

A teoria dos sistemas sociais e os estudos sobre IA e algoritmos: uma proposta de mapeamento

Social systems theory, studies on AI and algorithms: a mapping proposal

Emerson R.C Palmieri* & Antônio Brasil Jr**

RESUMO: O objetivo desse texto é o de realizar um mapeamento de pesquisa de uma parte importante das produções acadêmicas sobre meios digitais, tendo como foco os estudos feitos sobre inteligência artificial e algoritmos que utilizam como base a teoria dos sistemas sociais de Niklas Luhmann. Esse exercício de mapeamento nos permite revelar as direções e tensões que esse assunto toma dentro da teoria, as problemáticas mais escolhidas para a análise os e conceitos mais trabalhados do arcabouço teórico luhmanniano. A partir desse mapeamento, forneceremos um estado da arte sobre o assunto, um quadro relativamente preciso do que a teoria dos sistemas tem realizado até o presente momento a respeito de estudos com algoritmos e IA.

PALAVRAS-CHAVE: inteligência artificial, teoria dos sistemas, Luhmann, algoritmos, meios digitais

ABSTRACT: The objective of this text is to map a significant portion of academic literature on digital media, focusing on studies on artificial intelligence and algorithms based on Niklas Luhmann's social systems theory. This mapping exercise allows us to reveal the directions and tensions this topic takes within theory, the issues most frequently chosen for analysis, and the most explored concepts within Luhmann's theoretical framework. Based on this mapping, we will provide a state-of-the-art overview of the subject, a relatively accurate picture of what systems theory has accomplished to date regarding studies about algorithms and AI.

KEYWORDS: artificial intelligence, systems theory, Luhmann, algorithms, digital media

INTRODUÇÃO

Ao longo de uma carreira acadêmica extremamente promissora, Niklas Luhmann escreveu de forma profícua sobre uma vasta gama de temas que permeavam a sociedade na segunda metade do século XX. Não obstante, Luhmann faleceu em 1998 e, por isso, não conseguiu escrever muito a respeito da internet e dos novos meios de comunicação digitais que estavam começando a se popularizar em meados dos anos 1990. Há alguns escritos bastante pertinentes do autor sobre o computador, algumas reflexões que certamente poderíamos usar para pensar fenômenos que permeiam o ambiente digital contemporâneo. Porém, trata-se de escritos curtos e, tratando-se de tecnologia, bastante datados. Por isso, não há considerações do autor sobre o fenômeno contemporâneo dos algoritmos e da inteligência artificial (IA) que a sociedade começou a experienciar de forma mais notável na segunda década do século XXI. Nesse sentido, as reflexões mais recentes sobre meios digitais e, mais recentemente, sobre inteligência artificial (IA) e algoritmos que buscam uma articulação com a teoria dos sistemas são realizadas por alunos, leitores, colegas e estudiosos de

* Universidade de São Paulo (USP), Brasil. emersonpalmieri93@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5406-9068>

** Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil. antoniobrasiljr@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8653-668X>

Luhmann, de modo que a produção acadêmica sobre o assunto se diversifica em direções diversas que não necessariamente mantêm um diálogo entre si. Considerando, igualmente, que Luhmann é um autor mundialmente conhecido e que obteve uma recepção global de seus escritos, a diversificação de estudos, autores, escolas, grupos e correntes da teoria dos sistemas sociais torna-se ainda maior e mais difícil de ser capturada de maneira simples. Os escritos de teoria dos sistemas sobre meios digitais, IA e algoritmos se difundem através do sistema científico global, criando um mosaico de produções que não necessariamente possuem uma unidade em comum. Tal como a sociedade moderna, trata-se de um cenário policêntrico da produção luhmanniana.

OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

Diante desse cenário de pluralização da produção teórico-sistêmica, são necessários esforços que busquem, de alguma maneira, construir um ordenamento de leitura, pesquisa e/ou interpretação de questões pesquisadas dentro da teoria dos sistemas. Dir-se-ia em linguagem luhmanniana: é necessário reduzir a complexidade do sistema, para que a observação de segunda ordem seja possibilitada. Este texto debruça-se sobre esta tarefa, tendo como objetivo principal realizar um mapeamento de pesquisa de uma parte importante das produções acadêmicas sobre meios digitais, tendo como foco os estudos feitos sobre inteligência artificial e algoritmos que utilizam como base a teoria dos sistemas sociais de Luhmann. Esse exercício de mapeamento nos permite revelar as direções e tensões que os assuntos tomam, as temáticas escolhidas e conceitos mais trabalhados do arcabouço teórico luhmanniano. A partir desse mapeamento, forneceremos um estado da arte sobre o assunto, um quadro relativamente preciso do que a teoria dos sistemas tem realizado até hoje a respeito de estudos com algoritmos e IA.

Colocamos também um objetivo secundário, que deriva do resultado desse mapeamento de pesquisa. Ele nos permite colocar e responder à seguinte questão: dentre as produções acadêmicas sobre teoria dos sistemas, algoritmos e IA, constitui-se alguma espécie de campo de debates ou disputa teórica? Ou enxergamos somente uma multiplicação das pesquisas sobre o assunto sem que haja um diálogo entre elas? Essa indagação é crucial para se averiguar o estado da arte da pesquisa. Pois não se trata somente de fazer uma lista exaustiva sobre o que está sendo escrito, mas de observar se essas produções mantêm um diálogo entre si ou, como diria Luhmann, uma prática de observação de segunda ordem. Referem-se umas às outras? Citam-se? Criticam-se? São elaboradas pensando em contribuições passadas? Dependendo do resultado a ser encontrado, o estado da arte da pesquisa acadêmica pode configurar-se de duas maneiras completamente diferentes: na primeira delas, podemos observar as produções gravitando em torno de um mesmo tema, conceito ou aspecto da teoria luhmanniana, de forma a se notar um constante diálogo entre esses escritos que culmina na materialização de posições teórico-epistemológicas específicas dentro de um campo de debate. Na segunda maneira, observamos o contrário: uma dispersão e fragmentação da pesquisa. Textos que, apesar de derivarem do mesmo autor ou mesmo conceito, não dialogam entre si e constroem seus próprios direcionamentos a partir de diálogos com pesquisas que se localizam ou fora da teoria dos sistemas ou fora do eixo temático dos algoritmos e IA.

METODOLOGIA

A metodologia selecionada para fazer o mapeamento da pesquisa divide-se em duas etapas. A primeira se refere à tentativa de identificação de um *corpus* sistêmico orientado ao tema das IAs, o que foi feito pelo recurso à busca de palavras-chave e/ou descritores específicos em algumas bases de indexação científica de prestígio e reconhecidas pelo sistema científico global: Web of Science, Scopus, SciELO, OpenAlex e, em menor parte, Google Acadêmico. A extração dos metadados e a sua manipulação a partir de certos programas e técnicas cientométricas (como redes de citação, por exemplo) permitiu identificar, logo de saída, quais são os recursos cognitivos mais acionados pelo conjunto de documentos, de um lado, e se está se formando (ou não) algum adensamento comunicativo (via práticas de citação) em torno de algum nome, conceito ou problema específico.

Após obtermos os resultados brutos da busca, foi feita a leitura do resumo dos artigos com o objetivo de obter um filtro mais preciso dos resultados e eliminar pesquisas que não tinham relação com teoria dos sistemas. Ficaram em nossa amostra 49 documentos relevantes, de acordo com os critérios aqui estabelecidos. Após isso, classificamos esses artigos em categorias temáticas separadas de acordo com os conceitos da teoria dos sistemas que esses artigos mais se referem em seus títulos, resumos e palavras-chave (contingência, comunicação, sistema do direito, sistema político, diferenciação, etc.), para mostrar os direcionamentos conceituais tomados pelas pesquisas. Por fim, fizemos um teste de cruzamento de referências para averiguar se esses textos encontrados mantêm um diálogo entre si ou se seguem direcionamentos próprios de pesquisa.

