

## Semiotics of Culture and the Free Energy Principle: weaving affinities

The article proposes an articulation between Semiotics of Culture, especially from its main author, Iuri Lotman, and the Free Energy Principle, proposed by the neuroscientist Karl Friston. The objective is to produce a theoretical approach to alterations triggered by the relations between cultural systems and their exteriors; from communication, then. Both Semiotics of Culture and the principle in question, appropriated from neuroscience, query the notions of “inside” and “outside” in systems and provide useful tools to deepen the idea of a communication that propels changes of state of affairs. At the end, an aphoristic exercise is proposed to delineate, still in an embryonic manner, what we understand to be a *de-formative communication*.

### Keywords

Semiotics of Culture; Free Energy Principle; entropy; border; de-formative communication.

## Semiótica da Cultura e Princípio da Energia Livre: tecendo afinidades

**O artigo propõe uma articulação entre ensinamentos da Semiótica da Cultura, em especial a partir de seu principal autor, Iuri Lotman, e o Princípio da Energia Livre, preconizado pelo neurocientista Karl Friston. O objetivo é produzir uma reflexão teórica a respeito das mudanças desencadeadas a partir das relações entre sistemas culturais e seus exteriores; é dizer: a partir da comunicação. Tanto a Semiótica da Cultura quanto o princípio em questão, oriundo da neurociência, interpelam as noções de “dentro” e “fora” de sistemas e fornecem ferramentas profícuas para aprofundarmos a ideia de uma comunicação propulsora de mudança de estado de coisas. Ao final, é proposto um exercício aforístico para delinear, ainda que de maneira embrionária, o que entendemos ser uma *comunicação de-formativa*.**

### Palavras-chave

**Semiótica da Cultura; Princípio da Energia Livre; entropia; fronteira; comunicação de-formativa.**

## Introdução

O limiar entre ser “um” e ser “outro” (e ser ambos – o mesmo, mas já outro): é esse o ponto crucial do artigo ora apresentado. Isto posto, tentaremos, nas próximas páginas, desenvolver uma reflexão teórica acerca de processos comunicativos que engendram mudanças múltiplas: naquele que comunica, naquilo e naquele comunicado; é dizer: alterações nos sistemas culturais afetados pelo trânsito de textos entre um e outro; textos que cruzam fronteiras, diferenciando-se de si mesmos ao sofrerem atos contínuos de tradução, tornando-se, no movimento – tanto textos quanto sistemas –, *outros*.

Contudo, nossa atenção se volta não só ao *que* se altera, mas, principalmente, ao próprio gesto de alteração (propulsionado pela comunicação); ou seja, à *passagem* de um estado a outro; ao desequilíbrio e ao dinamismo intrínseco aos sistemas culturais, característica que Machado (2021) sublinha ao afirmar a ausência de história naquilo que é estático.<sup>1</sup> Interessa-nos, sobretudo, entender – para além do instante da mutação – o que a impulsiona e a maneira como ela ocorre (ou pode ocorrer). Dito de outra forma, nosso objetivo é compreender os processos comunicativos que, uma vez efetivados, permitem a um sistema cultural dizer algo novo, de um novo jeito, assimilada uma nova gramática e uma nova sintaxe capazes, a seu turno, de gerar expressividades outras e de fazer proliferar sentidos múltiplos antes não pensados – e talvez sequer pensáveis. Partindo disso, algumas perguntas reverberam com maior intensidade: como esses processos acontecem? Como um sistema cultural muda – e eles mudam constantemente – enquanto se mantém ainda *um sistema*? Como é possível uma cultura<sup>2</sup> adquirir a habilidade de estruturar textos de maneira diferente da – até então – comum e ordinária? Aliás, o que define que esse sistema cultural é o mesmo ainda ou já é outro, demasiadamente diferente do que era para manter um nome ou uma alcunha? Que processos afetam e moldam as alterações, estabilizando-as, depois, *desse* jeito e não *daquele*? O que as faz possíveis, como são acionadas, que linhas de forças se cruzam para propulsionar um ato de renovação, explosiva ou gradual<sup>3</sup>? Como descrever esses movimentos? E por outro lado: que mecanismos operam de forma a conter a explosão, a mudança extrema? Os sistemas possuem a capacidade de – intencionalmente ou não – controlar suas fronteiras e as trocas que ali ocorrem, de forma a se manter uma unidade, evitando ou desacelerando a perda da forma atual sem que se tenha qualquer certeza sobre a forma seguinte?

1. “Nenhum sistema em equilíbrio pode ter história se permanece fechado em seu estatismo” (Machado, 2021, p.47).

2. Cultura, na perspectiva da Escola de Tartu-Moscou, à qual somos signatários, pode ser entendida como um conjunto de textos ordenados entre si, em diferentes níveis, formatando uma memória não-hereditária comum: “[...] a cultura é um conjunto de informações não-hereditárias que são armazenadas e transmitidas por grupos em domínios diferenciados de manifestação da vida” (Machado, 2003, p.157). “Sistema cultural”, dessa forma, seria o conjunto de textos de uma dada cultura.

3. Lotman (1999) diferencia processos de mudança nos sistemas culturais entre *graduais* – mais lentos e previsíveis – e *explosivos* – que, como indica o nome, são imprevisíveis, intempestivos e rápidos. Ambos os processos podem coexistir em um mesmo sistema cultural, ocorrendo em áreas distintas deste. Este ponto será importante quando discutirmos, abaixo, o conceito de *entropia*.

É em busca dessas respostas que propomos um exercício teórico que articula ensinamentos da Semiótica da Cultura (SC) – como o léxico disposto nos primeiros parágrafos já denunciava – ao Princípio da Energia Livre (PEL) desenvolvido por Karl Friston (2010), neurocientista que teoriza a respeito do funcionamento do cérebro humano e, mais que isso, da relação de sistemas pensantes com seu entorno.<sup>4</sup> Tal engate, a um primeiro olhar possivelmente aleatório, carrega, em nosso entendimento, grande potência criativa para auxiliar a pensar os processos comunicacionais e as mudanças intrínsecas a eles.

A seguir, na próxima seção, demarcaremos algumas afinidades entre SC e PEL; ato sequencial, debateremos dois conceitos caros a ambos, quer sejam: *entropia* e *fronteira*; estes conceitos serão, a seu turno, importantes para esboçarmos – ainda de maneira muito incipiente – o que entendemos se tratar de uma *comunicação de-formativa*: promotora de mudanças de forma sem que haja a garantia da forma seguinte. Apontar caminhos potenciais para esta imaginação conceitual porá fim ao exercício aqui proposto – restando, não há dúvidas, espaço para questionamentos e críticas, a serem endereçadas em trabalhos futuros. Por ora, trata-se de conjurar um nome, e ver até onde ele nos leva (e até onde o podemos levar).

## Tecendo afinidades entre Semiótica da Cultura e Princípio da Energia Livre

Friston (2010) afirma que a característica definidora dos sistemas biológicos – dos mais simples aos mais complexos, incluindo suas formas sociais – é *manter-se um* (“maintain their states”) frente a um ambiente em constante mudança. O PEL agiria aí: “O princípio é essencialmente uma formulação matemática de como sistemas adaptativos (isto é, agentes biológicos, como animais ou cérebros) *resistem a uma tendência natural à desordem*” (Friston, 2010, p.127, grifo e tradução nossos)<sup>5</sup>. Em outras palavras, o PEL pode ser entendido como uma resistência à ação de forças entrópicas, capazes de desfazer a coerência interna de um sistema e, potencialmente, diluí-lo no ambiente e em conexões outras. Segundo o autor, haverá um movimento sistêmico de busca de manutenção ou promoção das condições em que dado sistema está inserido. É o mesmo que dizer: o sistema se atualizará (movimento interno) e atuará no seu entorno (movimento externo) em nome de melhores condições para sua permanência ao longo do tempo. Daí que se insinua uma possibilidade de apropriação do PEL pela semiótica: trata-se da *leitura* de sinais externos por um corpo interno; mais que isso, da *escrita* (produção) de um mundo externo de acordo com as expectativas de um sistema em relação ao que está ou *seria melhor se estivesse* diante de si. Signos em ação: é o próprio processo da semiose que está no cerne do debate.

Preocupação semelhante perpassa os escritos dos autores da Semiótica da Cultura, que tornam central a relação entre espaços semiótico e alôs semiótico ou, em outras palavras, a relação de uma cultura com o que é externo a ela;

4. Vale lembrar que, para Lotman, a própria cultura é um sistema pensante (Machado, 2003).

5. “The principle is essentially a mathematical formulation of how adaptive systems (that is, biological agents, like animals or brains) resist a natural tendency to disorder”.

assim como para o PEL, é basilar as trocas fora-dentro: “A introdução do não sistêmico em um sistema constitui uma das fontes mais importantes para a transformação de um modelo estático em um dinâmico” (Lotman, 2021, p.87). Dessa forma, a Semiótica da Cultura apresenta conceitos bastante úteis para pensarmos os processos comunicativos: a fronteira como espaço de contato entre sistemas semióticos distintos; a tradução dos textos culturais que transitam de um sistema a outro; e que são invariavelmente transformados nesse – e por esse – movimento; modelizados/internalizados agora por um novo sistema (aliás, seria mais correto afirmar não se tratar de mero “trânsito”, mas sim da transformação e da apropriação dos textos de sistemas culturais adjacentes, que passam a compor o repertório deste sistema. Afinal, ao ser traduzido de uma cultura a outra, um texto não deixa de existir no sistema anterior; antes, passam a existir dois textos, modelizados por sistemas diversos. O que há, então, é a proliferação de textos culturais, que se diferenciam uns dos outros a partir dos múltiplos processos de tradução semióticos).

