

# A concepção holística do conhecimento como modelo para a compreensão das ciências e suas contribuições para o ensino interdisciplinar<sup>1</sup>

## RESUMO

**Elda Cristina Carneiro da Silva**  
[elda.bio@hotmail.com](mailto:elda.bio@hotmail.com)  
[0009-0004-3938-0327](tel:0009-0004-3938-0327)  
Universidade Federal do Paraná, Curitiba,  
Paraná, Brasil.

**Joanez Aparecida Aires**  
[joanez.ufpr@gmail.com](mailto:joanez.ufpr@gmail.com)  
[0000-0002-2925-0826](tel:0000-0002-2925-0826)  
Universidade Federal do Paraná, Curitiba,  
Paraná, Brasil.

Este trabalho tem como objetivo discutir um caminho epistemológico e pedagógico para o ensino de ciências que contemple a apreensão do conhecimento científico por meio do diálogo entre duas grandes áreas de estudo: a história da ciência e a interdisciplinaridade. Além de oferecer contribuições ao ensino de ciências, o desenvolvimento da pesquisa resultou na elaboração de um texto de apoio ao professor, o qual tem como finalidade esclarecer como as concepções mecanicista/reducionista da física clássica, estabelecidas na modernidade, foram aceitas e adotadas como modelo de ciência e apresentar a transição para a abordagem holística da ciência, num movimento para viabilizar a interface entre as ciências - no seu contexto holístico - e ensino. Autores que discorrem sobre a ciência numa visão histórica, sistêmica, orgânica, holística, evolutiva, tais como Fleck, Canguilhem, Mayr, Capra, têm o potencial de apoiar a proposta de enfrentamento ao reducionismo e a fragmentação do conhecimento, em contraposição ao padrão de ciência que perdura desde a era moderna. A partir disso, considera-se que a promoção de diálogos interdisciplinares que levem em consideração uma epistemologia histórica da ciência, com ênfase na concepção holística, merece lugar de destaque nas aulas de ciências em interação com outras disciplinas. Acredita-se que relativizar a concepção de verdade e considerar o contexto histórico, social, cultural da construção do conhecimento, como na epistemologia fleckiana, pode tornar menos rígida nossa compreensão dos conceitos científicos, distante da verdade objetiva da ciência moderna que, diante do exposto, engessa e fragiliza o processo de apreensão da cultura científica por parte dos estudantes

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de ciências. História da ciência. Holismo. Interdisciplinaridade.

## INTRODUÇÃO

No contexto educacional atual, é facilmente perceptível a influência dos produtos das ciências na vida em sociedade, de forma que se torna necessária a compreensão de conceitos, aplicações, riscos e benefícios do conhecimento científico. Este trabalho tem como objetivo discutir um caminho epistemológico e pedagógico para o ensino de ciências que contemple a apreensão desse conhecimento por meio do diálogo entre duas grandes áreas de estudo: a história da ciência e a interdisciplinaridade.

Ao argumentar a favor da inserção da história da ciência nos currículos de formação de professores, Scheid (2018) defende que a educação científica e tecnológica deverá viabilizar aos cidadãos a possibilidade de participar das discussões de assuntos relacionados à ciência e à tecnologia, com consequências para a qualidade de vida individual e coletiva. A autora sugere que, para alcançar esse objetivo, “é preciso passar de uma concepção fragmentária para uma concepção unitária de conhecimento. Isso poderá ser alcançado por meio da realização de projetos interdisciplinares” (SCHEID, 2018, p. 450).

Paniz e Muenchen (2020) também destacam a importância do trabalho coletivo e interdisciplinar no ensino de ciências na elaboração e implementação de currículos críticos/transformadores. Segundo as autoras, “discussões curriculares são fundamentais na formação inicial e na permanente, no sentido de colocar o professor como sujeito que pode pensar e elaborar currículos de forma dialógica, contextualizada e interdisciplinar” (PANIZ; MUENCHEN, 2020, p. 238).

O conceito de interdisciplinaridade adotado nesta pesquisa está alinhado ao de Fazenda (2011), a qual afirma que interdisciplinaridade é um termo utilizado para representar a cooperação entre disciplinas variadas ou entre áreas diversas pertencentes a uma determinada ciência. A colaboração mútua é evidente nas trocas, com foco no aperfeiçoamento recíproco. Segundo a autora, “não é ciência, nem ciência das ciências, mas é o ponto de encontro entre o movimento de renovação da atitude diante dos problemas de ensino e pesquisa e da aceleração do conhecimento científico” (FAZENDA, 2011, p. 73).

O desenvolvimento da pesquisa resultou na elaboração deste artigo com dupla função: além de oferecer contribuições ao ensino de ciências, poderá servir de apoio ao professor no que se refere a um breve conteúdo acerca de concepções sobre a ciência. Serão apresentados nos itens 2, 3 e 4 textos com potencial para subsidiar o professor que busque promover reflexão sobre visões de ciência durante as aulas de ciências, respectivamente: ‘Modelos de Ciência<sup>2</sup> uma breve reconstrução histórica’, ‘Da metáfora da máquina ao pensamento holístico’ e ‘Reflexões epistemológicas acerca a concepção holística do conhecimento’. Estes textos têm a finalidade de esclarecer como as concepções mecanicista/reducionista da física clássica, estabelecidas na modernidade, foram aceitas e adotadas como modelo de ciência e apresentar a transição para a abordagem holística<sup>3</sup> da ciência como uma possibilidade de enfrentamento e superação deste parâmetro científico universal, absoluto e genérico, o qual considera-se ser um entrave tanto à atividade científica quanto ao ensino de ciências.