DISTANT READING: UMA EXPLORAÇÃO CIENTOMÉTRICA

A identificação de literatura científica relevante sobre as IAs produzida a partir do referencial da teoria dos sistemas sociais não foi uma tarefa trivial. Tal tarefa exigiu o recurso a múltiplas palavras-chave e diferentes bases indexadoras. Depois de algumas tentativas, o caminho mais promissor envolveu combinar pares de termos que conectassem aspectos relevantes do universo contemporâneo das IAs (“inteligência artificial”, “algoritmos”, “aprendizado de máquina”, “redes neurais”, “big data” etc.) com descritores do campo teórico que queremos selecionar (“Luhmann” ou “teoria de sistemas sociais”). Se, em busca realizada em outubro de 2024, os resultados apresentados pelo Google Scholar foram abrangentes demais, com a localização de 980 documentos¹, já as bases indexadoras de produção científica retornaram resultados consideravelmente mais enxutos: OpenAlex encontrou 101 documentos², a Scopus 52³, a Web of Science 36⁴ e a SciELO 14⁵. Após

¹ Em busca feita no software Publish or Perish, usou-se a seguinte string: “Niklas Luhmann” AND (“artificial intelligence” OR “deep learning” OR “machine learning” OR “algorithm” OR “neural networks” OR “big data” OR “artificial communication”).

² Em busca feita no portal online da OpenAlex, atualmente a base indexadora com a maior cobertura disponível, combinou-se a busca no texto completo do documento (“artificial intelligence” OR “artificial communication” OR “algorithm” OR “neural network” OR “machine learning” OR “deep learning”) com a presença dos seguintes termos no título ou resumo: “social systems theory” OR “social system theory” OR “social systems general theory” OR “Luhmannian” OR “Niklas Luhmann”.

a leitura dos resultados e a integração dos resultados em uma única base de dados, foram lidos os resumos de todos os documentos e, com esse filtro adicional, selecionamos 49 documentos para classificação qualitativa e leitura em profundidade, o que explicitaremos mais adiante.

A principal vantagem de se observar a produção científica por meio do recurso a bases indexadoras é que elas permitem o acesso aos seus metadados (Birkle et al., 2020; Scheidsteger & Haunschild, 2023), isto é, a informações estruturadas que tornam possível a análise conjunta de um volume expressivo de dados, graças às técnicas de “leitura distante”⁶ propiciadas pelos estudos cientométricos. A cientometria, especialização disciplinar voltada ao mapeamento da produção científica e à produção de instrumentos de mensuração de seu volume e impacto, já consolidou uma série de métodos que permitem observar as estruturas conectivas da ciência, em particular a análise de citação (Garfield, 2001). Em termos sistêmicos, a citação pode ser vista como uma forma altamente codificada de produção de enlaces comunicativos no interior do sistema científico. Instrumentos como a análise de citação permitem ver, por exemplo, que textos da teoria dos sistemas estão sendo mais acionados, de um lado, e quais são os(as) outros(as) autores(as) que estão sendo citados juntamente com Niklas Luhmann. Essas duas informações nos ajudam a ver, *à distância*, como determinado universo cognitivo distribui suas principais relações de citação e atualiza suas formas de auto-organização (Leydesdorff, 2021).

Dentre as várias bases de indexação científica consultadas, reuniremos aqui nesta seção os resultados encontrados na Web of Science (WoS), iniciativa que remonta ao Science Citation Index proposto por Eugene Garfield ainda nos anos de 1960, nome central na formação do campo dos chamados estudos cientométricos (Garfield, 1964, 1976), e na Scopus, ferramenta da Elsevier, atualmente a principal concorrente da WoS (Mongeon & Paul-Hus, 2016). Apesar de seus conhecidos vieses de cobertura em termos disciplinares e geopolíticos – trata-se de duas bases que indexam de modo mais consistente as áreas das *hard sciences* do que o conjunto das ciências humanas e sociais (Martín-Martín et al., 2020; Visser et al., 2021), além de possuírem forte concentração de suas coleções em revistas do Atlântico Norte (Lucio-Arias et al., 2015) –, há evidentes

³ Usou-se, na busca avançada feita no site da Scopus, a seguinte string: (TITLE-ABS-KEY (luhmann* OR "social systems theory") AND TITLE-ABS-KEY ("Artificial Intelligence" OR "Algorithm*" OR "Big Data" OR "Neural Networks" OR "Deep Learning" OR "Machine Learning" OR "Artificial Communication")).

⁴ Na Web of Science, foram feitas as mesmas combinações de termos usados na base Scopus.

⁵ No caso da SciELO, foi ensaiada a mesma estratégia usada na Scopus e na Web of Science; porém, não retornou nenhum resultado. Para contornar o problema, selecionamos todos os documentos que citassem algum texto de autoria de Niklas Luhmann e, no campo tópico, os termos selecionados ("Artificial Intelligence" Or "Algorithm*" Or "Big Data" Or "Neural Networks" Or "Deep Learning" Or "Machine Learning" Or "Artificial Communication"), incluindo suas variações em português e em inglês.

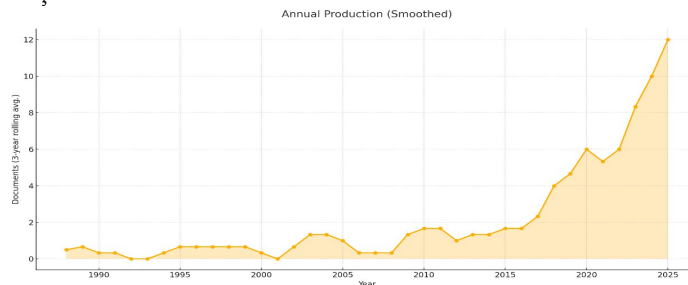
⁶ Para usar aqui de modo relativamente livre o programa metodológico desenvolvido a partir dos trabalhos de Franco Moretti (Moretti, 2013), especializado em estudos literários e precursor do campo das chamadas “humanidades digitais” (Gold & Klein, 2016). A ideia da “leitura distante” é trabalhar com um universo textual não somente por meio de uma “leitura cerrada” ou “em profundidade”, mas igualmente por meio de uma codificação que permita tratar em conjunto um volume expressivo de textos. Esse procedimento, ao criar, por exemplo, uma rede em que cada texto é representado por um nó e suas relações por arestas (de acordo com a notação usual da teoria de redes), permite observar estruturas emergentes que organizam as conexões entre diferentes documentos.

vantagens de se trabalhar com a WoS e com a Scopus. Em particular, estas bases nos oferecem uma perspectiva de observação dos circuitos comunicativos de maior prestígio e de maior visibilidade “internacional” no sistema científico, em virtude das estritas exigências de indexação de revistas no interior de sua coleção principal.

Se é possível entender o sistema científico como um sistema formado por eventos comunicativos se enlaçam recursivamente (Luhmann, 1996, 2016), a análise das citações constitui um aspecto central para a observação de sua dinâmica (Leydesdorff, 1998; Tahamtan & Bornmann, 2022). Afinal, a prática da citação é generalizada na ciência e conforma a dimensão mais codificada dos eventos comunicativos neste sistema. Cada ato de citação enlaça um documento a outro anterior, atualizando de modo recursivo as seleções que vão produzindo o conhecimento científico. Mesmo que o tema da “inteligência artificial” tenha explodido apenas recentemente como algo de interesse para a teoria dos sistemas sociais, os documentos que tratam do assunto no presente precisam indicar explicitamente os seus antecedentes e conectar-se ao acúmulo já existente de hipóteses e de observações já existente no sistema científico. Este processo conectivo contínuo, atualizado a cada novo documento que, ao ser publicado, cita a literatura antecedente, vai criando no mesmo passo estruturas comunicativas dotadas de notável organização e flexibilidade.

Aliás, o termo “explosão” não nos parece fortuito aqui, já que, desde outubro de 2024, quando fizemos a primeira extração de dados e começamos a leitura em profundidade do nosso *corpus*, a quantidade de documentos que atingem os nossos critérios de seleção não deixou de crescer. Em nova consulta à base de dados, feita em fins de junho de 2025, foram localizados 81 documentos na WoS ou na Scopus que atendiam aos nossos critérios de busca, sendo 10 deles publicados em 2025. Trata-se, portanto, de um universo em franca expansão e que exigirá, em breve, nova atualização da classificação e da leitura em profundidade do *corpus* aumentado – nesta pesquisa, a leitura cerrada dos textos ficará limitada aos 49 previamente localizados, em virtude da necessidade de tempo que seria necessário para a devida classificação e interpretação dos novos textos. Porém, para as explorações cientométricas aqui ensaiadas, e até mesmo enriquecer contextualmente a análise das relações de cocitação que apresentaremos a seguir, trabalharemos com os metadados destes 81 documentos, que se distribuem temporalmente de acordo com a Figura 1. A “explosão” fica nítida aí: apenas a partir de 2024 encontramos pelo menos 10 documentos publicados em um mesmo ano conectando teoria dos sistemas sociais e os fenômenos ligados às formas de inteligência artificial.

