

Conceitos físicos como conceitos sociais: Dialogismo Bakhtiniano, Ensino de Física e construção da cidadania

Physical concepts as social concepts: Bakhtinian dialogism, physics teaching and the construction of citizenship

 Giselle Faur de Castro **Catarino**¹

 Roberto Moreira Xavier de **Araújo**²

¹Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Departamento de Física Aplicada e Termodinâmica, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Autora correspondente: gisellefaur@gmail.com

²Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Resumo: Neste artigo discutimos o Dialogismo de Bakhtin como uma abordagem crítica ao Ensino de Física. Iniciamos com a análise dos modelos curriculares hegemônicos, das suas ideologias e dos seus insistentes desafios a práticas que se pretendam convergentes com as atuais demandas socioambientais e inclusivas. Para identificarmos temas relevantes que afetam o ensino, analisamos o discurso de um professor de física recém-licenciado. As análises revelam uma perspectiva dialógica na sua formação inicial, estimulando uma prática que articula os conceitos da física com problemas históricos e questões sociais. As nossas considerações reforçam a ideia já consolidada, na pesquisa em Ensino de Física, de que a Ciência faz parte da cultura. A partir dos resultados, sugerimos que o Dialogismo Bakhtiniano, numa abordagem crítica e num contexto dialógico, permite o debate de questões que conduzem à construção de um imaginário científico, elemento essencial da formação cidadã, em que os conceitos físicos emergem como conceitos sociais.

Palavras-chave: Ensino de física; Dialogismo; Formação de professores; Cidadania; Educação social.

Abstract: This article discusses Bakhtin's dialogism as a critical approach to Physics Education. We begin by analyzing hegemonic curricular models, their ideologies, and the ongoing challenges for practices that aim to converge with current socio-environmental and inclusive demands. In order to identify relevant issues affecting teaching, we analyze the discourse of a recently graduated physics teacher. The analyses reveal a dialogical perspective in his initial training, which encourages practices that articulate physics concepts with historical problems and social issues. Our reflections reinforce the idea already consolidated in Physics Education research that science is part of culture. Based on the results, we suggest that Bakhtinian dialogism, in a critical approach and in a dialogical context, allows for the discussion of issues that lead to the construction of a scientific imaginary, an essential element in the construction of citizenship, in which physical concepts emerge as social concepts.

Keywords: Physics teaching; Dialogism; Teacher training; Citizenship; Social education.

Recebido em: 05/12/2024

Aprovado em: 12/03/2025

Editor: Roberto Nardi



Introdução

Neste artigo, partimos do pressuposto de que o principal objetivo do ensino de ciências, numa sociedade democrática, é a formação para a cidadania. Mas de que modo o ensino de ciências, em particular o de física, pode contribuir para esse objetivo?

O ensino hegemônico de física ainda hoje se apoia na defesa do mecanicismo newtoniano e na visão cartesiana de mundo como base do conhecimento. Essa visão, que retrata a Física desde a estabilização do paradigma newtoniano até o século XIX, afeta a formação cultural da sociedade e contribui para uma perspectiva que sustenta posições filosóficas, políticas e pedagógicas distorcidas em relação às demandas sociais atuais (Catarino; Queiroz; Araújo, 2013). Uma dessas posições distorcidas tem a ver com a concepção central da filosofia cartesiana de que um sistema complexo é a mera soma de partes simples. É fácil perceber que essa ideia favorece uma visão individualista da sociedade, vista como um grupo de indivíduos isolados. Em última análise, essa ideia tem papel fundamental nas raízes ideológicas do neoliberalismo e é inconsistente com as concepções atuais de complexidade e propriedades emergentes (Hoffmann, 1995; Schweber, 1993), bem como com as afirmações de alguns autores, como Ilya Prigogine e mesmo Stephen Hawking, que enfatizam que o caminho a ser percorrido pela física no século XXI deverá ser o estudo de sistemas complexos. Há uma aparente associação entre os conteúdos e suas formas de transmissão, com aulas expositivas e provas, que, em última análise, espelham uma visão de mundo que favorece hierarquias naturais e imutáveis. Essas hierarquias, presentes nos conteúdos e nas formas, reforçam as hierarquias sociais, criando condições para a manutenção de visões racistas e sexistas. Assim, um ensino de Física puramente disciplinar não é neutro, nem na forma nem no conteúdo, e transmite um conjunto de valores e concepções de mundo que podem reforçar e legitimar as características excludentes da sociedade.

