

>A integração conceptual como uma máquina de Carnot no processamento de informações com finalidade à comunicação

>Conceptual integration as a Carnot machine in the processing of information for the purpose of communication

por Eduardo Alves da Silva

Doutorando em Estudos da Linguagem na linha de Discurso, Cognição e Interação do Programa de Pós-Graduação em Estudos da Linguagem da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). E-mail: edugrunge@hotmail.com. ORCID: 0000-0001-7626-1504

por Braulio Batista Soares

Professor doutor em Física, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Física da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (PPgF/UERN). E-mail: brauliosoares@uern.br. ORCID: 0000-0001-5263-8979.

Resumo

Neste artigo, temos como objetivo um paralelismo epistemológico entre a integração de conceitos (FAUCONNIER; TURNER, 2002) e a eficiência de uma máquina termodinâmica (CARNOT, 1824). Nossa hipótese é a de que o comportamento linguístico equivalha a um sistema adaptativo complexo (DUQUE, 2016), com eficiência máxima em seus processos comunicativos, tal qual uma máquina termodinâmica. Com base em nosso objeto, a saber, as redes de integração conceptual (SILVA, 2019), percebemos que o ser humano mistura conceitos a partir de muitas frentes de informação (*frames*) e compõe uma estrutura conceptual nova, fruto da amálgama de informações desses *frames*. Assim, baseando-nos em um método qualitativo, apoiado na visão de Silverman (2000), concluímos que a rede de integração conceptual funciona de forma semelhante a uma máquina térmica de Carnot, na qual elementos são processados de forma a garantir a máxima eficiência.

Palavras-chave: Integração conceptual. Máquina de Carnot. Sistemas adaptativos complexos. Comunicação.

Abstract

In this article, we aim at an epistemological parallelism between the conceptual blending (FAUCONNIER; TURNER, 2002) and the efficiency of a thermodynamic machine (CARNOT, 1824). Our hypothesis is that linguistic behavior amounts to a complex adaptive system (DUQUE, 2016) with maximum efficiency in its communicative processes in the same way as a thermodynamic machine. Supported by our object, namely the conceptual integration networks (SILVA, 2019), we perceive that the human being mixes concepts from many information fronts (*frames*) and composes a new conceptual structure, resulting from the amalgamation of information from these frames. Thus, based on the qualitative method supported by Silverman's (2000) vision, we conclude that the conceptual integration network works similarly to a Carnot thermal machine, in which elements are processed in order to ensure maximum efficiency.

Keywords: Conceptual blending. Carnot machine. Complex adaptative systems. Communication.

> Artigo recebido em 07.07.2021 e aceito em 10.10.2021.

1. Introdução

No presente artigo, discorreremos sobre o paralelismo funcional entre a eficiência da máquina de Carnot, com seus aspectos termodinâmicos e o comportamento linguístico da integração conceptual¹ como sistema dinâmico de resposta rápida para situações de categorização e conceptualização no entrelaçamento de conceitos.

O cérebro humano, segundo Edelman e Tononi², comporta-se como uma espécie de sistema orgânico, que alimenta e retroalimenta sinapses para a formação de redes neurais. Sua eficiência depende sobretudo da relação de equilíbrio entre as informações que recebe, a qual está diretamente ligada a outro tipo de sistema, semelhante a um complexo adaptativo³, que se utiliza de uma rede de integração conceptual⁴. O fluxo e a quantidade de informações presentes no entorno do ser humano é determinante para o bom funcionamento das operações de categorização e conceptualização que seu cérebro desenvolve. Quando precisa construir entidades conceptuais novas, a mente se comporta como uma máquina de Carnot, recrutando informações de duas ou mais frentes distintas para que, no final, surja uma entidade nova, composta de elementos dos *inputs* de informação e, ao mesmo tempo, apresentando características inéditas não previstas inicialmente. Tal comportamento é semelhante à dinâmica da integração conceptual.

O arcabouço teórico da Linguística Cognitiva, mencionado acima, e a teoria empírica das Leis Físicas da Termodinâmica, especialmente no que tange à conservação e à transformação da energia, tornam possível elaborar uma relação de aproximação entre a Teoria da Integração Conceptual e as etapas dos processos termodinâmicos que realiza uma máquina de Carnot.

¹ Gilles Fauconnier e Mark Turner, *The way we think: conceptual blending and the mind's hidden complexities*, 2002.

² Gerald Edelman e Giulio Tononi, *A universe of consciousness: how matter becomes imagination*, 2000.

³ George Rzevski, "Self-Organization versus Control in Complex Social Systems", 2011.

⁴ Eduardo Alves da Silva, *Integração conceptual sob a ótica da cognição ecológica nos jogos de RPG*, 2019.

Para explicar nosso ponto de vista, escolhemos a abordagem observacional e analítica proposta por Denzin e Lincoln⁵, focando nas interpretações dos analistas. Ainda, aplicamos a ótica de Silverman⁶, na qual o método qualitativo pode sustentar maior aprofundamento sobre o entendimento de um fenômeno. Finalmente, para organizar nossa interpretação sobre o paralelismo entre máquina de Carnot e os pressupostos da integração conceptual, utilizamos as impressões epistemológicas do paradigma indiciário⁷, segundo o qual a interpretação ontológica do mundo deve levar em conta todas as pistas presentes no fenômeno.

