

A unificação da ciência através da transdisciplinaridade para a solução dos problemas civilizacionais.

Texto para Discussão.



Heitor Matallo Junior

Junho, 2021

A unificação da ciência através da transdisciplinaridade para a solução dos problemas civilizacionais.

Heitor Matallo Junior

Junho, 2021

I. Breve resumo sobre a unidade da ciência

A busca pela unidade da ciência nos parece as vezes um remanescente esotérico do pitagorismo, que atribuía todo o universo a uma feliz e harmoniosa confluência dos números.

Este ideal do conhecimento unitário e universal tem sua origem sistemática na filosofia grega e perpassa o pensamento ocidental até o século XXI. Platão (428 aC – 348 aC) menciona no diálogo *O Sofista*, que “o conhecimento também é certamente um, mas cada parte dele que comanda um certo campo é marcada e recebe um nome especial próprio”.

Algumas décadas depois da morte de Platão começaram a aparecer os tratados de Euclides de Megara (325 aC – 265 aC), que vão se completar totalmente após a sua morte, através de um grupo de matemáticos que trabalhava com ele em Alexandria. Obra monumental e precisa que inspirou filósofos por séculos, incluindo Galileu, que quase dois mil anos depois, na mesma linha, afirmaria que “o grandíssimo livro (da natureza) está escrito em linguagem matemática e os caracteres são triângulos, círculos e outras figuras geométricas (...) sem as quais se estará vagando em vão por um obscuro labirinto”.

Durante a Idade Média, outras tantas contribuições na busca de um conhecimento perfeito e único, a começar pelo advento e expansão do cristianismo e a reorganização do conhecimento refletida na ideia de um mundo governado pelas leis ditadas por Deus.

No século XIII aparece a figura Ramon Llull (1232 -1316) que se dedicou, entre muitas outras coisas, a desenhar uma máquina lógica, a que chamou de *Ars Generalis Ultima* ('Última arte general') com a finalidade de revelar a verdade ou mentira de um postulado, por meio da organização da linguagem através das formas geométricas perfeitas (círculo, cubo, quadrado, triângulo). A finalidade última da máquina era explicar as verdades da ciência e da filosofia como se fossem uma única coisa.

No final do século XVI, Francis Bacon sustentava que uma unidade das ciências era o resultado de nossa organização de registros de fatos materiais descobertos na forma de uma pirâmide com diferentes níveis de generalidades. Estes poderiam ser classificados por sua vez de acordo com as disciplinas vinculadas às faculdades humanas.

Gottfried Leibniz (1646 -1726) propôs a chamada *characteristica universalis*, ou seja, uma ciência geral na forma de uma enciclopédia demonstrativa., baseada em um “catálogo de pensamentos simples” e uma linguagem algébrica de símbolos, que

tornaria todo o conhecimento demonstrativo e permitiria que disputas fossem resolvidas por cálculos precisos.

Denis Diderot, o iluminista criador da *Enciclopédia*, atribuiu ao verbete “Enciclopédia” o significado de unificação das ciências. A própria função da enciclopédia era exibir a unidade do conhecimento humano.

Posteriormente, Kant (1724 – 1804) inaugurou toda uma tradição de pensamento que já podemos caracterizar como a “tradição alemã”. Como não poderia deixar de ser, a filosofia alemã reforça o pensamento a-priori da razão sobre a realidade empírica, a ponto de Kant afirmar que “a unidade da ciência não é o reflexo de uma unidade encontrada na natureza, ou, menos ainda, assumida em um mundo real por trás dos fenômenos aparentes. Antes, tem seus fundamentos no caráter ou função unificadora a priori de conceitos, princípios e da própria Razão. A natureza é precisamente nossa experiência do mundo sob as leis universais que incluem alguns desses conceitos. E a ciência, como um sistema de conhecimento, é "um todo de cognição ordenada de acordo com princípios", e os princípios nos quais a ciência adequada se baseia são a priori”¹.

As ideias de Kant estabeleceram o quadro de referência para as discussões da unificação das ciências no pensamento alemão ao longo do século XIX, conforme demonstraram Wood e Hahn 2011². Ainda conforme os autores, duas dimensões unificadoras são a noção de ideias fundamentais construídas pela mente, que formam a base para organizar axiomas e fenômenos e classificar ciências, e o argumento para a realidade das causas explicativas, em que uma única causa é tomada como a hipótese que explica diferentes tipos de fenômenos. Desta dicotomia dois caminhos se abrem, o primeiro deles culmina com o positivismo da teoria unificada (Carnap e o círculo de Viena) e o segundo gerando a distinção entre ciências naturais e ciências sociais/culturais/do espírito, dicotomia esta que foi se aprofundando até atingir seu pleno desenvolvimento na teoria da ciência de Dilthey, através de seu livro *Introduction to the Human Sciences: An Attempt to Lay a Foundation for the Study of Society and History* (Dilthey, 1988).

A física newtoniana contribuiu muito para uma visão cientificista do mundo, a visão de que a sua “nova física” poderia proporcionar certeza sobre um mundo, o mais precisamente, sobre o universo tal como era entendido naquela época e do qual Kant foi um entusiasta. Com o livro *Philosophiæ naturalis principia mathematica* inaugura-se um novo capítulo na busca da unicidade na ciência, onde a física newtoniana era a grande protagonista (Oliveira Barra, 2004).

Passando por August Comte com sua física social, por Max Planck e Ernst Mach com a ideia da *unidade* como princípio regulador da razão, um ideal que guia o processo de investigação em direção a uma ciência empírica completa com seus conceitos empíricos fundamentados nos princípios do entendimento, até a declaração de Wilhelm Ostwald

¹ Stanford Encyclopedia of Philosophy e Kant, E Preface to *Metaphysical Foundations of Natural Science* (it can be found in <https://www.earlymoderntexts.com/assets/pdfs/kant1786.pdf>).

