

Interdisciplinarity and fuzzy logic

A interdisciplinaridade e a lógica difusa

Maria Cristina de Oliveira Cardoso

Programa de Pós-graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia,
Universidade Federal do Rio de Janeiro

mcristinaocardoso@gmail.com

Recebido: 4/12/2019 Aceito: 8/12/2019 Publicado: 12/12/2019

Abstract. *In the daily routine of students and teachers of an Interdisciplinary Postgraduate Program in Brazil, the disciplinary culture of institutional support systems, responsible for evaluating, controlling and providing financial support to projects and programs ends up influencing the structure of data production and collection, and the algorithms for weight calculation and score, which regulate production analysis in the interdisciplinary chairs. This paper intends to approach, in a preliminary way, the technical possibilities of crossing several disciplines that can be integrated in an interdisciplinary work with the use of fuzzy logic and its possibility of bringing different linguistics to systems of production classification and valuation, through modeling the meaning artificially attributed to words. In this initial approach, we will raise possible articulations that would allow identification of interdisciplinary works in the support system of CAPES, represented by the Sucupira Platform.*

Keywords: *Interdisciplinary. Fuzzy logic. Evaluation of brazilian pós-graduate studies.*

Resumo. *No dia a dia de discentes e docentes de um Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar no Brasil, a cultura disciplinar dos sistemas institucionais de apoio, responsáveis por avaliar, controlar e dar suporte financeiro aos projetos e programas, acaba influenciando a própria estruturação da produção e coleta de dados, e os algoritmos de cálculo de pesos e pontuação, que regulam a análise da produção nas cátedras disciplinares. Este trabalho se propõe abordar, de forma preliminar, possibilidades técnicas de cruzamento de diversas disciplinas que podem se integrar em um trabalho interdisciplinar com a utilização da lógica difusa e sua possibilidade de trazer diferentes linguísticas para os sistemas de classificação da produção e valoração, através da modelando do sentido artificialmente atribuído às palavras. Nesta abordagem inicial levantaremos as possíveis articulações que permitiriam identificar trabalhos interdisciplinares no sistema de apoio da CAPES, representado pela Plataforma Sucupira.*

Palavras-chave: *Interdisciplinar. Lógica difusa. Avaliação da pós-graduação brasileira.*

1. Introdução

Nos últimos anos, questões sobre os critérios de avaliação dos Programas de Pós-graduação no Brasil foram exaustivamente debatidas por Instituições como Associação Brasileira de Ciências (ABC, 2018), Sociedade Brasileira de História das Ciências (SBHC) e Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação Interdisciplinar em Sociais e Humanidades (ANINTER, 2017). A problematização sobre os critérios de avaliação, conduzida por essas e outras Instituições e por diversos pesquisadores (CARDOSO, 2018a), culminou em uma revisão dos critérios de avaliação promovida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) em 2019.

A metodologia de classificação dos periódicos de cada área de conhecimento, consolidada no *Qualis* (BARATA, 2016), e o peso dado às publicações científicas nos critérios de avaliação foram a base das discussões acadêmicas sobre a avaliação dos Programas de Pós-graduação. Entretanto, as questões relacionadas à coleta de dados para inclusão nos sistemas, que suportam a avaliação, não foram muito exploradas (CARDOSO; DANTAS, 2018c).

A Plataforma Sucupira, o sistema de apoio da CAPES, reflete os critérios de avaliação e a historicidade da educação disciplinar do Brasil (CAPES). A forma pela qual os dados de produção são coletados, disciplinada pela tabela TAC (Tabela de Áreas de Conhecimento), poderia ser apontada como uma das dificuldades que os Programas de Pós-graduação da área Interdisciplinar *stricto sensu* enfrentam (CARDOSO; DANTAS, 2018c). A atividade de coleta de dados se "naturalizou" no dia a dia das Instituições de tal forma que o enquadramento forçado pela TAC pode passar despercebido (CARDOSO; DANTAS, 2018c).