2. O homem e sua relação sistemática com a natureza

Desde a antiguidade clássica, filósofos como Aristóteles e Platão se dedicam a entender as ontologias do mundo de uma forma sistemática e lógica. Segundo Magee, “[...] o sistema de lógica estabelecido por Aristóteles permaneceu essencialmente inalterado até o século XIX”⁸. Aristóteles buscava em sua lógica universal as impressões sobre o mundo natural, ou seja, o que estivesse no mundo haveria de ser categorizado e conceptualizado conforme seus princípios. Para o filósofo grego, o que não fosse lógico não seria possível de ser fundamentado; sua concepção sobre o mundo era essencialmente imagética e traduzida em experiências, incluindo, inclusive, uma visão semiótica e simbólica sobre a linguagem.

As palavras faladas são os símbolos da experiência mental e as palavras escritas são os símbolos das palavras faladas. Assim como todos os homens não têm a mesma escrita, todos os homens também não têm os mesmos sons da fala, mas as experiências mentais, as quais estes simbolizam diretamente, são as mesmas para todos, como também as imagens são as coisas que nossas experiências representam⁹.

⁵ Norman Kent Denzin e Yvonna Sessions Lincoln, *The Sage Handbook of Qualitative Research*, 2005.

⁶ David Silverman, *Doing qualitative research: a practical handbook*, 2000.

⁷ Carlo Ginzburg, “Sinais: raízes de um paradigma indiciário”, 1989.

⁸ Bryan Magee, *História da Filosofia*, 1999, p.94.

⁹ “Spoken words are the symbols of mental experience and written words are the symbols of spoken words. Just as all men have not the same writing, so all men have not the same speech

Platão, por outro lado, acreditava em uma ontologia ideal para entender as entidades conceptuais. Sua lógica era perfeita e idealizada: o mundo perfeito estava na mente do homem e não na sua concretude física. Vemos aí que o homem clássico dava pistas de que, para se entender as ontologias do mundo, era preciso um equilíbrio tênue entre a realidade e a idealidade.

No campo da Linguística, posteriormente aos estudos clássicos, nomes como Franz Bopp e Jacob Grimm buscaram, através da comparação, o entendimento conceptual de como a comunicação funcionava. Mais tarde surge Ferdinand de Saussure, com sua visão hermética da língua e da comunicação. Para o linguista genebrino, a língua, assim como uma máquina, devia possuir peças indispensáveis e fechadas em si para que funcionasse corretamente.

Posteriormente à mentalidade saussureana, temos Chomsky e suas estruturas sintáticas, com uma perspectiva mais matemática da língua. Para Chomsky¹⁰, o sistema linguístico era criativo e essencialmente humano; as faculdades de cognição e comunicação humanas eram dispositivos inatos, funcionando através de uma gramática universal que agiria como uma máquina modular, processando e produzindo informações num sistema orgânico.

Finalmente, e sob um viés ainda mais hodierno, temos as perspectivas cognitivo-funcionais, a respeito das quais trataremos com mais substância em nosso estudo. Suas premissas apontam em uma direção na qual língua(gem) e comunicação resultam em um uníssono entre mente, corpo e ambiente. A comunicação estaria completamente ligada à dinâmica relação desse conjunto. O sistema linguístico existiria não apenas como uma máquina, mas como uma estrutura complexa que se adapta aos *inputs* de informação situacionais presentes no entorno para sua concretude. O sistema adaptativo da linguagem humana faz parte, na verdade, de um ecossistema dinâmico entre o entorno, o corpo e a mente, num processo ininterrupto de construção de sentido. As noções

sounds, but the mental experiences, which these directly symbolize, are the same for all, as also are those things of which our experiences are the images.”Aristóteles, *The Works of Aristotle*, 1952, p.25. Tradução nossa.

¹⁰ Noam Chomsky, *Syntactic Structures*, 2002.

aqui utilizadas de sistemas adaptativos são a ecocognitiva¹¹ e a aplicada¹². A noção ecocognitivas e baseia nos critérios de Rzevski¹³ para evidenciar características comuns aos sistemas complexos como situacionalidade, organicidade, autossuficiência e outros; a noção aplicada traz condições indispensáveis para que ocorram sistemas complexos, tais como as da heterogeneidade, dinamicidade, não linearidade, abertura e adaptabilidade.

Os critérios levantados parecem confluir na mesma direção dos processos termodinâmicos envolvidos no modelo da máquina de Carnot, assemelhando-se a sistemas complexos. Tudo se resume à troca de informações entre as partes de um sistema autorregulatório. Segundo Seife, “[a]s leis da termodinâmica – as regras que governam o movimento dos átomos num pedaço de matéria – são leis sobre informação. E tudo no universo é moldado pela informação que contém”¹⁴.

À sua forma, o cérebro humano usa um conjunto de símbolos de maneira a compreender uma informação, extrair dela significado.^{15,16} A acumulação de experiências e a construção de sentidos são essenciais para a habilidade humana no uso da linguagem, além disso, é essa concentração de informações preexistentes que torna fácil a compreensão de novas. Essa é uma capacidade involuntária do cérebro humano, pois desde o momento do nascimento ele atribui diversos significados para um mesmo símbolo e um significado para diversos símbolos, construindo gradativamente um conjunto de significações e simbologias dessas significações. Seife chama de redundância a esse conjunto de sentidos acumulados:

A redundância são as pistas a mais numa frase ou mensagem que permitem que se compreenda o sentido da própria mensagem. A redundância facilita a compreensão de uma mensagem. Ela é um mecanismo de segurança, que garante que uma mensagem seja transmitida mesmo se estiver danificada de alguma forma no percurso até

¹¹ Paulo Henrique Duque, “A emergência do comportamento linguístico”, 2016

¹² Diane Larsen-Freeman e Lynne Cameron, *Complex Systems and applied linguistics*, 2008

¹³ George Rzevski, “Self-Organization versus Control in Complex Social Systems”, 2011.

¹⁴ Charles Seife, *Decodificando o universo*, 2010, p.8.