² Citado pela Stanford Encyclopedia of Philosophy

de que o século 20 seria o “*século monístico*”, contata-se um esforço de manutenção da ciência como um todo indivisível., um esforço cada vez mais difícil de sustentar-se dada a crescente diversificação do conhecimento nas disciplinas que, também, cada vez mais, mostram as dificuldades metodológicas de utilização de métodos únicos. Stuart Mill (1806 - 1873) já fazia notar estas dificuldades desde os idos de 1850 através do positivismo empirista. Mencionamos ainda os esforços de Otto Neurath de manutenção dos ideais de uma ciência unitária com a criação, em 1937, do *International Institute for the Unity of Science* após a organização de uma série de conferências internacionais sobre o mesmo tema nos anos anteriores.

Aqui vale ainda mencionar a criação da *International Encyclopedia of Unified Science*, editada por Otto Neurath, Rudolf Carnap and Charles Morris Carnap et al. 1938), com o objetivo de dar suporte ao movimento capitaneado pelo *International Institute for the Unity of Science* tal como mencionado acima.

Conforme afirma Neurath na introdução da *Encyclopedia*, “essa nova versão da ideia de ciência unificada vai ser criada pela confluência de correntes intelectuais divergentes. O Trabalho empírico dos cientistas costumavam ser antagônicos às construções lógicas de um racionalismo a priori gerado por sistemas filosófico-religiosos; portanto, “empiricalização” e “logicização” eram considerados como estando, principalmente, em oposição. Os dois agora se tornaram uma síntese pela primeira vez na história” (Carnap et al, 1938). Um projeto monumental, do qual emergiram trabalhos de grande importância, incluindo o livro de Thomas Kuhn, *A estrutura das Revoluções Científicas*, bem como a corrente epistemológica do *empirismo logico*.

A ideia de ciência unificada não significava um único sistema de conhecimento unindo os sistemas físico, o social e da vida. Estava mais na linha dos enciclopedistas do século XVIII, mais como um mosaico (Carnap et al., 1938) de conhecimentos que poderiam se juntar em uma grande figura, dando sentido ao mundo. Nas palavras de Neurath, seria a unidade enciclopédica.

Neste contexto surge a Cibernética como um empreendimento de largo alcance e, universalista, com o objetivo de entender o comportamento dos sistemas, das “máquinas reais”, como diria Ashby (1957), sejam elas máquinas mecânicas, neurônios ou a economia.

A Cibernética como teoria foi inaugurada com o livro *Cybernetics: Or Control and Communication in the animal and the Machine*, publicado por Norbert Wiener em 1948. Nele figura a mais conhecida definição de cibernética. A “*ciência do controle e comunicação nos animais e nas máquinas*”. A discussão se centra no controle e fluxos de informação para a retroalimentação dos sistemas. Assim, os sistemas intencionais “quer sejam mecânicos, biológicos ou sociais, são de uma flecha com uma direção específica no fluxo do tempo, não a de um segmento de linha defrontando ambas as direções, que possamos encarar como orientando uma e outra” (Wiener, 1948). Ou seja, os organismos incorporam informação e mudam o comportamento com base nessa informação. Isso se chama aprendizado. Os organismos de qualquer tipo que recebem

informação e modificam o comportamento em função delas são chamados de organismos cibernéticos, sejam eles humanos, biológicos ou mecânicos. Em suas palavras, não são autômatos que repetem comportamentos, mas “criaturas que (...) avançam de um passado conhecido para um futuro desconhecido, e este futuro não é permutável com aquele passado”. Resumindo: para Wiener, a tarefa fundamental da cibernética é efetuar a análise comparativa e descobrir as leis gerais que regem os processos de transformação da informação nos sistemas naturais e artificiais, transformações estas baseadas na informação e no aprendizado.

O mais importante proponente da teoria de sistemas foi Ludwig von Bertalanffy, que iniciou suas reflexões sobre o tema ainda na década de 1920, conforme menciona em seu livro *General System Theory* (Bertalanffy, 1968). Alguns anos mais tarde, em 1937, em uma conferência proferida em Chicago, ele mencionou pela primeira vez a expressão **Sistemologia Geral**, (o estudo dos sistemas) conforme comenta David Pouvreau (2014). A não ser por alguma referência relativa a pouca aceitação dessa nova perspectiva, não se tem notícias de um texto específico sobre o tema nesta época.

O projeto de uma *Sistemologia Geral* tornou-se público em 1947, através de uma conferência intitulada *Unity of science and principles of a general systemology* (Pouvreau, 2014), evidenciando de certa maneira a perspectiva de unidade da ciência que vimos mencionando. Conforme menciona Pouvreau (2007), o principal objetivo de Bertalanffy é “gerar um novo tipo de unidade da ciência: não uma unidade baseada na redução dos conceitos, métodos ou mesmo leis de todas as ciências ou de uma única ciência considerada mais essencial; mas sim uma unidade formal baseada na generalidade e ubiquidade do conceito de sistema e sobre os "isomorfismos" que induz entre ciências das quais a autonomia lógica e metodológica é garantida”. Neste sentido, Bertalanffy tinha certa resistência com o termo “teoria”, já que este termo tem conotação disciplinar. Ele preferia o termo “Sistemologia”, pois queria algo de “nível superior”, que se aplicasse a todos os sistemas e às teorias mesmas. Tendo como base a “teoria” de sistemas, a Cibernética tinha como objetivo descrever/estudar os sistemas para além da disciplinaridade,

Finalmente, mencionamos a busca da unidade cibernética do mundo com a obra de Valentin Turchin e sua tentativa de reescrever a evolução do universo, incluindo a origem da vida, os processos evolutivos e a sociedade moderna em termos cibernéticos. VALENTIN TURCHIN apresenta em *O Fenômeno da Ciência* (Turchin, 1977) um esquema da evolução do universo, começando no nível de átomos individuais e moléculas, continua através da origem da vida e do desenvolvimento das plantas e animais, atinge o nível de homem e da autoconsciência, e se desenvolve nas criações intelectuais do homem, particularmente no conhecimento científico. Uma visão evolutiva completa do universo através da cibernética, originando o que hoje em dia se denomina Global Brain (Cérebro Global)³.