A Tabela de Áreas de Conhecimento, daqui em diante denominada TAC, organiza o universo de ciência e tecnologia do país para finalidades de gestão e avaliação em níveis hierárquicos de agregação. [...] A primeira versão da classificação data de 1976; a segunda versão data de 1982. A versão de 1984 é que está em vigor até hoje. (SOUZA, 2012, p.241)

A Plataforma Sucupira começou a ser desenvolvida pela CAPES, em 2012, em parceria com a Universidade Federal do Rio Grande do Norte e foi oficialmente lançada em 2014. Buscava-se, além de melhorar a gestão dos dados, a transparência do processo de avaliação e a integração de sistemas. Na época, existiam críticas aos formulários manuscritos que eram utilizados como base da avaliação dos programas de pós-graduação, cujo preenchimento era de responsabilidade dos próprios programas. (CARDOSO, 2018 a, p.53)

Assim como outros sistemas, a Plataforma Sucupira tem a preocupação em representar um dado domínio ou uma dada informação, contida em documentos, de forma clara e específica (CAMPOS et al., 2011, p.141). É essa preocupação que gostaríamos de problematizar. Em nosso entendimento, a interdisciplinaridade dos Programas não estaria sendo plenamente representada pela atual concepção de classificação da Plataforma Sucupira. É essa classificação que traduz as informações dos Programas e auxilia na tomada de decisão no momento da avaliação dos mesmos [Programas de Pós-graduação]. Um programa bem-conceituado possibilita acesso ao financiamento para pesquisas e bolsas concedido por instituições brasileiras e internacionais (CARDOSO, 2018a).

Os critérios convencionais de pertinência "pertencer" e "não pertencer" ou "estar contido" e "não estar contido", em nosso entendimento, não fazem uma leitura do esforço de integração das trocas intersubjetivas pertinentes à área de conhecimento Interdisciplinar (SILVA, 1999). É a partir dessa visão que estamos construindo este trabalho - uma tentativa de dar visibilidade às integrações interdisciplinares no sistema de apoio da CAPES.

2. A pesquisa interdisciplinar e sua integração de conhecimentos

As discussões em prol de melhorias no processo de avaliação dos Programas de Pós-graduação, não são recentes. Em 1999, reconhecendo a necessidade de uma avaliação diferenciada, a CAPES criou o Comitê de Área Multidisciplinar, onde a área de conhecimento Interdisciplinar está inserida. Segundo a CAPES, os cursos então classificados como Multidisciplinar não poderiam ser avaliados adequadamente pelos comitês disciplinares existentes à época. Os comitês refletiam a formação disciplinar hegemônica e instituída deste o século XIX (CARDOSO, 2018a). Dessa forma, apesar do comitê de avaliação ter sido criado para a área de conhecimento Multidisciplinar, os Programas de Pós-graduação da área Interdisciplinar continuaram sendo avaliados e enquadrados em disciplinas nos sistemas de avaliação da CAPES. A complexidade das interações e integrações interdisciplinares foi disciplinada dentro de um padrão instituído, e em uma linguagem conhecida pelo mundo acadêmico - a TAC. Philippi Jr e colaboradores. (2000, p.12), em uma coletânea sobre a interdisciplinaridade nas ciências ambientais, sugerem que a adoção deste padrão disciplinar em algum momento foi útil para o desenvolvimento científico. Nesse sentido,

O desenvolvimento da sociedade no seu meio ambiente e suas interações são processos naturalmente interdisciplinares. O homem, todavia, na sua simplicidade de raciocínio, transformou este complexo conjunto de interações em elementos disciplinares para melhor entender e buscar resolver cenários. Enquanto a complexidade dessa sociedade envolvia pequenas interações espaciais e interdisciplinares, essa tendência foi útil e criou um bom avanço científico-tecnológico. O próprio desenvolvimento humano, no entanto, gerou novas pressões e interações ambientais que exigem da ciência uma indispensável postura interdisciplinar. (Philippi Jr et al, 2000, p.12)

Teria chegado a hora de tentarmos demonstrar a interdisciplinaridade dos Programas nos sistemas de apoio e nos sistemas de avaliação?