¹⁵ Yuyan Luo e Renée Baillargeon, “Can a Self-Propelled Box Have a Goal?”, 2008.

¹⁶ Marshall Myron Haith, *Rules that Babies Look By: the organization of newborn visual activity*, 1980.

o interlocutor. Quando se retira toda redundância numa sucessão de símbolos, o que sobra é um núcleo concreto, mensurável, incompactável. Isso é informação: aquele algo central, irreduzível, que fica na essência de cada mensagem. Informação e redundância são complementares¹⁷.

Resumidamente, pode-se atribuir a esse conjunto de sentidos, que funciona como os *frames*¹⁸ da integração conceptual, a própria informação. Dentro dele está o sentido de uma nova ideia, ou um novo conceito. Assim, como o cérebro no processo de integração conceptual parece sempre usar esse conjunto de sentidos quando se depara com o novo –pensando no imediatismo do sentido –, ele realiza comparações com informações previamente existentes, tentando extrair a nova informação da maneira mais eficiente que consegue.

3. A máquina de Carnot

Esse célebre construto, mesmo que, em alguma medida, casuisticamente, é uma convergência de todos os experimentos e conceitos que tornaram possível a Revolução Industrial e o consequente desenvolvimento tecnológico europeu por meio das máquinas térmicas. Foi o estudo dessas máquinas, então, que levou à concepção, em 1824, do motor térmico de Carnot – uma máquina que trabalha entre duas fontes térmicas, transformando calor em trabalho e trabalho em calor.

Embora a ideia de que corpos materiais em atrito geram calor já tivesse sido objeto de indagações e suposições, no século XVII, pelos notáveis Francis Bacon (filósofo inglês, 1561–1626), Robert Hooke (físico inglês, 1635–1703) e o próprio Isaac Newton (físico inglês, 1642–1727), foram tão somente os trabalhos experimentais com temperaturas em substâncias químicas que alavancaram a termodinâmica como ciência. A máquina de Carnot é um dos resultados desses trabalhos. Um resultado com consequências profundas para o entendimento de como a matéria e a energia do Universo, bem como o próprio Universo, se comportam. A máquina de Carnot tornou possível o desenvolvimento do

¹⁷ Charles Seife, *Decodificando o universo*, 2010, p.17.

¹⁸ *Frames* são estruturas de conhecimento informativo compartilhados inicialmente estudados por Charles Fillmore em 1982, em seu livro *Frame Semantics*.

conceito de entropia e seus desdobramentos para a teoria da informação, tão importante para a computação, e para a tão alardeada “aprendizagem” de máquina. Inclusive em estudos de Linguística¹⁹ e Cognição²⁰, a entropia revelou-se importante, no sentido de possibilitar uma melhor compreensão do componente criativo da cognição humana no processo de integração conceptual.²¹

Do ponto de vista histórico sequencial dos eventos mais relevantes à ciência da termodinâmica, o estudo sistemático do calor e da influência da temperatura nas substâncias químicas começa a ser desenvolvido a partir dos experimentos e descobertas de Antoine-Laurent de Lavoisier (1743–1794) – químico francês que observou que as substâncias não eram criadas nem destruídas, mas se transformavam em outras. Foi ele quem conjecturou pela primeira vez a existência de uma substância fluida, chamada “calórico”, que desse à matéria sua temperatura e pudesse ser transmitida de um corpo material a outro. A construção, em 1769, da máquina a vapor, que transforma calor em trabalho, pelo inventor escocês James Watt (1736–1819), corroborou as ideias de Lavoisier. O engenheiro anglo-americano Benjamin Thompson (1753–1814) também foi outro contribuidor para a ciência da termodinâmica, ao demonstrar, em 1798, que o calor pode ser gerado pelo trabalho do atrito entre dois corpos ou entre as próprias partículas de um único corpo.

Já em meados do século XIX, mais precisamente em 1842, o médico alemão Julius Robert von Mayer (1814–1878) estabelece que a energia é conversível, que não pode ser destruída, mas pode mudar de forma, sendo o calor, portanto, uma forma de energia. Em seguida, em 1847, o então cervejeiro e físico inglês James Prescott Joule (1818–1889) demonstra que trabalho pode ser convertido em calor, que trabalho e calor são meios de transferir energia de um corpo a outro e que, principalmente, nunca se consegue obter mais energia

¹⁹ Marcelo Montemurro, “A generalization of the Zipf-Mandelbrot Law in Linguistics”, 2004.

²⁰ Tarik Hadzibeganovic e Sergio Cannas, “Measuring and Modeling the Complexity of Polysynthetic Language Learning: a non-extensive neural network approach”, 2008.

²¹ Eduardo Alves da Silva, *Integração conceptual sob a ótica da cognição ecológica nos jogos de RPG*, 2019.

de um sistema do a que foi colocada dentro de suas estruturas— o que comprova, assim, que a energia não pode ser criada nem destruída. Descobria-se a Primeira Lei da Termodinâmica, que relaciona de maneira simples e aditiva calor, trabalho e a energia interna das coisas. Nesse entremeio, alheio à ideia de conservação de energia, o engenheiro francês Nicolas Léonard Sadi Carnot (1796–1832), em 1824, estudando rendimento de máquinas a vapor, descobre qual o rendimento máximo de um motor que trabalha entre duas temperaturas. Em seu construto, Carnot desenvolve uma máquina na qual é possível mensurar a eficiência e o sentido lógico das transformações pelas quais passam um sistema físico. A termodinâmica como ciência, portanto, é essencialmente empírica e trata da relação comportamental de um sistema com sua vizinhança.