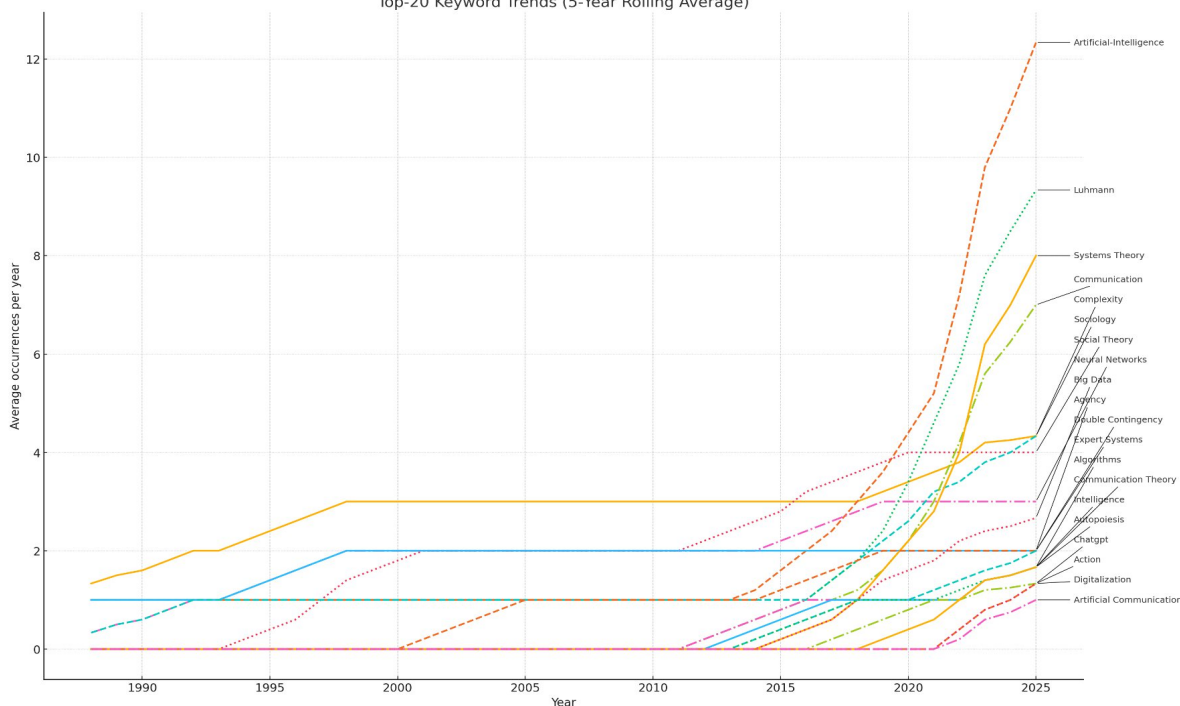
Figura 1: Produção anual de documentos sobre a temática de IA na teoria dos sistemas sociais.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Web of Science/Scopus.

Uma outra faceta da “explosão” pode ser localizada na forma como determinados termos, categorias ou conceitos são indexados pelos(as) autores(as) dos documentos selecionados, de acordo com a figura 2. Considerando todas as palavras-chave disponíveis nos metadados dos 81 documentos, observamos a seguinte distribuição temporal de termos, vistos de modo cumulativo (isto é, a curva descreve a soma das ocorrências dos termos ao longo dos anos, não se referindo à quantidade de indexação a cada ano). Para facilitar a leitura, foi feita uma suavização das curvas por meio do recurso às médias móveis. De longe, quatro termos se destacam pelo rápido crescimento em sua indexação: “inteligência artificial”, “Luhmann”, “teoria dos sistemas” e “comunicação” – o que sugere um nexo entre eles. A rigor, como veremos na seção destinada à classificação e leitura em profundidade do material, “comunicação” é, de longe, o aspecto mais tratado pelos trabalhos, o que certamente não é aleatório. Se, de um lado, “comunicação” é um conceito central na teoria geral dos sistemas proposta por Luhmann – trata-se da operação básica dos sistemas *propriamente sociais* –, por outro, grande parte do material analisado se volta justamente para os efeitos da inteligência artificial nas formas emergentes de comunicação digital e às condições de possibilidade da participação dos dispositivos em eventos comunicativos. Também chama a atenção a indexação de outros termos ligados à teoria de Luhmann, porém com menos vigor de crescimento nos anos recentes, como “dupla contingência” e “autopoiese”, e também o início de expansão do termo “comunicação artificial” que é um conceito que, no entendimento de Elena Esposito, seria mais produtivo, nos termos da teoria dos sistemas, que o de “inteligência artificial”.

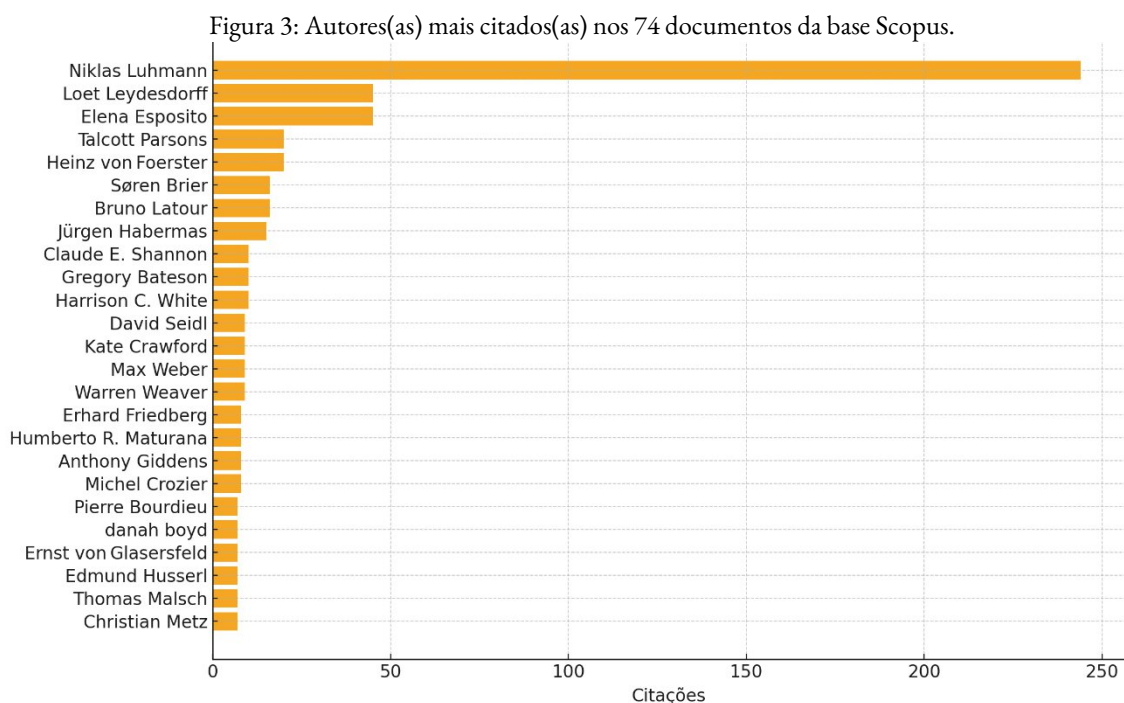
Figura 2: Distribuição anual cumulativa de palavras-cha-ve.
Top-20 Keyword Trends (5-Year Rolling Average)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Web of Science/Scopus.