A opção por realizar esse resgate histórico pode ser considerada, portanto, como um movimento para viabilizar a interface entre as ciências - no seu contexto

holístico - e ensino, tendo como ponto de partida reflexões acerca de fatores históricos envolvidos na constituição da ciência moderna e suas implicações para o ensino de ciências, uma vez que professoras e professores podem colaborar significativamente para a apreensão da cultura científica por parte dos estudantes. Adota-se, portanto, nesta investigação, a abordagem qualitativa, do tipo exploratória e de caráter explicativo (GIL, 2002).

O referencial teórico que respalda a correlação proposta entre a história da ciência e o ensino interdisciplinar foi obtido dos trabalhos de Trindade (2008; 2011; 2013). Busca-se ampliar no item 5 a colaboração deste autor no sentido de desenvolver a ideia de que a história da ciência é defendida por ele como uma disciplina aglutinadora, o que corrobora a defesa da concepção holística do conhecimento como modelo para compreensão das ciências.

Desta forma, autores que discorrem sobre a ciência numa visão histórica, sistêmica, orgânica, holística, evolutiva, tais como Ludwik Fleck, Georges Canguilhem, Ernest Mayr, Fritjof Capra, têm o potencial de apoiar a proposta de comunicação entre a história da ciência e a interdisciplinaridade, em contraposição ao padrão de ciência que perdura desde a era moderna - linear, fragmentada, descontextualizada. Os três primeiros, são autores que optaram pelas ciências da vida como modelo de ciência, não só admitindo a biologia como ciência autônoma, mas enxergando nos processos biológicos modelos para compreender as ciências.

A partir do pensamento sistêmico, que engloba a concepção holística do conhecimento, considerado aqui pelo viés da história da ciência, o físico Fritjof Capra e outros que compartilham da mesma concepção, parecem propor uma ruptura das demarcações existentes entre as disciplinas e, assim, promovem diálogos interdisciplinares entre fenômenos estudados isoladamente pelas diversas áreas do conhecimento. É interessante destacar que se fala de físicos e não de biólogos, o que corrobora a defesa de que a concepção holística possui grande potencial de ser adotada como modelo para compreensão das ciências e servir de parâmetro para a prática do ensino interdisciplinar. Na obra 'O ponto de mutação', publicada originalmente em 1982, Capra apresenta diversas limitações do paradigma cartesiano nas ciências naturais e sociais, com exemplos que podem ser adotados para estudo e reflexão em sala de aula.

Trindade (2013) defende que "a contextualização sociocultural e histórica da ciência se associa às ciências humanas e cria importantes interfaces com outras áreas do conhecimento" (TRINDADE, 2013, p. 71). E acrescenta:

O caráter interdisciplinar da história da ciência não aniquila o caráter necessariamente disciplinar do conhecimento científico, mas completa-o, estimulando a percepção entre os fenômenos, fundamental para grande parte das tecnologias e desenvolvimento de uma visão articulada do ser humano em seu meio natural, como construtor e transformador desse meio (TRINDADE, 2013, p. 71).

Considera-se que o resgate histórico dos modelos explicativos para compreensão da ciência, exposto na próxima seção, mostra a ciência como uma atividade coletiva, colaborativa e dinâmica, características igualmente marcantes e necessárias para a prática da interdisciplinaridade no ensino de ciências.

## MODELOS DE CIÊNCIA: UMA BREVE RECONSTRUÇÃO HISTÓRICA

Quando se fala em concepção holística do conhecimento, inevitavelmente remete-se ao filósofo grego Aristóteles. Mayr (2008) defende que a **biologia de Aristóteles** também poderia ser considerada uma ciência em determinadas características, “mas a ela faltavam o rigor metodológico e a completude da ciência da biologia da forma como ela se desenvolveria dos anos de 1830 a 1860” (MAYR, 2008, p. 50).

Capra (2021) esclarece que as ideias aristotélicas de percepção orgânica do mundo, bem como sua doutrina, permaneceram durante toda a Idade Média e, apenas a partir dos séculos XVI e XVII, pode-se constatar uma transformação no pensamento científico ocidental com a chamada Revolução Científica. Tal revolução foi marcada no campo da Física e Astronomia com fundamentação matemática, a qual se tornou a ciência exemplar nos trabalhos de Copérnico, Galilei, Bacon, Descartes, Newton (MAYR, 2005).

Conforme salienta Capra (2021):

Desde o século XVII, a física tem sido o exemplo brilhante de uma ciência "exata", servindo como modelo para todas as outras ciências. Durante dois séculos e meio, os físicos se utilizaram de uma visão mecanicista do mundo para desenvolver e refinar a estrutura conceitual do que é conhecido como física clássica. Basearam suas ideias na teoria matemática de Isaac Newton, na filosofia de René Descartes e na metodologia científica defendida por Francis Bacon, e desenvolveram-nas de acordo com a concepção geral de realidade predominante nos séculos XVII, XVIII e XIX (CAPRA, 2021, p. 45).