Da mesma maneira, o PEL nos auxilia no entendimento das trocas comunicativas. Enquanto *princípio* que compreende as relações de um corpo com o que lhe é externo, faz-se aplicável a todos os processos de intercâmbio entre “dentro” e “fora”. Seguindo esse raciocínio – e devido à sua característica semiótica –, de um corpo unicelular às culturas humanas complexas, haveria uma lógica comum na operação das trocas sógnicas. Indo mais a fundo, o PEL reflete sobre como um sistema estará *no momento futuro* a partir das informações que consegue obter do exterior *agora*; relacionando-as à sua memória de experiências prévias; e produzindo inferências baseadas nisso. Em suma, trata-se de uma tentativa de *redução da surpresa* em relação ao entorno (Friston, 2010; Friston et al., 2022; Kirchoff et al., 2018): um exercício de compreensão do que o “fora” diz ao “dentro” e como o “dentro” processa as informações que soube obter, atualizando-se e/ou atualizando o ambiente, agindo da maneira mais conveniente possível para que se mantenha vivo no instante seguinte, e assim sucessivamente.

Pietarinen e Beni (2021) falam do PEL sob uma perspectiva semiótica (peirceana, no caso, em especial devido aos processos de inferência ativa abordados pelo princípio). Porém, em nossa leitura, para além disso, destaca-se, nestes autores, a *temporalidade da existência* expressa pelo PEL. Chama-nos a atenção o *trabalho* que dá existir e seguir existindo, a questão fundamental posta da seguinte maneira: que trabalho precisa ser feito por um organismo para que ele se mantenha vivo no momento seguinte (separado do exterior, ainda que em relação com ele), aprimorando seus processos de percepção (fora-dentro) e ação (dentro-fora)?

O PEL (Princípio da Energia Livre) foi colocado no centro de uma imagem viável das percepções de um organismo sobre as consequências de sua ação e sua capacidade de escolher as melhores ou mais eficientes estratégias que contribuem para o cumprimento das melhores consequências possíveis (Pietarinen & Beni, 2021, p.4, tradução nossa<sup>6</sup>).

6. “FEP [Free Energy Principle] has been put at the centre of a viable picture of an organism’s insights into the consequences of its action and its ability to choose the best or most efficient strategies that contribute to the fulfilment of best possible consequences”

Fundamentalmente, por ora, sublinhamos a assunção de que algum trabalho precisa ser feito, o que aproxima o PEL também de ontologias do movimento e do devir: é preciso mudar para permanecer; as ações do presente moldadas por uma vontade de futuro; ações, por sua vez, coordenadas sobretudo pelas trocas informacionais entre “externo” e “interno” e as inferências produzidas nesta tradução do ambiente, mediadas por uma fronteira (“Markov Blanket”, no linguajar do PEL). Descansa aí, frise-se, outra afinidade com a Semiótica da Cultura: a importância de um conceito de fronteira, uma superfície de contato que regula a passagem de algo – textos culturais, informações – entre um sistema e outro (de fora para dentro e vice-versa). Discutiremos isso mais a fundo ainda.

Segundo Pietarinen e Beni (2021), interpretações recentes sobre o PEL defendem que as interações entre sistemas, interna e externamente, sejam interpretadas *semanticamente*, ao assumirmos que os estados sensoriais são representações significantes da realidade. Sob esta perspectiva, “ler” o ambiente não será revelar um retrato fiel de um mundo “real”, mas sim um jogo entre o que o corpo é capaz de absorver de dados externos; a maneira como os elabora internamente; e como age a partir das informações obtidas, em atos inferenciais sequenciais, adaptando suas concepções sobre o espaço externo conforme troca informações com ele. As próprias noções de “dentro-fora” ou “percepção-ação” tornam-se estritamente relacionais e indissociáveis:

O princípio da energia livre parece nos permitir delinear melhor *percepção* e *ação* assumindo inicialmente que elas são indiferenciáveis, da mesma forma que o princípio da energia livre nos ajuda a identificar o organismo de seu ambiente caracterizando, primeiro, o organismo e o ambiente como causal-estatisticamente inextricáveis (Andrews, 2017, p.13, grifos tradução nossos<sup>7</sup>).

Isso nos permite ampliar o raciocínio para englobar os sistemas de signos que atuam nesses intercâmbios, aproximando definitivamente PEL e Semiótica da Cultura: afinal, a maneira como estes se atualizam e se relacionam com o que lhes é estrangeiro, expandindo e reduzindo suas áreas de intersecções e zonas fronteiriças, é questão semântica, de modelização e de tradução – afora não ser estranho à Semiótica da Cultura a apropriação de conceitos fundados nas ciências exatas, como química, física e biologia, vide a ideia de *semiosfera*<sup>8</sup>, elaborada a partir da biosfera de Vladimir Vernadski; e a discussão sobre entropia, conceito termodinâmico, que aprofundaremos na seção abaixo<sup>9</sup>.

7. “The free energy principle appears to allow us to better delineate perception and action by assuming initially that they are un-differentiable, in the same way that the free energy principle helps us to identify the organism from its environment by first characterizing organism and environment as causally-statistically inextricable”.

8. Semiosfera, em analogia à biosfera ecológica (que é o *espaço* onde diferentes sistemas – biológico, químico, físico – se relacionam, e que possibilita a vida planetária), é o “*espaço* de produção da semiose na cultura” (Machado, 2003, p.163, grifo nosso). É, portanto, o espaço da relação dos sistemas de signos e de trânsito de textos culturais: “Nesse espaço, cultura e natureza vivem uma relação de complementaridade, alterando completamente o conceito de fronteira [...] a semiosfera é *espaço semiótico* necessário para a existência e funcionamento da linguagem e da cultura com sua diversidade de códigos” (Machado, 2003, p.164, grifo nosso).

9. A própria oposição ciências humanas/ciências exatas perderá sentido nos postulados de Tartu-Moscou, berço da Semiótica da Cultura, a ponto de Kull (1998), biossemiotista herdeiro do pensamento lotmaniano (Barei & Ponce, 2022), afirmar que a natureza humana é, precisamente, a cultura: “A relação entre humanos e natureza está conectada a processos

Ambos, portanto – PEL e SC –, fornecem-nos ferramentas para discutirmos o que é central neste artigo: as relações dentro-fora de sistemas e os processos de mudança, de alteração (melhor seria dizer: de *de-formação*) disparados por atos comunicacionais que cruzam fronteiras.

## Dois conceitos centrais: entropia e fronteira

Feitas as primeiras aproximações, iremos agora melhor delinear o traçado do mapa que, uma vez percorrido, poderá fazer emergir uma concepção mais concreta do que é isso que chamamos de *comunicação de-formativa*. Iniciaremos aprofundando nosso entendimento sobre um conceito basilar de nossa proposta – o de *entropia* –, que nos levará a outros e assim por diante, em especial a uma discussão a respeito de *fronteiras* e suas dinâmicas. Contudo – de saída –, ressaltamos que, mais que detalhar a fundo cada uma das escolas de pensamento e princípios teóricos estudados, interessa-nos mais explicar a maneira como nos apropriamos de algumas ideias e como as relacionamos entre si, fazendo aflorar – no cruzamento – uma conceitualização sobre este tipo específico de comunicação que aqui nos interessa. Não se trata, portanto, de uma revisão de autores, mas sim de uma produção a partir deles; uma invenção, propriamente dita, no sentido em que dizemos serem as invenções: re-articulações a partir das linguagens disponíveis e postas em contato.

Apropriado pelas ciências humanas a partir das leis termodinâmicas já algumas vezes<sup>10</sup>, nossa compreensão sobre entropia se funda no estudo sobre probabilidades de estados futuros se efetivarem em determinado sistema: quanto maior a entropia, maior será a quantidade de combinações futuras possíveis. Ou seja: maiores serão as chances de se estar em um estado de coisas diferente do atual. Por isso, muitas vezes a entropia é acusada (indevidamente) de “princípio do caos” ou da “desordem”, por indicar a elevação da possibilidade de dispersão e de recomposição de elementos em um sistema. A nosso ver, porém, “caos” e “desordem” são conceitos normativos, por definirem *a priori* os pares ordem/desordem; organizado/caótico. Preferimos pensar em *desconhecido*: estados futuros que ainda não sabemos dizer quais serão daqui de onde estamos

---

culturais profundos” (Kull, 1998, p.346, tradução nossa). Assim, a diferenciação relacional proposta pela Semiótica da Cultura supera a oposição clássica “natureza e cultura”, afirmando que “natureza é cultura”: um simples acento gráfico marcando a mudança de perspectiva ao substituir a conjunção aditiva “e” pelo verbo de ligação “é”. Esta perspectiva mantém a diferença de um a outro; mas os coloca em relação, em afetação mútua e interdependência, e não mais em oposição.

10. De maneira mais ou menos similar, o conceito de entropia já foi apropriado pelo pensamento comunicacional de Flusser (2012), para quem a informação age em sua negação, ou seja: de forma a conter a desordem nos sistemas culturais. Diferenciamos-nos deste pensamento ao defender que a noção de “desordem” é normativa: a entropia se refere à multiplicação de estados futuros possíveis, apenas; é o que argumentaremos. Ao mesmo tempo, Flusser (2012) ressalta a importância da noção de *neguentropia*: do improvável e do impossível, acionados especialmente nas atividades artísticas, para o desenvolvimento desses sistemas, em visão aproximada às defendidas pelos autores em que nos embasamos (e por nós próprios em consequência). Também Stiegler (2019; 2015) aborda o jogo entre entropia/neguentropia, relacionando-o ao Antropoceno: o autor aprofunda a ideia de *entropoceno*: o aumento acelerado da entropia em níveis termodinâmicos, biológicos e informacionais causados, exatamente, pela lógica antropocênica. Já a visão de outros autores aprofundaremos melhor em nosso texto, como, por exemplo, a entropia sob o viés da engenharia da comunicação na teoria matemática de Shannon (1948) e de Shannon e Weaver (1998), com quem Lotman debaterá ao longo de sua carreira.

agora; noção central para discutirmos a de-formação. “[so-bre entropia] É preferível pensar [...] no conceito de desconhecido. Desordem sempre parece demasiado arbitrário” (Hyperfine, 2021, n.p., tradução nossa).