Essa situação paradoxal retrata claramente a essência da crise atual no ensino de ciências, particularmente no ensino de física. Discutir a maneira de enfrentar essa situação é o que pretendemos fazer nesse artigo.

São os conceitos físicos conceitos sociais?

Escolhemos apontar dois caminhos possíveis para que o ensino de física, principalmente na educação básica, possa contribuir na construção da sociedade democrática. O primeiro é a adoção de uma postura filosófica diante do mundo que permita uma concepção crítica das relações sociais. Isso implica em adotar uma postura crítica em relação ao reducionismo e ao mecanicismo, eixos centrais do atual ensino de Física, caminhando em direção a uma visão mais complexa do mundo natural e das relações sociais, necessária para o desenvolvimento da cidadania.

Dito isso, o segundo caminho passa por compreender que a ênfase em determinados aspectos da física pode potencializar ou impossibilitar a compreensão da complexidade do mundo, da vida das relações sociais, ponto de partida do espírito crítico e da formação do cidadão. Entendendo que tal complexidade impacta as pessoas de forma diferente, sugerimos que há possíveis abordagens sensíveis que gerem uma compreensão coletiva, impactando os sujeitos em prol de transformações sociais necessárias.

Começaremos por apresentar brevemente aspectos importantes do ensino básico de Física e suas implicações para uma educação para a cidadania e para a sociedade (Hansson *et al.*, 2021). O ensino hegemônico, essencialmente baseado no mecanicismo filosófico, vem despertando, há algumas décadas, a necessidade de se discutir quais caminhos podem ser planejados para favorecer reflexões filosóficas, políticas e pedagógicas sobre as práticas educativas e seus impactos na sociedade. A defesa da ideia de que Física também é cultura, materializada por Zanetic (2005), marcou profundamente a pesquisa em Ensino de Física, aprofundando e trazendo novas perspectivas que se comprometeram a relacionar a Física com a sociedade em que vivemos, potencializando diálogos entre o ensino e possíveis soluções para velhos e novos problemas com os quais estamos lidando, como o racismo e o sexismo.

A crise climática, por exemplo, diretamente ligada a questões sociais e com efeitos diferentes em diferentes povos e etnias, caracterizando o chamado racismo climático, pode e deve ser incluída na discussão de conceitos físicos, vistos não como parte de uma visão mecanicista de mundo, mas sim como integrantes de uma visão holística inspirada nos modernos avanços da Termodinâmica de processos irreversíveis de Prigogine. Essa questão nos leva a uma visão crítica profunda e necessária do mecanicismo newtoniano, uma das bases do ensino hegemônico atual. Essa discussão nos coloca nas fronteiras da pesquisa em Física Teórica: a conhecida necessidade de compatibilizar a Teoria Geral da Relatividade com a Mecânica Quântica e a menos conhecida, porém certamente fundamental, necessidade de construir uma Termodinâmica Relativística. A solução desses problemas teóricos e experimentais certamente terão impacto na nossa visão de mundo.

A partir da ideia de que a Física é uma construção social e faz parte da cultura, concluímos que certos conceitos físicos, como Energia, Temperatura, Entropia, Carga Elétrica e assim por diante, são, ao mesmo tempo, conceitos físicos e sociais. Tais conceitos não foram criados a partir do nada, no vácuo, mas construídos em contextos sociais claramente definidos. Assim, se a Física é cultura, defendemos que os conceitos físicos são conceitos sociais.