A interdisciplinaridade vem sendo discutida há mais de 40 anos, fomentando articulações para mudanças curriculares e reflexões a partir de várias áreas de conhecimento, em uma tentativa de "restabelecer as pontes entre os saberes, fragmentados pela formação disciplinar" (CARDOSO, 2018a).

Japiassu nos trouxe uma das primeiras definições brasileiras de interdisciplinaridade:

[...] numa primeira aproximação, a interdisciplinaridade se define e se elabora por uma crítica das fronteiras das disciplinas, de sua compartimentação, proporcionando uma grande esperança de renovação e de mudança no domínio da metodologia das ciências humanas. (JAPIASSU, 1976, p.54)

E complementou:

Podemos dizer que nos reconhecemos diante de um empreendimento interdisciplinar todas as vezes em que ele conseguir *incorporar* os resultados de várias especialidades, que *toma de empréstimo* de outras disciplinas certos instrumentos e técnicas metodológicos, fazendo uso dos esquemas conceituais e das análises que se encontram nos diversos ramos do saber, a fim de fazê-los integrarem e convergirem, depois de terem sido *comparados e julgados*. (JAPIASSU, 1976, p.75)

Silva (1999, p.5), em seu estudo sobre o paradigma da transdisciplinaridade, aponta que um modelo interdisciplinar poderia ser sintetizado em duas categorias: uma coordenação solidária e "as relações de parcerias entre as diversas percepções de realidade construídas pelas disciplinas presentes no processo".

A leitura da realidade continua disciplinar, unidimensional e multireferencial. O esforço de integração é sobre as subjetividades objetivas dos sujeitos envolvidos e não sobre o objeto. O resultado final é a formação interdisciplinar do sujeito, a partir de trocas intersubjetivas. (SILVA, 1999, p.5)

Trazendo estudos mais recentes sobre a interdisciplinaridade, podemos citar Sommerman (2012) que, em sua pesquisa de doutorado, afirma que o conceito de interdisciplinaridade só se estabeleceria quando houvesse "integração entre discursos de diferentes disciplinas, mediante construção de uma linguagem comum".

Apesar das definições remontarem a épocas diferentes, todas trazem a necessidade de dar visibilidade às integrações, resgatando a unicidade do conhecimento. A construção do conhecimento, hoje em dia, ultrapassa os enquadramentos, transborda as fronteiras, sejam [estas] disciplinares ou territoriais (CARDOSO, 2018a, p.10).

Partindo desta reflexão, fomos buscar instrumentos que auxiliassem uma leitura da integração entre diferentes disciplinas que compõem uma pesquisa interdisciplinar, bem como os seus diferentes graus de informação. A lógica difusa, proposta por Zadeh na década de 1960, ao possibilitar trabalhar com uma grande variedade de informações que carregam em si mesmas nebulosidades acabou se revelando um dos possíveis caminhos escolhido para organização e classificação de produções interdisciplinares.

3. A pesquisa interdisciplinar e a lógica difusa

A Teoria dos Conjuntos Fuzzy (semântica para lógica difusa) vem ganhando espaço como uma ferramenta para formular modelos em vários campos da ciência. Segundo Zadeh (1973, p.28), a lógica difusa é uma teoria com a qual podemos lidar com o comportamento humano e com medidas não quantificáveis. Ela permite trabalhar com "um conhecimento humano estruturado em algoritmos exequíveis" (KECMAN, 2005, p.365, apud OLIVEIRA; MONTINI, 2009, p.142). De acordo com Felício (2017, p.49), a lógica difusa "diminuiria o descompasso entre a capacidade criativa dos seres humanos e a possibilidade de solução que as máquinas computacionais proporcionam".