Em resumo, dois vieses nos interessam sobremaneira no debate sobre entropia: (1) trata-se de um conceito que pensa o movimento e não o repouso (as coisas – partículas, textos, informações – não estão estáticas, mas em relação dinâmica com o ambiente em que estão inseridas, diferenciando-se de si mesmas no instante anterior; e (2) a entropia indica, a partir das condições atuais de um sistema e de seu entorno, não só quais estados são possíveis de ocorrerem no futuro, mas quais deles são *mais prováveis* de serem efetivados. Um sistema de signos “x”, por exemplo, que se relaciona com os sistemas “y” e “z”, podem produzir os estados futuros “1”, “2” e “3”, sendo “3” o mais provável de ocorrer: um cálculo da entropia nos possibilitaria esse tipo de leitura, embora saibamos, evidentemente, que os acontecimentos da “vida real” são muito mais complexos que esta exemplificação banal e envolvem sobreposições e atravessamentos muito mais intensos entre sistemas. A fins argumentativos, porém, nosso ponto é: além de tratar de estados futuros possíveis, o conceito de entropia indica que *não é qualquer coisa que se instaura* a partir das trocas sígnicas – por mais potentes ou explosivas que sejam; e que alguns estados futuros são *mais prováveis* que outros, devido às possibilidades dos sistemas sobrepostos e em comunicação. Lotman (2021), ao debater os *mecanismos imprevisíveis da cultura*, também chama atenção para este ponto<sup>11</sup>:

Dada a importância da questão, é preciso ressaltar mais uma vez, que o termo “imprevisibilidade” *não designa aqui a mesma probabilidade para qualquer ação*. O fato é que o estado inicial de um determinado sistema situa-se no limiar de uma variedade de possíveis mudanças; as fronteiras deste estado inicial delimitam o campo de movimentações futuras (p.183, grifo nosso)

Sobre isso, o exemplo do dado nos parece bastante didático – embora também redutor da complexidade dos fenômenos sociais: joga-se dois dados de seis faces para o alto. Existe um número finito de possibilidade de resultados, variando sempre entre 2 e 12 (a soma seriam os chamados *macroestados*). Porém, existe uma série de *microestados* que produzem os macroestados. Por exemplo, para que se obtenha o macroestado (soma) 3, dois microestados são possíveis (1+2 ou 2+1); já para obter o macroestado 2, há apenas um microestado possível: 1+1: e por isso tal futuro é menos provável. No quadro abaixo, percebe-se as diferenças nas probabilidades de estados futuros ocorrerem, devido ao fato de alguns macroestados serem possibilitados por uma quantidade maior de microestados:

---

11. Da mesma forma o conceito de explosão lotmaniana, como posto Rosário et al. (2016), ressalta esta condicionalidade das coisas porvir: “O cerne da explosão é a imprevisibilidade, *não como possibilidades ilimitadas*, e sim como uma passagem de um estado a outro que oferece um complexo enriquecedor de novos sentidos” (p.132, grifo nosso).

Dice combinations for each sum	
Dice Sum (Macrostate)	Dice Combinations (Microstates)
2	1+1
3	1+2, 2+1
4	1+3, 2+2, 3+1
5	1+4, 2+3, 3+2, 4+1
6	1+5, 2+4, 3+3, 4+2, 5+1
7	1+6, 2+5, 3+4, 4+3, 5+2, 6+1
8	2+6, 3+5, 4+4, 5+3, 6+2
9	3+6, 4+5, 5+4, 6+3
10	4+6, 5+5, 6+4
11	5+6, 6+5
12	6+6

Figura 1 - Lienhard (2013)

Em suma, então, o conceito de entropia, baseado neste pensamento estatístico, busca entender as probabilidades de formas futuras acontecerem; e quanto maior for o grau entrópico, maior será a abertura para que um estado de coisas diferente tome consistência; porque maior será a movimentação e a excitação tradutória nos sistemas. No exemplo acima, adicionássemos um dado ao jogo, a entropia seria maior, porque maior seria a possibilidade de macro e microestados ocorrerem.

Aqui, porém, devemos sublinhar um cuidado: não se trata de uma tentativa de predição ou de um cálculo sobre o que pode acontecer ou não, exercício de adivinhação sobre onde as partículas (textos culturais, em nosso caso) estarão e como se distribuirão em um próximo instante. Recorremos ao conceito de entropia com outra finalidade, uma vez que não nos parece interessante (sequer possível) dizer de antemão *se* e *quais* explosões se darão, e de que jeito. Entendendo a de-formação como a passagem a um estado difícil de se vislumbrar antes de concretizado, resultado do choque de linguagens de sistemas sobrepostos, que constitui nisso uma nova linguagem e grafia (mas já resultado dessa alteração também), nossa intenção não é medir esses processos nem apenas identificá-los ou identificar suas ausências. Não queremos achar um número. Trata-se, antes, de escrever alguns de seus efeitos e os processos que os possibilitaram, reforçando que *não é qualquer coisa que se instaura* a partir dos rearranjos sígnicos: nem tudo pode acontecer e o que acaba por se instaurar *de fato* decorre das misturas possibilitadas pelos engates criados entre diferentes sistemas culturais, intersecções, zonas de fronteira e de tradução.

É, aliás, precisamente desses encontros que o “novo” poderá surgir, a de-formação vinculada às possibilidades dos sistemas dos quais emerge, que fornecem (pedaços de) linguagem (ou seja, capacidade modelizante) que, costurados entre si, efetivarão um novo jeito de habitar o mundo. A de-formação, dessa forma, diz respeito ao resultado das miscigenações, das alquimias das intersecções e da invasão entrópica dos textos externos nos sistemas culturais, propulsores da diferença e multiplicadores de possibilidades de futuro: “[...] o novo *na arte*<sup>12</sup> pode ser caracteri-

12. Lotman (2021) faz referência aos processos artísticos por ver neles grande potencial de ação do imprevisível, ou seja: de contato e de recombinação semântica entre sistemas antes distantes. Ainda assim, ele reconhece que este potencial habita também outras esferas da cultura, inclusive a ciência, quando a diferença da mera técnica.

zado como a possibilidade de estruturas recombinatórias semânticas inesperadas, que eram talvez impossíveis ou proibidas em um estágio anterior” (Lotman, 2021, p.203, grifo nosso).

Por enquanto, o que nos parece importante apreender desta discussão é que há, sim, um limite de coisas a ser, estados mais ou menos prováveis de se efetivarem a partir das condições dos sistemas (maquinações) em que se está imerso. Lotman (1999) toma posição semelhante ao afirmar que a imprevisibilidade está, o tempo inteiro, cerceada pelas condições e possibilidades de cada sistema: “[c]ada momento de explosão tem seu conjunto de possibilidades [...] das quais somente uma se realiza” (Lotman, 1999, p.170, tradução nossa<sup>13</sup>). No exemplo acima, dos dados, o macroestado 7 é o mais provável de acontecer; 2 e 12, os menos – o que não significa que não ocorrerão. Diante da complexidade dos acontecimentos sociais, não nos cabe delimitar o que *vai acontecer*, senão o fato de que um número limitado de coisas *pode acontecer* em dado momento e sob determinadas condições.

### A entropia na Semiótica da Cultura

Em diálogo com a Teoria Matemática da Comunicação de Shannon (1948), Lotman (1982) critica que – desta perspectiva – o ruído (ou seja, a diferença na comunicação entre um ponto A e um ponto B) é “[...] a irrupção da desordem, da entropia, da desorganização na esfera da estrutura e da informação” (p.101, tradução nossa<sup>14</sup>). A entropia seria, assim, corrosiva às estruturas, impossibilitando o processo comunicativo, uma vez que o ruído anularia ou, em um mínimo, deturparia a informação original enviada por um emissor, em linha reta, a um receptor. Esse é, para Shannon e Weaver<sup>15</sup> (1998), o *problema fundamental* da comunicação: “O problema fundamental da comunicação é reproduzir em um ponto *exatamente* ou *aproximadamente* uma mensagem selecionada em outro ponto” (p.31, tradução nossa<sup>16</sup>). Problema que é, para Shannon, evitável, e toda sua teoria girará em torno desta resolução.

Lotman (1982, 1999), por sua vez, posicionará o problema em outro lugar: não mais na busca pela “correção” na linha de transmissão, à procura de uma comunicação *pura e ideal*, senão na admissão do ruído como *parte indissociável* do processo comunicativo – e, por isso, *inevitável* ou, como veremos abaixo, até mesmo *desejável*, uma vez que no ruído descansa, potencialmente, o *valor* das trocas sígnicas. Sem diferença, o que ocorre é uma comunicação *redundante*, repetitiva e sem conteúdo. Assim que a discussão lotmaniana não se volta ao envio de uma informação de A a

13. “[c]ada momento de explosión tiene su conjunto de posibilidades [...] de las cuales solamente una se realiza”.

14. “[...] la irrupción del desorden, de la entropía, de la desorganización en la esfera de la estructura y de la información”

15. Warren Weaver escreve uma introdução à teoria de Shannon na edição de 1998 de “The Mathematical Theory of Communication”, cinquenta anos após a publicação do texto original. O texto de Weaver traz uma visão panorâmica do pensamento shannoniano e faz aproximações a princípios das teorias da comunicação, deixando o aspecto matemático mais “duro” para Shannon.

