

**DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA POR UMA WEBCONFERÊNCIA SOBRE  
REDUACIONISMO E EMERGENTISMO****SCIENTIFIC DISSEMINATION BY A WEBCONFERENCE ON  
REDUCTIONISM AND EMERGENCY****DIFUSIÓN CIENTÍFICA POR CONFERENCIA WEB SOBRE  
REDUCCIONISMO Y EMERGENCIA**

Rodrigo de Siqueira Bicudo<sup>1</sup>  
Luis Guilherme Fernandes Pereira<sup>2</sup>  
Ricardo Roberto Plaza Teixeira<sup>3</sup>

**RESUMO**

Este trabalho objetiva investigar a realização de uma webconferência sobre reducionismo e emergentismo que foi apresentada pelo físico Jenner Barretto Bastos Filho e realizada em 26 de outubro de 2021, por meio de transmissão simultânea pelo canal “Debate Consciência” do *YouTube*. Uma breve problematização inicial sobre a questão do reducionismo e sobre a sua contraposição, associada à ideia de emergência, é feita, tendo como fundamentação teórica, alguns autores de referência sobre esta temática. O artigo apresenta em detalhes toda a metodologia usada para o planejamento e a realização da webconferência em foco. Os resultados são discutidos por duas vertentes: pelo uso das ferramentas do *YouTube Analytics* que fornecem dados a respeito da webconferência que ficou gravada nesta plataforma de armazenamento de vídeos; pela análise das respostas dadas por N=29 participantes a um questionário disponibilizado na forma de um “Formulário Google”, durante a transmissão, pelo chat. Os dados coletados foram descritos e analisados tanto pelo ponto de vista quantitativo, quanto qualitativamente, a partir da perspectiva da literatura científica existente sobre os temas abordados. Essa pesquisa evidenciou que o debate em torno do reducionismo e do emergentismo apresenta um grande potencial para ser utilizado em atividades educacionais.

**Palavras-chave:** Redução; Emergência; Epistemologia; Ensino de Ciências; Vídeo.

1 Graduando em Licenciatura em Física e Bolsista de Iniciação Científica (FAPESP) no Instituto Federal de São Paulo (IFSP). E-mail do autor correspondente: rodrigo.bicudo@aluno.ifsp.edu.br.

2 Graduando em Licenciatura em Matemática e Bolsista de Iniciação Científica (CNPq) no IFSP, Campus Caraguatatuba.

3 Doutor pela Universidade de São Paulo e docente no Instituto Federal de São Paulo (IFSP), Campus Caraguatatuba.

**ABSTRACT**

This work aims to investigate the realization of a web conference on reductionism and emergentism that was presented by the physicist Jenner Barretto Bastos Filho and held on October 26, 2021, through the streaming by the YouTube channel “Debate Consciência”. A brief initial problematization on the issue of reductionism and on its opposition, associated with the idea of emergence, is made, having as theoretical foundations, some reference authors on this theme. The article presents in detail all the methodology used to plan and carry out the web conference in focus. The results are discussed from two perspectives: through the use of the YouTube Analytics tools that provide data about the web conference that was recorded on this video storage platform; by analyzing the answers given by N=29 participants to a questionnaire made available in the form of a “Google Form”, during the transmission, by the chat. The collected data were described and analyzed both from a quantitative point of view and qualitatively from the perspective of the existing scientific literature on the topics addressed. This research showed that the debate around reductionism and emergentism has great potential to be used in educational activities.

**Keywords:** Reduction; Emergency; Epistemology; Science Teaching; Video.

**RESUMEN**

Este trabajo tiene como objetivo investigar la realización de una conferencia web sobre reduccionismo y emergentismo que fue presentada por el físico Jenner Barretto Bastos Filho y realizada el 26 de octubre de 2021, a través de transmisión simultánea por el canal de YouTube “Debate Consciência”. Se hace una breve problematización inicial sobre la cuestión del reduccionismo y sobre su oposición, asociada a la idea de emergencia, teniendo como fundamento teórico, algunos autores de referencia sobre esta temática. El artículo presenta en detalle toda la metodología utilizada para planificar y llevar a cabo la conferencia web en foco. Los resultados se discuten de dos maneras: mediante el uso de las herramientas de YouTube Analytics que brindan datos sobre la conferencia web que se grabó en esta plataforma de almacenamiento de videos; mediante el análisis de las respuestas dadas por N=29 participantes a un cuestionario puesto a disposición en forma de “Google Form”, durante la transmisión, por chat. Los datos recolectados fueron descritos y analizados tanto cuantitativa como cualitativamente, desde la perspectiva de la literatura científica existente sobre los temas abordados. Esta investigación mostró que el debate en torno al reduccionismo y el emergentismo tiene un gran potencial para ser utilizado en actividades educativas.

**Palabras-clave:** Reducción; Emergencia; Epistemología; Enseñanza de las ciencias; Video.

**INTRODUÇÃO**

A expansão da internet nos últimos anos tem sido acompanhada pela crescente facilidade no seu acesso para parcelas consideráveis da população brasileira (IBGE, 2008; IBGE, 2018). Isto tem ocorrido também no que diz respeito às plataformas de armazenamento de vídeos, como é o caso do *YouTube*. Esse recurso tem contribuído para auxiliar o

aprendizado de diversas disciplinas, inclusive no ensino de ciências, para alunos da educação básica. Essa tendência de se ensinar e aprender por meio de vídeos do *YouTube* tem provocado mudanças na educação e produzido dinâmicas diferenciadas no ambiente escolar (SILVA; PEREIRA, 2017; ARANHA *et al.*, 2019).

Tendo em vista este cenário, este trabalho tem o objetivo de investigar uma webconferência realizada pelo professor Jenner Baretto Bastos Filho, no dia 26 de outubro de 2021, sobre o tema “Reduccionismo e Emergentismo: considerações gerais” e com transmissão pelo canal “Debate Consciência” do *YouTube*. Este artigo enfatiza os desdobramentos desta ação e as concepções dos cidadãos participantes.

O tema do reduccionismo guarda muita relação com a Educação em Ciências e, principalmente, com o Ensino de Física, seja na educação básica ou para estudantes de graduação (BASTOS FILHO, 2005b), devido às diferentes maneiras com que ele pode ser concebido: como reduccionismo metodológico, em que se enseja aumentar o conhecimento a partir de simplificação da realidade, e como reduccionismo epistemológico, em que se busca reduzir fenômenos emergentes, do mundo macroscópico, por exemplo, a um nível mais básico e microscópico, que passaria a ser considerado como uma causa primeira (BASTOS FILHO, 2005a).

Este artigo, depois da sua introdução e da apresentação das suas seções, procura contextualizar a problemática do reduccionismo no contexto dos conhecimentos científicos e filosóficos existentes atualmente. A seguir são apresentados os procedimentos metodológicos utilizados na preparação e na realização da webconferência que é o tema central dessa pesquisa. Na sequência são discutidos os resultados obtidos, tanto no que diz respeito aos dados referentes à webconferência em si mesma, quanto no que tange às respostas dadas pelos participantes a um questionário disponibilizado no evento. Ao término são realizadas as considerações finais com algumas reflexões sobre todo o trabalho realizado.