³ A ideia de um Cérebro Global surge da possibilidade de concentração de informação em um único sistema ou “metasistemas” conectado em rede. A internet seria o início da formação desse metasistema.

II. As formas operativas da Unidade da Ciência

Na seção anterior vimos o tema da unidade da ciência como sendo um *desideratum* filosófico que foi sendo materializado de diferentes maneiras ao longo do tempo. As enciclopédias de Diderot, Hegel e Neurath, as leis do entendimento Kantianas, que organizando os sentidos e do que dele provém, oferecendo à razão o material de que necessita para o conhecimento subjetivo e a construção lógica do mundo de Carnap. Os resultados de cada uma das manifestações filosóficas anteriores não significaram o êxito científico da unidade da ciência, mas são capítulos importantes da história da ciência e da epistemologia.

Em texto clássico sobre a temática da unidade da ciência, Paul Oppenheim and Hilary Putnam (1958) mencionam 3 possibilidades para operar a unificação da ciência: i) Unidade da ciência em seu sentido fraco, ii) Unidade da ciência em um sentido forte e, iii) Unidade da ciência em um sentido muito forte⁴.

O primeiro deles, unidade no sentido fraco, a unidade se daria através da redução da linguagem de uma disciplina à linguagem de outra disciplina. Nestes casos, a disciplina mais madura reescreveria a disciplina menos madura, tal como poderia acontecer, por exemplo, com a química sendo reescrita pela física, ou a sociologia sendo reescrita pela psicologia⁵. Esta redução ocorreria bilateralmente, disciplina a disciplina, caso fosse possível. Para que isto seja viável, no entanto, algumas condições devem estar presentes. Se tomarmos duas teorias T1 e T2, sendo que T2 vai ser reduzida a T1, então (Oppenheim & Putnam, 1958, 5,6):

- a) O vocabulário de T2 contém termos que não fazem parte do vocabulário de T1;
- b) Qualquer dado observacional explicado por T2 deve ser igualmente explicado por T1;
- c) A sistematização de T1 tem que ser maior ou igual a sistematização de T2.

Estas condições podem ocorrer na redução de duas teorias como, por exemplo, a biologia molecular sendo reduzida à química, ou as ligações químicas sendo explicadas pela física, ou ainda a sociologia sendo reduzida à psicologia, tal como discutida por Hummel & Opp (1968). Esse era também o propósito de Neurath, tal como discutido na introdução da *International Encyclopedia of Unified Science*: “A unificação da linguagem científica é um dos propósitos do movimento da unidade da ciência. É uma questão de até que ponto tal unificação pode ser promovida. Pode-se talvez reduzir todos os termos científicos a um tipo de termo por meio de uma técnica lógica especial” (Neurath at al, 1938).

⁴ O sentido muito forte é, a meu ver, vago e não passível de exemplificação. Os autores mencionam o seguinte: “...if the laws of the science are not only reduced to the laws of the someone discipline, but the laws of that discipline are in some intuitive sense “unified” or “connected”. It is difficult to see how this last requirement can be made precise”. (Op. Cit pag. 4).

⁵ Estes exemplos não significam que este autor concorde com esta reescritura nos termos colocados, mas foram tomados do paper mencionado ou de outras leituras sobre o assunto.

O segundo significado de unidade da ciência, no seu sentido forte, implica não somente a reescrita da linguagem de uma teoria T2 em termos da teoria T1, mas também a absorção das leis da teoria T2 pelas leis da teoria T1. Em ambas as situações, redução fraca e forte, a operação que se pratica é de natureza epistemológica e semântica, pois estaria operando a redução semântica da linguagem observacional (semântica seletiva) e a redução das leis explicativas, tal como observou Tuomas E. Tahko (2021). Neurath menciona também este tipo de reducionismo na introdução da *Enciclopédia*, perguntando “até que ponto alguém pode reduzir as afirmações ou leis da biologia, do comportamento ou da sociologia a afirmações ou leis fisicalistas?” (Neurath, 1938).

A literatura ainda menciona outro tipo de redução de natureza ontológica, ou seja, o reducionismo ontológico. Na história da filosofia houve muitas reduções ontológicas do tipo “tudo é ...”. Este tipo de redução visa transformar o ser (abstrato e real) em outra coisa aparentemente mais simples, uma substância ou um elemento. A filosofia pré-socrática foi relativamente prodiga no exercício da redução. Demócrito, por exemplo, dizia que tudo na natureza era composto por átomos, ou Thales cujo elemento primordial era a água. Mais recentemente temos a concepção de que “tudo é energia” ou “tudo é informação” ou ainda a proposta redução da psicologia ou problemas relacionados à mente à química ou outra coisa material. Estes tipos de redução tem sido rejeitados e não parece que haja alguma perspectiva positiva em seguir este caminho.

Talvez o mais importante argumento para que consideremos este debate como fora de uma agenda de futuro seja o fato de que a redução somente teria sentido se ambas as teorias envolvidas fossem consideradas verdadeiras *ad eternum*, e não aproximações que serão forçosamente substituídas em algum momento. Neste caso, valeria a pena o esforço de construir uma linguagem unificadora para teorias diversas com o objetivo de criar uma certa “economicidade epistemológica”. Há que notar-se que a referência à unidade que se considera neste debate entre reducionismo e não reducionismo não se menciona o tema da veracidade das teorias, considerando que são verdades provisórias.