A produção de força motriz se deve, portanto [...] não a um consumo real de calor, mas ao seu transporte de um corpo quente para um corpo frio, ou seja, ao seu restabelecimento do equilíbrio, equilíbrio supostamente quebrado por qualquer causa, por uma ação química, como a combustão, ou por qualquer outra²².

Em relação a processos físicos termodinâmicos, nos quais um sistema físico muda de um estado termodinâmico a outro, é importante compreender sua capacidade de reversibilidade. Em outras palavras, deve-se questionar se um sistema físico que passa por uma transformação termodinâmica pode voltar ao seu estado original e, principalmente, qual o rendimento dessa transformação. A termodinâmica nos ensina que um processo reversível é aquele no qual quase nenhuma modificação é necessária nas fronteiras do sistema em transformação para que ele volte ao seu estado original, ao passo que um processo irreversível demanda modificações consideráveis nessas fronteiras.

A máquina de Carnot trata exatamente da reversibilidade dos processos pelos quais passa um sistema físico. Uma máquina ou motor de Carnot é um construto físico no qual um sistema realiza dois processos, que constituem um

²² “La production de la puissance motrice est donc due[...]non à une consommation réelle du calorique mais à son transport d'un corps chaud à un corps froide c'est-à-dire à son rétablissement d'équilibre, équilibre supposé rompu par quelque cause que ce soit.”Sadi Carnot,“Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance”,1872, p.398. Tradução nossa.

ciclo reversível: um processo de expansão (fases A e B das figuras 1 e 2)— com uma fase absorvendo calor e mantendo a temperatura constante (fase A) e outra sem qualquer troca de calor e com queda de temperatura (fase B)—; e uma compressão (fases C e D das figuras 1 e 2) — com uma fase de extração de calor e temperatura constante (fase C) e outra sem troca de calor mas com aumento de temperatura (fase D). Basicamente, uma máquina de Carnot é um sistema dinâmico que trabalha entre duas temperaturas, trocando calor com sua vizinhança e mudando seu próprio volume. Carnot declara que “[a] força motriz do calor é independente dos agentes usados para alcançá-la; sua quantidade é fixada unicamente pelas temperaturas dos corpos entre os quais ocorre, como resultado, o transporte de calor”²³. Dessa forma, temos um sistema dinâmico e em constante troca energética, evoluindo e processando elementos a todo momento para seu funcionamento de forma independente.

A máquina de Carnot consiste de um gás de partículas isolado encerrado em um recipiente, que pode se ajustar a mudanças de volume. O gás, por sua vez, pode receber e/ou ceder calor do/ao exterior; pode também se expandir ou ser comprimido. Essas trocas de calor e mudanças de volume causam interações tanto entre as próprias partículas do gás como entre elas e as paredes do recipiente. A energia (ou movimento) e interação das partículas aumenta quando estas recebem calor de uma fonte quente externa e diminui quando transferem calor para uma fonte fria externa. As fases A, B, C e D das figuras 1 e 2, citadas no parágrafo anterior, correspondem aos seguintes processos:

- A. O gás é colocado em contato térmico com uma fonte quente de calor, absorve calor dessa fonte e se expande sem mudar sua temperatura. A essa alteração de volume se dá o nome técnico de “trabalho”, que, neste caso, é realizado pelo gás para fora do recipiente.

²³ “La puissance motrice de la chaleur est indépendante des agents mis en oeuvre pour la réaliser; sa quantité est fixée uniquement par les températures des corps entre lesquels se fait en dernier résultat le transport du calorique.” Sadi Carnot, “Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance”, 1872, p. 412. Tradução nossa.

- B. A fonte quente de calor é então desligada, não havendo mais troca de calor. O gás, no entanto, continua a se expandir — trabalho realizado para fora do recipiente —, diminuindo sua temperatura.
- C. Agora o gás é colocado em contato térmico com uma fonte fria de calor. Por conta disso, ele transfere calor para essa fonte e se comprime sem mudar sua temperatura, uma vez que qualquer aumento de temperatura, devido à compressão, é transferido para a fonte fria. Essa compressão resulta num trabalho negativo, realizado de fora do recipiente para o gás.
- D. Finalmente, a fonte fria de calor é retirada e o gás retorna ao seu estado inicial por compressão, aumentando sua temperatura. Novamente, essa compressão resulta em um trabalho negativo, realizado de fora do recipiente para o gás.

Toda máquina de Carnot obedece ao ciclo ABCD acima e ao seguinte teorema: todo motor reversível que opera entre duas temperaturas específicas tem uma mesma eficiência, e nenhuma outra máquina que operar entre essas mesmas temperaturas pode ter eficiência maior. Ou seja, a máquina de Carnot é a que tem maior eficiência. Dessa forma, o autor elucida que “[...] devemos, portanto, concluir que a força motriz máxima resultante do uso do vapor é também a força motriz máxima alcançável por qualquer meio”²⁴.

Com relação ainda às transformações de um sistema físico, um processo reversível ocorre muito lentamente, ao mesmo tempo que é uma idealização da realidade. As transformações do mundo real são irreversíveis. Um exemplo de irreversibilidade se dá quando uma válvula de um botijão de gás de cozinha é aberta e o gás escapa se expandindo pelo ambiente; pode-se esperar indefinidamente e, ainda assim, ele nunca voltará espontaneamente ao botijão. Ainda com relação à reversibilidade das transformações, pode-se afirmar que a sucessão de alguns eventos invertidos no tempo seja algo não natural,

²⁴“On doit donc conclure que le maximum de puissance motrice résultant de l'emploi de la vapeur est aussi le maximum de puissance motrice réalisable par quelque moyen que ce soit.”Sadi Carnot,“Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance”, 1872, p.404.Tradução nossa.

improvável e até mesmo impossível. É a entropia que assegura que tal inversão temporal de um evento não aconteça.