Capra (2021) acrescenta que nessa época o mundo material era visto como uma “profusão de objetos separados, montados numa gigantesca máquina” (CAPRA, 2021, p. 45-46), constituída por peças elementares, assim como as máquinas construídas pelo homem. Em consequência, acreditava-se que os fenômenos complexos seriam compreendidos a partir da sua redução a seus componentes básicos e investigação dos mecanismos de interação desses componentes.

Esta concepção reducionista, segundo o autor, foi “enraizada em nossa cultura ocidental de forma tão intensa, que tem sido reiteradamente associada ao método científico”, cujos princípios básicos caracterizam a ciência ainda hoje (MAYR, 2008). Capra (2021), portanto, endossa o que diversos outros estudiosos da história da ciência constataram em seus estudos: “as outras ciências aceitaram os pontos de vista mecanicista e reducionista da física clássica como a descrição correta da realidade, adotando-os como modelos para suas próprias teorias” (CAPRA, 2021, p. 46).

Sobre os modelos explicativos para caracterizar o conhecimento científico, Beltran, Saito e Trindade (2014) enfatizam a necessidade de se considerar que as epistemologias que buscaram esclarecer o desenvolvimento e fundamentos da ciência manifestaram-se “num momento em que a própria ciência moderna estava se consolidando como área do conhecimento” (BELTRAN, SAITO, TRINDADE, 2014, p. 51).

Apesar de ter se estabelecido mais tardiamente que as outras ciências, por volta do século XIX, a biologia ainda manteve resquícios cartesianos, tais como na mecânica animal e o reducionismo físico-químico, este último, ainda hoje muito

presente nos estudos relativos à biotecnologia, genética, biologia molecular. O modelo sustentado no presente trabalho, no entanto, se aproxima das características da biologia evolutiva, histórica, que está alinhada à epistemologia dos autores mencionados neste artigo.

## DA METÁFORA DA MÁQUINA AO PENSAMENTO HOLÍSTICO

A metáfora da máquina, dominante na modernidade, não se restringiu à física/matemática. O estudo do organismo também foi influenciado. Canguilhem (2012) comenta sobre a interpretação das funções animais em Descartes:

Quando Descartes explicava as funções do organismo animal em geral, humano em particular, como ele fazia com os movimentos de uma máquina, relógio ou órgão, recorria a uma analogia. Era mesmo, em sua obra científica, a única analogia que não era simples comparação didática. O automatismo dos animais era uma recusa radical do animismo [...]: a terra é um ser vivo, ela tem entranhas, ela sente, ela gera; o mundo tem uma alma, como as plantas, os animais, o homem. A analogia que fundamentava a mecânica animal tinha como efeitos reduzir o maravilhoso, negar a espontaneidade do ser vivo, garantir a ambição de uma dominação racional do curso da vida humana (CANGUILHEM, 2012, p. 235).

Na biologia, Mayr (2008) explica que a aceitação deste modelo como o ideal da ciência levou à crença de que os organismos não são diferentes da matéria inerte, de tal forma que o objetivo da ciência era reduzir a biologia às leis da física e da química. A mudança no pensamento biológico, com o declínio do mecanicismo e do vitalismo para as explicações científicas emergentes e o estabelecimento do organicismo no século XX impactaram a posição da biologia entre as ciências, segundo o biólogo.

Naturalmente, essa visão de mundo teve impactos significativos na posição filosófica dos que se dedicaram à compreensão da ciência. Zaterka e Mocellin (2022) fazem referência a essa seletividade epistemológica e afirmam que na primeira metade do século XX a maior parte das discussões filosóficas sobre a ciência tiveram a física como espelho, ou seja, a física tornou-se modelo do que seria conhecimento científico para as outras ciências empíricas e isto ocorreu pelo fato de ter se adaptado melhor à linguagem matemática.

Se por um lado, a biologia se consolidou como ciência, por outro, conforme sugerem Zaterka e Mocellin (2022), as reflexões filosóficas e sobre o contexto referentes à produção do conhecimento biológico não têm lugar de destaque ainda hoje:

[...] os sistemas epistemológicos hegemônicos privilegiaram explicações lógico-matemáticas e linguísticas da ciência, deixando de lado não apenas as questões filosóficas sugeridas pela investigação experimental, como também todo o contexto social e cultural subjacente a tal conhecimento. Embora recentemente tenha crescido o interesse pela filosofia de outras disciplinas científicas, notadamente pela filosofia da biologia, o modelo paradigmático para a filosofia da ciência entre os filósofos continua a ser, de maneira geral, a física (ZATERKA; MOCELLIN, 2022, p. 18).

Considerando que o conhecimento biológico permeava a concepção de mundo pelo menos desde Aristóteles, pode-se perguntar: como e por que o quadro conceitual das ciências ficou restrito à física/matemática por mais de três séculos

e a biologia não emergiu nesse período como mais um modelo possível para a compreensão da ciência?

A resposta parece simples. A biologia ainda não havia se consolidado como ciência. Durante o século XIX, desenvolveu sua linguagem, conceitos e métodos próprios, muito distantes das ideias fisicalistas, que não se aplicavam aos fenômenos biológicos, o que levou alguns autores, como Mayr (2005) a defendê-la como ciência autônoma, ideia anteriormente defendida por Auguste Comte no século XIX, a partir de sua concepção de organismo, a qual o fez rejeitar o conceito de célula e se contrapor à teoria celular, em virtude de suas convicções socialistas.