Como podemos depreender da discussão epistemológica sobre a verdade ou adequação das teorias à realidade, seja na perspectiva Popperiana ou Kuhniana ou nas interpretações de Nagel e Hempel, as teorias são sempre uma aproximação a verdade. A implicação disso é que as teorias são provisórias e serão falsificadas e substituídas. Então, qual é o ponto em reduzir teorias ou buscar a unidade científica se as teorias vão ser necessariamente falsificadas?

Para além do debate sobre as possibilidades concretas de unificação epistemológica, metodológica ou ontológica da ciência, os requerimentos atuais relacionados a este tema exigem uma nova postura frente aos desafios que se nos apresentam. Um novo tipo de unificação se faz necessária, não a unificação sonhada pelos “fisicalistas” ou “formalistas” tentando reduzir as ciências naturais à física ou à lógica, mas uma unidade que vincule os sistemas da natureza, da vida e socioculturais em uma linguagem unificadora para a solução de problemas. A questão que surge é se seria viável o desenvolvimento de um “sistema de conhecimento” que leve em conta estes sistemas

mencionados e como seria sua operatividade. Vejamos quais seriam estes desafios e como a ciência poderá responder a eles.

III. Uma nova perspectiva para a unidade da ciência

Na seção anterior vimos como os ideais de unidade da ciência permaneceram vivos na civilização ocidental desde a antiguidade, mesmo com a separação e desenvolvimento das disciplinas científicas a partir, principalmente, do século XVI e de como a filosofia da ciência vem tratando de analisar cada nova linguagem, cada novo conceito, cada nova teoria, em todos os seus detalhes, com o objetivo de melhorar nossa descrição e explicação do mundo exterior. Mas temos encontrado limitações. As disciplinas científicas encontram barreiras epistemológicas para operar a unidade epistemológica e ontológica da realidade. Adicionalmente, a institucionalização da ciência estabelece barreiras administrativas que se convertem em fatores limitantes ao compartimentalizar o conhecimento e dificultar sua integração, exigindo esforços e gasto adicional de energia para superar as barreiras setoriais. Como diria Garry Brewer (1999), “o mundo tem problemas, mas as universidades têm departamentos”.

Discutimos a unidade e a diversidade da ciência em termos de suas possibilidades lógica e epistemológica. Mas aqui vamos discutir a unidade da ciência em termos de possibilidade e necessidade civilizacional. Vamos nos afastar momentaneamente da discussão epistemológica da redução ou não de teorias, para entrarmos no mundo da solução de problemas, onde um novo tipo de unidade da ciência se faz necessário.

Alguém disse certa vez que o século XIX foi o século das descobertas científicas, que o século XX foi o século da engenharia e que a combinação dos avanços alcançados nestes dois séculos poderia ser a garantia da solução dos mais graves e persistentes problemas da humanidade. Mas, ao que parece, não estamos progredindo muito na direção de um mundo mais sustentável, a despeito dos alertas sobre nossa propensão a ver as coisas piores do que realmente são (Rosling, 2018).

Eu diria que o século XXI é o século dos grandes desafios civilizacionais. Estamos enfrentando grandes riscos: o planeta sob forte pressão em todos os seus aspectos. Poluição e diminuição dos recursos hídricos, ameaças de extinção em massa da biodiversidade, devastação florestal, desertificação, mudanças do clima global, pobreza persistente para grandes contingentes da população mundial, ataques aos sistemas e valores democráticos em muitos países e, neste momento, uma pandemia de grandes proporções. Enfim, ameaças à sustentabilidade do planeta.

Algumas dessas ameaças não são, evidentemente, novas e vem sendo identificadas desde há muito tempo. Desde Thomas Malthus e o *seu Essay on the Principle of Population* de 1798 e, posteriormente, nos anos 1960 com a publicação do *The Population Bomb* de Paul Erlich, culminando finalmente, com o alerta lançado em 1969 pelo então Secretário Geral da ONU U Thant, no qual dizia: “*Não desejo parecer dramático demais, mas só posso concluir pelas informações que estão disponíveis para mim como Secretário-Geral, que os membros das Nações Unidas têm talvez dez anos para subordinar suas antigas querelas e lançar uma parceria global para conter a corrida*

armamentista, melhorar o meio ambiente humano, neutralizar a explosão populacional e fornecer o ímpeto necessário aos esforços de desenvolvimento. Se essa parceria global não for formada na próxima década, temo muito que os problemas que mencionei tenham alcançado proporções tão surpreendentes que estarão além de nossa capacidade de controle” (Meadows, 1972).

Esse alerta prenunciava o lançamento do informe do Clube de Roma intitulado *Os Limites do Crescimento* (Meadows, 1972), o qual claramente previa uma ruptura do sistema capitalista pelo esgotamento dos recursos naturais.

A partir deste alerta, a comunidade internacional, através de suas instituições, iniciou um processo de reflexão que culminou em eventos, informes (tais como mencionados em parágrafos anteriores), publicações científicas e acordos internacionais direcionados a produzir mudanças significativas nos padrões de desenvolvimento, bem como para enfrentar os desafios e as encruzilhadas em que se coloca a humanidade.

Apesar de que nas últimas décadas, a produção científica sobre a situação do planeta tem sido abundante, os acordos internacionais sobre os problemas globais têm publicado informes referendados pelos respectivos comitês científicos, volumosos recursos têm sido invertidos em projetos de sustentabilidade, existem alertas bastante sérios de que a situação da humanidade se encontra em um estado de alta vulnerabilidade no que se refere a manutenção dos fundamentos civilizacionais que queremos preservar. Podemos dizer que a ciência e o conhecimento disponíveis mostram os limites a que estamos submetidos e o tipo de sustentabilidade requerida, mas o comportamento de grande número de indivíduos, empresas e instituições resistem às mudanças recomendadas e os atuais padrões de consumo e a forma de exploração dos recursos naturais seguem desafiando estes limites, pondo à prova os equilíbrios sistêmicos.