16. “The fundamental problem of communication is that of reproducing at one point either exactly or approximately a message selected at another point”

B, somente; mas sim à *relação* entre os pontos A e B, ambos imersos em um *continuum* semiótico a partir do qual realizarão as tarefas de tradução e de semiotização, a fim de efetivar sua comunicação de fato.

Contudo, antes de avançarmos demasiado na crítica a Shannon (1948) e a Shannon e Weaver (1998), cabe frisar que os autores estavam mais preocupados com o aspecto da transmissão de dados, operando sob uma lógica da engenharia da comunicação, do que com a comunicação em âmbito sociocultural; pouco lhes importava o conteúdo do que seria transmitido: “Frequentemente as mensagens têm um significado; isto é, eles se referem ou estão correlacionadas de acordo com algum sistema com certas entidades físicas ou conceituais. Esses aspectos semânticos da comunicação são irrelevantes para o problema da engenharia” (Shannon & Weaver, 1998, p.31, tradução nossa 17).<sup>18</sup> Dito isso, o que Lotman contrapõe não é a teoria shannoniana em si: o erro está em levá-la ao âmbito da cultura, extrapolá-la a territórios em que é insuficiente. Afinal, a comunicação não se limita à transmissão da informação, envolvendo também o seu processamento e a geração de sentido a partir do que foi (do que pôde ser) absorvido por dado sistema cultural (ou, digamos, por um indivíduo inserido em dado sistema cultural).

É a partir desta noção que a Semiótica da Cultura criará todo seu arcabouço teórico, a fim de demonstrar tal processualidade da comunicação, as transformações que ocorrem em um texto que circula em um sistema cultural e é absorvido por outro, passando por diferentes traduções e modelizações. Desse modo, mais que a linha reta “emissor (ativo) - meio (ruído) - receptor (passivo)”, a comunicação concerne à apropriação de textos entre diferentes sistemas culturais – e à transformação inerente a esse processo. A contraposição de Lotman (1999) ao pensamento matemático de Shannon (1948) e Shannon e Weaver (1998) está simbolizada, pelos próprios autores, nos diagramas ao lado:

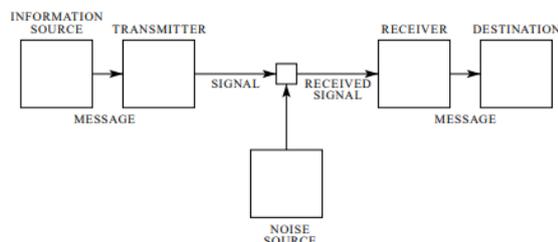


Fig. 1 — Schematic diagram of a general communication system.

Figura 2 - Shannon (1948)

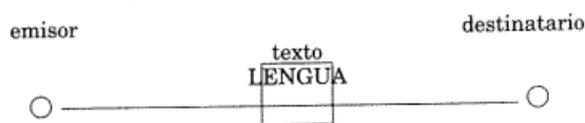


Figura 3 - Lotman (1999)

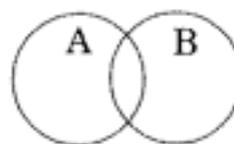


Figura 4 - Lotman (1999)

Na figura 2, está posta a concepção de Shannon (1948) sobre o processo comunicativo, que é prejudicado pelo acréscimo de ruído entre emissor e receptor. A figura 3 é uma interpretação de Lotman (1999) sobre este modelo linear, o qual criticará e, em consequência, desenvolverá sua perspectiva sistêmica (figura 4). Nela, o autor contrapõe a visão de que o ruído – a introdução de diferença – é um mero problema, ora causado devido a desentendimentos entre emissor e receptor ora por defeitos técnicos a serem corrigidos (o que certamente importa para os campos da informação e da computação, dependentes de comandos diretos e livres de ambiguidade). O *modelo abstrato*, como Lotman se refere ao modelo linear shannoniano, prevê uma identidade completa entre emissor e destinatário: um mesmo código e um mesmo volume de memória são requeridos entre as partes envolvidas para que a comunicação ocorra adequadamente. O modelo sistêmico indicará, a sua vez, que não existe comunicação mais ou menos “adequada”: existe o movimento de textos entre um sistema e outro, que se traduzem e se modificam mutuamente. Em vista disso, Lotman (1999) destacará a influência das partes não interseccionadas entre os sistemas no ato comunicacional. Afinal, das áreas não sobrepostas que emergirá a informação *valiosa* – exatamente porque incomum, distinta: “O valor do diálogo resulta unido não a à parte que se intersecta, senão à transmissão de informação entre as partes que não se intersectam [...] Se pode dizer que a tradução do intraduzível resulta ser, para o portador de informação, de um valor elevado” (Lotman, p.17, 1999, tradução nossa<sup>19</sup>). Será exatamente onde se originam os ruídos e os potenciais desentendimentos a parte responsável por

17. “Frequently the messages have a meaning; that is they refer to or are correlated according to some system with certain physical or conceptual entities. These semantic aspects of communication are irrelevant to the engineering problem”.

18. Weaver aprofunda esta questão: “A palavra informação, nessa teoria, é empregada com um sentido especial que não deve ser confundida com seu uso ordinário. Em particular, a informação não deve ser confundida com significado” (Shannon & Weaver, 1998, p.8, tradução nossa). Informação é um *algo* quantificável, apenas: por isso, duas mensagens – uma carregada de significados, outra que é “puro nonsense”, composta de dados aleatórios sem sentido, poderão ser equivalentes na teoria shannoniana, desde que carreguem a *mesma quantidade* de informação (medida em bits). “É isso, sem dúvida, que Shannon quer dizer quando diz que ‘os aspectos semânticos da comunicação são irrelevantes para os aspectos da engenharia’. Mas isso não significa que os aspectos da engenharia sejam necessariamente irrelevantes para os aspectos semânticos. Para ter certeza, esta palavra informação na teoria da comunicação não se relaciona tanto com o que você diz, mas com o que você poderia dizer” (Shannon & Weaver, 1998, p.8, tradução nossa). Ou seja: a fins de transmissão, o conteúdo da mensagem pouco importa; para a geração deste conteúdo, porém, as possibilidades de transmissão precisarão ser levadas em consideração, uma vez que o conteúdo deverá se moldar para *poder* ser transmitido pelo meio em questão.

19. “El valor del diálogo resulta unido no a la parte que se intersecta, sino a la transmisión de información entre las partes que no se intersectan [...] Se puede decir que la traducción de lo intraducible resulta ser, para el portador de información, de un valor elevado”.

acrescentar valor às mensagens trocadas, por comunicar algo diverso, de onde se poderá incorporar algum aprendizado, restando às intersecções realizar trocas de informações corriqueiras e redundantes. A ação da entropia (a ampliação de possibilidades de reconfiguração dos sistemas a partir de múltiplos atravessamentos que inserem diferenças uns nos outros) ganha assim um viés positivo: Lotman (1982; 1999) promove um “giro” em seu significado, antes tido apenas por ato destrutivo, produtor de caos, ruído e distorção. Sem abertura à diferença – a entropia reduzida a zero – as mensagens manteriam-se sempre idênticas, sem valia, posto que já ditas. Ao promover uma *excitação de processos tradutórios*, fruto do contato de uma cultura com o que lhe é externo, a entropia atua como catalisadora da mudança, responsável pela inserção do externo no interno; abertura do “dentro” ao “fora”: incorporação da diferença, multiplicação de formas a se estar no mundo.

Assim, por mais que possa ser lida como *um ataque às estruturas vigentes*<sup>20</sup>, se este “ataque” não ocorresse e operássemos somente a partir de um sistema rígido de regras, a fim de conter a entropia (ou seja, sem dar abertura às relações alossemióticas, fechando fronteiras), toda “nova obra” representaria apenas uma cópia, a redundância suprimindo a entropia e, com isso, qualquer valor informacional. O “ataque às estruturas” coloca-se como gesto necessário para que um sistema dinâmico se capacite para se atualizar e poder se manter coeso ao longo do tempo, relacionando-se com o que está à sua volta, e que também se atualiza. Portanto, ainda que a textualização do mundo e a organização da cultura sirvam, sim, como tática de contenção da dispersão sistêmica<sup>21</sup>, ordenando um sistema de signos e definindo suas fronteiras, mantendo-o separado de seu “fora”, é necessário frisar se tratar de um sistema sempre aberto, em relação com este “fora”, do qual absorve as possibilidades de atualização de maneira a conseguir se manter ao longo do tempo (e mesmo que – em algum grau –, neste gesto, torne-se já outro: de-formação).

A questão comunicacional coloca-se, dessa forma – sob a perspectiva aqui elaborada –, em um jogo entre redundância e entropia. É o que Lotman – e interpretações contemporâneas de seu pensamento, como em Rosário (2021) – postula quando acrescenta o conceito de *tensão* à análise dos processos comunicativos. Por um lado, o valor da comunicação é posto fora das zonas de intersecção entre sistemas em diálogo: está em *terras alheias*, nas palavras de Rosário (2021) – ou seja, está exatamente onde a comunicação é mais difícil, as traduções mais incertas: “O processo comunicacional, deste ponto de vista, não ocorre mais somente no território natural da comunicação, mas igualmente pode acontecer em zonas inadvertidas, em *terras alheias*” (p.14). Por outro lado, as zonas de redundância (áreas interseccionadas), mesmo que menos valiosas à comunicação, permitem maior compreensão entre os sistemas em contato, por representar um espaço de compartilhamento de códigos e de linguagens. Reside aí, também, algum valor, sendo importante *alguma intersecção* para que

o diálogo se efetue: “Em uma situação de não intersecção a comunicação se pressupõe impossível, enquanto que uma total identidade de A e B a torna carente de conteúdo” (Lotman, 1999, p.16, tradução nossa<sup>22</sup>).