## A PROBLEMÁTICA DO REDUCCIONISMO

No século XIX se estruturou um debate acerca do reduccionismo por conta dos estudos de físicos como Clausius, Maxwell e Boltzmann, que propunham que as leis e propriedades da termodinâmica de um gás poderiam ser reduzidas às leis e as propriedades das moléculas

que a compunham (LISBÔA, 2015). Era o nascimento da mecânica estatística, uma subárea da física que estuda sistemas físicos compostos por um elevado número de partículas, em que são aplicados métodos estatísticos com o intuito de possibilitar um prognóstico acerca de propriedades macroscópicas, como é o caso da temperatura e da pressão: a termodinâmica poderia assim ser reduzida à mecânica, uma área da Física, em certo sentido, mais fundamental hierarquicamente.

Esse tipo de reducionismo, se tornou um modelo a seguir para muitos que passaram a propor a redução do estudo de diferentes aspectos da natureza de todos os seres animados e inanimados à Física, algo que na segunda metade do século XX foi defendido por cientistas como Steven Weinberg (1933-2021) e combatido por cientistas como Phillip Anderson (1923-2020).

Weinberg ficou conhecido pelas suas obras de divulgação científica que defendiam a busca por uma unificação de todas as leis da Física: para ele, era insatisfatória uma compreensão da natureza que se fundamentasse em qualquer distinção fundamental entre o mundo subatômico, o mundo de escalas próximas da ordem do tamanho de um ser humano e o mundo das escalas cosmológicas (WEINBERG, 1988). Philip Anderson (1972), por sua vez, se contrapôs ao reducionismo argumentando que leis e conceitos inteiramente novos são necessários em cada estágio do conhecimento e exigem novas ideias para seu entendimento, bem como demandam o uso da criatividade para o seu desenvolvimento.

Um dos casos bem-sucedidos de reducionismo metodológico envolve o conceito de inércia: ao desprezar todos os elementos da realidade que não são relevantes na descrição de uma situação específica (como pode ser o caso do atrito e das forças de dissipação) e reduzir a realidade estudada a apenas alguns poucos de seus aspectos, a lei da inércia foi capaz historicamente de provocar um avanço do conhecimento científico no século XVII. Por outro lado, o reducionismo, que não ocorre sob a perspectiva metodológica, mas sim sob o ponto de vista epistemológico, pode ser contraproducente quando tenta generalizar algo que é bem-sucedido num certo domínio de aplicação para um outro domínio, no qual, estes procedimentos reducionistas se constituem em expedientes fora de propósito: com frequência, as emergências que surgem em níveis mais altos são essencialmente irreduzíveis a seus componentes que se situam em níveis mais baixos (BASTOS FILHO, 2005b). É possível

perceber que o confronto entre teses reducionistas e emergentistas pode ser fértil na educação, pela riqueza científica, filosófica e histórica deste debate.

Segundo o determinismo, na sua versão mais forte, seria possível “prever o futuro” se forem fornecidas todas as informações sobre as condições iniciais, as condições de contorno e as equações representando as leis da Física para o sistema em análise, supondo que ele não sofra influência externa, ou seja, que se trate de um sistema fechado. Essa ideia foi concebida inicialmente por Pierre-Simon Laplace (1749-1827) que, por meio de um experimento mental, explicitou o paradigma reducionista, ao imaginar um ser hipotético suficientemente inteligente (hoje conhecido como “demônio de Laplace”), que conhecesse, em um determinado momento, todas as forças existentes e as posições, velocidades e massas de todas as partículas do Universo; para este ser fictício o futuro seria totalmente previsível a partir das leis da física que indicariam a evolução das variáveis do sistema (BASSALO; CARUSO, MARQUES, 2021).

Um sistema que não pode ser previsto com precisão não significa que seja indeterminista, pois ele pode possuir um tipo de determinismo “escondido”, ao qual não temos acesso. Quando probabilidades são envolvidas, há o chamado “determinismo estatístico”, como é o caso das previsões do tempo: por mais que existam instrumentos de medição para prever tempestades e dias ensolarados, algumas variáveis podem se manifestar de forma não prevista e resultar em uma mudança inesperada, sobretudo no longo prazo.

No ano de 2003, foi feita uma pesquisa com sócios da Sociedade Brasileira de Física (SBF), com o intuito de investigar qual era a opinião que os físicos brasileiros tinham sobre temas como “reducionismo”, “emergentismo”, “teoria final” e “unificação” (ZYLBERSZTAJN, 2003). Entre os membros dessa comunidade, os resultados dessa pesquisa indicaram uma tendência de rejeição à possibilidade de uma teoria final e uma rejeição em menor grau ao reducionismo hierárquico, sendo que a ideia de unificação era geralmente considerada mais aceitável. Possivelmente, no que diz respeito ao público leigo em geral, pesquisas futuras podem colaborar para entender melhor as perspectivas das pessoas a respeito desta questão.

## **METODOLOGIA**

Com o intuito de realizar uma investigação sobre as possibilidades do trabalho no campo da divulgação científica acerca do tema do reducionismo, os autores desse trabalho organizaram, em 2021, a webconferência intitulada “Reduccionismo e emergentismo: considerações gerais”, que foi ministrada pelo físico Jenner Barretto Bastos Filho, professor titular do Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e um dos principais pesquisadores brasileiros a se debruçar sobre o tema de reducionismo. No ano de 2005, o professor Jenner Barretto Bastos Filho publicou um livro dedicado exclusivamente ao assunto, intitulado “Reduccionismo: uma abordagem epistemológica”, que é de suma importância para pesquisadores acerca desse tema e tem sido uma referência fundamental nessa área.

A realização desta ação, os seus desdobramentos e as concepções dos participantes nela são descritos, interpretados e analisados neste artigo. Alguns dos objetos desta pesquisa são relativamente difíceis de mensurar, como, por exemplo, os pontos de vista e os conhecimentos dos participantes sobre os temas tratados; portanto, a sua natureza deve ser considerada como mais qualitativa que quantitativa.

A decisão de convidar o professor Jenner Barretto Bastos Filho ocorreu após uma pesquisa feita na internet que constatou que ele é autor de uma série de trabalhos sobre estudos de reducionismo, emergência, Epistemologia e Filosofia da Ciência. O professor Jenner foi então contatado por e-mail e, generosamente e sem custos, aceitou realizar essa conferência remotamente de modo a atender às necessidades de distanciamento social impostas pela pandemia de COVID-19.

A data e o horário da realização da webconferência foi decidida com antecedência, em comum acordo com o conferencista. Ela ocorreu no dia 26 de outubro de 2021, uma terça-feira, a partir das 17 horas, com transmissão simultânea pelo canal “Debate Consciência”<sup>1</sup> do *YouTube*, criado em agosto de 2020, pela equipe de orientados do terceiro autor deste artigo. Este canal foi estruturado para viabilizar a realização de atividades de divulgação científica remotas como esta, úteis quanto ao distanciamento social que se tornou necessário a partir do

---

<sup>1</sup> Disponível em: <<https://www.youtube.com/channel/UCGD1YmakxPjK9w9SXRWH-Lw>>. Acesso em: 03 fev. 2022.

surgimento da pandemia de COVID-19 no início de 2020 e que impediu a realização de atividades presenciais.