Portanto, é o momento de uma nova unidade científica baseada numa nova linguagem que unifique as ciências naturais e as ciências sociais para a solução dos problemas civilizacionais. Essa nova linguagem deverá unir saberes dos sistemas da natureza, da vida e da sociedade/cultura, atendendo aos requisitos e métodos próprios das disciplinas científicas específicas para criar alternativas e escolhas para a sociedade.

Alguns poderiam objetar que não é papel da ciência se engajar em um programa salvacionista como esse e que à ciência caberia somente a tarefa de investigar e explicar os sistemas natural, da vida e sociocultural. Desde Platão, através do famoso diálogo *Teeteto*, centenas, talvez milhares de livros e papers foram escritos para definir o que é a ciência e, provavelmente, todos eles têm sentido e mérito. Mas podemos e devemos pensar qual o papel da ciência no século XXI, para enfrentarmos os problemas do século XXI. Talvez não seja mais suficiente insistir na verticalização (apesar de necessária) do conhecimento ou na busca de uma linguagem unificada para a ciência, que pode funcionar bem nas “ciências duras” como física, e química, mas não funcionaria muito bem para as humanidades, seja pela origem e características diferenciadas dos objetos de investigação, seja pelas diferenças estruturais de construção da explicação científica (Matallo Junior, 2021). Na verdade, quando mencionamos os diferentes tipos de

objetos, estamos nos referindo a 3 sistemas: o sistema da natureza, o sistema da vida e o sistema sociocultural. Podemos procurar, eventualmente, uma unificação teórica entre estes sistemas, mas o que nos move nestes tempos é realmente uma nova forma de produção de conhecimentos, uma nova unidade da ciência com base na transdisciplinaridade para a solução de problemas e, em particular, os problemas a que chamamos civilizacionais.

Nos anos de 1970, um grupo de autores liderados por Gernot Bohme e associados publicou pela primeira vez um texto intitulado “Finalização da Ciência” (Böhme, 1976), mostrando como a orientação externa do conhecimento ganhava importância para o desenvolvimento da ciência. Alguns anos depois foi publicado o livro “Finalização na Ciência: A Orientação Social do Progresso Científico” (Böhme et al., 1983), sob a liderança de Gernot Bohme, evidenciando as novas orientações da dinâmica da produção de conhecimentos. Esta dinâmica aponta para a necessidade de produzir conhecimentos válidos para a solução de problemas e traduzível em inovação tecnológica (Bohme et al, 1983), tendo como base a emergência do conceito de “Desenvolvimento Sustentável”. Isso significa que a ciência passou a ser um agente de mudança, ademais de ser um modelo particular de cognição.

Gibbons et ali (2002), também nos mostra como a sociedade presencia uma mudança qualitativa e metodológica na produção de conhecimentos desde o final do século XX. Passamos do Modo 1 de fazer ciência para o Modo 2 como nos explica Gibbons da seguinte maneira: “O Modo 1 é idêntico ao que se entende por ciência. Suas normas cognitivas e sociais determinam o que deve ser considerado um problema significativo, a quem deve ser permitido praticar a ciência e o que constitui uma boa ciência. As práticas que aderem a essas regras são, por definição, científicas, enquanto aquelas que as violam não o são. Essas são as razões pelas quais é convencional falar de ciência e cientistas no Modo 1, mas foi necessário usar os termos mais gerais de conhecimento e profissionais, ao descrever o Modo 2” Gibbons, 2002, 3). Continua o autor mencionando que “O conhecimento do Modo 2 é realizado em um contexto de aplicação. O Modo 1 é disciplinar, enquanto o Modo 2 é transdisciplinar. O Modo 1 é caracterizado pela homogeneidade. Modo 2 por heterogeneidade. Organizacionalmente o Modo 1 é hierárquico e tende a preservar sua forma, enquanto o Modo 2 é mais heterárquico e transitório. Cada um emprega um tipo diferente de controle de qualidade. Em comparação com o Modo 1, o Modo 2 é mais socialmente responsável e reflexivo. Ele inclui um mais amplo, mais temporário e heterogêneo conjunto de praticantes, colaborando em um problema definido em um contexto específico e localizado” (Gibbons, 2002, 3).

O trabalho de Gibbons e seus associados nos mostra ainda a existência de uma demanda de mercado pelo Modo 2 de produção de conhecimentos, seja no setor privado ou no setor público nacional e internacional. De nosso ponto de vista, o que mais nos interessa neste momento, e tem sido o foco de nossas preocupações, se relaciona com a produção de conhecimento no setor público, sendo este compreendido pelas universidades, centros de investigação, governos nacionais ou instituições internacionais. Isso se deve ao fato de que a solução de uma grande parte dos problemas em qualquer nível requer políticas regulatórias e estas devem ser materializadas com base em ciência e

conhecimentos socialmente validados. Em particular devemos colocar nossa atenção nos problemas globais, que requerem compromissos de longo prazo e alta capacidade adaptativa de indivíduos, grupos e comunidades.

IV. O conhecimento inter e transdisciplinar

A discussão da seção anterior nos leva imediatamente aos temas relacionados às novas formas de produção de conhecimentos que mencionamos, ou seja, o conhecimento interdisciplinar e transdisciplinar. A produção de conhecimentos no mundo atual move uma maquinaria complexa (Strevens, 2020), cara e que exige instituições especializadas para fazer a gestão deste complexo sistema. As universidades, como instituições tradicionais na produção de conhecimentos, estão organizadas disciplinarmente tal como é de sua tradição e mantem um rol de outras instituições e empresas ao seu redor. Órgãos de financiamento, revistas especializadas nas diversas disciplinas, empresas de construção de equipamentos para laboratórios e comitês especializados para avaliação de publicações são alguns dos elementos que participam dessa maquinaria.