A busca foi feita cruzando termos relativos aos temas e fenômenos associados à inteligência artificial e descritores típicos da teoria dos sistemas sociais proposta por Luhmann. Logo, naturalmente, ao se analisar quais são os nomes mais citados no universo de 81 documentos selecionados, seria esperado que o autor mais citado fosse Niklas Luhmann. No entanto, chama a atenção a desproporção entre as citações a Luhmann (244 citações) e aos dois outros nomes empatados em segundo lugar (ambos com 45 citações) – a socióloga italiana Elena Esposito, ex-aluna de Luhmann e autora de livros e artigos muito influentes no campo da teoria dos sistemas sociais, e o sociólogo holandês Loet Leydesdorff, muito conhecido pelo uso de modelos matemáticos na observação de sistemas sociais, em especial pelo modelo do “tríplice hélice” de inovação. Não por acaso, comentaremos alguns trabalhos destes dois autores mais adiante. Os demais nomes que se destacam se referem a nomes ligados à teoria dos sistemas e/ou cibernética (Parsons, von Foerster), teoria matemática da comunicação (Shannon, Weaver), à teorização de redes (Latour e H. White), teoria social contemporânea (Habermas, Giddens) e aos clássicos (Weber e Husserl), dentre outros. Seja como for, parece que, neste conjunto de documentos, os próprios textos de Luhmann se figuram como os recursos cognitivos mais acionados.

A rigor, esta análise foi feita com base nos 74 documentos recuperados na base Scopus, que, neste universo em particular, possui uma cobertura um pouco mais abrangente que a da Web of Science, que registrou somente 53 documentos. Fazer a integração dos dois bancos de dados para uma análise mais exaustiva das práticas de citação criaria uma série de problemas para a integração de metadados organizados de modo distinto e com formatação própria. A figura 3 traz a distribuição dos nomes mais citados nos 74 documentos identificados na base Scopus.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Scopus.

No que se refere especificamente aos textos de Niklas Luhmann citados por este conjunto de documentos, vemos que os recursos acionados se ligam sobretudo às obras de pretensão teórica mais geral, como *Sistemas sociais* (1984) e *A sociedade da sociedade* (1997), seguidos de livros que reúnem artigos de temática selecionada ou dedicados a âmbitos sistêmicos específicos (organizações, ciência, arte, direito, comunicações ecológicas etc.). Se, conforme os resultados até aqui encontrados, o foco primordial destes trabalhos parece residir na análise das formas, meios e condições de participação em eventos comunicativos transformados pelo processo de digitalização, parece natural esse foco nas obras de escopo generalista e universalista, e não em âmbitos funcionais específicos – no entanto, como veremos mais à frente, há uma quantidade razoável de artigos sobre o sistema do direito (com predomínio de autores brasileiros, aliás).

Tabela 1: Obras de Luhmann mais citadas nos documentos indexados na Scopus.

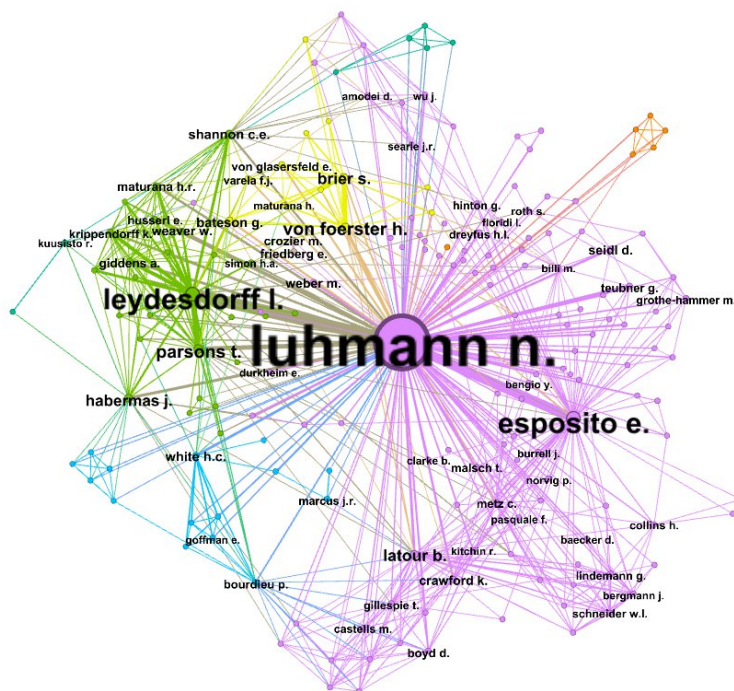
Título	Citações
Social Systems / Soziale Systeme (1984 / 1995)	46
Die Gesellschaft der Gesellschaft / Theory of Society (1997 / 2012)	26
Theories of Distinction (2002)	14
Essays on Self-Reference (1990)	10
Organization and Decision (2000 / 2018)	8
Introduction to Systems Theory (2002 / 2012)	6
Ecological Communication (1989)	6
Die Wissenschaft der Gesellschaft (1990 / 1992)	5
The Differentiation of Society (1982)	4
Trust and Power (1979 / 2017)	4
Technology, Environment and Social Risk (1990)	3
Art as a Social System (1995)	2
On the Scientific Context of the Concept of Communication (1996)	2
A Sociological Theory of Law (1985)	2
Funktionen und Folgen formaler Organisation (1964)	2

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Scopus.

Uma das vantagens de se trabalhar com metadados em formato estruturado é a possibilidade de, a partir de sua manipulação por meio de pacotes em linguagens de programação ou *softwares*, tornar possível a modelagem de diferentes tipos de redes, como, por exemplo, redes de citação de nomes citados pelos(as) autores(as) dos documentos. Uma rede de cocitação, ao enlaçar nomes que coocorrem na lista de referências bibliográficas dos artigos, permite a observação dos padrões conectivos que unem e separam os recursos cognitivos à disposição de uma determinada área do conhecimento. A rede a seguir foi modelada inicialmente no VOSViewer (Van Eck & Waltman, 2010), *software* de referência nos estudos cientométricos, e posteriormente editada no Gephi (Bastian et al., 2009), programa muito popular nas análises de rede. Ela contém os nomes que foram citados pelo menos 3 vezes no conjunto dos 74 documentos disponíveis na base Sco-

pus⁷, totalizando um universo de 201 nomes distintos, ligados entre si por meio de 3.381 conexões. Para facilitar a sua leitura, na imagem da figura 4, abaixo, só estão disponíveis os *labels* dos nomes que tenham sido citados pelo menos 5 vezes e as relações com o peso mínimo de 5 (isto é, as ligações estão visíveis quando dois nomes estão presentes conjuntamente pelo menos 5 vezes nas listas bibliográficas dispostas ao final dos artigos). O algoritmo usado no *layout* da rede (a distribuição espacial dos seus elementos) foi o ForceAtlas 2 (Jacomy et al., 2014), que simula um campo gravitacional, e os diferentes *clusters* localizados (as comunidades de elementos de mesma cor) foram calculados pelo algoritmo de Louvain (Blondel et al., 2008). Niklas Luhmann, por ser o nome mais citado, localiza-se ao centro da rede, conectando-se preferencialmente com os demais nomes do *cluster* lilás, onde também se encontra Elena Esposito, o segundo nome mais citado, e também outros nomes do campo sistêmico, como Dirk Baecker, Gunther Teubner e Bruce/Bruno Clarke. Outro *cluster* de interesse é o que gravita em torno de Loet Leydesdorff, que enlaça teorias sociais que incorporam e/ou criticam a abordagem sistêmica (como Talcott Parsons, Jürgen Habermas e Anthony Giddens), de um lado, e nomes que foram importantes para a teoria do sentido, da redundância e da informação proposta por ele (como Edmund Husserl e Claude Shannon). Mediando os *clusters* lilás e verde, há dois outros agrupamentos relevantes: um que conecta os autores do campo da cibernética (em amarelo) e outro que reúne autores da sociologia, como Harrison White, Erving Goffman e Pierre Bourdieu.

Figura 4: Rede de cocitação entre autores citados nos 74 documentos da Scopus: Rede modelada no VOSViewer e no Gephi



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da Scopus.