Lotman (1999) percebe, assim, a tensão constituída a partir da ação de forças contraditórias que atuam no contato entre sistemas (na comunicação, portanto): tanto um movimento de ampliação da área de intersecção entre eles, com o intuito de fazer crescer a compreensão de um pelo outro (via identidade); mas também uma força que se distancia, que busca reduzir a intersecção e, nesse movimento, acrescentar valor à comunicação efetuada entre os sistemas (via diferença). A tensão se dá exatamente nessa relação de duas forças opostas, que atuam no trânsito de textos: por um lado, o desejo de ampliar a semelhança, a fim de que haja mais entendimento; e, por outro, o desejo de aumentar o valor das mensagens, o que significa reduzir essa semelhança e a área comum entre os sistemas e aumentar a inserção de diferença, de ruído ou, em outras palavras, permitir a ação da entropia, de abertura a recombináveis variadas de estados futuros possíveis.

Por agir neste duplo-movimento, alterando a geografia das fronteiras, a tensão poderá ser entendida como uma espécie de *reguladora do grau entrópico*, moderando a introdução da diferença em um sistema, mantendo-o – idealmente – em um ponto em que possa se renovar sem que deixe de existir, diluído em textos demasiadamente distintos e desprovidos de lógica e coesão internas.

### A entropia no Princípio da Energia Livre

Antes de discutirmos a apropriação do PEL do conceito de entropia, talvez nos caiba explicar mais detidamente – mesmo que de maneira ainda sucinta – o que entendemos ser o princípio em questão, articulando-o ainda mais à Semiótica da Cultura. De maneira clássica, “energia livre” é definida, na termodinâmica, como uma medida da energia disponível para que um sistema efetue “trabalho útil” (Kirchhoff et al., 2018); o princípio elaborado por Friston (2010) aproxima este pensamento às teorias cognitivas e da informação, referindo-se ao trabalho de um sistema em relação ao seu ambiente, ou seja, a troca informacional (trabalho) realizada entre “dentro” e “fora”:

A energia livre a que nos referimos aqui é um análogo, na teoria da informação, da quantidade termodinâmica. A *energia livre é uma limitação da “surpresa”* [...] A média de tempo da surpresa é a entropia (uma medida de incerteza), então a minimização da energia livre ao longo do tempo garante que a entropia seja limitada (Kirchhoff et al., 2018, p.2, grifo e tradução nossos<sup>23</sup>).

É neste mesmo sentido que Friston (2010, p.129, grifo e tradução nossos<sup>24</sup>) pergunta (e responde): “como os sistemas adaptativos auto-organizados evitam estados surpreendentes? Eles podem fazer isso minimizando sua

20. Como afirma o próprio Lotman (1982), “o homem sente constantemente a ação destruidora da entropia. Uma das funções fundamentais da cultura consiste em se opor aos ataques da entropia” (p.101, tradução nossa).

21. “Em última análise, sem linguagem não há como sair da entropia” (Machado, 2003, p.149).

22. “En una situación de no intersección la comunicación se presupone imposible, mientras que una total identidad de A y B la vuelve carente de contenido”.

23. “The free energy we refer to here is an information-theoretic analogue of the thermodynamic quantity. Free energy is a bound on ‘surprise’ [...] The time average of surprise is entropy (a measure of uncertainty), so the minimization of free energy through time ensures that entropy is bounded”.

24. “how do self-organizing adaptive systems avoid surprising states? They can do this by minimizing their free energy”.

energia livre”. Nestes casos, “limitar a surpresa” – que é o mesmo que limitar a ação da entropia – ou “evitar estados surpreendentes” significa conhecer o entorno e agir sobre ele, o que reduz a energia livre no sistema, mantendo – e atualizando – sua lógica interna de funcionamento, a fins da conservação de algum tipo de unidade ao longo do tempo. (“Algum tipo” porque tratamos de sistemas abertos, em permanente processo de intercâmbio com o que há à volta e de alteração interna: por isso perguntamos, entre outras inquietações, até que ponto uma unidade se mantém, não tendo assumido já outra[s] forma[s] demasiadamente distintas da anterior; o ponto em que “um” passa a “outro”.) Assim, de uma teoria sobre o funcionamento do cérebro e de nossa apreensão sobre a realidade – produzida a partir de inferências ativas que buscam reduzir a surpresa de um corpo em relação a seu ambiente – a uma generalização sobre a relação de qualquer sistema pensante com seu entorno (Mann et al., 2022)<sup>25</sup>, a nosso ver o PEL demonstra possuir um viés fundamentalmente *semiótico*: ao refletir sobre as trocas de um sistema com seus arrabaldes, são imprescindíveis suas capacidades de tradução e de processamento de informações externas, que irão basear suas ações.

O PEL [Princípio da Energia Livre] é uma formulação matemática que explica, a partir dos primeiros princípios, as características dos sistemas biológicos que são capazes de *resistir à decadência e persistir ao longo do tempo*. Baseia-se na ideia de que todos os sistemas biológicos instanciam um modelo generativo hierárquico do mundo que implicitamente minimiza sua entropia interna ao minimizar a energia livre (Ramsted et al., 2018, p.2, grifo e tradução nossos<sup>26</sup>).

Frisamos: *resistir à decadência e persistir no tempo*. Para se manter “um”, separado de todo o resto, um sistema/corpo precisa se alterar constantemente, a partir de aprendizados e informações que capta do ambiente (o espaço alos-semiótico) e traduz para o seu espaço semiótico. A mudança, dessa forma, é chave essencial para a manutenção, sem que haja aí qualquer contradição. Dessa maneira, ainda que Friston (2010) trate o PEL como uma “contenção” da entropia – um instinto de autopreservação de um sistema contra a dispersão no tempo-espaço, o desejo intrínseco de se manter “um” e não se dissolver em outra coisa – a manutenção de uma fronteira separando “dentro” e “fora” não significa imobilidade: a borda está sempre em relação com o “fora”, lendo-o e o traduzindo, incorporando-o, a fim de direcionar as ações do corpo em relação a seu entorno. A fronteira, por isso, está sempre alterando sua forma e sua localização, engolindo e elaborando os signos que alcança. Por isso Friston (2022) afirmará também, em consonância ao pensamento lotmaniano, que “um pouco de entropia é permitida a entrar no sistema a uma taxa e intensidade apenas o suficiente para que você possa impulsionar seu desenvolvimento de uma maneira que não o estresse fisio-

logicamente” (Friston, 2022, n.p., tradução nossa<sup>27</sup>). Aqui, como na Semiótica da Cultura, a entropia receberá valoração positiva ao fomentar o desenvolvimento dos sistemas, uma vez que anima a entrada e o processamento de informações externas a eles.

#### Fronteira e Markov Blanket, ou: fronteiras nas fronteiras

O PEL reconhece, portanto, que, para um sistema permanecer, ele precisa se alterar: aprender, apreender, incorporar elementos de fora para atualizar o dentro: “Agentes podem suprimir a energia livre alterando as duas coisas das quais ela depende: eles podem alterar a entrada sensorial agindo no mundo ou podem alterar sua densidade de reconhecimento alterando seus estados internos” (Friston, 2010, p.129, tradução nossa<sup>28</sup>). O desenho abaixo representa estes movimentos e as trocas entre estados internos e externos:

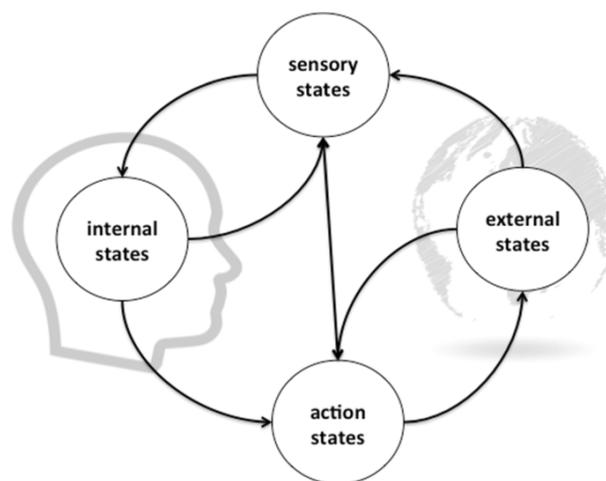


Figura 5 - Pezzulo e Sims (2021)

Entre os estados interno e externo, portanto, temos – de um lado – os estados sensoriais e – de outro – os estados ativos. Ou seja: há um caminho de apreensão das informações do ambiente (sensorial); e outro percorrido após o processamento destes dados, de ação no ambiente (ativos). Estes últimos acabam por afetar o estado externo e, indiretamente, o sensorial também, indicando uma espécie de retroalimentação entre todos os estados do sistema: afetação contínua entre dentro e fora, mesmo que mediados, invariavelmente, por uma fronteira, algo que separa uma lógica interna de uma externa. Trata-se do espaço onde efetivamente ocorre a tradução (a semiótica) da informação externa para dentro e vice-versa. A este limiar fronteiro o PEL nomeia *Markov Blanket*: “Um Markov Blanket constitui (em um sentido estatístico) uma fronteira que separa algo daquilo que não é” (Kirchhoff et al., 2018, p.2, tradução nossa<sup>29</sup>).

25. Não à toa Mann et al. (2022) afirmam que “a estrutura de inferência ativa é incrivelmente ambiciosa em seu escopo explicativo. De origens humildes como uma teoria da função cerebral, agora é posicionada como uma estrutura para a compreensão da própria vida” (p.58).