A plataforma utilizada para a realização remota do encontro foi a *StreamYard*<sup>1</sup>, no modo gratuito. A sala virtual para a realização da webconferência foi concebida no início de outubro de 2020, antes de a sua realização ser divulgada pelo site do IFSP-Caraguatatuba. Isso permitiu a criação de uma chamada do evento no canal “Debate Consciência” do *YouTube* com informações aos interessados sobre o *link* da transmissão, a data e o horário do seu início e as características específicas do evento. Com criação dessa chamada, qualquer pessoa interessada na atividade, pode definir para si um lembrete do evento, utilizando recursos do próprio *YouTube*.

No dia 6 de outubro de 2021, vinte dias antes de o evento ocorrer, foi publicada uma nota informativa<sup>2</sup> no *site* Instituto Federal de São Paulo (IFSP), campus Caraguatatuba, com o *link* da transmissão, com o propósito de divulgar o evento e convidar os potenciais interessados a participarem. Adicionalmente, dois dias após a realização da webconferência, em 28 de outubro de 2021, foi publicada uma segunda nota<sup>3</sup>, no mesmo *site*, informando sobre o transcorrer do evento e sobre quais foram os principais temas que foram discutidos, de modo a divulgar ao máximo a realização da atividade, inclusive para aqueles que não puderam participar da atividade durante o momento da sua transmissão simultânea pelo *YouTube*.

No dia da webconferência, um grupo de 5 (cinco) pessoas – inclusive os autores desse artigo – se encontraram de modo remoto com o conferencista na sala virtual do *StreamYard*, com 30 (trinta) minutos de antecedência do horário definido para a atividade começar, com o intuito de realizar testes e corrigir eventuais problemas técnicos que pudessem ocorrer. A transmissão se iniciou sem problemas e no horário.

Após as apresentações iniciais feitas pelos organizadores do evento, com o fornecimento de diferentes informações relevantes, o conferencista discorreu sobre o tema em questão, utilizando slides como recurso visual, no intuito de que as ideias discutidas ficassem mais claras para os espectadores e participantes da atividade.

1 Disponível em: <https://streamyard.com>. Acesso em: 03 fev. 2022.

2 Disponível em: <https://www.ifspcaraguatatuba.edu.br/noticias/web-conferencia-tratara-do-reducionismo-e-emergentismo-na-filosofia-da-ciencia>. Acesso em: 03 fev. 2022

3 Disponível em: <https://www.ifspcaraguatatuba.edu.br/noticias/web-conferencia-tratou-do-reducionismo-do-emergentismo-e-da-filosofia-da-ciencia>. Acesso em: 03 fev. 2022.

O conferencista dividiu a sua apresentação em 9 seções diferentes, intituladas, por ele, da seguinte forma: [1] Uma primeira colocação do problema; [2] Outra colocação do problema; [3] Reducionismo enquanto ampliação e unificação? [4] Reducionismo, construcionismo e cesura; [5] Dois pontos de vista sobre as relações do átomo com a montanha; [6] Cesuras e estabilidades próprias de cada nível; [7] Essencial irreduzibilidade das qualidades secundárias às qualidades primárias ou essencial ambiguidade? [8] O que pensa a comunidade brasileira de físicos sobre “Reducionismo”, “Emergentismo” e “Teoria Final”? [9] O que pensa a comunidade que trabalha em “Desenvolvimento e Meio Ambiente”? Esta divisão é também aquela existente no sumário de seu livro “Reducionismo: uma abordagem epistemológica” (BASTOS FILHO, 2005a).

Durante a webconferência, foi solicitado aos participantes que respondessem voluntariamente a um questionário (do tipo “Formulário Google”<sup>1</sup>) com perguntas tanto sobre o perfil da pessoa que estava respondendo (como sobre gênero, faixa etária, etnia e escolaridade), quanto sobre as suas concepções sobre os temas abordados. As questões deste formulário foram elaboradas previamente pelos autores deste artigo para investigar as formas de pensar e os pontos de vista dos participantes, bem como para fornecer material para outros pesquisadores nessa área se aprofundarem a respeito. Os participantes que se voluntariaram para responder este formulário receberam também uma declaração de participação no evento via e-mail.

Diversas informações sobre essa webconferência foram sistematizadas pelos autores deste trabalho em uma ficha com as principais características e itens relativos ao evento. Adicionalmente, foi utilizada a ferramenta “*Analytics*” (“Estatísticas”, na versão em português) disponibilizada pela própria plataforma *YouTube*, que fornece informações sobre diversas métricas que são úteis para conhecer o público envolvido e seu engajamento no evento, com dados que serão descritos e analisados à frente.

Essa webconferência ficou gravada na plataforma *YouTube*<sup>2</sup>, como legado dessa pesquisa, e pode ser assistida gratuitamente a qualquer momento.

1 Disponível em: <<https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/>>. Acesso em: 03 fev. 2022.

2 Disponível em: <<https://youtu.be/r5TQg9ULjxw>>. Acesso em: 03 fev. 2022.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A webconferência “Reduccionismo e emergentismo: considerações gerais”, realizada pelo professor Jenner Barretto Bastos Filho, abordou temas relacionados aos tipos de reducionismos diferentes que há – reduccionismo metodológico, reduccionismo epistemológico e reduccionismo filosóficos – bem como tratou de suas implicações e dos entendimentos existentes sobre eles. A duração do vídeo dessa webconferência foi de aproximadamente 1 hora e 55 minutos. Durante a maior parte do encontro (cerca de 1 hora e 10 minutos) o professor Jenner apresentou seus slides e discorreu sobre o assunto; após o término de sua fala, um tempo foi dedicado para que ele respondesse a perguntas feitas pelos espectadores por meio do *chat* do *YouTube*.

Os dados que serão informados e discutidos nesta seção, foram coletados em 13 de fevereiro de 2022, 110 dias após a realização do evento. Até essa data, o canal “Debate Consciência”, contava com 565 inscritos e 53 vídeos de webatividades (webconferências e webdebates) realizadas, na sua grande maioria, com transmissão simultânea e sobre os mais variados temas.

O vídeo da webconferência analisada, até o momento de elaboração deste trabalho, teve 18 “likes” (“gostei”), nenhum “dislike” (“não gostei”) e 159 visualizações, sendo que 89 dessas visualizações aconteceram durante a transmissão e, portanto, 70 depois da publicação do vídeo, após o término da transmissão.

No que diz respeito à origem do tráfego – ou seja, como os espectadores descobriram esse vídeo – a maior parcela (com cerca de 20,8%) chegou ao vídeo por fontes externas. A segunda maior fonte de acesso foi o próprio canal do *YouTube*, contabilizando 17,6%.