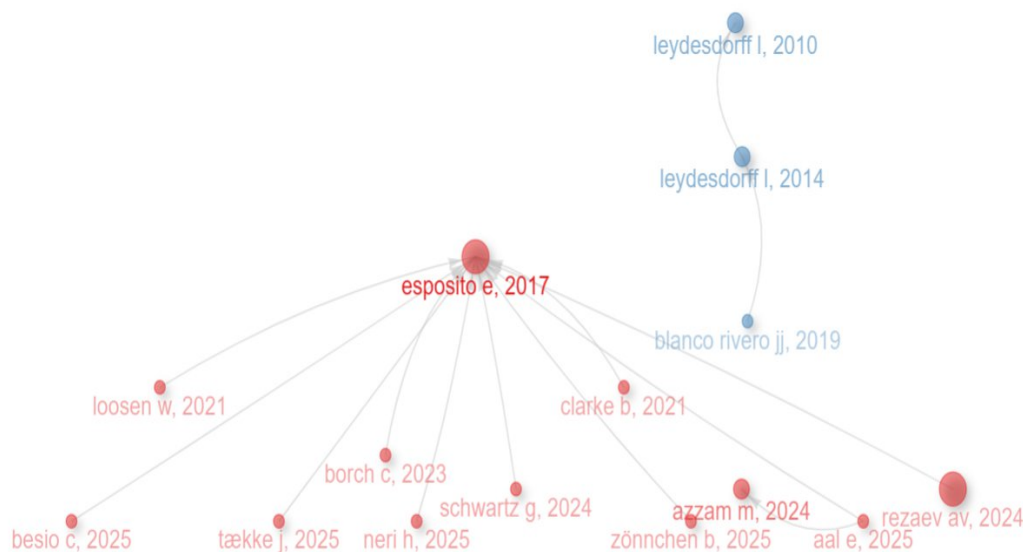
⁷ Optou-se aqui pelos dados da base Scopus pelo mesmo motivo já enunciado na nota anterior.

Antes de seguirmos para a próxima seção, vale a pena ainda se indagar: o conjunto de documentos que selecionamos revelam processo já em curso de citação e referência mútuas nos estudos sobre inteligência artificial, na perspectiva da teoria dos sistemas? Seria possível observar algo nesta direção, a despeito da notável concentração temporal dos textos nos últimos cinco anos? Dito de outro modo: está se formando um conjunto convergente de problemas, perspectivas e perguntas ou, pelo contrário, ainda há uma miríade de possibilidades indiferentes umas às outras?

Usando-se o pacote Bibliometrix (Aria & Cuccurullo, 2017), feito para a linguagem de programação R, modelamos uma rede de citação direta orientada historicamente [*historiograph*] (quanto mais localizado acima, na rede, mais antigo é o documento e, vice-versa, quanto mais localizado abaixo, mais recente, formando um *continuum* temporal). As conexões são formadas se um documento cita o outro no conjunto formado pelos 74 artigos localizados na base Scopus – e, como a citação é direcionada, as setas representam o sentido da direção.

Apenas dois conjuntos de documentos interligados puderam ser observados, e os dois sem conexão mútua. Um deles, menor, enlaça três documentos em *path graph*, sendo dois de autoria de Loet Leydesdorff. O outro, que reúne 12 documentos, possui uma estrutura em forma de “estrela” [*star graph*] revelando um foco de interesse praticamente exclusivo em torno do artigo de 2017 de Elena Esposito, em que ela discutiu pela primeira de modo mais sistemático o conceito de “comunicação artificial”. Todos os documentos do agrupamento vermelho citam o texto de Esposito, revelando que provavelmente algum nível de adensamento comunicativo está surgindo aí.

Figura 5: *Historiograph* de citações diretas entre os 74 documentos da Scopus: Rede modelada no Bibliometrix.



Fonte: Scopus.

De todo modo, chama a atenção que os circuitos comunicativos formados em torno das obras de Elena Esposito e de Loet Leydesdorff, respectivamente, não tenham conhecido interação mútua relevante até aqui. Como sugeriremos nas considerações finais, talvez os estudos sobre

inteligência artificial em âmbito sistêmico se beneficiem da irritação mútua entre estes dois aportes, um mais voltado às transformações trazidas pela digitalização da comunicação e às especificidades da comunicação artificial – como é o caso de Esposito –, e outro que, ao abrir a teoria dos sistemas à modelagem matemática e ao manejo empírico de grandes volumes de dados – como é o caso de Leydesdorff –, permite uma outra forma de conexão entre teoria sistêmica e pesquisa empírica feita com recursos computacionais (recursos de IAs incluídos).

CLOSE READING: UMA PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO

Após reunir o resultado das pesquisas nas bases de dados, foi feita a leitura dos resumos dos artigos. Aqui, o trabalho divide-se novamente em 2 partes.

FILTRAGEM DOS TEXTOS (I)

O método empregado nessa etapa foi o de acessar a seção de resumo dos artigos encontrados nos resultados das buscas e procurar, nos textos desses resumos, se contavam com pelo menos 1 palavra-chave relacionada ao tema tratado (“inteligência artificial”, “machine learning” ou “algoritmos”) e 1 palavra-chave relacionada à teoria dos sistemas sociais (“Luhmann”, “luhmanniano”, “teoria dos sistemas” ou “sistemas sociais”). Esta etapa teve o importante propósito de fornecer um filtro mais preciso dos resultados das pesquisas. Mesmo tendo utilizado palavras-chave a fim de reduzir os resultados somente a textos relacionados à teoria dos sistemas sociais, as ferramentas de busca não são perfeitas. Muitos textos que não são oriundos desse paradigma teórico entraram, inicialmente, na cesta inicial dos resultados. Em muitas situações, nem sempre as duas categorias de palavras-chave mencionadas estavam presentes nos resumos. Isso significa que, na etapa anterior da pesquisa, foram identificados textos que tratam somente de teoria dos sistemas sociais, mas sem falar do assunto de IA e algoritmos e, de modo inverso, foram selecionados textos que tratam do tema de IA e algoritmos, mas sem travar um diálogo com a teoria dos sistemas sociais. A leitura dos resumos, tendo em vista essas duas categorias de palavras-chave, eliminou esses resultados parciais.

BUSCA POR CONCEITOS DA OBRA DE LUHMANN (II)

Além da procura por palavras-chave, foi feita a análise mais hermenêutica do texto dos resumos. Uma vantagem inicial dessa etapa reside na possibilidade de encontrar, na cesta dos resultados, possíveis textos que trabalhavam com a teoria dos sistemas sociais e a questão dos algoritmos e IAs mas que, por motivos de complexidade da linguagem, não utilizavam as palavras-chave selecionadas na etapa anterior. No entanto, na busca que fizemos, não nos deparamos com casos desse tipo. Porém, a importância mais central dessa etapa residiu no esforço de encontrar, no texto dos resumos, os conceitos centrais da obra de Luhmann que estão sendo mobilizados nos artigos (tais como comunicação, diferenciação, contingência, subsistemas específicos, etc). Vale ressaltar aqui,

no entanto, a característica circular dos conceitos luhmannianos: é bastante difícil que a reflexão sobre um conceito não remeta a outros conceitos. Um texto que fale de comunicação, por exemplo, muito provavelmente irá abordar o conceito de contingência. No entanto, por motivos de redução de complexidade, procuramos alocar cada texto a somente um conceito central da obra de Luhmann. Para isso, averiguamos quais das categorias conceituais eram destacadas no resumo e, no caso de múltiplos destaques, averiguar qual delas detinha mais peso para o argumento do texto.

Uma inevitável limitação que se coloca nessa etapa é a contingência da própria interpretação dos resumos. Seguimos Luhmann em afirmar que toda observação se apoia em pontos cegos. Nos colocamos, portanto, não como sujeitos externos ao nosso objeto de pesquisa, mas como observadores sociais que constroem uma determinada verdade científica a partir de critérios que são válidos, porém, não necessárias. As distinções que utilizamos para classificar este ou aquele artigo são inevitavelmente contingentes. No entanto, isso não reduz o valor de nosso trabalho. Antes, a contingência estabelece os limites da nossa pesquisa, revelando o alcance da observação para que se construa uma determinada verdade científica. A pesquisa abre caminhos para que trabalhos futuros com o mesmo propósito, feito por outros autores, adaptem suas metodologias tendo em vista os potenciais e as limitações deste texto e possam construir outras observações científicas do objeto em questão. Para leitores diferentes, é possível que outros conceitos de Luhmann viessem a ser destacados, ou que outro modo de organização dos conceitos fosse elaborado.