Em uma leitura preliminar da lógica difusa, se for possível computar palavras e expressões e tratá-las qualitativamente e quantitativamente, poderíamos converter as informações contidas nos textos interdisciplinares em uma linguagem comum. O tratamento dos dados por lógica

difusa permite a identificação de interações entre diferentes disciplinas e sua diversidade passa a ser abordável matematicamente e automatizável em sistemas de apoio da CAPES, hoje representados pela Plataforma Sucupira.

A estrutura previsível da integração de conhecimentos em uma pesquisa interdisciplinar e seus desdobramentos de produção parece adequar-se plenamente a sistemas que demandam tratamento matemático por lógica difusa. Primeiro, necessariamente implica em qualificação de produção por conjuntos semânticos classificáveis como variáveis e seus respectivos termos linguísticos, com potencial para definir os conjuntos do sistema de tratamento fuzzy. Segundo, ainda que os dados se apresentem caracteristicamente incompletos ou incertos quando considerados os referenciais disciplinares, seu processamento dentro da lógica difusa permitiria à inteligência de análise a necessária tomada de decisões (OLIVEIRA, MONTINI, 2009, p.142). Em síntese, a definição de parâmetros nas fronteiras das áreas de conhecimento seria significativamente facilitada e automatizável.

Imaginemos então a existência de uma variedade de áreas de conhecimento integradas, por exemplo, em produções do tipo teses e dissertações de um Programa de Pós-graduação da área Interdisciplinar. Nosso problema seria apresentar esta diversidade sem discipliná-la, por exemplo, a produção intelectual pela classificação da TAC. Além disso, apesar das pesquisas interdisciplinares integrarem uma variedade de disciplinas, esta integração é, em geral, conduzida por uma temática semanticamente explícita comum a todas e que conduz, por exemplo, à observação do mesmo objeto pelas diversas áreas. Qual seria a vantagem de se utilizar a lógica difusa para representação desta integração?

Na teoria dos conjuntos *fuzzy*, a caracterização de proximidade é subjetiva e depende de uma função de pertinência de cada elemento a um conjunto. Se considerarmos a lógica clássica para analisar a proximidade da disciplina Física com outras disciplinas, diríamos que a Física está contida na área de conhecimento de Ciências Exatas e não está contida na área de conhecimento de Ciências Humanas. Em um conjunto *fuzzy* a disciplina Física poderia apresentar um grau de proximidade com a área de conhecimento de Ciências Humanas, ou seja, ela poderia integrar-se com graus de proximidade diferentes a ambas as áreas, Humanas e Exatas, e esta integração seria representável matematicamente.

Outra característica da lógica difusa, que ratificaria sua possível utilização, é a capacidade de transformar a linguagem em um conjunto de números que pode ser inserido em sistemas de informação. Palavras configuráveis como "variáveis linguísticas" são utilizadas, às quais associam-se termos linguísticos (qualificadores das variáveis) e somente por processamento subsequente, associam-se números. Os conjuntos formados por essas variáveis e seus termos linguísticos qualificadores assumem valores *fuzzy* que refletem aspectos subjetivos dos qualificadores da variável linguística. De acordo com Zadeh (1973, p.29), "variáveis linguísticas" são palavras ou sentenças de linguagem natural ou artificial. Um exemplo dessas variáveis, explorado pelo autor, é a temperatura da água. Esta, por sua vez, é qualificável por termos linguísticos como fria, morna e quente. Dentro desse sistema, o que outrora representou termo linguístico pode tornar-se uma variável linguística. É o caso do termo fria: ao ser reclassificado como variável linguística, ao invés de termo, poder-se-ia associar qualificadores de intensidade, como muito, pouco, mais ou menos, etc, que figurariam como

termos linguísticos. Ao prever o processamento lógico matemático de variáveis e seus termos linguísticos, a lógica difusa permite tratar matematicamente dados qualitativos.