Este vídeo também contou com 1846 impressões. O número de impressões indica quantas vezes as “miniaturas” (“imagens do vídeo”) foram exibidas aos espectadores no *YouTube* – são sugestões, em algum canto da tela, no final de algum vídeo que o usuário esteja assistindo, sobre outro tema qualquer (algoritmos). Além disso, aproximadamente 38,6% das impressões deste conteúdo partiram de recomendação do próprio *YouTube*, o que significa que diversos espectadores podem ter acessado este vídeo sem conhecer o canal “Debate Consciência”, mas a partir de uma recomendação enquanto estavam assistindo algum outro vídeo do *YouTube*.

No que diz respeito ao som e à imagem, não houve problemas que comprometessem a qualidade da transmissão que transcorreu de modo a não prejudicar as explicações do professor Jenner. Diversas pessoas se manifestaram pelo *chat*, durante a transmissão, fazendo perguntas ou comentando sobre os temas que discutidos; os próprios organizadores da atividade que estavam presentes na sala virtual do *StreamYard* também realizaram intervenções ao final, com questões ou reflexões. O número máximo de espectadores simultâneos foi de 22.

Sabendo da pouca familiaridade que a maioria das pessoas tem com o tema proposto, o conferencista usou uma linguagem acessível e buscou exemplificar os conceitos em foco por meio de experimentos mentais e analogias que pudessem facilitar o entendimento. O professor Jenner procurou provocar uma reflexão sobre como o mundo científico construiu a ideia de um mundo abstrato, regido por leis físicas que pudessem descrever os fenômenos que presenciamos, se utilizando de equações matemáticas como ferramentas para atingir este objetivo. Ele também abordou a História da Ciência para explicar como o reducionismo metodológico ajudou na revolução científica do século XVII, como uma ênfase no trabalho desenvolvido neste sentido pelo físico Galileu Galilei (1564-1642).

O “Formulário Google”, cujo link foi fornecido aos participantes do evento, pelo chat do *YouTube*, contou com um total de 29 (N=29) respondentes; este Formulário foi fechado para respostas, após o evento ser encerrado.

A seguir, serão descritas a distribuição das porcentagens das respostas dadas às questões sobre o perfil das pessoas que responderam, no que diz respeito a características como gênero, idade, raça/cor (etnia) e escolaridade.

Quanto ao gênero, cerca de 59% dos que responderam o formulário eram do gênero masculino, enquanto 41% eram do gênero feminino, indicando um certo equilíbrio a este respeito. Quanto à faixa etária, cerca de 55% dos que responderam estava na faixa etária entre 18 e 29 anos, idade que é predominante para os estudantes universitários que compunham grande parte do público assistindo à atividade; dos restantes, 28% tinham idade entre 30 e 59 anos, enquanto 17% eram adolescentes com idade no intervalo entre 13 e 17 anos. No que diz respeito à raça/cor, 86% dos respondentes se declararam brancos, 7% se declararam pardos e 7% se declararam pretos. Finalmente, no que se refere à formação escolar, 69% dos respondentes declararam ter ensino superior completo ou incompleto, enquanto 24%

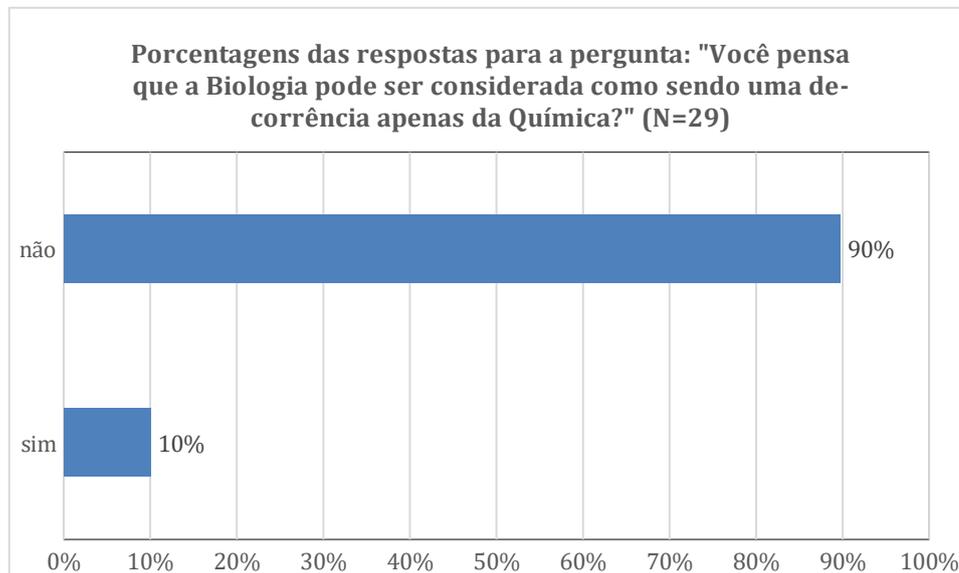
afirmaram ter ensino médio completo ou incompleto e 7% relataram possuir uma pós-graduação completa ou incompleta.

Na sequência, foram aplicadas 7 (sete) questões fechadas e 2 (duas) questões abertas, sendo um sobre reducionismo e outra sobre emergentismo, totalizando 9 (nove) questões ao todo. Após o fechamento do questionário, (que ocorreu minutos após o término da transmissão) foram contabilizados 29 (vinte e nove) respondentes.

A seguir, mostramos as tabelas gráficas que foram criadas com as questões propostas e a porcentagem de suas respectivas respostas, a fim de se ter um melhor método de avaliação e análise, tanto de modo qualitativo quanto quantitativo.

A primeira questão foi: “Você pensa que a Biologia pode ser considerada como sendo uma decorrência apenas da Química?” Para esta pergunta, 10% afirmaram que acham a Biologia uma decorrência da Química, enquanto 90% (uma ampla maioria), não acreditam que a Biologia, como ciência, seja simplesmente uma decorrência da Química. Ao longo da História, uma unificação dos diversos campos científicos foi pensada por alguns autores, no contexto de uma corrente filosófica de positivismo lógico. Para eles, existiria uma hierarquia entre as diversas ciências que implicaria que uma de um nível superior poderia ser reduzida a uma outra de nível mais básico, de modo sucessivo, até se chegar à Física, considerada, deste modo, a mais fundamental de todas as ciências (EL-HANI, 2000). Jacques Loeb (1964), por exemplo, defendia que organismos nada mais são do que máquinas químicas, com a propriedade de preservar-se e reproduzir-se. De modo análogo, também existem biólogos que se posicionam de forma redutivista quando se trata da evolução da vida, associando esse processo aos genes e não ao próprio indivíduo, o que indica também uma tendência ao reducionismo da Biologia à Química (EL-HANI, 2000).