Do lado das empresas e dos governos, cada vez mais se requer uma visão interdisciplinar na elaboração de políticas públicas e na solução de problemas, que não respeitam as fronteiras do conhecimento ou mesmo as fronteiras nacionais. Nestes ambientes, cada vez mais são utilizados os conceitos de inter e transdisciplinaridade para garantir a governança dos vários setores e níveis de organização política.

Em 2008 o Ministério da Pesquisa, Ciência e Tecnologia da Nova Zelândia encomendou à Dra. Karen Cronin, um informe que indicasse caminhos para incorporar e os temas relacionados ao desenvolvimento sustentável no trabalho de formulação e implementação de políticas do ministério. O informe resultante de seu trabalho foi intitulado Transdisciplinary Research (TDR) and Sustainability e penso que ele é um bom exemplo de como utilizar os conceitos de inter e transdisciplinaridade na solução de problemas. Neste informe, se definem estes conceitos da seguinte maneira:

Estudos interdisciplinares: várias disciplinas acadêmicas não relacionadas (paradigmas de pesquisa contrastantes, por exemplo as diferenças entre abordagens qualitativas e quantitativas ou entre abordagens analíticas e interpretativas que reúnem disciplinas de humanidades e ciências naturais) envolvidas de tal forma que as força a cruzar os limites do assunto para criar conhecimentos e teorias e resolver um objetivo comum de pesquisa.

Estudos Transdisciplinares: projetos que pesquisadores e acadêmicos de diferentes disciplinas independentes e participantes não acadêmicos, tais como administradores de terras e o público em geral, investigam com um objetivo comum de criar conhecimentos e teoria. Transdisciplinaridade combina interdisciplinaridade com uma abordagem participativa. A pesquisa transdisciplinar envolve uma série de abordagens que podem levar à quebra das fronteiras disciplinares, à fusão de disciplinas existentes e à introdução de conhecimento não disciplinar de partes interessadas externas. Ele

também tem o potencial de criar uma estrutura de conhecimento e uma síntese abrangente a partir das diversas perspectivas no ambiente de pesquisa”(Cronin, 2008).

Na formulação acima, o que diferencia os dois conceitos é o aspecto do enfoque participativo. Significa que a depender da circunstância, se pode transitar do estudo interdisciplinar para o transdisciplinar. Em geral, as universidades e centros de pesquisa não aplicam, no trabalho acadêmico, o enfoque participativo tal como mencionado. A participação nestas instituições ocorre de forma distinta, onde os membros da própria instituição são os interlocutores privilegiados, ou seja, a participação se dá através de seminários e conferência entre pares. Outro aspecto a considerar, é que geralmente os problemas a que vão se enfrentar são, prioritariamente, de natureza acadêmica e o resultado do exercício interdisciplinar é o informe técnico-científico, o artigo ou livro a publicar.

O conceito de transdisciplinaridade tem uma natureza distinta e requer a participação externa dos diferentes atores potencialmente envolvidos com o tema, sendo que o resultado deste exercício não é o artigo científico a publicar, mas um programa de ação, um conjunto de recomendações ou uma proposta de política a ser institucionalizada.

Há, ainda, dois aspectos de fundamental importância a serem considerados. Se referem aos temas da governança (administração) e operatividade dos grupos inter e transdisciplinares quando estes estão formalizados em projetos direcionados para um problema específico identificado, como ocorre nas empresas ou instituições públicas nacionais ou internacionais, ou mesmo quando grupos informais de pesquisadores se juntam para investigar um tema específico. Os requerimentos para cada uma destas situações são distintos. O problema da gestão talvez seja o mais importante componente para o funcionamento exitoso de projetos inter e transdisciplinares tanto no setor público quanto no setor privado.

O sucesso ou mesmo a simples existência de tais projetos depende do aspecto organizacional e de gestão. No caso dos grupos formais, a concepção do projeto, os recursos materiais necessários, a atribuição de responsabilidades, o calendário de atividades e o tempo para a apresentação dos resultados são de fundamental importância. Nas empresas estes requisitos são levados a sério, pois a demora na apresentação de resultados devido à má gestão ou um inadequado dimensionamento dos recursos necessários para a execução do projeto pode causar perdas irreparáveis para a empresa. Nas instituições públicas, o problema de governança está, na maior das vezes resolvido. Os projetos seguem as hierarquias existentes. No entanto, o problema reside na alocação de recursos, na complexidade do projeto, vontade política e tempo previsto para a execução do projeto, ou seja, depende da eficácia da administração das equipes e da adequada alocação de recursos.

No caso dos grupos informais, o compromisso dos participantes com o tema e com a perspectiva dos resultados é um aspecto relevante, mas o aspecto do personalismo e da liderança são ameaças constantes ao projeto. De maneira geral, os grupos informais não dispõem da infraestrutura econômica e administrativa adequadas e eventuais problemas surgidos com a liderança do grupo podem colocar em risco todo o projeto.

Alguns requisitos para o êxito de projetos inter e transdisciplinares, sejam eles formais ou informais (Pinto & Slevin, 1987; Müller & Turner, 2007; Beleiu & Crisan & Nistor, (2013).

- a concepção do projeto, definição de objetivos, resultados a serem alcançados e especialidades requeridas para o projeto;
- Seleção dos profissionais de acordo com as especialidades requeridas e atribuição de responsabilidades;
- recursos materiais necessários,
- calendário de atividades e o tempo para a apresentação dos resultados.
- Governança/Gestão.

Como mencionado anteriormente, os grupos informais podem ter mais dificuldades devido à não disponibilidade de recursos humanos e materiais, bem como a potenciais conflitos gerados pelo estilo de liderança do líder do projeto. O tema da liderança em equipes interdisciplinares formais e informais, acadêmicas ou de organizações públicas ou privadas, tem sido objeto de discussão desde pelo menos 1938, através do trabalho de Chester Barnard (1938). Existe uma extensa literatura (Dudovskiy, 2013) sobre o assunto dada a importância da liderança motivacional nos projetos inter e transdisciplinares e às taxas de sucesso e fracasso observadas.