Aplicando-se estes conceitos aos Programas de Pós-graduação da Área Interdisciplinar, podemos imaginar como um conjunto de variáveis, por exemplo, áreas de conhecimento integradas nas teses e dissertações e representadas pelas palavras constantes de seus resumos e textos. Transpondo-se para o universo de tratamento por lógica fuzzy, temos que:

Seja u uma variável linguística, definida em um conjunto de termos $T(u)$, com cada valor sendo um número *fuzzy* dentro de um universo U . Se u fosse "interdisciplinar", então o seu conjunto de termos $T(u)$ seria

T (interdisciplinar) = ciência+tecnologia+sociedade, arte+biociência+direito, matemática+música+biodiversidade

Onde:

$U = [0,1]$

Termos linguísticos = ciência+tecnologia+sociedade, arte+biociência+direito, matemática+música+biodiversidade

Variável linguística = interdisciplinar

Neste sistema lógico é necessário definir os graus de pertinência e as restrições *fuzzy* para cada termo linguístico. Segundo Zadeh et al.(1975, apud Felício, 2017,p.50)), o cálculo de restrições *fuzzy* teria uma analogia com a teoria das probabilidades, o que daria uma base conceitual para a lógica difusa.

Digamos então que a probabilidade das palavras ciência, tecnologia e sociedade aparecerem juntas, em um texto interdisciplinar, seja de 80%. Uma das possibilidades de escala de pertinência poderia ser:

- 1,0 = é transdisciplinar
- 0,8 = é interdisciplinar
- 0,6 = é multidisciplinar
- 0,2 = é disciplinar

Logo, se este grupo de palavras aparecer em um texto 0,6, o texto poderia ser classificado como multidisciplinar. Nesse exemplo, temos a expressão linguística ou restrição *fuzzy* multidisciplinar como um grau de pertinência do evento interdisciplinar.

Existiria, então, a possibilidade de utilizar a composição de relações *fuzzy* interdisciplinares, a ser definida com base nas palavras/linguagem dos Programas de Pós-graduação da área Interdisciplinar, para demonstrar as possíveis integrações entre disciplinas existentes em teses, dissertações e produção científica.

4. Conclusão

A partir de uma leitura preliminar das características e da utilização da lógica difusa, identificamos a possibilidade de sua utilização para auxiliar na leitura da produção intelectual dos Programas de Pós-graduação da área Interdisciplinar pelo sistema de apoio da CAPES - a Plataforma Sucupira. Hoje, a lógica difusa é utilizada por várias áreas para auxiliar na tomada de decisão em questões nas quais a lógica binária não se aplica ou não é suficiente. Isso se dá em várias etapas do processamento de dados: análise de dados, construção de sistemas especialistas, reconhecimento de padrões, entre outras.

A ideia de pesquisa introduzida preliminarmente neste artigo é criar proposições e conjuntos *fuzzy* que permitam especificar o quanto uma palavra ou um agrupamento de palavras valida o caráter interdisciplinar atribuível a determinada produção, ou conjunto de produções. O projeto de pesquisa precisa avançar por várias etapas: análise do problema, definição das variáveis, definição das funções de pertinência, entre outras. Definir as funções e as restrições *fuzzy* para a elaboração do modelo, será um processo trabalhoso e demandará uma série de testes para que as relações *fuzzy* interdisciplinar se aproximem ao máximo do objetivo, qual seja, permitir uma avaliação coerente da interdisciplinaridade dos Programas de Pós-graduação, e uma análise adequada de sua produção pela Plataforma Sucupira.