**Figura 1:** Distribuição das porcentagens das respostas para a pergunta: “Você pensa que a Biologia pode ser considerada como sendo uma decorrência apenas da Química?” (N=29)



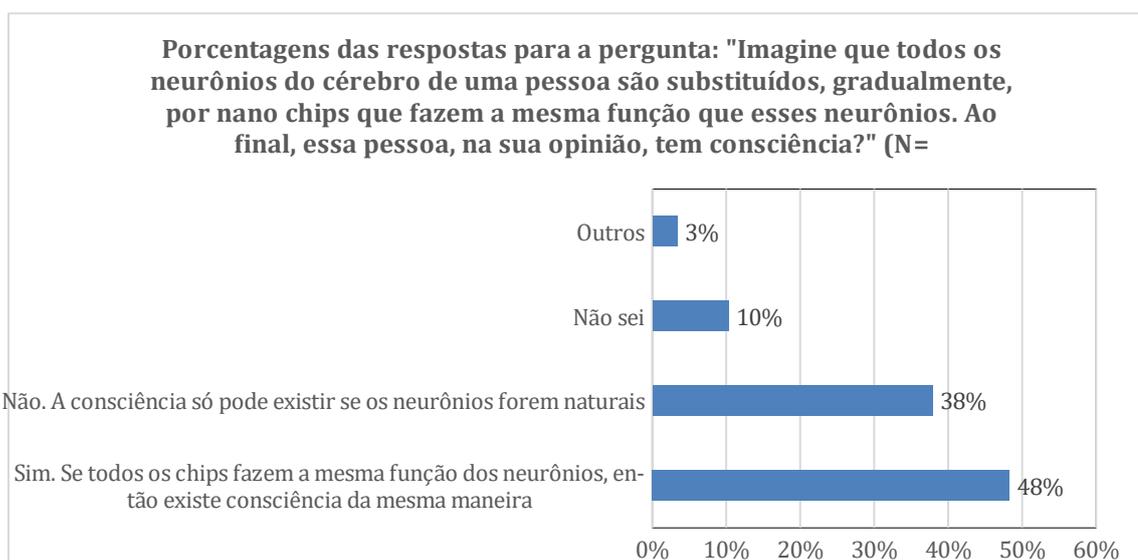
Fonte: produção própria dos autores (2022).

A segunda pergunta tem as características de um experimento mental similar ao paradoxo do “Navio de Teseu”, proposto por Plutarco (46 d.C.-120d.C.) e que ainda é debatida por muitos filósofos (ROSE, 2020): “Imagine que todos os neurônios do cérebro de uma pessoa são substituídos, gradualmente, por nanochips que fazem a mesma função que esses neurônios. Ao final, essa pessoa, na sua opinião, tem consciência?” As respostas ficaram bem divididas entre quem concordava com a ideia de que a pessoa ainda teria consciência (48% dos respondentes) e que achava que a pessoa não teria mais consciência (38% dos respondentes); as que não souberam responder constituíram 10% dos respondentes e uma pessoa (3%) respondeu que tinha um ponto de vista diferente das três opções anteriores (Figura 2). Essa pergunta evidencia que mesmo temas e problemas que já foram abordados num passado distante (há cerca de dois mil anos) continuam relevantes para a ciência e demandam um aprofundamento que é possibilitado pela disciplina da Filosofia que, portanto, deve ser considerada como importante para a formação de estudantes em diferentes níveis.

Há, pelo menos, duas camadas de discussão envolvendo este experimento mental. Em primeiro lugar há uma discussão a respeito da identidade, que está associada ao paradoxo original do Navio de Teseu: neste sentido, os átomos no cérebro e no corpo de uma pessoa não

são os mesmos que ela tinha quando nasceu (SHERMER, 2005). Mas nesta versão atualizada, há adicionalmente uma discussão sobre o que significa ser humano, ter consciência e, portanto, ser dotado de subjetividade (RODOTÀ, 2021).

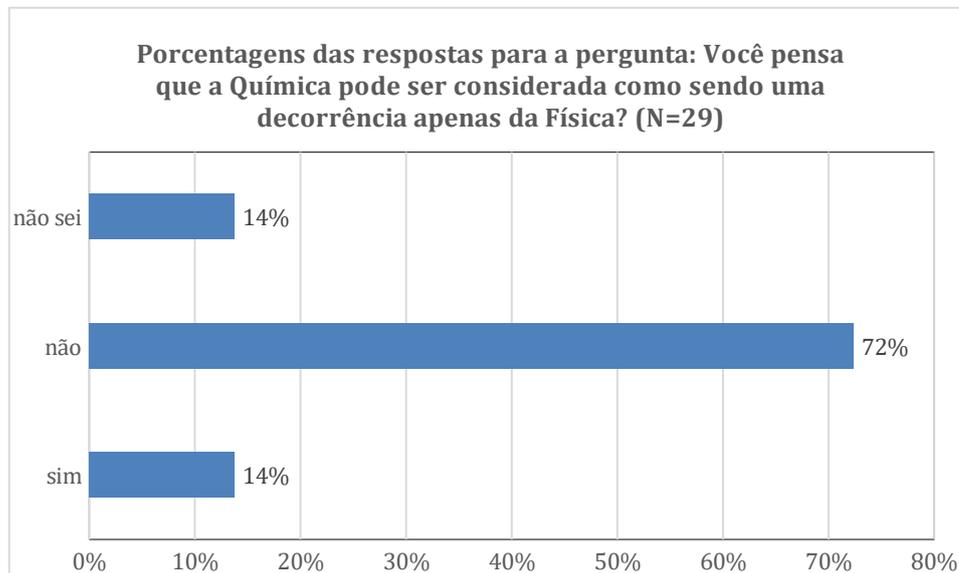
**Figura 2:** Distribuição das porcentagens das respostas para a pergunta: “Imagine que todos os neurônios do cérebro de uma pessoa são substituídos, gradualmente, por nanochips que fazem a mesma função que esses neurônios. Ao final, essa pessoa, em sua opinião, tem consciência?” (N=29)



Fonte: produção própria dos autores (2022).

A terceira questão é similar a primeira, porém, ela questiona se, na opinião do respondente, a Química pode ser considerada como uma decorrência apenas da Física. Para esta terceira questão, 14% optaram pela resposta “não sei”, enquanto 14% responderam afirmativamente, enquanto 72% responderam que a Química não pode ser considerada como uma decorrência apenas da Física (Figura 3), o que é uma quantidade diferente dos 90% que na questão 1 concordaram com a afirmação de que a Biologia pode ser considerada como sendo uma decorrência apenas da Química. Isso mostra que quando se muda o segmento de estudo científico, as concepções reducionistas de cada pessoa também podem mudar. A este respeito, Philip Anderson (1972), em seu artigo “*More is different*”, rejeitou o reducionismo na sua versão forte; para ele a química não é uma física de partículas aplicadas, a biologia não é a química aplicada e a psicologia não é a biologia aplicada.

**Figura 3:** Distribuição das porcentagens das respostas da pergunta: “Você pensa que a Química pode ser considerada como sendo uma decorrência apenas da Física?” (N=29)



Fonte: produção própria dos autores (2022).