Adicionalmente, se considera que a pesquisa interdisciplinar é uma necessidade derivada da natureza dos problemas atuais, mas ela pode também incorrer em altos custos devido à necessidade de investir tempo e outros recursos para construir sólidas relações colaborativas, para o desenvolvimento de uma linguagem compartilhada, bem como no aprimoramento de uma perspectiva comum para pontos de vista diferentes (Bromham & Dinnage & Hua, 2016).

Os estudos e projetos inter e transdisciplinares tem muitas aplicações na ciência, na educação, medicina, antropologia, física e meio ambiente. Um excelente exemplo de êxito no trabalho transdisciplinar se refere à elaboração do conceito de “desenvolvimento sustentável”, tal como utilizado pela Organização das Nações Unidas no relatório *Nosso Futuro Comum* (1987), cujos desdobramentos têm importância fundamental ainda em nossos dias.

O Trabalho realizado no âmbito das agências especializadas das Nações Unidas, bem como em suas comissões temáticas para o estabelecimento de diretrizes de atuação da entidade, tem como característica marcante o aspecto mencionado por Karen Cronin (2008), ou seja, um trabalho de uma equipe interdisciplinar com abordagem participativa. Esse aspecto está perfeitamente reconhecido pela então presidente da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a primeira-ministra da Noruega Gro Harlem Brundtland (1987).

Na introdução do *Nosso Futuro Comum* ela menciona que “devido ao alcance do nosso trabalho e a necessidade de contar com uma ampla perspectiva, me dei conta perfeitamente de que deveria criar uma equipe política e científica altamente qualificada e influente, de maneira a constituir uma Comissão verdadeiramente

independente. Isto era primordial se queríamos ter êxito. Juntos deveríamos abraçar o planeta e nos unirmos para formular um enfoque integrado e interdisciplinar de frente a nossas preocupações e futuro comum. Necessitávamos uma ampla participação e uma maioria de membros procedentes dos países em desenvolvimento, de maneira a refletir as realidades do mundo. Necessitávamos de pessoas com ampla experiência, procedentes de todos os horizontes políticos, não somente relacionados ao meio-ambiente ou ao desenvolvimento e outras disciplinas políticas, como também de todos os setores onde se tomam decisões políticas vitais que influenciam o progresso econômico e social, nos níveis nacional e internacional” (UNCED, 1987).

Creio que o parágrafo anterior resume o trabalho transdisciplinar de que nos fala Cronin (2008) e outros autores (Nowotni et al, 2001), bem como a visão expressa por Bohme e associados (Bohme et al, 1983) quando nos apresentava sua concepção de “Finalização da Ciência”. No campo dos conceitos, o trabalho definiu o conceito de sustentabilidade (*O desenvolvimento sustentável é aquele que assegura a satisfação das necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades.*) através da comissão interdisciplinar de cientistas e políticos. Esse é um ponto importante do processo. É um conceito que surge da negociação política com abordagem amplamente participativa, gerando ademais enormes efeitos práticos já que, a partir dele, a comunidade internacional formulou um amplo programa de ação que vem moldando o mundo desde então, cristalizado na Agenda 21 e, posteriormente, nas Metas do Milênio e na Agenda 2030.

Poderíamos dizer, ainda, que o documento *Nosso Futuro Comum* trabalha com os sistemas políticos, econômicos e sociocultural ainda que de forma pouco convencional em termos acadêmicos. Como diz Cronin (2008), “a gestão da sustentabilidade é agora um campo de pesquisa importante e crescente, reflexo dos princípios e práticas da Transdisciplinaridade e a pesquisa de sustentabilidade é vista como um processo social envolvendo disciplinas das ciências naturais e sociais, especialistas e não especialistas, e cooperação entre instituições”.

De fato, já vivenciamos o mundo transdisciplinar, como no caso acima, relacionado as negociações internacionais multilaterais, em empresas e em governos nacionais, particularmente quando da elaboração de políticas públicas.

V. Conclusão: Cognição versus solução de problemas.

Os temas que vimos considerando tem como base o anseio da humanidade, desde tempos antigos, de alcançar a unidade do conhecimento. Muitas tentativas foram realizadas para unificar a ciência em torno de uma grande teoria que descrevesse os sistemas da natureza, da vida e da sociedade. Mostramos, resumidamente, algumas destas tentativas.

A sociedade moderna vem sendo definida como sociedade do conhecimento, onde a ciência exerce um papel de agente gerador da mudança no sentido de transformar o conhecimento em tecnologia e, assim, modificar os padrões de sobrevivência e as relações de trabalho. As disciplinas científicas foram o motor deste desenvolvimento até

fins do século XIX, quando uma nova e mais eficiente forma de produzir conhecimentos começou a se estabelecer, ainda que lentamente. Passamos do Modo 1 de produção de conhecimentos para o Modo 2, como nos mostrou Gibbons (2002). Mais recentemente, demonstrou-se que o Modo 2 de produção de conhecimentos, com sua matriz de inter e transdisciplinaridade, está em conformidade com a própria natureza das sociedades modernas e com o estágio alcançado pela produção econômica e pelo nível de complexidade das sociedades.

Ao mesmo tempo, os níveis de desenvolvimento experimentados pela humanidade colocaram novos desafios para serem resolvidos. A humanidade encontra-se em uma encruzilhada. Desenvolvimento, tecnologia e integração geraram desafios antes desconhecidos. Novas ameaças de natureza global estão a questionar os caminhos a serem seguidos pela humanidade. São o que chamamos de desafios civilizacionais. Muitos alertas vêm sendo dados sobre os riscos a que estamos submetidos, tal como mencionado na seção III: Poluição e diminuição dos recursos hídricos, ameaças de extinção em massa da biodiversidade, devastação florestal, desertificação, mudanças do clima global, pobreza persistente para grandes contingentes da população mundial, ataques aos sistemas e valores democráticos em muitos países e, neste momento, uma pandemia de grandes proporções.