Canguilhem (2012) apresenta uma ideia inusitada acerca do positivismo de Comte, a qual sugere uma herança biológica presente no positivismo, ao afirmar “que foi no domínio da biologia que a filosofia positiva se revelou mais nova e exerceu influência mais real, a ponto de se duvidar que a sociologia conserve da obra comtiana um traço tão profundo quanto o faz a biologia” (CANGUILHEM (2012, p. 59-60). Segundo o autor, a formação do termo biologia foi, para Comte, prova da autonomia, ou da independência da disciplina, a ponto de sugerir uma revolução científica em seu domínio:

A filosofia biológica de Comte é a justificação sistemática desse testemunho, a plena aceitação e a consolidação da grande revolução científica que, sob o impulso de Bichat, transporta da astronomia à biologia a presidência geral da filosofia natural. Comte não erra propriamente em ver, nos dissabores de sua carreira, uma das consequências do fato de que, na cidade dos sábios da época, ele se colocou, ele matemático, do lado da escola biológica lutando para manter [segundo ele], contra o irracional ascendente da escola matemática, a independência e a dignidade dos estudos orgânicos (CANGUILHEM, 2012, p. 63).

O reconhecimento da biologia almejado por Comte parece ter sido alcançado somente a partir da ideia da evolução biológica- inicialmente proposta por Lamarck e posteriormente formulada por Darwin - contribuindo para a emergência de um novo pensamento sobre os seres vivos em contraposição ao fixismo das espécies, o que significou o início de um processo de reconhecimento de um novo modelo possível de concepção de ciência, bem diferente do modelo hegemônico. De acordo com Capra (2021), a teoria da evolução obrigou os cientistas a admitirem que o mundo deveria ser compreendido como um sistema em mudança contínua, onde os arranjos complexos se desenvolviam a partir de estruturas mais simples, afastando a visão cartesiana da máquina fabricada pelo Criador.

Mas os principais conceitos da concepção de mundo cartesiana e da mecânica newtoniana ainda resistiam e somente foram contestados pela teoria da relatividade e pela teoria quântica apresentadas nas primeiras décadas do século XX. Numa posição otimista em defesa da consolidação desta mudança, Capra (2021), afirma:

Em contraste com a concepção mecanicista cartesiana, a visão de mundo que está surgindo a partir da física moderna pode caracterizar-se por palavras como orgânica, holística e ecológica. Pode ser também denominada visão sistemática, no sentido da teoria geral dos sistemas. O universo deixa de ser visto como uma máquina, composta de uma infinidade de objetos, para ser descrito como um todo dinâmico, indivisível, cujas partes estão essencialmente inter-relacionadas e só podem ser entendidas como modelos de um processo cósmico (CAPRA, 2021, p. 75).

Essa nova visão de mundo, de ciência, tinha agora a potencialidade de alicerçar novas posições epistemológicas, como é o caso do modelo historiográfico biológico de Ludwik Fleck, que pode ser considerado uma forma de enfrentar o monopólio da posição epistemológica cartesiana reducionista, de caráter positivista, como será visto a seguir.

## **REFLEXÕES EPISTEMOLÓGICAS ACERCA DA CONCEPÇÃO HOLÍSTICA DO CONHECIMENTO**

Encontra-se na literatura aproximações entre as ideias de dois teóricos que as ancoram no campo das ciências da vida, em contraposição à epistemologia da física clássica, Ludwik Fleck e Georges Canguilhem (CONDÉ, 2016; SOUTO, 2019). O primeiro, médico polonês especializado em microbiologia, autor de 'Gênese e desenvolvimento de um fato científico', publicado originalmente em 1935. O segundo, médico francês reconhecidamente um dos mais importantes historiadores das ciências do século XX, particularmente em história das ciências da vida e história da medicina. Apesar de não haver registro histórico de interlocução entre os pensadores, há algo que alinha suas ideias: o olhar para a ciência numa concepção evolutiva e holística do conhecimento em oposição ao positivismo lógico. Condé (2016) ressalta:

Apesar de pertencerem a tradições diferentes e de não terem sofrido influências recíprocas ou unilaterais, no contexto dos anos 1930/1940, Fleck e Canguilhem reagem, cada um a seu modo, contra a velha concepção de história da ciência legitimada por uma epistemologia positivista (CONDÉ, 2016, p. 52).

Sobre as semelhanças entre as ideias de Fleck e Canguilhem, no contexto das ciências da vida, Condé (2016) denomina de matriz biológica o ponto de convergência entre os dois pensadores, contrapondo-se à matriz física tradicional e comenta que, para além da prática e do discurso a partir da matriz biológica, ambos entendem a necessidade de integrá-la como referencial epistemológico. Os médicos teriam pensado a história da ciência na perspectiva de uma epistemologia histórica, também biológica ou evolutiva.