A quarta questão, relacionada à emergência da consciência, pergunta se o respondente concorda ou discorda com a afirmação de que “os estados psíquicos podem ser explicados como uma decorrência apenas de mecanismos biológicos”. Cerca de 31% responderam afirmativamente, enquanto 55% responderam negativamente e 14% responderam assinalando a alternativa “não sei” (Figura 4). A tese que assume que o sistema nervoso é quem produz a mente (associada à posição das pessoas que responderam afirmativamente) é chamada de materialismo (PESSOA JR., 2015), relacionada à pressuposição de que não existe nada mais no universo que não seja material; ela também é conhecida como *monismo*, dentro do estudo da filosofia da mente (TEIXEIRA, 2016). Um argumento que sustenta essa ideia, é a de que a mente desaparece quando o cérebro morre (PESSOA JR., 2015). Os que responderam negativamente, se associam ao campo da filosofia da mente que se chama “dualismo”, que considera a mente como uma substância não-física; assim, tudo que existe no mundo pode ser dividido em duas categorias distintas: o mental e o físico (FODOR, 1985). A dualidade mente-corpo ficou bastante associada ao pensamento do filósofo francês René Descartes (1596-1650), que pensava que as propriedades da mente e da matéria eram radicalmente diferentes (TEIXEIRA, 2016).

**Figura 4:** Distribuição das porcentagens das respostas para a pergunta: “Você pensa que a consciência e os estados psíquicos podem ser explicados como uma decorrência apenas de mecanismos biológicos?” (N=29)



Fonte: produção própria dos autores (2022).

Já a quinta questão indagou “Você pensa que fenômenos sociais podem ser explicados essencialmente apenas pelos comportamentos individuais das pessoas ou há outros fatores explicativos de ordem coletiva, como interesses de classe, por exemplo?” Portanto, ela está relacionada ao reducionismo no que tange às ciências sociais, ou seja, sobre as relações existentes entre o indivíduo e a coletividade. Aproximadamente 90% das pessoas concordaram que para explicar fenômenos sociais devem ser considerados fatores explicativos de ordem coletiva, como interesses de classe; nenhum participante concordou que somente os fatores individuais são capazes de explicar fenômenos coletivos. Além disso, 7% das pessoas não souberam responder. Uma pessoa (3%) assinalou a alternativa “Outros” e escreveu o seguinte texto como resposta: “Não somente os interesses de ordem coletiva devem ser considerados, mas também o tempo e espaço de onde se dão os fenômenos, além das ocorrências passadas que levaram aos eventos atuais” (Figura 5). O comportamento social está relacionado ao comportamento de duas ou mais pessoas em relação a uma terceira, ou do conjunto de pessoas em relação ao ambiente comum delas (SKINNER, 2003). Esta pergunta também está relacionada ao tema do neoliberalismo que em versões extremas concebe a

sociedade apenas como um conjunto de indivíduos independentes – encapsulados em si mesmos, como células elementares (PETRY, 2008) – e competindo todos contra todos.

**Figura 5:** Distribuição das porcentagens das respostas para a pergunta: “Você pensa que fenômenos sociais podem ser explicados essencialmente apenas pelos comportamentos individuais das pessoas ou há outros fatores explicativos de ordem coletiva, como interesses de classe, por exemplo?” (N=29)

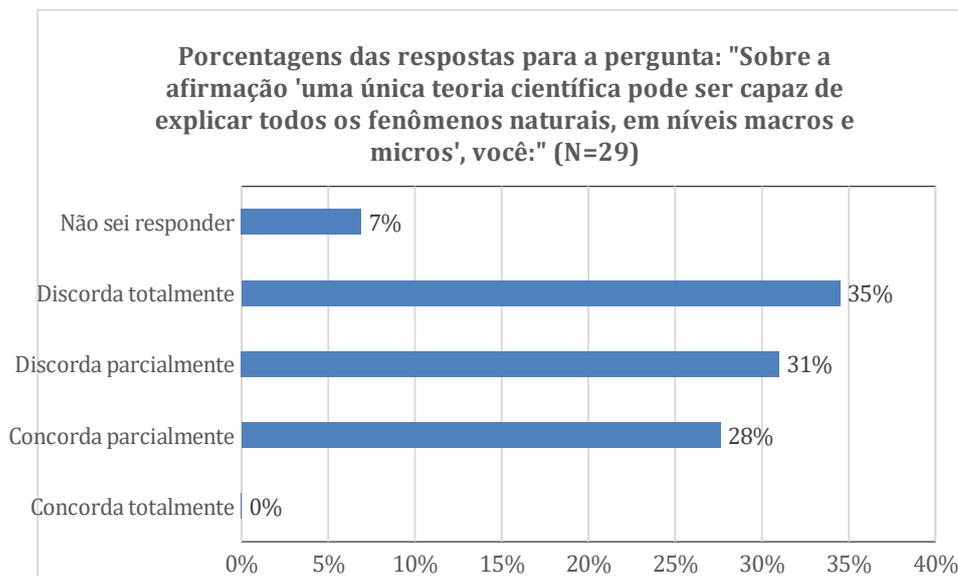


Fonte: produção própria dos autores (2022).

A sexta questão indagou ao respondente qual era o seu grau de concordância ou de discordância com a afirmação: “Uma única teoria científica pode ser capaz de explicar todos os fenômenos naturais, em níveis macros e micros”. Dentre os respondentes, 28% concordaram parcialmente com a ideia da existência de uma única teoria científica que pode explicar todos os fenômenos naturais, 31% discordaram parcialmente desta afirmação, 35% discordam totalmente dela e, finalmente, 7% não souberam responder (Figura 6). Nenhum participante afirmou que concordava totalmente com essa afirmação, indicando que para este público há uma rejeição da posição reducionista na sua acepção mais forte.

Estruturas como células vivas, redes neurais, cérebros, organismos multicelulares, ecossistemas, cidades e sociedades são afetadas por múltiplos fatores que se retroalimentam, o que coloca limites para um reducionismo estrito (JOHNSON, 2003): assim como as ciências sociais não são meramente uma forma de psicologia aplicada, a biologia não pode ser reduzida simplesmente à química, e mesmo as leis de Newton da Mecânica Clássica, muito associadas ao reducionismo, têm também, em certo sentido, um caráter emergente, pois, de acordo com a Mecânica Quântica desenvolvida no século XX, elas são uma consequência macroscópica e de caráter coletivo da forma como os componentes microscópicos de sólidos e fluídos se agregam (LAUGHLIN, 2005).