26. “The FEP [Free Energy Principle] is a mathematical formulation that explains, from first principles, the characteristics of biological systems that are able to resist decay and persist over time. It rests on the idea that all biological systems instantiate a hierarchical generative model of the world that implicitly minimises its internal entropy by minimising free energy”.

27. “[a] little entropy is allowed to enter the system at just enough rate and intensity so that you can push your development in a manner that doesn’t stress you too badly physiologically”.

28. “Agents can suppress free energy by changing the two things it depends on: they can change sensory input by acting on the world or they can change their recognition density by changing their internal states”.

29. “A Markov blanket constitutes (in a statistical sense) a boundary that sets something apart from that which it is not”.

Originalmente usado no contexto da teoria dos grafos, ligada a estudos topológicos<sup>30</sup>, de forma a descrever qualquer conjunto de variáveis aleatórias com uma estrutura dependente condicional, o Markov Blanket *fristoniano* serve para descrever os limites de sistemas auto-organizados e suas trocas dinâmicas com o ambiente:

Crucialmente, os estados internos e externos não podem influenciar um ao outro diretamente, mas apenas através da ação e dos estados sensoriais – que, portanto, formam uma “manta” que os separa. É nesta condição, quando os estados internos do agente são separados (ou são estatisticamente independentes) dos estados externos, que os primeiros parecem ser um *modelo de* ou *inferir* os últimos, e vice-versa (Pezzulo & Sims, 2021, p.7808, tradução nossa<sup>31</sup>).

Trata-se, portanto, de um conceito relacional: dois estados (interno e externo) que estão ligados entre si, afetando-se por processos tradutórios de percepção e ação, mas com relativa independência (não se afetam diretamente *se não* pela ação de estados perceptivos e ativos mediadores). É este ato de diferenciação, ao fim – o fato de que há alteração ao longo do movimento informacional de um estado a outro –, que definirá o que é estar *dentro* ou *fora* de um sistema. Ato de diferenciação que, na Semiótica da Cultura, chamaremos de *modelização*: a forma que uma tradução toma consistência, o motivo de se tornar isso e não *aquilo*.<sup>32</sup> Entendemos o *Markov Blanket* como uma complexificação importante do conceito de fronteira, também imprescindível à SC. Primeiro: para ambos, não se trata de uma mera película separando o que é externo do que é interno; *é tudo aquilo que media uma troca*. A fronteira, assim, deixa de ser uma fronteira em sentido clássico, como aparece nos mapas, uma linha contínua a separar um lado do outro, para se tornar uma *superfície de contato*, membrana permeável a fagocitar os signos ao redor, dispersa em pontos nem fixos nem estáveis: “É uma partição estatística de um sistema em estados interno e externo, onde a própria manta consiste nos estados que separam os dois” (Kirchhoff et al., 2018, p.1, tradução nossa<sup>33</sup>). Ou seja: a própria fronteira é um estado intermediário entre outros dois estados – é a própria zona de tradução. Assim, se – para Lotman (1999)

30. “A Topologia é uma área da matemática que estuda a maneira como os pontos de um conjunto estão distribuídos e conectados (ou não) entre si. Neste contexto, não é levada em consideração a forma exata dos objetos, mas sim, as propriedades que são preservadas quando, por exemplo, estes objetos são *deformados*” (Tokoro & Costa, 2021, grifo nosso). Pareceu-nos curioso – e compatível – o uso do mesmo termo que adotamos para desenvolver nossos raciocínios, em especial por se tratar de um estudo voltado às conexões e propriedades que se mantêm, ou não, ao longo de processos de mudança. Machado (2015) propôs, inclusive, uma *semiótica das topologias*, baseada na Semiótica da Cultura, indicando outra vez a proximidade entre as escolas de pensamento que queremos relacionar.

31. “Crucially, internal and external states cannot influence each other directly, but only via action and sensory states – which hence form a “blanket” that separates them. It is under this condition, when the agent’s internal states are separated (or statistically independent) from external states, that the former appear to be a model of or infer the latter, and vice versa”.

32. Um exemplo: “floresta”, enquanto texto, recebe uma valoração absolutamente distinta nos sistemas culturais de povos originários sul-americanos e de colonizadores europeus, mentalidade hoje dominante. Em um, a floresta pode ser traduzida como ente vivo, múltiplo e diverso; em outro, é reduzida a mercadoria (madeira) e é entrave a um tipo específico de “progresso”. Esta diferença se dá pela capacidade de modelização de cada sistema: ou seja, pelas estruturas das quais podem extrair códigos e construir suas próprias linguagens, que formatam a cultura.

33. “It is a statistical partitioning of a system into internal states and external states, where the blanket itself consists of the states that separate the two”.

– o ponto de partida de qualquer sistema semiótico não é um signo isolado, mas sim a relação entre, pelo menos, dois (o que diz muito sobre sua visão sistêmica), podemos acrescentar que tal sistema semiótico estará constituído por, no mínimo, três estados: dentro de *um*, *entre* e dentro de *outro* (que será o “fora” na perspectiva de *um*). “Entre” é o espaço da fronteira, o *Markov Blanket*.

Machado (2003), ao explicar a fronteira lotmaniana, aproxima-se bastante de uma definição do Markov Blanket:

[...] fronteira configura uma superfície heterogênea e, portanto, irregular [...] aquilo que está fora só pode integrar o espaço da semiosfera se for traduzido. *Dentro e fora só existem enquanto modelização*. A fronteira define-se, então, como um mecanismo de semiotização capaz de traduzir as mensagens externas em linguagem interna, transformando a informação (não-texto) em texto [...] Como não delimita um espaço divisório, a fronteira tanto separa quanto une – daí a liminaridade (Machado, 2003, p.159-160, grifo nosso).

Na Semiótica da Cultura, o conceito de fronteira foi também pensado em termos matemáticos: um conjunto de pontos pertencentes simultaneamente ao espaço interior e ao espaço exterior do sistema (Machado, 2003). O que significa dizer, a grosso modo, que a fronteira não existe *propriamente*, nem enquanto materialidade (que são os textos culturais), nem enquanto processo (que são as traduções); o *entre* é um território abstrato de mutação do estado de coisas, dubiedade sobre estar dentro ou fora, ser um ou ser outro (ou ser ambos) – ora, precisamente o território que nos interessa. Trata-se do movimento de signos, apenas, e do gesto de tradução/modelização inerente a ele. É o que apreendemos da afirmação de Irene Machado na citação acima: *dentro e fora só existem enquanto modelização*. O Markov Blanket ajuda nessa compreensão, ao ser entendido também como um agente de diferenciação, ou produtor de distinção, própria condição da existência de *uma coisa* separada de *outra coisa*: “Sem possuir um Markov Blanket, uma célula não existiria mais, pois não haveria maneira de distingui-la de tudo o mais” (Kirchhoff et al., 2018, p.2, tradução nossa<sup>34</sup>).

Indo além, a organização de um sistema consistirá na relação entre fronteiras (conjuntos de Markov Blankets hierarquizados entre si), em gestos permanentes de distinção (traduções e modelizações) – que, para o PEL, são operadas por inferência bayesiana (daí sua característica probabilística<sup>35</sup>): “Argumentamos que a organização autônoma dos sistemas vivos consiste na montagem hierárquica de Markov Blankets de Markov Blankets por meio de inferência ativa adaptativa” (Kirchhoff et al., 2018, p.9, tradução nossa<sup>36</sup>). Conforme avançam os processos inferenciais,

34. “Without possessing a Markov blanket a cell would no longer be, as there would be no way by which to distinguish it from everything else”.

35. O próprio fundamento do PEL está baseado em um pensamento estatístico de inferência bayesiana. Friston (2010) afirma que o nosso cérebro é, no fundo, uma incrível máquina preditiva: a partir dos dados e estímulos externos obtidos pelos sentidos, propõe uma imagem da realidade, sob a qual agimos. Quanto melhor for a predição cerebral, melhor será a nossa performance no “real”. Nossa racionalidade, então, é nada mais que processos de inferência sobre o que provavelmente “é” e sobre como se deve agir frente a isso que provavelmente “é” – o que dialoga com nosso entendimento da entropia enquanto um pensamento estatístico a respeito do que mais provavelmente será.

36. “We have argued that the autonomous organization of living systems consists of the hierarchical assembly of Markov blankets of Markov blankets through adaptive active inference”.

os espaços fronteirços se alteram: permanente re-formatação dos sistemas, que se mantêm, por mudança, ao longo do tempo. É quase como se – paradoxalmente – dissessemos não haver a fronteira *propriamente*, na mesma medida em que existem apenas as relações fronteirças: textos em afetação, diferenciando-se uns dos outros e de si próprios justamente pelo contato com o que é externo (pela ação entrópica).

Tal proposição – fronteiras nas fronteiras, ou seja: diferentes níveis de superfícies de contato e de trocas – implica que os sistemas são, ao fim, compostos exatamente por estes espaços, “abrangendo desde organelas celulares e DNA até os elementos do ambiente” (Kirchhoff et al., 2018, p.2, tradução nossa<sup>37</sup>). Ressalte-se que esta noção inclui, para além dos corpos biológicos, as formas sociais complexas, as quais nos interessam: “Qualquer um desses sistemas tem seu Markov Blanket exclusivo. Isso significa que a vida compreende Markov Blankets de Markov Blankets – das organelas celulares e moléculas como o DNA até os organismos e seus ambientes, *tanto ecológicos quanto sociais*” (Kirchhoff et al., 2018, p.7, grifo e tradução nossos<sup>38</sup>). O fato de algo existir, portanto, está contido no gesto de diferenciação em relação a todo o resto: nas modelizações operadas continuamente nas zonas fronteirças. De maneira similar, Lotman (1996) destaca as relações centro-periferia, movimentos internos dos sistemas culturais, também em relação de diferenciação entre si, indicando a presença de fronteiras nos níveis mais elementares da formatação dos sistemas – e não apenas na relação “cultura” e “não-cultura”.