Em 1948, na sua clássica obra 'O normal e o patológico', a partir de questões médicas e biológicas, Canguilhem apresentava uma concepção de história da ciência inovadora, alinhada à concepção pioneira desenvolvida por Ludwik Fleck, em 1935, na qual procurava mostrar, inspirado na biologia e medicina, um novo modelo epistemológico para a compreensão da história da ciência numa perspectiva social e histórica, ou seja, o entendimento do conhecimento como resultado de um coletivo e suas interações sociais situados no tempo (CONDÉ, 2016).

Além da aproximação teórica entre os pensadores médicos, sinalizada pela visão dinâmica, holística e ecológica que ambos têm da doença, Souto (2019) destaca a mudança de foco desenvolvida por Canguilhem no que concerne à epistemologia histórica francesa "ao preferir partir, não mais das ciências matemáticas ou matematizáveis, mas das ciências da vida, as quais se caracterizam justamente pelo fato de resistirem à matematização" (SOUTO, 2019, p. 392).

A percepção holística/orgânica do conhecimento científico significaria um retorno à concepção aristotélica da natureza? Do holismo de Aristóteles ao

reduccionismo mecanicista, muitos séculos se passaram e este último modelo de ciência foi se mostrando cada vez menos eficiente para explicar os novos fenômenos que se procurou estudar, tanto na física como na biologia. De acordo com Mayr (2008), a partir de 1920, os termos holismo e organicismo têm sido usados como sinônimos. No entanto, como muitos sistemas inanimados também são holísticos, considera-se este termo mais adequado para se referir aos fenômenos físicos, químicos, biológicos e outros.

Entende-se, portanto, que não só os fenômenos biológicos podem ser examinados segundo uma visão holística, mas as diversas ciências podem, em diversos aspectos, ser explicadas com base neste modelo. Ludwik Fleck e Georges Canguilhem, por exemplo, como médicos, compreenderam a potencialidade das ideias biológicas e as integraram em suas epistemologias.

A biologia passou a ter o potencial de servir como modelo para a atividade científica, não o único, mas um modelo possível, o que oferece ao conhecimento científico produzido a possibilidade de ser compreendido por meio de uma epistemologia evolutiva, processual e não revolucionária. Pelo fato de Fleck e Canguilhem utilizarem o modelo biológico em suas epistemologias, associa-se o holístico ao biológico, mas não exclusivamente. Acredita-se que as outras ciências também podem ser analisadas sob a perspectiva holística do conhecimento.

Fleck (2010) explica as mudanças gradativas do conhecimento por meio de uma analogia ao processo de evolução biológica, afirmando que o desenvolvimento do pensamento se dá de maneira dinâmica, “de modo que assistimos constantemente às mutações do estilo de pensamento”<sup>4</sup> (FLECK, 2010, p. 67-68). Além disso, Fleck relativiza a noção de verdade - assumida dentro de um estilo de pensamento – enquanto em outras epistemologias, que usam a física clássica como padrão de ciência, essa noção parece ser rígida.

Numa perspectiva histórica, não se pode desconsiderar o esclarecimento de Beltran, Saito e Trindade (2014) de que as diferentes epistemologias propuseram modelos explicativos para caracterizar a ciência e, dessa forma, precisam ser “contextualizadas e analisadas segundo a concepção de conhecimento de suas respectivas épocas, visto que tais propostas estão ancoradas a certos pressupostos discursivos próprios de uma época” (BELTRAN, SAITO, TRINDADE, 2014, p. 51-52).

A partir de um estudo histórico-epistemológico sobre o conceito de sífilis, na década de 1930, Fleck desenvolveu sua teoria do conhecimento, na qual os fatos científicos são tomados como um produto social. Para Fleck (2010), “o processo de conhecimento representa a atividade humana que mais depende das condições sociais, e o conhecimento é o produto social por excelência” (FLECK, 2010, p. 85).

O autor defende que o conhecimento científico, portanto, é construído para além dos limites da relação sujeito-objeto, incorporando o ‘estado do saber’, ou seja, o contexto histórico, social e cultural de uma determinada época. Nas palavras de Fleck (2010):

A teoria comparada do conhecimento não deve considerar o processo do conhecimento como uma relação binária entre sujeito e objeto, entre o ator do conhecimento e algo a ser conhecido. O respectivo estado do saber, enquanto fator fundamental de cada conhecimento novo, deve entrar como o terceiro elemento nessa relação (FLECK, 2010, p. 81).



Depreende-se daí que, ao discorrer sobre o condicionamento histórico e social do conhecimento, a visão de Fleck sobre a construção do conhecimento constituiu-se como uma forma de enfrentamento à posição epistemológica reducionista. Capra (2014) esclarece que o pensamento sistêmico, “envolve uma mudança da ciência objetiva para a ciência ‘epistêmica’; para um arcabouço no qual a epistemologia torna-se parte integrante das teorias científicas” (CAPRA, 2014, p. 115). O autor enfatiza que:

[...] na ciência cartesiana, acreditava-se que as descrições científicas fossem objetivas, isto é, independentes do observador humano e do processo de conhecimento. A ciência sistêmica, em contrapartida, implica que a epistemologia – a compreensão do processo de conhecimento – precisa ser explicitamente incluída na descrição dos fenômenos naturais (CAPRA, 2014, p. 115).