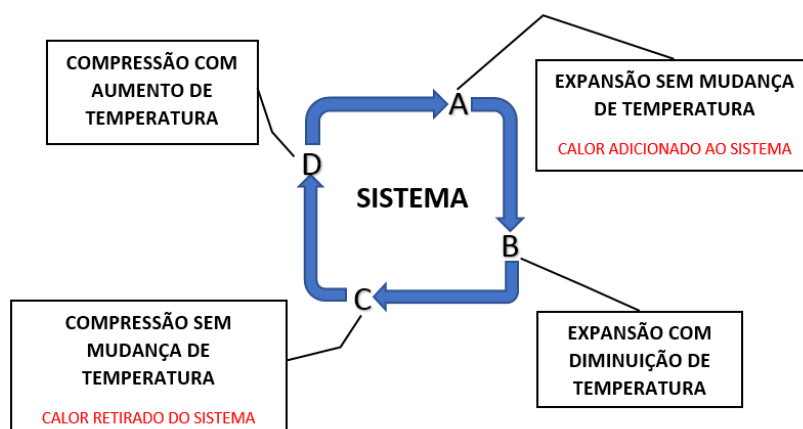


Figura 1

Eduardo Alves da Silva e Braulio Batista Soares, *Ciclo realizado pela máquina de Carnot*, 2021.

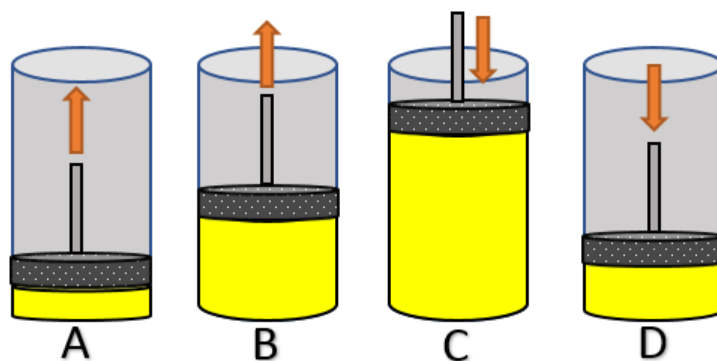


Figura 2

Eduardo Alves da Silva e Braulio Batista Soares, *Ilustração dos processos dinâmicos da máquina de Carnot*, 2021.

Aos processos termodinâmicos, uma regra do Universo determina que, embora não seja possível criar nem destruí-la, uma energia pode se transformar em outra. Tal regra, além do exposto a respeito da história e do funcionamento da máquina de Carnot, torna possível uma extrapolação dos conceitos e

características a esta inerentes, de forma a alcançar o uso epistêmico desses saberes no processo cognitivo da comunicação.

4. A integração conceptual

A integração conceptual é um fenômeno cognitivo e linguístico estudado por Gilles Fauconnier e Mark Turner na área da Linguística Cognitiva. Os autores acreditam que ela é a responsável pela evolução do ser humano e uma peça chave para as suas realizações.

A integração conceptual subjaz e torna possível toda a diversidade de realizações humanas, que são responsáveis pela origem da linguagem, arte, religião, ciência e outros feitos humanos singulares, e que é tão indispensável para o pensamento básico do dia a dia quanto é para habilidades artísticas e científicas.²⁵

A integração conceptual funciona reunindo informações de frentes distintas e transformando-as em uma entidade conceptual inédita. O processo depende, sobretudo, dos chamados “espaços mentais”, explicados a seguir.

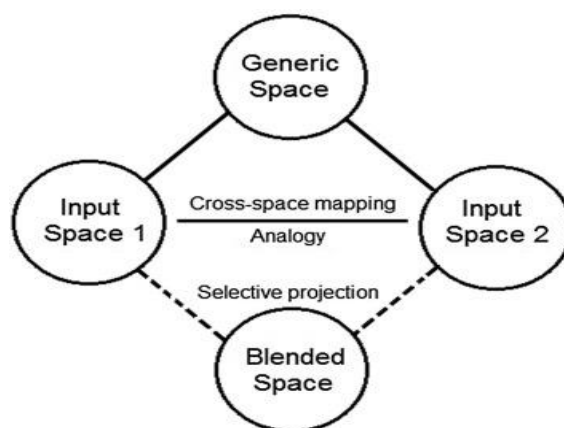


Figura 3

Gilles Fauconnier e Mark Turner, *Diagrama básico da integração conceptual*, 2002.

²⁵ “Conceptual blending underlies and makes possible all these diverse human accomplishments, that it is responsible for the origins of language, art, religion, science, and other singular human feats, and that it is as indispensable for basic everyday thought as it is for artistic and scientific abilities.” Gilles Fauconnier e Mark Turner, *The way we think: conceptual blending and the mind’s hidden complexities*, 2002, p. VI. Tradução nossa.

Espaços mentais são, segundo Fauconnier e Turner, “[...] pequenos pacotes de processamento de informação que usamos conforme falamos e pensamos”²⁶. Como bem ilustra a Figura 3, eles devem estar carregados de informação (*inputs*), que será processada posteriormente num terceiro espaço mental, chamado “espaço genérico” (*generic space*). Nesse ínterim, existe uma espécie de “mapeamento cruzado” (*cross-space mapping*), em que a mente faz analogias, projetando uma entidade conceptual nova na forma de um quarto espaço genérico, chamado “espaço-mescla” (*blended space*). Essa extração de informações dos *inputs* 1 e 2, juntamente com a relevância de cada característica a ser considerada na integração, é o que os autores chamam de “projeção seletiva” (*selective projection*). Em resumo, a estrutura emergente numa mesclagem conceptual se dá devido à projeção entre domínios, que considera, segundo os autores, as “relações vitais”. Relações vitais são correspondências ontológicas entre um conceito e outro, sintonizando suas convergências informativas para o *output* de uma operação desse tipo. Há uma grande variedade delas, como relações de identidade, de tempo, parte-todo, analogia, desanalogia, entre outras.