Apesar dos investimentos na produção de conhecimentos, nos alertas que vem sendo feitos pela comunidade científica, nos inúmeros relatórios apresentados às instituições internacionais, a humanidade resiste na mudança de comportamento, nos seus padrões de consumo e nas atitudes em relação aos recursos naturais e meio ambiente. O resultado do desenvolvimento, tal como alertou o relatório *Nosso Futuro Comum*, é uma ameaça global aos padrões de desenvolvimento e à própria civilização.

Mais do que nunca necessitamos da ciência. Necessitamos do conhecimento como mediador de conflitos, solucionador de problemas, estimulador da consciência civilizacional e gerador de caminhos possíveis para a sustentabilidade como preconiza o relatório *Nosso Futuro Comum*.

A unidade da ciência de que necessitamos se refere não à unidade metodológica e cognitiva, mas a unidade para a solução de problemas (civilizacionais em particular) trazida pela inter e transdisciplinaridade, tal como discutimos na seção anterior.

O Modo 1 de produção de conhecimentos vai, certamente, continuar seu caminho de verticalização. Mas o Modo 2 de produção de conhecimentos necessita ser difundido e assumido pelas instituições responsáveis em todos os níveis, local, nacional e internacional. A transdisciplinaridade como solução compartilhada de problemas é, até onde se pode visualizar, o caminho que leva ao Futuro Comum de forma segura e sustentável.

References

- ASHBY, W. ROSS (1957). An introduction to Cybernetics, Chapman & Hall Ltd.
- Barnard, Chester I. The Functions of the Executive; The Harvard University Press: Cambridge, MA, 1938.
- Beleiu, I., Crisan, E., Nistor, R. (2013). Main Factors Influencing Project Success, Social Fund through Sectoral Operational Programme, Human Resources Development 2007-2013, project number POSDRU/159/1.5/S/134197, Babeş-Bolyai University, Romania.
- Bertalanffy, L von (1968). General System Theory, George Braziller, NY.
- Böhme, G.; van den Daele, W.; Krohn, W. (1976). "Finalization of Science", Social Science Information 15: 307-30.
- Böhme, G.; van den Daele, W.; Krohn, W.; Hohlfeld, R.; Schäfer, W. (1983). Finalization in Science. Dordrecht: Reidel Publishing Company
- Brewer, G.D. (1999). The Challenges of Interdisciplinarity. Pol Sci 32, 327-337.
- Cronin, K. (2008). Transdisciplinary Research (TDR) and Sustainability, Ministry of Research, Science and Technology, New Zealand.
- Dilthey, W (1988). Introduction to the Human Sciences: An Attempt to Lay a Foundation for the Study of Society and History, WSU, EUA
- Erlich, P. (1968). The Population Bomb, Ballantine Books.
- Gibbons, M. et alli (2002). The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies, SAGE Publications, London.
- Hans J. Hummell & Karl-Dieter Opp (1968) Sociology without sociology, Inquiry, 11:1-4, 205-226, DOI: [10.1080/00201746808601527](https://doi.org/10.1080/00201746808601527).
- Kuhn, T (1958). The Structure of Scientific Revolutions, *International Encyclopedia of Unified Science*, V. II, University of Chicago Press.
- Lindell Bromham, L., Dinnage, R., Hua, X. (2016). Interdisciplinary research has consistently lower funding success, Nature, Vol 534, 30 June.
- Matallo, Junior H. (2021). The explanation and structure of Social Sciences in https://www.academia.edu/45508615/THE_EXPLANATION_AND_STRUCTURE_OF_SOCIAL_SCIENCES, Originalmente publicado em Matallo Junior, H. (1988). Heisemberg, a sociologia e o princípio de incerteza in Revista Humanidades, Universidade de Brasília, Brasil.
- Meadows et alli. (1972). The Limits to Growth, Universe Books, NY.
- Müller, R., Turner, R. (2007). Influence of project managers on project success criteria and project success by type of project. European Management Journal 25 (4), 298–309.
- Neurath, O, Carnap, R e Morris, C. Editors (1938). International Encyclopedia of Unified Science, University of Chicago Press.

Nowotni, H, Scott, P and Gibbons, M. (2001). Re-thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty, Polito Press, USA.

Oliveira Barra, E.S. (2004). Arquitetônica kantiana e gravitação newtoniana, *Scientiae Studia*, São Paulo, V.2, N.3

Oppenheim, P & Putnan, H. (1958). Unity of Science as a Working Hypothesis. *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, 2, 3–36.

Pinto, J.K., Slevin, D.P., (1987). Critical factors in successful project implementation, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 34 (1), 22–28

Pouvreau, D. (2007). On the history of Ludwig von Bertalanffy's "General Systemology", and on its relationship to cybernetics Part I: elements on the origins and genesis of Ludwig von Bertalanffy, *International Journal of General Systems* Vol. 36, No. 3.

Pouvreau, D. (2014). On the history of Ludwig von Bertalanffy's "general systemology", and on its relationship to cybernetics, *International Journal of General Systems*. Vienna.

Rosling, H. (2018). Factfulness: Ten reasons we're wrong about the world and why things are better than you think, Sceptre, London.

Stevens, M. (2020). The knowledge machine: how irrationality created modern science, Liveright Publishing Corporation, NY.

Tahko, T (2021). Unity of Science, Cambridge University Press, Downloaded from <https://www.cambridge.org/core>.

Turchin, Valentin (1977). The Phenomenon of Science: a cybernetic approach to human evolution, Columbia University Press.

UNCED (1987). Nuestro Futuro Común, Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.

Wiener, N (1948). Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine", published by MIT Press/Wiley and Sons.

Dudovskiy, J. (2013). Leadership Differences between Private and Public Sector Organisations: literature review, *Business Research Methodology*.