Capra (2021) comenta que nosso pensamento e as disciplinas científicas são fragmentados devido a demasiada ênfase dada ao método cartesiano, concepção que “levou à atitude generalizada de reducionismo na ciência — a crença em que todos os aspectos dos fenômenos complexos podem ser compreendidos se reduzidos às suas partes constituintes” (CAPRA, 2021, p. 56-57). Esta ideia é reforçada por autores que pesquisam acerca da interdisciplinaridade sob o viés da história da ciência, sendo apresentada como uma importante dificuldade imposta à prática interdisciplinar no ensino de ciências, conforme será discutido na próxima seção.

### **ALGUMAS CONCEPÇÕES SOBRE O HOLISMO E A INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

Na perspectiva do diálogo proposto neste artigo entre a história da ciência e a interdisciplinaridade, é imprescindível reconhecer as profundas diferenças entre a ciência cartesiana, objetiva, neutra, fragmentada, rígida, linear; e a ciência holística- dinâmica, unificada, processual, contextual. Além disso, correlacionar a compartimentação do conhecimento, ocorrido na era moderna, com a adoção deste modelo no ensino de ciências, favorece uma visão mais ampla sobre a interdisciplinaridade no ensino, a qual requer a adoção da visão holística como parâmetro para a compreensão das ciências.

Trindade (2013) destaca a excessiva disciplinarização do saber científico, uma vez que o conhecimento durante a ciência moderna se desenvolveu por meio da especialização, de forma que, quanto maior a delimitação do objeto de estudo, maior seria o seu rigor científico. O autor considera que “especializado, restrito e fragmentado, o conhecimento passou a ser disciplinado e segregador”. Além disso, o conhecimento estabeleceu e demarcou limites entre as disciplinas, “para depois fiscalizá-las e criar obstáculos aos que as tentassem transpor” (TRINDADE, 2013, p. 73).

Fazenda (1994) já apontava há quase três décadas uma solução para a tão discutida crise das ciências, argumentando que a prática da interdisciplinaridade tem o potencial de possibilitar o enfrentamento dessa crise, desde que se compreenda a gênese das questões envolvidas e o que precisa ser solucionado.

Trindade (2013) compara a crise das ciências com a crise da própria humanidade, “fruto de um conhecimento e de uma existência fragmentados e

alienados” (TRINDADE, 2013, p. 74), uma vez que o saber especializado não tem interesse pela essência da vida. O autor destaca ainda que dúvidas ameaçaram as inabaláveis explicações da ciência moderna a partir de algumas teorias científicas emergentes do século XX, como a teoria da relatividade de Einstein, o princípio da incerteza de Heisenberg, o princípio da complementaridade de Niels Bohr. Tais teorias mostram que “o universo determinista e mecanicista, passível de ser dividido em partes, era fruto do desejo humano de controle sobre a natureza e refletia apenas uma crença pessoal, não uma característica intrínseca da mesma” (TRINDADE, 2013, p. 74).

O autor aponta uma correlação importante entre a crença na concepção mecanicista cartesiana e a origem do ensino tradicional fragmentado em disciplinas.

A fé no modelo científico, fora do qual não há nenhuma verdade, foi o fator limitante da concepção cartesiana e, no entanto, é, ainda hoje, muito difundida. Seu método, baseado no raciocínio analítico, alavancou o desenvolvimento do pensamento científico. Contudo, por outro lado, acabou provocando uma profunda cisão no nosso modo de pensar, gerando o ensino disciplinar compartimentado (TRINDADE, 2013, p. 82).

Contestar a estrutura tradicional de ensino compartimentado não significa desconsiderar a importância das disciplinas científicas individualmente, uma vez que cada ciência possui suas particularidades. Ivani Fazenda, a autora mais citada como referencial teórico de pesquisas sobre interdisciplinaridade no Brasil (MOZENA; OSTERMANN, 2014), esclarece:

O conceito de interdisciplinaridade, como ensaiamos em todos os nossos escritos desde 1979 e agora aprofundamos, encontra-se diretamente ligado ao conceito de disciplinar, em que a interpenetração ocorre sem a destruição básica às ciências conferido. Não se pode de forma alguma negar a evolução do conhecimento ignorando sua história (FAZENDA, 2013, p. 25).

Dessa forma, tanto a história da ciência, classificada como interdisciplinar (TRINDADE, 2013) como o próprio conceito de interdisciplinaridade (FAZENDA, 2013), abrangem as especificidades típicas das disciplinas. Considera-se, portanto, que a promoção de diálogos interdisciplinares que levem em consideração uma epistemologia histórica da ciência, com ênfase na visão holística, merece lugar de destaque no planejamento e desenvolvimento das aulas de ciências em interação com outras disciplinas. Na seção anterior, foi recomendada a epistemologia fleckiana. O estudo da origem e evolução de um fato científico, no modelo de Fleck, pode contribuir consideravelmente para diálogos interdisciplinares.

Japiassu (2011) adverte que um dos grandes benefícios de uma metodologia ancorada nas abordagens interdisciplinares das disciplinas científicas refere-se à implementação de uma “pedagogia da *incerteza*, na qual educadores e educandos não acreditariam mais em certas verdades científicas como se elas fossem um porto seguro” (JAPIASSU, 2011, p. 31). E complementa:

Se nos abrigarmos cega e acriticamente sob o manto protetor do chamado conhecimento objetivo, do conhecimento verdadeiro, do conhecimento “científico”, como se fossem a expressão de uma integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro verdade acabada e absoluta, cairíamos facilmente na tentação de viver uma vida intelectual parasitária.

