction as an aspect of retroduction. *Semiotica*, 153(1/4), 223–242. <https://doi.org/10.1515/semi.2005.2005.153-1-4.223>
- Clark, A. (2023). *The experience machine: How our minds predict and shape reality*. Pantheon Books.
- Di Paolo, E. A., Rohde, M., & De Jaegher, H. (2010). Horizons for the enactive mind: Values, social interaction, and play. In Stewart, J.; Gapenne, O. & Di Paolo, E. A. (Eds.), *Enaction: Toward a new paradigm for cognitive science* (pp. 33 ff.). MIT Press.
- Friston, K., Kilner, J., & Harrison, L. (2006). A free energy principle for the brain. *Journal of Physiology-Paris*, 100(1–3), 70–87. <https://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2006.10.001>
- Friston, K. (2010). The free-energy principle: A unified brain theory? *Nature Reviews Neuroscience*, 11(2), 127–138. <https://doi.org/10.1038/nrn2787>

Dossiê Semiótica, Cognição e Comunicação

- Guarda, R. F. da, Ohlson, M. P., & Romanini, V. (2018). Disinformation, dystopia and post-reality in social media: a semiotic-cognitive perspective. *Education for Information*, 34(3), 185–197.
<https://doi.org/10.3233/EFI-180209>
- Güme, S. (2024). Doomscrolling: A review. *Current Approaches in Psychiatry*, 16(4), 595–603.
<https://doi.org/10.18863/pgy.1416316>
- Konderak, P. (2021). Towards an integration of two aspects of semiosis: A cognitive semiotic perspective. *Sign Systems Studies*, 49(1/2), 132–165. <https://doi.org/10.12697/SSS.2021.49.1-2.06>
- Milette-Gagnon, A., Veissière, S. P. L., Friston, K. J., & Ramstead, M. J. D. (2022). An active inference approach to semiotics: A variational theory of signs. In A. M. García & A. Ibáñez (Eds.), *The Routledge handbook of semiosis and the brain* (1st ed.). Routledge.
- Nöth, W. (2012). Charles S. Peirce's theory of information: A theory of the growth of symbols and of knowledge. *Cybernetics and Human Knowing*, 19(1–2), 137–161.
- Parr, T., Pezzulo, G., & Friston, K. (2022). *Active Inference: The Free Energy Principle in Mind, Brain, and Behavior*. MIT Press.
- Peirce, C. S. (1877). The fixation of belief. *Popular Science Monthly*, 12(1), 1–15.
- Pietarinen, A.-V., & Beni, M. (2021). Active inference and abduction. *Biosemiotics*, 14, 499–517.
<https://doi.org/10.1007/s12304-021-09432-0>
- Satici, S. A., Tekin, E. G., Deniz, M. E., & Satici, B. (2022). Doomscrolling scale: Its association with personality traits, psychological distress, social media use, and wellbeing. *Applied Research in Quality of Life*, 18(2), 833–847. <https://doi.org/10.1007/s11482-022-10110-7>
- Silveira, S. A. da. (2019). *Democracia e os códigos invisíveis: Como os algoritmos estão modulando comportamentos e escolhas políticas* [E-book]. Edições Sesc São Paulo.
- Varela, F. J., Thompson, E., & Rosch, E. (1991). *The embodied mind: Cognitive science and human experience*. MIT Press.
- Rodrigues, M. V., & Gonzalez, M. E. Q. (2024). Automating discovery: what can we learn from the study of abductive reasoning?. *Cognitio: Revista De Filosofia*, 25(1), e68263.
<https://doi.org/10.23925/2316-5278.2024v25i1:e68263>