Móbil e instável, o Markov Blanket pode ser relacionado também ao conceito de tensão lotmaniano, ao operar uma espécie de regulação do grau entrópico de um sistema. Isto é dizer: ao mediar a relação dentro e fora, acaba por graduar, a sua vez, a abertura (ou o fechamento) de um sistema ao seu espaço externo: demasiado rígido, operando com poucas variações de estados futuros possíveis (baixa entropia), o Markov Blanket acaba por prejudicar o desenvolvimento do sistema em questão, não absorvendo informações externas relevantes e, logo, não se adaptando ao ambiente, que poderá surpreendê-lo, deixando-o sem condições de ação. No sentido inverso, demasiado fluido, operando com muitas variações de estados futuros possíveis (alta entropia), o Markov Blanket torna o estado interno pouco eficiente, incerto sobre que trocas de fato são essenciais para a manutenção do sistema. Vemos assim: questão de dosagem; posologia.

### Unindo as linhas: sobre de-formar

Tentaremos, por fim – utilizando-nos de aforismos –, sintetizar, mesmo que provisoriamente, nosso entendimento do que pode ser uma *comunicação de-formativa*, como resultado da discussão teórica apresentada. Nossa compreensão a respeito dos aforismos está balizada por Braga (2014,

37. “reaching all the way down to cellular organelles and DNA and all the way out to elements of the environment”.

38. “Any one of these systems has its unique Markov blanket. This means that life comprises Markov blankets of Markov blankets – all the way down to cellular organelles and molecules like DNA, and all the way up to organisms and their environments, both ecological and social”.

p.45)<sup>39</sup>, que propõe o processo aforístico como “[...] um modo de pensamento que faz uso de conexões associativas voltadas para produzir um conhecimento”; e cujo modo de *adjunção* “[...] é uma possibilidade de inteligência conjunta de coisas aparentemente dispersas” (Braga, 2014, p.49). O autor destaca também, neste processo, a dimensão metodológica do *ato de escrever*, com o que concordamos e buscamos aplicar: escrever algo e depois escrever o que parece dar sequência àquele pensamento inaugural – e assim sucessivamente. O “todo” do texto, portanto, se oferecerá somente quando o caminho já estiver trilhado: é o próprio percurso que faz emergir sentidos adormecidos, despertados pelo ato da escrita sequencial, cujas associações resguardam certo grau de imprevisibilidade em relação ao que se efetivará de fato ao longo do processo:

Uma característica relevante do processo aforístico como modo de pensamento é que a escrita – o ato de escrever – ganha dimensão de método. “Método”, aqui, evidentemente não significa previsão de caminho a ser feito para chegar a um ponto pretendido. Significa, antes, experimentação de processos – de caminhos – anotando os percursos que pareçam encaminhar melhor para lugares que se evidenciam, lá chegando, como interessantes para compor a paisagem; e que por isso mesmo pedem ainda reescrita nesse trabalho de composição. Na reflexão aforística, ao reverso de fazer o texto para informar o conhecimento posto, rastreia-se o conhecimento pela escrita (Braga, 2014, p.52).

A escrita aforística, portanto, apresenta o pensamento ainda inacabado, é processual, dá a ver o rastro do raciocínio em andamento – expondo assim, junto à sua potência, também as suas limitações. Dito isso, partimos para um exercício:

Sabemos do tom pejorativo dado a deformatar, de “má forma”; deixar algo “desfigurado” e “irreconhecível”. Em partes, é esse mesmo o sentido que nos interessa, ao ignorarmos o juízo de valor de *forma certa* ou *forma errada*: interessa entender a *de-formação* enquanto passagem a um estado difícil de se vislumbrar antes de concretizado, fora dos padrões vigentes no momento anterior. É a constituição de uma nova linguagem e já produto dessa alteração também, no sentido de que resulta de uma explosão semiótica.

\*\*\*

Portanto, ainda que cientes do tom pejorativo dado ao termo “deformatar”, o sentido que buscamos aqui é outro, tal qual exposto no dicionário: “[a]lterar ou alterar-se a forma” (Dicionário da língua portuguesa, 2008). Isso que entendemos do jogo comunicativo, afinal: o ser é sempre tirado de forma, posto para fora, em movimento. Tudo se altera – ou ao menos pode se alterar – sem que precisemos já de antemão colocar isto que muda em outra forma. Daí a preferência por “deformatar” antes de “transformar”, que entendemos também como mudança, mas de uma forma a outra já existente; “deformatar” apenas tira da forma posta, não nos garante a forma seguinte, permitindo ao movimento o impensado, a surpresa, o *ser-outra-coisa-que-não-essa-e-nem-aquela*. Portanto, ainda que os sentidos segundos e figurados de “deformatar” denotem negativi-

39. Braga (2014) traça um entendimento sobre aforismos a partir de filósofos variados, espalhados no tempo e no espaço, como os gregos Hipócrates e Heráclito; os franceses Pascal e Barthes; e os alemães Schopenhauer e Nietzsche.

dade – *mudar para pior, corromper, deturpar* (Dicionário da língua portuguesa, 2008) –, do tom pejorativo inferimos apenas um desejo pelo “original”, pelo que é tido por “certo”, uma normatividade das formas possíveis.

\*\*\*

Em relação ao uso do hífen, ele se explica por reforçar o caráter formativo da de-formação: algo se forma no movimento, ainda que não saibamos prever exatamente o quê.

\*\*\*

De-formar é, então – e de maneira muito resumida –, tirar da forma atual sem garantir a próxima. Por isso, *entropia* é um conceito basilar em nossa proposta, ao refletir sobre possibilidades e probabilidades de estados futuros ocorrerem. Sublinhamos, com isso, que não haver garantia da forma seguinte não significa que *qualquer coisa pode se instalar*. Não: existem estados mais ou menos prováveis de se estabelecerem, partindo das linguagens disponíveis nos sistemas relacionados.

\*\*\*

A de-formação, então, se efetiva a partir das possibilidades já existentes nas metalinguagens disponíveis nos sistemas postos em contato. Ou seja: a capacidade de um sistema para produzir novas estruturas é cerceada, de início, pelas intersecções que o efetivaram, de onde poderá recortar pedaços de códigos e (re)costurá-los, formatando a base da sua capacidade modelizadora posta em ação nas traduções que realizará de fora a dentro.

\*\*\*

É dizer: o “código-fonte” de um sistema são os sistemas modelizantes que o atravessam e lhe dão capacidade de formar uma linguagem própria; a novidade nascendo das variações combinatórias e da mistura de linguagens disponíveis.

\*\*\*

Seguindo este raciocínio, um sistema, ainda que de-formado, não deixa de ser, sob algum aspecto, aquilo que foi (o mesmo, mas outro): porque carrega em suas capacidades modelizantes rastros dos choques e encontros sistêmicos que o formataram. Há sempre um traço de sua história, mesmo nos processos explosivos; percebê-lo será trabalho de investigação semiótica.

\*\*\*

O que surge, portanto, não é completamente aleatório: resulta da recombinação de partes das linguagens dos sistemas que formaram tal estado de coisas.

\*\*\*

Assim, a de-formação passa a um estado “analísável” apenas quando consumada. Antes, é possível antever potencialidades, porém o viés probabilístico da entropia não significa exercício de adivinhação: a de-formação é a efetivação de um cenário entre vários possíveis, mesmo que alguns menos prováveis que outros.

\*\*\*

Como os sistemas estão sempre em contato uns com os outros, em diferentes e complexos níveis de aproximação e de afastamento mútuos, cabe refletir também sobre as forças que operam a fim de manter alguma unidade em meio às alterações resultantes dos constantes processos de tradução no espaço semiótico. O que parece se efetivar de fato é um jogo, de maior ou menor equilíbrio, entre a ação da entropia e da redundância, regulado pela tensão decorrente de uma contradição fundamental: os sistemas buscam, simultaneamente, ampliar suas intersecções, de forma a melhorar o entendimento de um pelo outro (ou seja: aumentar a redundância, os códigos comuns); mas também reduzir as intersecções, aumentando a ação entrópica de textos estrangeiros, capazes de inserir diferença na comunicação e, por isso, aprendizado e valor.

\*\*\*

Dessa forma, a *comunicação de-formativa* se equilibrará na tensão entre sistemas e suas áreas apenas parcialmente interseccionadas, ora mais ora menos, onde abundam elementos estranhos entre um e outro. Quanto mais aumentam as zonas de não intersecção, mais criam possibilidades de reconfigurações de sentido e de produção de novas linguagens; ao mesmo tempo, nas intersecções, criam aproximações, conexões e elos, reforçando uma linguagem comum e redundante, de maior eficiência.

\*\*\*

A entropia perderá, nesta perspectiva, o aspecto meramente destrutivo: descansa nela – na abertura à diferença – o *valor da comunicação*; é concedido um caráter *construtivo*: entropia é a ampliação de futuros possíveis, elemento gerador de desenvolvimento dos sistemas.

\*\*\*

Cabe dizer: a *de-formação* resulta da ação entrópica (menos intersecção), porém – *necessariamente* – depende também da manutenção de *alguma* intersecção (resistência à entropia), sem a qual a comunicação não se efetiva e a diferença não pode ser apreendida, restando ininteligível.

\*\*\*

Trata-se de uma comunicação capaz de fazer com que os sistemas se estranhem, mas que se preocupa, do mesmo modo, com que se assemelhem. É *necessária a relação, em algum nível*. É a condição para fazer proliferar novas possibilidades de sentido sem gerar uma diferença tal que faria do diálogo uma proeza impossível ou que faria o sistema se dissolver no ambiente.