Consequentemente, estaríamos nos impedindo de colher os melhores frutos da relatividade da vida (JAPIASSU, 2011, p. 31-32).

Especialmente quando se busca esclarecer conceitos, fenômenos e processos vinculados ao conhecimento científico, acredita-se que resgatar o contexto histórico, social, cultural do fato científico estudado, bem como a sua relação com todas as ciências envolvidas, é um caminho rico em possibilidades e potencialidades no ensino interdisciplinar de ciências. Relativizar a concepção de verdade, como na epistemologia fleckiana, pode tornar menos rígida nossa compreensão dos conceitos científicos, distante da verdade objetiva da ciência moderna que, diante do exposto, engessa e fragiliza o processo de apreensão da cultura científica por parte dos estudantes.

Associado a isso, considera-se que apresentar a visão de ciência de caráter mecanicista cartesiano, que se contrapõe à holística, favorece igualmente a reflexão sobre a ciência historicamente construída e tem o potencial de melhorar a qualidade das aulas de ciências, tanto no aspecto epistemológico, quanto pedagógico. O presente artigo também contribui pontualmente com este aspecto, no sentido de poder ser utilizado como referência a professoras e professores que busquem promover esta discussão.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo teve como objetivo discutir um caminho epistemológico e pedagógico para o ensino de ciências que contemple a apreensão do conhecimento científico por meio do diálogo entre duas grandes áreas de estudo: a história da ciência e a interdisciplinaridade. Promover a unificação do conhecimento científico nas aulas de ciências é um grande desafio para os professores, uma vez que o processo de construção da ciência moderna foi fragmentado, assim como o currículo escolar e sua apresentação nos livros didáticos.

Sugere-se práticas pedagógicas que não se restrinjam à visão de ciência com caráter mecanicista cartesiano, mas que busquem também refletir sobre a historicidade de sua construção, procurando conduzir o estudo dos conceitos, fenômenos e processos numa visão holística, em sua totalidade, por meio da compreensão das partes inter-relacionadas, no intuito de uma prática interdisciplinar.

Para isso, a escolha de uma teoria da ciência como orientadora é fundamental. Conforme apresentado, a epistemologia fleckiana contempla o que parece ser um objetivo importante da concepção holística e da interdisciplinaridade - o enfrentamento do reducionismo, do conhecimento 'verdadeiro e definitivo' - ao considerar o contexto histórico, social, cultural da construção do conhecimento, apresentando a ciência numa concepção ampla, evolutiva e dinâmica, ao contrário da visão simplista, determinista, linear. O estudo da origem e da evolução de um fato científico, no modelo de Fleck, pode ser o ponto de partida para diálogos interdisciplinares.

Entende-se que mudanças em nível pedagógico e epistemológico nunca serão processos simples, rápidos. Todavia, considera-se que as reflexões e proposta aqui apresentadas podem se constituir em um caminho viável para melhorar a

qualidade do ensino de ciências a partir de duas áreas de estudo reconhecidamente exitosas individualmente e potencialmente profícuas em interação.

# THE HOLISTIC CONCEPTION OF KNOWLEDGE AS A MODEL FOR UNDERSTANDING SCIENCES AND THEIR CONTRIBUTIONS TO INTERDISCIPLINARY TEACHING

## ABSTRACT

This work aims to discuss an epistemological and pedagogical path for science teaching that includes the apprehension of scientific knowledge through the dialogue between two big areas of study: the history of science and interdisciplinarity. In addition to offering contributions to science teaching, this research resulted in the elaboration of a text to support the teacher, which aims to clarify how the mechanistic/reductionist conceptions of classical Physics, established in modernity, were accepted and adopted as a model of science; and to present the transition to a holistic approach to science, in a movement to enable the interface between science - in its holistic context - and teaching. Authors who discuss science in a historical, systemic, organic, holistic, evolutionary view, such as Fleck, Canguilhem, Mayr, Capra, have the potential to support the proposal to confront reductionism and the fragmentation of knowledge, in contrast to the pattern of science that has lasted since the modern era. From that, we believe that the promotion of interdisciplinary dialogues that consider a historical epistemology of science, with an emphasis on the holistic conception, deserves a prominent place in science classes in interaction with other disciplines. Relativizing the conception of truth and considering the historical, social, cultural context of the construction of knowledge, as in Fleck's epistemology, makes the understanding of scientific concepts less rigid, far from the objective truth of modern science that, in view of the above, hampers and weakens the process of apprehension of the scientific culture by the students.

**KEYWORDS:** Science teaching. History of science. Holism. Interdisciplinarity.

## NOTAS

1. O artigo refere-se a uma versão revisada e detalhada de trabalho apresentado no VII SINECT, promovido pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, ocorrido em novembro de 2022.
2. Apesar das autoras preferirem o termo 'ciências', que denota a pluralidade do conhecimento científico, a referência a 'modelo de ciência', é feita como oposição entre duas concepções construídas historicamente e o termo 'ciência' está assumindo um significado universal, nesse contexto.
3. Do grego holos, 'totalidade' Concepção de mundo como um 'todo organizado', oposta ao pensamento analítico. As propriedades das partes só podem ser compreendidas a partir da organização do todo, numa perspectiva contextual. Na ciência do século XX, a visão holística tornou-se conhecida como 'sistêmica' (CAPRA, 2014).
4. Na definição de Fleck (2010, p. 149), o estilo de pensamento corresponde a uma percepção direcionada em conjunto com o processamento correspondente no plano mental e objetivo, marcado por características comuns dos problemas, que interessam a um coletivo de pensamento.