**Figura 6:** Distribuição das porcentagens das respostas para a pergunta: “Sobre a afirmação ‘uma única teoria científica pode ser capaz de explicar todos os fenômenos naturais, em níveis macros e micros’, você: concorda totalmente / concorda parcialmente / discorda parcialmente / discorda totalmente / não sei responder?” (N=29)



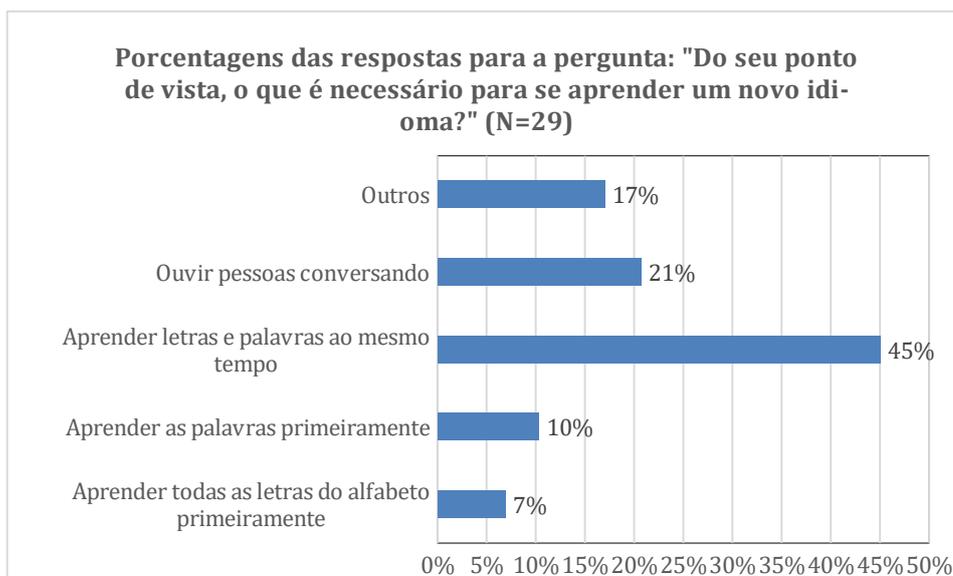
Fonte: produção própria dos autores (2022).

A última questão solicita que o respondente dê o seu ponto de vista sobre quais são as necessidades prioritárias para se aprender um novo idioma.

De acordo com as respostas dadas para essa questão, 7% acreditam que primeiramente se deve aprender todas as letras do alfabeto para se aprender um novo idioma, 10% acham que

o essencial é aprender as palavras primeiramente, 45% (a maior parte) responderam que o ideal é aprender letras e palavras ao mesmo tempo, 21% acham que o melhor é ouvir pessoas conversando e 17% forneceram respostas diferentes das anteriores (Figura 7). Essa questão permite que se reflita a respeito da questão do reducionismo por meio de uma analogia: a questão de se construir, a partir do conhecimento da Física das partículas elementares, outros níveis de conhecimento, como a psicologia ou as ciências sociais, é, em certo sentido, similar, à questão de se entender os signos de um idioma a partir de seus elementos mais básicos, como as letras do alfabeto (BASTOS FILHO, 2005a).

**Figura 7:** Distribuição das porcentagens das respostas para a pergunta: “Do seu ponto de vista, o que é necessário para se aprender um novo idioma?” (N=29)



Fonte: produção própria dos autores (2022).

No final do formulário, foram feitas duas perguntas abertas. A primeira dessas questões abertas, pedia para que o participante definisse com suas palavras qual era seu entendimento sobre a palavra “Reduccionismo”. As respostas foram variadas, sendo que um ponto em comum estava associado à ideia de que se trata de uma forma de reduzir um número determinado de teorias ou conhecimentos a uma única teoria. Neste sentido se manifestaram dois participantes: “tentar explicar a realidade a partir de apenas algumas leis, o que torna as

coisas muito mais simplistas do que realmente são” e “é reduzir fenômenos complexos a componentes mais simples e considerá-los mais fundamentais do que os complexos”.

A complexidade busca trabalhar com as articulações existentes entre as várias disciplinas científicas de modo a superar a fragmentação do conhecimento humano nas suas diversas dimensões (MORIN, 2005): complexo é o resultado daquilo que foi engendrado em conjunto, a partir das ações, interações e retroações que constituem o nosso mundo fenomenal. Deste modo, os sistemas complexos precisam ser estudados em cada nível específico que se distingue por propriedades que não aparecem nos níveis inferiores (MAYR, 1998).

A segunda questão aberta pedia ao participante para que ele definisse o termo emergentismo. Pelas respostas foi possível notar que os respondentes identificaram emergentismo como sendo algo antagônico ao reducionismo. Desta forma se manifestaram dois participantes: “é o contrário do reducionismo” e “é quando algo é mais do que foi mostrado pelo reducionismo, ou seja, um contraste do reducionismo”.

O debate sobre o emergentismo – que se contrapõe ao reducionismo – compreende a questão sobre o modo como as partes que formam um dado sistema se associam para produzir algo que é inteiramente diferente: por exemplo, a indagação sobre a maneira como as moléculas se inter-relacionam com vistas a produzir a vida. As dúvidas sobre como as partes interagem para formar o todo estão associadas a uma visão hierárquica das ciências e à oposição entre duas concepções: “o todo nada mais é que a soma das partes” e “o todo é maior que a soma das partes” ou, de modo equivalente, “partes se comportam de modo diferente dentro do todo” (GILLET, 2016), implicando que o todo que emerge não pode ser explicado unicamente a partir das suas partes e que, portanto, as propriedades emergentes são singulares e não estruturais, pois não estão relacionadas fundamentalmente e univocamente a conceitos como os de constituição, identidade ou causação (WONG, 2010).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho se caracteriza como uma investigação que ocorreu no contexto de uma atividade de divulgação científica, mais especificamente, de uma webconferência sobre reducionismo e o do emergentismo. É importante destacar que a realização desta atividade, em outubro de 2021, de modo remoto e com transmissão pelo *YouTube*, evidencia as

mudanças que surgiram no âmbito do ensino, da extensão e da pesquisa, provocadas pela pandemia de COVID-19. Esse tipo de ação de comunicação científica tem se tornado cada vez mais comum.

A realização do presente trabalho permitiu investigar como a discussão sobre os temas do reducionismo e do emergentismo pode colaborar, efetivamente, para uma melhor compreensão, pelo público leigo, dos métodos empregados pela ciência para a construção do conhecimento. A pesquisa realizada acerca dos eixos temáticos propostos, possibilitou que fossem distinguidos alguns conhecimentos científicos e filosóficos que podem colaborar com o processo de aprendizagem, em atividades de divulgação científica e de ensino de ciências.

A preparação prévia de uma webconferência acerca de determinados tópicos e a elaboração dos slides sobre estes temas, exige uma dedicação considerável por parte do conferencista. O professor Jenner Barretto Bastos Filho foi extremamente solícito e atencioso ao aceitar a realização dessa webconferência de modo remoto para os interessados pelo tema. A realização dessa ação deixou claro a importância de que, na medida do possível, outros pesquisadores interessados em divulgar seus trabalhos e pesquisas se mostrem abertos a dedicar uma pequena parte de seu tempo para participar de atividades de divulgação científica como esta. Além de atrair a atenção e explanar para a sociedade sobre a importância da ciência, atividades de divulgação científica deste tipo também motivam estudantes universitários e até mesmo alunos de ensino médio a considerarem a hipótese de se dedicarem profissionalmente a pesquisas nas áreas de conhecimento abordadas.

Há dois aspectos positivos que podemos destacar sobre webconferências como esta que é aqui investigada, quando comparadas com atividades presenciais de divulgação científica, como seminários e colóquios: 1) webatividades podem ser assistidas de qualquer lugar do mundo, desde que a pessoa possua acesso à internet e um dispositivo que a conecte ao *YouTube*; 2) apresentações remotas ficam gravadas, tornando-se um legado educacional e podendo ser acessadas sempre que for necessário; assim, elas podem ser usadas posteriormente, em sua totalidade ou em parte, por professores, como parte do material de apoio para suas disciplinas.