Tabela 2: Conceitos luhmannianos mais utilizados nos textos

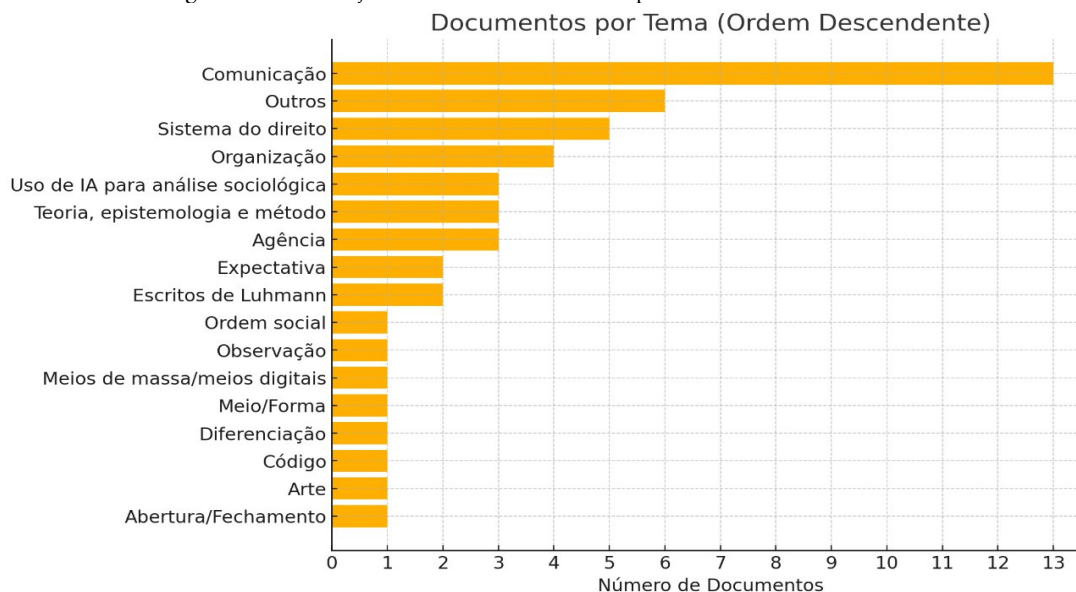
Categoria	Autor(es)	Título do texto	Observação
Comunicação	Alberto Giustiniano	From cognition to communication. epistemology of algorithms according to systems theory	Referência ao texto de Esposito
Comunicação	Bernard Keenan; Kacper Sokol	Mind the Gap! Bridging Explainable Artificial Intelligence and Human Understanding with Luhmann's Functional Theory of Communication	
Comunicação	Bruce Clark	How Can Algorithms Participate in Communication?	Referência à entrevista de Elena Esposito
Comunicação	Edmundo Pires	On the Heuristic Value of Luhmann's Systems Theory	Referência ao texto de Elena Esposito
Comunicação	Eduardo Alastuey	La sociedad de la información. Tecnología, cultura y sociedad	
Comunicação	Elena Esposito	Artificial Communication? The Production of Contingency by Algorithms	
Comunicação	Elena Esposito; Katrin Sold;	Systems theory and algorithmic	

	Bénédicte Zimmerman	futures: interview with Elena Esposito	
Comunicação	Elena Esposito	Does Explainability Require Transparency?	
Comunicação	Florian Muhle	"Are You Human?": A Plea for a Communication-Theoretical Approach to Interpretive Research at the Borders of the Social	
Comunicação	Loet Leydesdorff	The Communication of Meaning and the Structuration of Expectations: Giddens' Structuration Theory and Luhmann's Self-Organization	
Comunicação	Loet Leydesdorff	Mutual Redundancies in Interhuman Communication Systems: Steps Toward a Calculus of Processing Meaning	
Comunicação	Loet Leydesdorff	Social Order: Continuously Reconstructed in Terms of Expectations	Referência à entrevista de Elena Esposito
Comunicação	Michael Straeubig	The Communications Problem	
Escritos de Luhmann	Achille Ardigò	Artificial intelligence: A contribution to systems theories of sociology	
Escritos de Luhmann	Elena Esposito	Luhmann, on Algorithms, in 1966.	
Meio/Forma	Hanns Holger Rutz	Agency and Algorithms	
Expectativa	Germano Schwartz; Renata Almeida da Costa	Algonormative expectations	
Expectativa	Gisele Simões; Milan Radosavljevic; James Johnston	The impact of artificial intelligence in society through the lens of Luhmann's social systems theory: a systematic review	
Observação	Arun Teja Polcumpally	Artificial intelligence and global power structure: understanding through Luhmann's systems theory	
Código	Antonio Luz Costa	Like/dislike como metacódigo moral e acelerador social	
Diferenciação	Jesper Tække	Algorithmic Differentiation of Society—a Luhmann perspective on the societal impact of digital media	
Sistema do direito	Felipe Barcarollo	Inteligência Artificial e a Gramática Ético-Jurídica da Sociedade (Pós)-Humana	
Sistema do direito	Francesco Contini	Artificial Intelligence and the	

		Transformation of Humans, Law and Technology Interactions in Judicial Proceedings
Sistema do direito	Jaqueline da Silva Paulichi; Valeria Galdino Cardin; Juvêncio Borges Silva	O sistema jurídico na teoria sistêmica e a regulamentação das big techs
Sistema do direito	Leonel Severo Rocha; Adriano Tacca	Inteligência artificial: reflexos no sistema do direito
Sistema do direito	Luisa Hedler	Algorithms, Efficiency and the Two Faces of Courts – A Case Study of the Brazilian Superior Court of Justice (STJ)
Agência	Christian Borsch	Machine Learning and Postcolonial Critique: Homologous Challenges to Sociological Notions of Human Agency
Agência	Loet Leydesdorff	The production of probabilistic entropy in structure action contingency relations
Agência	Marta Lenartowicz; David Weinbaum; Petter Braathen	The Individuation of Social Systems: A Cognitive Framework
Organização	Albrecht and Lübcke	Communicational patterns as basis of organizational structures
Organização	Emi Makino	Appreciative Inquiry summits and organizational knowledge creation: A social systems perspective
Organização	Mark Azzam; Rasmus Beckmann	How AI Helps to Increase Organizations' Capacity to Manage Complexity – A Research Perspective and Solution Approach Bridging Different Disciplines
Organização	Steffen Roth; Peter Schwede; Vladislav Valentinov; Miguel Pérez-Valls; Jari Kaivo-Oja	Harnessing big data for a multifunctional theory of the firm
Abertura/Fechamento	Steffen Roth	The open theory and its enemy: Implicit moralisation as epistemological obstacle for general systems theory
Meios de massa/meios digitais	Laura Gemini; Giovanni Artieri	Mass media and the web in the light of Luhmann's media system
Ordem social	Petter Dittrich; Thomas Kron; Wolfgang Banzhaf	On the scalability of social order: Modeling the problem of double

		and multi contingency following Luhmann	
Teoria, epistemologia e método	Gastón Becerra	Interpelaciones entre el Big data y la Teoría de los sistemas sociales. Pro- puestas para un programa de inves- tigación	
Teoria, epistemologia e método	José Javier Blanco	The fractal geometry of Luhmann's sociological theory or debugging systems theory	
Teoria, epistemologia e método	Wiebcke Loosen; Armin Scholl	The Epistemological Dimension of Algorithms	Referência à en- trevista de Esposito
Uso de IA para análise so- ciológica	Jurgen Kluver	Sociological Discourses in Virtual Reality: A Hybrid System for the Reconstruction and Comparison of Sociological Theories	
Uso de IA para análise so- ciológica	Yulia Lukashina	Пространственно-Временные Характеристики Политических Систем (Spatial and Temporal Characteristics of Political Systems)	
Uso de IA para análise so- ciológica	Loet Leydesdorff	Anticipation and the Non-linear Dynamics of Meaning-Processing in Social Systems	
Arte	Michael O'Connel	Art as 'artificial stupidity'	
Outros	Egor Falev	The Concept of Artificial Intelli- gence and its Prospects from the Perspective of the Living Ethics' Philosophy	
Outros	Milton Aragón	El imaginario tecnocientífico. No- tas para su estudio	
Outros	Peter Kahre	På AI-teknikens axlar: Om kun- skapssociologin och stark artificiell intelligens	
Outros	Peter Kahre	Distributed artificial intelligence, diversity and information literacy	
Outros	Thomas Olesen	The Politics of Whistleblowing in Digitalized Societies	
Outros	Tom Scholte; Ben Sweeting	Possibilities for a critical cybernetics	

Figura 6: Distribuição dos temas identificados por número de documentos.