Em um prisma maximalizado, a integração conceptual parece se comportar como uma espécie de rede de integrações que seleciona as informações de forma situacional, sob demanda, conforme demonstra Silva.²⁷ Sua estrutura só fará sentido para o propósito a que se destina, ou seja, cada situação é executada de forma única, pois nossa relação com o ambiente é amplamente ecológica. As informações reunidas nos *inputs* de cada *frame* são processadas no espaço genérico, mas acabam sendo submetidas a modelos mentais de situação²⁸, que serão utilizados no momento da demanda conceptual.

²⁶ “[...] small conceptual packets constructed as we think and talk.” Gilles Fauconnier e Mark Turner, *The way we think: conceptual blending and the mind's hidden complexities*, 2002, p.40. Tradução nossa.

²⁷ Eduardo Alves da Silva, *Integração conceptual sob a ótica da cognição ecológica nos jogos de RPG*, 2019.

²⁸ Rolf Zwaan e Martin Fischer, “Embodied language: a review of the role of the motor system in language comprehension”, 2008.

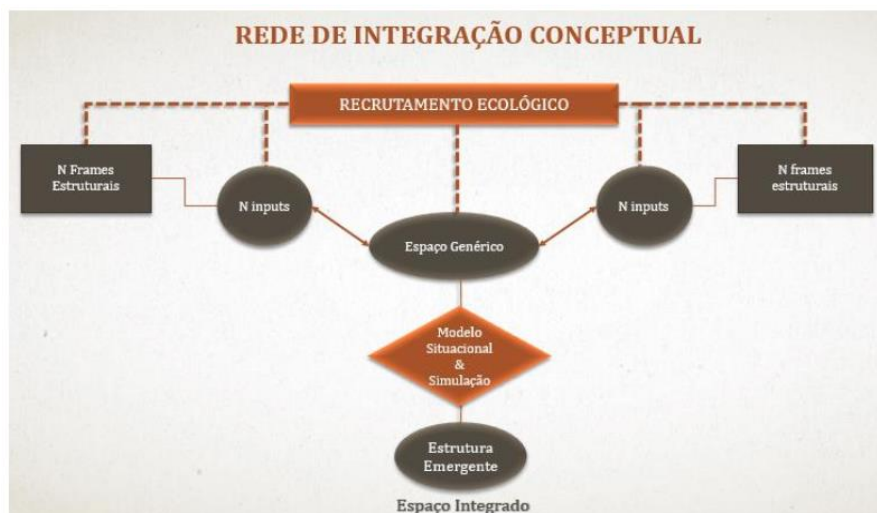


Figura 4
Eduardo Alves da Silva, *Rede de integração conceitual*, 2019.

O processo funciona como o proposto na Figura 4, em que um recrutamento ecológico (experiências sensório-motoras) arquiteta nossas experiências, sendo estas estruturadas em *frames* (estruturas de conhecimento compartilhado), dos quais serão extraídas informações para processamento no espaço mental genérico. Posteriormente, essas estruturas se submetem a um modelo situacional (veiculado pelo discurso), que ajudará na projeção da estrutura emergente num espaço integrado (espaço-mescla).

Os modelos de situação são representações dos estados das coisas, indo além do mero texto em si.²⁹ As interpretações e a construção desses estados, por serem feitos pelos próprios leitores, acabam se tornando subjetivas, corporificadas e essencialmente únicas. Segundo Wilson³⁰, as vertentes da cognição corporificada podem enviesar várias noções distintas, seguidas por muitos autores. A noção que evocamos aqui é oriunda da visão de raiz essencialmente corporal, proposta por Lakoff³¹, que trata da atividade conjunta

²⁹ Rolf Zwaan, "Situation models: the mental leap into imagined worlds", 2008

³⁰ Margaret Wilson, "Six views of embodied cognition", 2002

³¹ George Lakoff, *Philosophy in the Flesh: the embodied mind and its challenge to western thought*, 1999

entre corpo e ambiente de forma imbricada para a formação de sentido.³² Na visão de Shapiro, a interação corpo-ambiente perpassa e é parte indissociável da cognição. É a partir dessa noção de atividade conjunta que a rede de integração parece emergir.

Desse modo, as informações acabam sendo processadas organicamente, ancorado em nossas experiências imediatas com o entorno biopsicossocial. Assim como uma máquina complexa adaptativa, conforme preveem Rzevski, Larsen-Freeman e Cameron, a rede de integrações conceptuais com fins à comunicação acaba por servir a um propósito ainda maior do que a gramática e a comunicação em si: a categorização, conceptualização e capacidade inventiva.

Segundo Edelman e Tononi³³, a cognição humana não é apenas localizada no cérebro, mas distribuída por todo o corpo. Sinapses se formam no córtex cerebral e dão conta das experiências que vivemos ao longo da vida, as quais norteiam nossa capacidade de atribuir sentido para o mundo ao nomear as coisas. São essas redes neurais formadas que garantem, por exemplo, nossa capacidade de entender contrafactuais inventivos no processo de rede de integração conceptual, como “homem-aranha”. No entanto, são os modelos de situação que nos fazem não confundir o super-herói da *Marvel Comics*, *Spiderman*, com uma espécie nova, formada a partir de um hibridismo entre uma aranha e um homem que possuiria a metade de baixo formada com pernas de aranha e a metade de cima do corpo com membros e cabeça humanos.