Financiamento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

- ABC. ABC, Associação Brasileira de Ciência. **Considerações sobre o Processo de Avaliação da Pós-graduação da CAPES.** Contribuição da Academia Brasileira de Ciências. 2018. Disponível em: <https://www.even3.com.br/forumpginter>. Acesso em: 23 set. 2018.
- ANINTER. ANINTER, Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação Interdisciplinar em Sociais e Humanidades. **Carta de João Pessoa**, 01 nov. 2017. Disponível em: <http://www.aninter.com.br/CartasDocumentos/CartaJP2017.pdf>. Acesso em: 17 set. 2018.
- BARATA, R.C.B. **Dez Coisas que você deveria saber sobre o *Qualis*.** Revista Brasileira de Pós-graduação (RBPG), v.13,n.30,p.13-p.40, jan./abr. 2016. Disponível em: http://www.CAPES.gov.br/images/Artigo_dez_coisas_sobre_o_qualis.pdf. Acesso em: 30 ago. 2018.
- CARDOSO, M.C.O. **Convergências, Divergências e Reflexões sobre a Pós-graduação Interdisciplinar no Brasil e sua Avaliação: uma proposta de tradução.** 2018a. Dissertação (Mestrado em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia) – Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia- HCTE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

CARDOSO, M.C.O.; DANTAS, R.M.M.C.. **CAPES disciplinada em seus sistemas de apoio**. 2018c. In: SHIALC – V Simpósio de História da Informática na América Latina e Caribe, 2018, Rio de Janeiro. Caderno de Resumos, Rio de Janeiro: UFRJ, 2018. Disponível em:

<https://www.cos.ufrj.br/shialc/content/docs/artigos/Caderno%20resumos%20SHIALC%20vers%C3%A3o%20final%2014.11.2018.pdf> Acesso em: 16 nov. 2019.

FELÍCIO, S.P.A.S., **Preposição de um modelo fuzzy aplicado ao sistema de combinação social oraculous**. Trabalho de conclusão de curso (Doutorado em Ciências e das Técnicas e Epistemologia). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2017

JAPIASSU, H., **Interdisciplinaridade e Patologia do Saber**. Rio de Janeiro: Imago Editora Ltda, 1976.

OLIVEIRA, M.A.; MONTINI, A.A. **Uma abordagem para análise de projetos de investimento utilizando métodos financeiros e lógica fuzzy**. Revista de Administração da UNIMEP, v.7, p.134-151, 2009.

PHILIPPI JR.A.; TUCCI,C.E.M.; HOGAN,D.J. **Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais**, IN: A. Philippi Jr, C.E.M.Tucci,D.J.Hogan, R.Navegantes. – São Paulo: Signus Editora, 2000.

SILVA, D.J.S. **O Paradigma Transdisciplinar: Uma perspectiva metodológica para a pesquisa ambiental**. Workshop sobre Interdisciplinaridade. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1999. São José dos Campos, São Paulo, 1999. Disponível em: <http://www.gthidro.ufsc.br/arquivos/transdisciplinaridade.pdf> Acesso em 16 de nov.2019.

SOMMERMAN, A. **A Interdisciplinaridade e a Transdisciplinaridade Como Novas Formas de Conhecimento para a Articulação de Saberes no Contexto da Ciência e Conhecimento Geral: Contribuição para os campos da Educação, da Saúde e do Meio Ambiente**. Tese (Doutorado Multidisciplinar e Multi-institucional em Difusão do Conhecimento) UFBA, Laboratório Nacional de Computação Científica, UEFS, UEB, FIEB/SENAI/CIMATEC, IAC. 2012.

SOUZA, R.F.S. **A pesquisa em Ciência da Informação no Brasil: desafios e perspectivas institucionais**. In MURGUIA, Eduardo Ismael, RODRIGUES, Mara Eliane Fonseca (Orgs.). Arquivologia, Biblioteconomia e Ciência da Informação: identidades, contratos e perspectivas de interlocução. Niterói. Editora UFF, p.235-251, 2012.

ZADEH, L.A. **Outline of a new approach to an analysis of complex systems and decision processes**. IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics, 1973.