## REFERÊNCIAS

BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F.; TRINDADE, L.S. P. **História da ciência para a formação de professores**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2014.

CANGUILHEM, G. **O conhecimento da vida**. Tradução de Vera Lucia Avellar Ribeiro. Rio de Janeiro: Ed. Forense Universitária, 2012.

CAPRA, F. **O Ponto de Mutação: A ciência, a sociedade e a cultura emergente**. Tradução: Álvaro Cabral. 1982. 34ª reimpressão. São Paulo: Ed. Cultrix, 2021.

CAPRA, F.; LUISI, P. L. **A visão sistêmica da vida: uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas**. São Paulo: Ed. Cultrix, 2014.

CONDÉ, M. L. L. Entre o normal e o patológico: Ludwik Fleck, Georges Canguilhem e a gênese da epistemologia histórica. **Intelligere, Revista de História Intelectual**, São Paulo, v. 2, n. 1 [2], p. 51-67, 2016. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revistaintelligere/article/view/114460>. Acesso em: 20 set. 2020.

FAZENDA, I. C. **Interdisciplinaridade: História, Teoria e Pesquisa**. São Paulo: Papyrus, 1994.

FAZENDA, I. C. A. **Integração e Interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia?** 6. ed., São Paulo: Ed. Edições Loyola, 2011.

FAZENDA, I. C. (org.). **O que é interdisciplinaridade?** 2 ed. São Paulo: Cortez, 2013.

FLECK, L. **Gênese e Desenvolvimento de um Fato Científico**. Tradução de Georg Otte e Mariana Camilo de Oliveira. 1. ed. Belo Horizonte: Ed. Fabrefactum, 2010.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Ed. Atlas, 2002.

JAPIASSU, H. Prefácio da primeira edição. *In*: FAZENDA, I C. A. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia?** 6. ed., São Paulo: Ed. Edições Loyola, 2011, p. 31-41.

MAYR, E. **Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica**. São Paulo: Ed. Companhia das Letras, 2005.

MAYR, E. **Isto é biologia: a ciência do mundo vivo**. São Paulo: Ed. Companhia das Letras, 2008.

MOZENA, E. R; OSTERMANN, F. Uma revisão bibliográfica sobre a interdisciplinaridade no ensino das ciências da natureza. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.16, n.2, p. 185-206, 2014. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/143770>. Acesso em: 04 abr. 2022.

PANIZ, C. M.; MUENCHEN, C. Elaboração e implementação de currículos críticos/transformadores: um olhar para um processo formativo no âmbito do PIBID. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 13, p. 224-242, 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/10550>. Acesso em: 22 maio 2023.

SCHEID, N.M. História da ciência na educação científica e tecnológica: contribuições e desafios. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 11, n. 2, p. 443-458, 2018. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/8452>. Acesso em: 22 maio 2023.

SOUTO, C. O problema do estilo de pensamento: entre sociologia das ciências e epistemologia histórica. **Revista Interdisciplinar em Cultura e Sociedade**, São Luís, v. 5, n. 2, p. 372-404, jul./dez. 2019. Disponível em: <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/ricultsociedade/article/view/13023>. Acesso em: 27 out. 2021.

TRINDADE, D. F. A interface ciência e educação e o papel da história da ciência para a compreensão do significado dos saberes escolares. **Revista Ibero-americana de Educação**, v. 47, n. 1, p. 1-7, 2008. Disponível em: <https://rieoei.org/RIE/article/view/2388>. Acesso em: 01 dez. 2021.

TRINDADE, D. F. História da Ciência: uma possibilidade interdisciplinar para o ensino de ciências no Ensino Médio e nos cursos de formação de professores de ciências. **Revista Brasileira de História da Ciência, Rio de Janeiro**, v. 4, n. 2, p. 257-272, 2011. Disponível em: <https://rbhciencia.emnuvens.com.br/revista/article/view/335>. Acesso em: 20 fev. 2022.

TRINDADE, D. F. Interdisciplinaridade: um novo olhar sobre as ciências. In: FAZENDA, I. C. A. (org.). **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Ed. Cortez, 2013, p. 71-89.

ZATERKA, L.; MOCELLIN, R.C. **Ensaios de História e Filosofia da Química**. São Paulo: Ed. Ideias & Letras, 2022.

**Recebido:** 22 maio 2023.

**Aprovado:** 01 maio 2024.

**DOI:** 10.3895/rbect.v17n2.17019

**Como citar:** SILVA, E. C. C.; AIRES, J. A. A concepção holística do conhecimento como modelo para a compreensão das ciências e suas contribuições para o ensino interdisciplinar. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 17, Edição Especial, p. 1-16, 2024. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/17019>>. Acesso em: XX.

**Correspondência:** Elda Cristina Carneiro da Silva - [elda.bio@hotmail.com](mailto:elda.bio@hotmail.com)

**Direito autorial:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