Esse é um trabalho que não tem a intenção de trazer conclusões assertivas sobre os temas abordados que são complexos pela sua própria natureza, mas tem, sim, o propósito de

contribuir com o fornecimento de dados e reflexões que podem ser úteis para futuras pesquisas nessa área.

O debate em torno do reducionismo e do emergentismo, abordado nessa pesquisa, não só é importante em termos científicos e filosóficos, mas também apresenta um grande potencial para ser utilizado em atividades educacionais, tanto pelas suas características fortemente interdisciplinares, quanto pelo fato de estimular a criatividade, desenvolver o espírito investigativo e incentivar os alunos a imaginarem qual será a evolução futura da ciência relacionada a estes temas. A atividade investigada neste artigo mostrou a relevância em se trabalhar com conhecimentos científicos e históricos de modo integrado, para fornecer subsídios e fundamentos para que os alunos consigam de fato refletir de modo crítico e autônomo sobre o que veem, leem e ouvem a respeito de Ciência.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Prof. Dr. Jenner Baretto Bastos Filho pela realização da webconferência investigada neste trabalho. Agradecemos também à FAPESP e ao CNPq pelo fomento concedido para esta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, P. More is different. *Science*, v. 177, n. 40476, p. 393-396, 1972. Disponível em: [https://cse-robotics.engr.tamu.edu/dshell/cs689/papers/anderson72more\\_is\\_different.pdf](https://cse-robotics.engr.tamu.edu/dshell/cs689/papers/anderson72more_is_different.pdf). Acesso em: 10 fev. 2022.

ARANHA, C. P. *et al.* O YouTube como Ferramenta Educativa para o ensino de ciências. *Olhares & Trilhas*, v. 21, n. 1, p. 10-25, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/OT2019v21.n.1.46164>. Acesso em: 12 fev. 2022.

BASSALO, J. M. F; CARUSO, Francisco; MARQUES, Adílio Jorge. **Introdução às bases filosóficas da Física: uma abordagem histórica**. São Paulo: Livraria da Física, 2021.

BASTOS FILHO, J. B. **Reduccionismo: uma abordagem epistemológica**. Maceió: EDUFAL, 2005a.

BASTOS FILHO, J. B. O problema epistemológico do reducionismo – Como aprender Física em consonância com o tempo em que vivemos? *In: Anais do I Encontro Estadual de Ensino de Física*, Porto Alegre, RS, 2005b. Disponível em:

[https://ppgenfis.if.ufrgs.br/ieeefis/POS-ESCRITO%20A%20REDUCIONISMO%20PORTO%20ALEGRE%20NOV\\_%202005.pdf](https://ppgenfis.if.ufrgs.br/ieeefis/POS-ESCRITO%20A%20REDUCIONISMO%20PORTO%20ALEGRE%20NOV_%202005.pdf). Acesso em: 13 fev. 2022.

EL-HANI, C. N. **Níveis da ciência, níveis da realidade: evitando o dilema holismo/reducionismo no ensino de ciências e biologia**. 2000. 392 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

Disponível em: [https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48133/tde-02042015-111525/publico/CHARBEL\\_NINO\\_EL\\_HANI.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48133/tde-02042015-111525/publico/CHARBEL_NINO_EL_HANI.pdf). Acesso em: 13 fev. 2022.

FODOR, J. A. **O problema mente-corpo**. Tradução: Saulo F. Araujo. Versão preparada pelo professor Osvaldo Frota Pessoa Jr., 1981. Disponível em:

<https://opessoa.fflch.usp.br/sites/opessoa.fflch.usp.br/files/Fodor-Port-5.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2022.

GILLET, C. **Reduction and emergence in science and philosophy**. New York: Cambridge University Press, 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PNAD Contínua – 2008**: Acesso à Internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - Divulgação anual. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=243025>. Acesso em: 12 fev. 2022.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PNAD Contínua – 2018**: Acesso à Internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - Divulgação anual. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101705>. Acesso em: 12 fev. 2022.

JOHNSON, S. **Emergência**: a dinâmica de rede em formigas, cérebros, cidades e softwares. Rio de Janeiro: Editora Zahar, 2003.

LAUGHLIN, R. B. **A Different Universe**: Reinventing Physics from the Bottom Down. New York: Basic Books, 2005.

LISBÔA, R. A. M. **Concepções sobre ciência e natureza**: uma investigação das visões filosóficas de professores de física do ensino superior. 2015. 129f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.81.2015.tde-17122015-105810>. Acesso em: 13 fev. 2022.

LOEB, J. **The mechanistic conception of life**. Cambridge: Harvard University Press, 1964.

MAYR, E. **O desenvolvimento do pensamento biológico**: diversidade, evolução e herança. Brasília: Editora da UnB, 1998.

MORIN, E. **Ciência em consciência**. São Paulo: Editora Bertrand Brasil, 2005.

PESSOA, J. R. O. A consciência enquanto observação do cérebro. *In*: FERREIRA, F. R. M. *et al.* (Orgs.). **História e filosofia da neurociência**, p. 201-219, 2015. Disponível em: <https://opessoa.ffe.usp.br/sites/opessoa.ffe.usp.br/files/HFN-Osvaldo-final-scan.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2022.

PETRY, Almiro. **Neoliberalismo e globalização na América Latina**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Formação Humanística. Eixo: América Latina. 2008. Disponível em: <http://www.projeto.unisinos.br/humanismo/al/neoliberalismo.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2022.

RODOTÀ, S. Pós-Humano. **Revista Brasileira de Direito Civil**, v. 27, p. 113-144, 2021. Disponível em: <https://rbdcivil.ibdcivil.org.br/rbdc/article/download/712/442>. Acesso em: 26 jun. 2022.

SHERMER, M. The Soul of Science. **American Scientist**, v. 93, n. 2, p. 101-103, 2005. Disponível em: <https://michaelshermer.com/soul-of-science/excerpt/>. Acesso em: 26 jun. 2022.

SILVA, M. J; PEREIRA, M. V; ARROIO, A. O papel do YouTube no ensino de ciências para estudantes do ensino médio. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 7, n. 2, p. 35-55, 2017. Disponível em: <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/4560/2524>. Acesso em: 12 fev. 2022.

SKINNER, B. F. **Ciência e comportamento humano**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

TEIXEIRA, J. F. **O que é filosofia da mente**. Porto Alegre: Editora Fi, 2016.

WEINBERG, S. The limits of reductionism. **Nature**, v. 331, p.475-476, 1988. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/331475b0.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2022.

WONG, H. Y. The Secret Lives of Emergents. *In*: CORRADINI, A.; O'CONNOR, T. (Orgs.). **Emergency in science and philosophy**. New York; Routledge, 2010.

ZYLBERSZTAJN, A. Teoria Final, Unificação e Reduccionismo: Opiniões da Comunidade Brasileira de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 1, p. 1-17, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172003000100001>. Acesso em: 03 fev. 2022.

**Artigo recebido em:** 16 de fevereiro de 2022.

**Artigo aprovado em:** 17 de novembro de 2022.