\*\*\*

Em suma: a comunicação ganha valor com a diferença, ao mesmo tempo em que não pode se entregar a ela em totalidade, sob o risco de não se efetivar.

\*\*\*

O jogo comunicacional, então, está na tensão que movimenta os espaços de fronteira (as superfícies de contato produtoras de diferenciação): forças contraditórias que ora aumentam a entropia (diferença, zonas de não-intersecção) ora a redundância (identidade, zona de intersecção).

\*\*\*

Escapando à sua definição clássica, geográfica, a fronteira se apresenta como uma zona maleável, o espaço *entre*, território abstrato e paradoxal de transformação de um texto em outro (ao tempo em que é ambos, um e outro). Neste sentido que afirmamos, antes, que não há a fronteira *propriamente*: há o gesto de diferenciação, o movimento, o rastro.

\*\*\*

O conceito de Markov Blanket traz uma complexificação interessante da fronteira ao propor a compreensão dos sistemas, interna e externamente, como compostos por uma hierarquização destes limiares tradutórios, presentes em todos os níveis da semiosfera. São fronteiras nas fronteiras.

\*\*\*

São esses gestos de diferenciação que, ao fim, efetuam de fato a separação entre espaço interno e externo, *dizem* o que é “um” e o que é “outro”, por modelizarem o mundo a partir de gramáticas distintas.

\*\*\*

Ao afirmar o trabalho de atualização a ser feito por um sistema para se manter ao longo do tempo (mudar para continuar), o Princípio da Energia Livre ressalta um aspecto potencialmente intencional de um sistema em relação ao futuro: apreender e agir no espaço semiótico e internalizar mudanças que construirão uma realidade *melhor habitável* ali na frente. Está posta aí uma questão de ordem política, se o “novo” e as “melhores condições” surgem da capacidade de maquinação, de gerar intersecções, de aprender e de misturar línguas de sistemas distintos, o que acabará por produzir uma excitação de processos tradutórios, aumentando a entropia – e o aprendizado – do sistema (desde que alguma intersecção seja preservada, permitindo a comunicação).

\*\*\*

Assim, a *comunicação de-formativa* aparenta estar intrinsecamente vinculada a um saber das misturas, das soluções, alquimia; produzi-la significa criar engates e sobreposições, zonas de fronteira e de passagens inesperadas; estudá-la significa procurar as metalinguagens que, recombinadas, permitiram a manifestação de dada gramática e a consequente produção de determinados textos culturais.

\*\*\*

Textos culturais que não são meros pontos em um sistema, mas sim linhas que atravessam vários outros sistemas simultaneamente; cruzamentos. Um texto é sempre composto por outros textos e, sob esta perspectiva, constitui um sistema também, ele próprio atravessado de outras linhas-sistemas. Assim que afirmamos todos os pontos da semiosfera serem zonas de tradução: um complexo de fronteiras.

\*\*\*

Cruzamento, *encruzilhada*: frente à bifurcação entre dois caminhos, abrir um terceiro; multiplicação das possibilidades futuras (a própria ação da entropia). “A encruzilhada, afinal, é o lugar das incertezas, das veredas e do espanto de se perceber que viver pressupõe o risco das escolhas. Para onde caminhar? A encruzilhada desconforta; esse é o seu fascínio” (Simas & Rufino; 2018, p.23-24). Ora, e é precisamente onde estamos aqui, propondo, ainda timidamente, a noção de uma *comunicação de-formativa*. Estamos mesmo desenhando um território novo ao alinhar conceitos e práticas antes distantes. É esse o objetivo, ao fim: encruilhar; vislumbrar e andar em um novo caminho, simplesmente para ver onde ele chega.

#### Referências bibliográficas

Andrews, M. (2017). The Free Energy Principle: An Accessible Introduction to its Derivations, Applications, & Implications. Departments of Psychology & Philosophy, Tufts University, Medford. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/324246948\\_The\\_Free\\_Energy\\_Principle\\_An\\_Accessible\\_Introduction\\_to\\_its\\_Derivations\\_Applications\\_Implications](https://www.researchgate.net/publication/324246948_The_Free_Energy_Principle_An_Accessible_Introduction_to_its_Derivations_Applications_Implications)

Barei, S., & Ponce, A. G. (Eds.). (2022). Intensidades. In S. Barei & A. G. Ponce (Eds.), Lotman revisitado: perspectivas latinoamericanas. Córdoba: Centro de Estudios Avanzados.

Braga, J. L. (2014). Um conhecimento aforístico. *Questões Transversais*, 2(3). Recuperado de <https://revistas.unisinos.br/index.php/questoes/article/view/8554>

Dicionário da língua portuguesa. (2008). Deformar. *Priberam Informática*. Recuperado de <https://dicionario.priberam.org/deformar>

Flusser, V. (2012). O universo das imagens técnicas: elogio da superficialidade. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.

Friston, K. (2010). The free-energy principle: a unified brain theory?. *Nature Reviews Neuroscience*, 11, 127–138. <https://doi.org/10.1038/nrn2787>

Friston, K., Da Costa, L., Sajid, N., Heins, C., Ueltzhöffer, K., Pavliotis, G. A., & Parr, T. (2022). The free energy principle made simpler but not too simple. *Arxiv*, Cornell University. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2201.06387>

- Hyperfine Physics. (2021, 8 de abril). Entropy & statistical mechanics [Episódio de podcast]. Recuperado de <https://open.spotify.com/episode/1BVdSD53azg85ibolZZ7km?si=skMo0BI2RuCQR8BndAMQ1A>
- Kirchhoff, M., Parr, T., Palacios, E., Friston, K., & Kiverstein, J. (2018). The Markov blankets of life: autonomy, active inference and the free energy principle. *Journal of the Royal Society Interface*, 15. <https://doi.org/10.1098/rsif.2017.0792>
- Kull, K. (1998). Semiotic Ecology: Different Natures in the Semiospheres. *Sign Systems Studies*, 26.
- Lienhard, J. (2013, 30 de dezembro). Entropy [Vídeo]. YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=870y6GUKbwc>
- Lotman, I. (2021). Mecanismos imprevisíveis da cultura. São Paulo: Hucitec.
- Lotman, I. (1999). Cultura y explosión: lo previsible y lo imprevisible en los procesos de cambio social. Barcelona: Gedisa.
- Lotman, I. (1996). La semiosfera I: Semiótica de la cultura y del texto. Madrid: Ediciones Cátedra.
- Lotman, I. (1982). Estructura del texto artístico. Madrid, Espanha: Istmo.
- Machado, I. (2021). Prefácio à edição brasileira: semiótica da imprevisibilidade e dos sistemas assimétricos. In I. Lotman, Mecanismos imprevisíveis da cultura. São Paulo: Hucitec.
- Machado, I. (2015). Diagramática do pensamento: a modelização espacial dos códigos e dos sistemas de cultura. *Questões Transversais: Revista de Epistemologias da Comunicação*, 3(6). Recuperado de <https://revistas.unisinos.br/index.php/questoes/article/view/11308/pdf>
- Machado, I. (2003). Escola de semiótica: a experiência de Tártu-Moscou para o estudo da cultura. São Paulo: Ateliê Editorial.
- Mann, S. F., Pain, R., & Kirchhoff, M. D. (2022). Free energy: a user's guide. *Biology & Philosophy*, 37(33). <https://doi.org/10.1007/s10539-022-09864-z>
- Pezzulo, G., & Sims, M. (2021). Modelling ourselves: what the free energy principle reveals about our implicit notions of representation. *Synthese*, 199, 7801–7833. <https://doi.org/10.1007/s11229-021-03140-5>
- Pietarinen, A. V., & Beni, M. D. (2021). Active Inference and Abduction. *Biosemitics*, 14, 499–517. <https://doi.org/10.1007/s12304-021-09432-0>
- Ramstead, M. J. D., Badcock, P. B., & Friston, K. (2018). Answering Schrödinger's Question: A Free-Energy Formulation. *Physics of Life Reviews*, 24, 1–16.
- Rosário, N. M. do. (2021). A tensão como potência para teorizar a comunicação. *Galáxia*, 46, 1-17.
- Rosário, N. M. do, Coca, A. P., Pereira, M. R., Santos, F. A. S., Somariva, M., & Silva, J. A. (2016). Corpos reconfigurados: cartografia de rupturas de sentidos na mídia. In J. A. F. Cirino & C. F. Braga (Orgs.), *Tópicos em mídia e cultura*. Goiânia: PPGCOM/FIC/UFG.
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1998). *The Mathematical Theory of Communication*. Chicago: University of Illinois Press.
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1948). *A Mathematical Theory of Communication*. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379–423, 623–656.
- Simas, L. A., & Rufino, L. (2018). *Fogo no mato: a ciência encantada das macumbas*. Rio de Janeiro: Mórula.
- Stiegler, B. (2019). For a neganthropology of automatic society. In T. Pringle, G. Koch, & B. Stiegler (Eds.), *Machine* (pp. 25-47). Lüneburg: Meson Press.
- Stiegler, B. (2015). *La Société Automatique - 1. L'Avenir do travail*. Paris: Fayard.
- Tokoro, P. M., & Costa, S. F. (2021). Introdução à topologia algébrica. 31º SIC/UDESC (Salão de Iniciação Científica da Universidade do Estado de Santa Catarina). Recuperado de [https://www.udesc.br/arquivos/udesc/id\\_cpmenu/14730/061\\_INTRO-DU\\_O\\_16343235470367\\_14730.pdf](https://www.udesc.br/arquivos/udesc/id_cpmenu/14730/061_INTRO-DU_O_16343235470367_14730.pdf)