No exemplo em questão, a rede de integração propõe que informações como “superpoderes”, “lançar teia”, “histórias em quadrinhos”, todas do domínio do entretenimento, sejam colocadas em mapeamento com informações do tipo “veneno de aranha”, “inseto peçonhento”, “inseto com oito pernas”, do domínio conceptual da vida natural. A partir daí, ocorre um mapeamento de informações cruzadas e que serão projetadas no espaço integrado (espaço-mescla), formando, assim, a estrutura emergente. A rede de integrações,

³² Lawrence Shapiro, *Embodied Cognition*, 2011

³³ Gerald Edelman e Giulio Tononi, *A universe of consciousness: how matter becomes imagination*, 2000.

portanto, faz com que seus modelos de situação não permitam que informações irrelevantes para o propósito de entender o super-herói, como “animal de oito patas”, sejam levadas para o substrato final da operação de integração.

5. Comportamentos semelhantes

O processo de integração conceptual, como já ilustrado na Figura 4, é realizado a partir de *frames*, que alimentam espaços genéricos de processamento para a emergência da integração. O sistema que leva ao surgimento de construtos conceptuais novos se dá devido ao sistema geral de integração conceptual, que se alimenta e retroalimenta todo o aparato cognitivo de informações reentrantes, formando um outro sistema complexo adaptativo que resolverá a demanda conceptual, desmontando-se em seguida para que surjam novas integrações conceptuais. A eficiência do sistema linguístico da integração conceptual é, assim como na máquina de Carnot, máxima, pois sua dinamicidade é episódica e feita *online*, na hora e sob demanda. Todas as informações processadas pelo sistema linguístico são ideais, pois formam um todo interconectado totalmente dedicado ao propósito em questão.

O sistema de redes de integração conceptual funciona como uma máquina de Carnot na medida em que os próprios *frames* se correlacionam paralelamente com os constituintes internos da máquina. Como na máquina, cujo sistema interno é constituído de partículas que respondem externamente quando há mudança de energia interna, devido à troca de informação com o que é externo, o sistema linguístico da integração conceptual também responde a informações que interagem de alguma forma com seus *frames* — análogos às partículas constituintes do gás na máquina termodinâmica. Esse método de estímulo-resposta é o que poderíamos relacionar às altas e baixas temperaturas com as quais uma máquina de Carnot tem de lidar. Ou seja, o *input* (ou estímulo) correspondendo ao calor adicionado à máquina pela fonte de temperatura alta, e o *output* (ou resposta) correspondendo ao calor retirado da máquina pela fonte de temperatura baixa. Os momentos de expansão e

compressão (de realização de trabalho) do sistema da máquina se assemelham aos processos de alimentação e retroalimentação do aparato cognitivo de informações e de reorganização e readaptação de *frames*, vistos numa rede de integração conceptual.

Dessa forma, quando o cérebro recebe uma informação, ele realiza processos objetivando alguma resposta a ela. Em todo momento, as informações incidentes são processadas para estabelecer algum resultado que corresponda à sua compreensão, a qual é a própria comunicação. Assim, desse processamento emerge um significado. Retomando o exemplo “homem-aranha” da seção anterior: a informação “homem-aranha” seria análoga à fonte de temperatura alta que fornece calor (movimento) às partículas (*frames*); essas partículas interagem umas com as outras trocando informações com o exterior, mudando e se rearranjando; informações como “superpoderes”, “lançar teia”, “histórias em quadrinhos” se confrontam com informações do tipo “veneno de aranha”, “inseto peçonhento”, “inseto com oito pernas”, todas informações que já faziam parte do sistema, como partículas individualizadas do gás. Esse momento de confrontação, que acontece no espaço genérico da rede de integração conceptual, se assemelha aos momentos de expansão do gás, como uma expansão dos *frames* — ou acúmulo de informações. Daí, análogo à rede de Integrações Conceptuais, o processo de contração se inicia para atingir resilientemente seu estado inicial, mas com um resultado emergente. Esses processos finais de contração do gás são análogos ao espaço integrado (espaço-mescla), pois é o momento em que se estabelece o conceito emergente e, no caso da máquina de Carnot, determina a eficiência da transformação.

Um resultado perfeito seria um significado emergente igual à informação original. O que ocorre realmente não é isso, pois embora a informação original e a emergente sejam muito próximas, até mesmo na simbologia, a informação emergente é carregada de sentidos próprios da rede de integração conceptual que a produziu. Em última análise, esse melhor resultado é o resultado máximo; ele nunca será a informação original, mas sempre a informação processada ou emergente. Por esse motivo, o processo nunca é perfeito em sua eficiência, mas em uma comunicação ele é o possível – o mais eficiente. Por fim, é nesse sentido

que podemos estabelecer tal paralelo entre a maneira como o cérebro processa uma rede de integração conceptual, objetivando a comunicação, e a máquina de Carnot.

6. Conclusão

A ciência da termodinâmica estabelece que máquinas térmicas, interagindo com a vizinhança, transformam tanto calor em trabalho como também, ainda que não simultaneamente, trabalho em calor; sendo estes dois entes físicos duas formas de energia. A transformação de calor em trabalho, consecutivamente com o processo inverso de transformar trabalho em calor, completando um ciclo, não é uma operação perfeita no que diz respeito à energia, pois sempre é produzido um substrato energético, vaticinando acerca da impossibilidade de se obter rendimento total em qualquer processo termodinâmico de transformação.