Fonte: Elaboração própria dos autores.

Na figura 6, acima, é possível observar a distribuição dos temas por quantidade de artigos localizados. Porém, são necessários alguns esclarecimentos adicionais. Em primeiro lugar, nota-se que o conceito de “agência” não é tão central no vocabulário luhmanniano. Porém, decidimos inseri-lo na tabela de forma separada, ao invés de colocá-lo na seção “Outros”, por conta de sua aparição recorrente em alguns resumos dos artigos pesquisados. Além disso, há a presença de outras três categorias que não são propriamente conceitos do autor: “Uso de IA para análise sociológica”; “Teoria, epistemologia e método” e “Escritos de Luhmann”. No entanto, elas se relacionam com a teoria luhmanniana de maneira não específica, isto é, não ligada a um conceito em particular. A primeira, porque utiliza a IA como ferramenta metodológica para fazer análises e interpretações de textos de Luhmann; a segunda, porque envolve textos que dialogam com a teoria luhmanniana de uma maneira geral; e a terceira por se tratar de escritos do próprio Luhmann. Nesse sentido, consideramos relevante a inserção dessas três categorias na tabela de classificação.

Em segundo lugar, um esclarecimento sobre os textos com observações. Ao colocá-los indicando que fazem referência a um dos textos de Elena Esposito, quisemos afirmar que essa referência se encontra mais explicitamente ou no título ou no próprio texto do resumo. Não se trata, portanto, de indicar que o texto principal do artigo dialoga com Esposito, mas somente salientar a referência aos textos da autora no próprio resumo. Seja como for, como vimos, é em torno da obra da socióloga italiana que talvez esteja se formado o núcleo mais denso de discussão sobre as IAs em âmbito sistêmico.

Partindo para a análise dos resultados, podemos observar uma dispersão da pesquisa com IA e algoritmos na teoria dos sistemas. O conceito de “comunicação” é o mais destacado nos artigos. Alguns outros conceitos, como “sistema do direito” e “organização”, formam pequenos clusters de pesquisa, e os demais conceitos aparecem poucas vezes. A dispersão se faz notar tam-

bém a partir dos autores: somente 4 nomes aparecem mais de uma vez: Steffen Roth, Elena Esposito, Loet Leydesdorff e Peter Kahre. Não temos espaço nesse artigo para fazer considerações detalhadas sobre cada um desses autores. Porém, consideramos necessário inserir uma breve explicação sobre os trabalhos de Esposito e de Leydesdorff, que, além de tudo, foram os dois mais citados no conjunto de documentos recuperados na base Scopus.

Há uma atenção concentrada nos trabalhos de Elena Esposito, demonstrada na quantidade de textos que os referenciam no próprio resumo ou título. O destaque do conceito de “comunicação” se dá, em grande parte, por essas referências, que evidenciam a popularidade de seus escritos. Nesses textos, Esposito (2017) possui como tema central a proposta de construção do conceito de “comunicação artificial” como alternativa à noção de “inteligência artificial”⁸. A autora argumenta que as ferramentas de IA, na medida em que não pensam igual humanos, são inadequadamente descritas pelo nome “inteligência artificial”. Seu mecanismo de funcionamento se baseia no processamento da contingência (isto é, dos produtos de comunicação) de milhões de dados digitais de usuários e no uso desses produtos para gerar respostas a questões, *prompts*, *inputs* e comandos de diversas naturezas (seja um movimento em um jogo, um *chatbot*, um desenho de imagem, etc). Uma vez que o funcionamento das IAs se baseia nesse processamento da contingência, e não em um exercício de pensamento, Esposito argumenta que elas são produtoras de nada mais do que uma comunicação artificial, e não de uma inteligência artificial. A prática da comunicação, argumenta, requer um certo grau de imprevisibilidade, de contingência por parte de um interlocutor. Requer que ele não dê uma resposta óbvia a um comando. Uma calculadora, por exemplo, não é um agente comunicante, porque segue simplesmente os comandos dos botões pressionados. A IA com seus algoritmos, por outro lado, não faz isso, da mesma forma que seres humanos também não o fazem. Não possuem respostas padronizadas. Ambos contam com um elemento de imprevisibilidade na comunicação, na medida em que ao falar com um humano ou uma IA, não sabemos o que eles irão responder. Em termos luhmannianos, dir-se-ia que humanos e IA, diferentemente de objetos inanimados, processam sentido. Humanos, através da inteligência, e a IA através de combinações probabilísticas.

Já Loet Leydesdorff, por sua vez, permite que a conexão entre teoria dos sistemas e IAs opere em outro registro, não apenas teórico, mas também metodológico. Durante pelo menos três décadas, o autor procurou traduzir os conceitos sistêmicos de comunicação, auto-organização e entropia em equações matemáticas e em modelos algorítmicos, destinados a abrir a teoria à observação empírica controlada de grandes volumes de dados – Leydesdorff é um autor de referência tanto no campo da cientometria (análise quantitativa e baseada em evidências do sistema científico) quanto nos estudos sobre inovação e sinergia (ele foi o proponente do modelo da “Tripla Hélice”). Os textos do sociólogo holandês que localizamos em nosso levantamento são, na média, anteriores ao conjunto do *corpus* de documentos – distribuem-se entre 1995 e 2021 (o último

⁸ Como se nota também no título de um de seus trabalhos, há a presença do conceito de “contingência”, bastante mobilizado pela autora para dar suporte à ideia de comunicação artificial. Os demais trabalhos que a referenciam como objeto, porém, não colocam o conceito de “contingência” de maneira central, focando-se mais propriamente na comunicação.

texto faz parte de um debate em torno da obra de Esposito realizada em *Constructivist Foundations*). Como ele mesmo coloca, o foco de seu trabalho é construir uma agenda de longo prazo que permita criar mensurações, modelagens e simulações a partir da observação dos códigos comunicativos que emergem reflexivamente na evolução dos diferentes sistemas funcionais (em especial na ciência, que é foco preferencial do seu trabalho), códigos estes que reconstroem permanentemente as estruturas de expectativa e os horizontes de sentido que orientam a auto-organização sistêmica.

Nesta dinâmica temporal, sugere Leydesdorff, é preciso não só lidar com as variações que fazem a entropia aumentar (o que é passível de mensuração por meio do conceito de informação como entropia probabilística, nos termos de Shannon, isto é, do potencial de surpresa e de incerteza que cada novo evento comunicativo introduz no sistema), mas também com os filtros seletivos que, ancorados nos códigos generalizados simbolicamente, descartam a maior parte das possibilidades e, com isso, diminuem a entropia efetiva do sistema. Um exemplo clássico deste processo é a submissão de um manuscrito a uma revista científica (uma oferta comunicativa com potencial de surpresa e variação). Uma série de enlaces comunicativos (avaliação editorial, de pares, revisão textual etc.) decidirá, ao final do processo, se aquela proposta de variação deve ser considerada ou descartada. Logo, grande parte do trabalho de Leydesdorff envolveu a possibilidade de se mensurar não só o grau de entropia, mas também o nível de redundância (já que a imensa maioria das possibilidades disponíveis ao sistema não é atualizada), que, segundo ele, é uma forma de observar como o sentido socialmente produzido (re)estabiliza as expectativas mesmo diante da produção incessante de variações. Além do “cálculo da redundância”, que, segundo o autor, possibilita mensurar a produção de sentido (observar aquilo que é “intangível”), Leydesdorff também procurou incorporar as propostas de Robert Rosen sobre “sistemas antecipatórios”, isto é, sistemas que controlam o seu estado atual a partir de imagens futuras de si mesmo, gerando não só recursividade, mas igualmente operações incursivas ou mesmo “hiper-incursivas”, que invertem a flecha do tempo e permitem o manejo estruturado (porém flexível) de dinâmicas temporais aceleradas e de eventos comunicativos orientados ao futuro.

Para que estas propostas sejam exequíveis, Leydesdorff formulou diferentes ferramentas metodológicas. Equações logísticas modificadas, redes bayesianas e simulações multiagente, para citar alguns exemplos, prefiguram técnicas atuais de IA, mostrando como algoritmos podem operacionalizar hipóteses sistêmicas. Assim, mesmo antes da popularização das IAs generativas, o autor já oferecia um *kit* de ferramentas que torna empiricamente tratáveis – com ajuda de computação intensiva – problemas clássicos da teoria de sistemas: mensurar sentido, modelar auto-organização e explorar sinergias em volumes de dados massivos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A explosão do interesse da pesquisa científica sobre as condições de possibilidade, efeitos e impactos das novas formas de inteligência artificial e do uso intensivo de algoritmos no mundo social é inegável, fazendo-se sentir, como seria de se esperar, também no universo da pesquisa sistêmica

contemporânea. Este artigo se propôs como um primeiro esforço de mapeamento da produção acadêmica de orientação sistêmica sobre este fenômeno emergente, articulando uma exploração cientométrica dos metadados extraídos de bases indexadoras a uma tentativa de classificação própria e sensível à arquitetura teórica legada por Niklas Luhmann. Identificou-se que, no interior do universo de referências sistêmicas, os textos do próprio Luhmann são os mais citados, seguidos, de longe, pelos textos de Elena Esposito e Loet Leydesdorff, em torno dos quais formou-se algum adensamento comunicativo relevante, porém mutuamente indiferente.

Retomamos aqui as questões colocadas no objetivo secundário do artigo. Indagamo-nos se haveria um campo de debates e de diálogo teórico mais ou menos bem estabelecido dentre os textos pesquisados, ou se a pesquisa estaria se fragmentando em direções diversas. Notamos que se formam tendências para ambos os cenários, embora haja uma inclinação significativa para um cenário de fragmentação da pesquisa. Se, por um lado, há esse adensamento comunicativo em Esposito e Leydesdorff, é preciso reconhecer que ele possui uma densidade significativamente menor em relação ao adensamento comunicativo que se forma ao redor de Luhmann, indicando que a maioria dos autores persegue seus próprios caminhos na pesquisa sobre IA e teoria dos sistemas. Dito de outra maneira, para os pesquisadores luhmannianos, Leydesdorff e Esposito são nomes de destaque em trabalhos sobre IA e sistemas sociais, mas não são tomados como referências necessárias de pesquisa da mesma forma que Luhmann o é.

Não há como respondermos de forma categórica os motivos que estão por trás dessa tendência de fragmentação da pesquisa, podemos somente discutir causas que seriam mais plausíveis. Uma primeira possibilidade que se coloca nesse sentido é a “competição” com autores externos ao paradigma sistêmico. Como mostrou a Figura 3, muitos outros autores de fora da teoria dos sistemas, mas com grande peso em outros paradigmas teóricos (por ex, Bruno Latour) são citados com frequência na pesquisa, sugerindo que muitos pesquisadores possam estar tentando construir mais diálogos inter-teóricos do que intra-teóricos. Uma segunda causa possível residiria na vastidão do campo de possibilidades de pesquisa. O fato de Esposito e Leydesdorff terem formado duas redes de adensamento independentes sugere que a teoria dos sistemas é ampla o suficiente para que uma gama variada de questões possa ser explorada sem que necessariamente elas tenham que criar referências mútuas. Veja-se, por exemplo, que muitos dos resultados encontrados na pesquisa discutiam primariamente a IA no sistema do direito. É possível que trabalhos futuros que estudem a IA nos sistemas da ciência ou da arte, por exemplo, não se refiram a esses do direito.

Vale ressaltar, por fim, que sugerimos fortemente aos pesquisadores sistêmicos que repitam essa pesquisa de meta-análise nos próximos anos. Como mostramos na Figura 1, o tema de IA e algoritmos sofreu uma explosão no meio acadêmico, de modo que, inevitavelmente, muitos artigos recém-publicados ficaram de fora de nossa análise. Este artigo, embora muito útil para fornecer um estado da arte atual da pesquisa, conta uma data de validade que é breve. Estamos tratando de um assunto que ganhou uma relevância social relativamente recente, então é necessário acompanhar por mais alguns anos o quanto o tema de IA continuará a ser discutido de forma profunda na academia. Pode ser que em pesquisas futuras a tendência observada de fragmen-

tação do campo sofra uma reversão, que se intensifique, que os *clusters* ao redor de Esposito e Leydesdorff se adensem mais, ou até mesmo que outros *clusters* sejam formados.

REFERENCIAS

- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Bastian, M., Heymann, S., & Jacomy, M. (2009). Gephi: An Open Source Software for Exploring and Manipulating Networks. *Third International ICWSM Conference*, 361–362.
- Birkle, C., Pendlebury, D. A., Schnell, J., & Adams, J. (2020). Web of Science as a data source for research on scientific and scholarly activity. *Quantitative Science Studies*, 1(1), 363–376. https://doi.org/10.1162/qss_a_00018
- Blondel, V. D., Guillaume, J.-L., Lambiotte, R., & Lefebvre, E. (2008). Fast unfolding of communities in large networks. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2008(10), P10008. <https://doi.org/10.1088/1742-5468/2008/10/P10008>
- Esposito, E. (2017). Artificial Communication? The Production of Contingency by Algorithms. *Zeitschrift Für Soziologie*, 46(4), 249–265. <https://doi.org/10.1515/zfsoz-2017-1014>
- Garfield, E. (1964). “Science Citation Index”—A New Dimension in Indexing. *Science*, 144(3619), 649–654. <https://doi.org/10.1126/science.144.3619.649>
- Garfield, E. (1976). Significant journals of science. *Nature*, 264(5587), Artigo 5587. <https://doi.org/10.1038/264609a0>
- Garfield, E. (2001). From bibliographic coupling to co-citation analysis via algorithmic historio-bibliography. A citationist’s tribute to Belver C. Griffith, Drexel University, Philadelphia, PA.
- Gold, M. K., & Klein, L. F. (2016). *Debates in the Digital Humanities 2016*. U of Minnesota Press.
- Jacomy, M., Venturini, T., Heymann, S., & Bastian, M. (2014). ForceAtlas2, a Continuous Graph Layout Algorithm for Handy Network Visualization Designed for the Gephi Software. *PLOS ONE*, 9(6), e98679. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098679>
- Leydesdorff, L. (1998). Theories of citation? *Scientometrics*, 43(1), 5–25. <https://doi.org/10.1007/BF02458391>
- Leydesdorff, L. (2021). *The Evolutionary Dynamics of Discursive Knowledge: Communication-Theoretical Perspectives on an Empirical Philosophy of Science* (1st ed. 2021 edição). Springer.
- Lucio-Arias, D., Velez Cuartas, G., & Leydesdorff, L. (2015, junho 29). *SciELO Citation Index and Web of Science: Distinctions in the Visibility of Regional*.
- Luhmann, N. (1996). *La ciencia de la sociedad*. Univ. Iberoamericana.
- Luhmann, N. (2016). *Sistemas sociais: Esboço de uma teoria geral*. Editora Vozes.
- Martín-Martín, A., Thelwall, M., Orduna-Malea, E., & Delgado López-Cózar, E. (2020). Google Scholar, Microsoft Academic, Scopus, Dimensions, Web of Science, and OpenCitations’ COCI: a multidisciplinary comparison of coverage via citations. *Scientometrics*. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03690-4>
- Mongeon, P., & Paul-Hus, A. (2016). The journal coverage of Web of Science and Scopus: A comparative analysis. *Scientometrics*, 106(1), 213–228. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1765-5>
- Moretti, F. (2013). *Distant Reading* (1a Edição). Verso.
- Scheidtger, T., & Haunschild, R. (2023). Which of the metadata with relevance for bibliometrics are the same and which are different when switching from Microsoft Academic Graph to OpenAlex? *El Profesional de la información*. <https://doi.org/10.3145/epi.2023.mar.09>

- Tahamtan, I., & Bornmann, L. (2022). The Social Systems Citation Theory (SSCT): A proposal to use the social systems theory for conceptualizing publications and their citations links. *El Profesional de La Información*, 31(4), 13.
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Visser, M., van Eck, N. J., & Waltman, L. (2021). Large-scale comparison of bibliographic data sources: Scopus, Web of Science, Dimensions, Crossref, and Microsoft Academic. *Quantitative Science Studies*, 2(1), 20–41. https://doi.org/10.1162/qss_a_00112