Em paralelo com esse aspecto dos fenômenos físicos, a rede de integração conceptual, assemelhando-se a uma máquina de Carnot, manipula um conjunto de símbolos internos — a carga sociocultural e fisiológica latente e manifesta — e externos — as percepções físico-sensoriais em tempo real —, a fim de extrair algum significado de uma informação. Nesse processo de extração de significado ou resignificação de uma determinada mensagem, o sistema de integração conceptual, quase como um simulacro da máquina de Carnot, em que ocorrem momentos de intercâmbio com o ambiente, dispõe das interações com aqueles símbolos internos e externos no intuito de processar o teor de uma mensagem. O resultado mais eficiente, tanto da máquina como da integração conceptual, emerge ao final do processo.

Como pudemos ver na análise, o cérebro humano, utilizando-se de uma determinada rede de integrações conceptuais, que serve à comunicação, acaba por se comportar de forma semelhante a uma máquina complexa de Carnot. Não apenas essa rede de integrações parece servir a propósitos meramente comunicativos, mas também dá pistas de efetividade nos processos de

categorização, inventividade e conceptualização realizadas pelo ser humano. Essa capacidade enérgica somente é efetuada porque o sistema linguístico da integração conceptual se trata de um sistema adaptativo complexo, que trabalha para a emergência do comportamento linguístico num grande mosaico de possibilidades: a cognição humana.

Referências

ARISTÓTELES. *The Works of Aristotle*. Chicago: Encyclopedia Britannica, 1952. (Great Books of the Western World, v. 1).

SILVA, Eduardo Alves da. *Integração conceptual sob a ótica da cognição ecológica nos jogos de RPG*. 2019. 118 f. Dissertação (Mestrado) —Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Programa de Pós-Graduação em Estudos da Linguagem, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

CARNOT, Sadi. Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance. *Annales Scientifiques de l'École Normale Supérieure*, Marseille, 2. série, 1. tomo, p. 393-457, 1872.

CHOMSKY, Noam. *Syntactic Structures*. 2. ed. Berlim: Mouton de Gruyter, 2002.

DENZIN, Norman Kent; LINCOLN, Yvonna Sessions. *The Sage Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks: Sage Publications, 2005.

DUQUE, Paulo Henrique. A emergência do comportamento linguístico. *Revista Virtual de Estudos da Linguagem*, Porto Alegre, v.14, n.27, p. 151-172, 2016.

EDELMAN, Gerald; TONONI, Giulio. *A universe of consciousness: how matter becomes imagination*. New York: Basic Books, 2000.

FAUCONNIER, Gilles; TURNER, Mark. *The way we think: conceptual blending and the mind's hidden complexities*. New York: Basic Books, 2002.

GINZBURG, Carlo. Sinais: raízes de um paradigma indiciário. In: GINZBURG, Carlo. *Mitos, Emblemas e Sinais*. Tradução de Federico Carotti. São Paulo: Companhia das Letras, 1989.

HADZIBEGANOVIC, Tarik; CANNAS, Sergio A. Measuring and Modeling the Complexity of Polysynthetic Language Learning: a non-extensive neural network approach. *Glottology*, Berlin, v. 1, n. 1, p. 104-106, 2008.

HAITH, Marshall Myron. *Rules that Babies Look By: the organization of newborn visual activity*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1980.

LAKOFF, George. *Philosophy in the Flesh: the embodied mind and its challenge to western thought*. New York: Basic Books, 1999.

LARSEN-FREEMAN, Diane; CAMERON, Lynne. *Complex Systems and applied linguistics*. Oxford: Oxford University Press, 2008

LUO, Yuyan; BAILLARGEON, Renée. Can a Self-Propelled Box Have a Goal? *Psychological Science*, Thousand Oaks, v.16. n.8. p.601-608, 2008.

MAGEE, Bryan. *História da Filosofia*. São Paulo: Loyola, 1999.

MONTEMURRO, Marcelo. A generalization of the Zipf-Mandelbrot Law in Linguistics. In: GELL-MANN, Murray; TSALLIS, Constantino (ed.). *Nonextensive Entropy: Interdisciplinary Applications*. Oxford: Oxford University Press, 2004. p.347-356.

RZEVSKI, George. Self-Organization versus Control in Complex Social Systems. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPLEX SYSTEMS: CONTROL AND MODELLING PROBLEMS, 13., Samara, 2011. *Anais [...]*. Samara: Russian Academy of Sciences, 2011.

SAUSSURE, Ferdinand de. *Curso de linguística geral*. São Paulo: Cultrix, 2008.

SEIFE, Charles. *Decodificando o universo*. Rio de Janeiro: Editora Rocco, 2010.

SHAPIRO, Lawrence. *Embodied Cognition*. New York: Routledge Press, 2011.

SILVERMAN, David. *Doing qualitative research: a practical handbook*. London: Sage Publications, 2000.

WILSON, Margaret. Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, New York, v. 9, n. 4, p. 625-636, dez.2002.

ZWAAN, Rolf. Situation models: the mental leap into imagined worlds. *Current Directions in Psychological Science*, Washington, D.C., v.8. n.1. p.15-18. 2008.

ZWAAN, Rolf; FISCHER, Martin. Embodied language: a review of the role of the motor system in language comprehension. *Quarterly journal of experimental psychology*, United Kingdom, v. 61, n. 6, p. 1-26, 2008.

Referência para citação deste artigo

SILVA, Eduardo Alves da & SOARES, Braulio Batista. A integração conceptual como uma máquina de Carnot no processamento de informações com finalidade à comunicação. **Revista PHILIA | Filosofia, Literatura & Arte**, Porto Alegre, volume 3, número 2, p. 272 – 291, dezembro de 2021.