É a partir dessas premissas que os currículos de ciências precisam ser repensados no sentido de incluir discussões inter, multi e transdisciplinares, elementos essenciais da educação inclusiva moderna. Jay Lemke (Lemke, 2001, 2006) já defendia, há quase 20 anos, um currículo de ciências preocupado com questões sociais e com problemas que já enfrentamos neste século, como a atual crise ambiental e as injustiças sociais. Repetimos e enfatizamos que essas discussões estruturam e dão significados aos currículos e às práticas pedagógicas, deixando claro que os próprios conteúdos conceituais isolados do contexto social não são suficientes para levar à compreensão do que é Ciência e como ela se constrói, exigindo um olhar para a evolução histórica dos conceitos físicos.

Aqui, apontamos a necessidade de repensar práticas docentes, como caminho para a superação do pensamento fechado e estático, exigindo um olhar diferenciado sobre novas formas de compreender o mundo, do que ele é feito e como interagimos com ele. Considerando as hegemônicas e conhecidas metodologias de sala de aula, é possível dizer que o Ensino de Física atual, com seus conteúdos e formas tradicionais, não contempla a complexidade, nem a evolução histórica dos conceitos, com suas rupturas e descontinuidades no desenvolvimento da Ciência, dificultando a construção de uma visão crítica da natureza, do mundo e da vida social em que a Ciência se insere. Uma nova visão crítica passa então

por alterar conteúdos e formas ultrapassados, criando relações mais complexas para a construção do conhecimento. O que fazer? Como fazer? Uma visão dialógica pode contribuir para repensar o ensino e possibilitar mudanças que possam acompanhar as atuais demandas por justiça social com a superação do racismo, do sexismo e com problematizações mais adequadas dos problemas sociais? Seria o Dialogismo um caminho possível para reconstruir, em sala de aula, de modo crítico, o conhecimento científico?

Dialogismo Bakhtiniano: uma visão de mundo

Mikhail Bakhtin foi um pensador russo preocupado com as questões da Linguagem e que gerou impacto em diversas áreas, como na Linguística e na Literatura, e em campos transdisciplinares como a educação. Seu conceito básico é o de dialogismo, pelo qual podemos alcançar “novas interpretações da linguagem e do pensamento em um mundo multifacetado e ambíguo” (Marková, 2006, p. 125).

Partimos da ideia de que a construção do sujeito e do conhecimento passam pelo dialogismo, segundo o qual o sujeito, que só existe em relação ao outro, está em permanente construção, se constituindo socialmente na presença de elementos históricos que fazem parte de um contexto concreto, complexo e interativo (Bakhtin, 2011). “O dialogismo bakhtiniano se baseia na negação da possibilidade de conhecer o sujeito fora do discurso que ele produz” (Dahlet, 1997 *apud* Teixeira, 2006, p. 229). Além disso, o dialogismo tem como principal característica “conceber a unidade do mundo a partir das múltiplas vozes que participam do diálogo da vida” (Souza, 2001, p. 104), gerando uma visão na qual sujeito, tempo e espaço estão unidos pelo princípio dialógico, revelando a constituição histórica e cultural do sujeito e da linguagem.

Para aprofundar nossa compreensão do pensamento de Bakhtin, vamos apresentar brevemente alguns de seus conceitos. A palavra diálogo tem muitos significados sociais, sendo o mais comum uma conversa entre pessoas. No entanto, para o autor, um diálogo é concebido como um conjunto de condições formado em qualquer troca real entre duas pessoas, mas não se esgotam nessa troca (Clark; Holquist, 1998). Para Bakhtin, um diálogo é um evento de interação sociocultural e de consciência socioideológica, permeado por forças sociais que estão presentes em todas as relações humanas (Amorim, 2004) e que vão além de um evento face a face, integrando aspectos do verbal e do não verbal.

Outro conceito importante para nossa discussão é o de alteridade. Segundo Amorim (2004), a definição de alteridade está relacionada ao efeito da distância, uma vez que compreender um fato social significa

[...] apreendê-lo totalmente, isto é, de fora, tal como uma coisa, mas da qual somos parte integrante. [...] De um lado, participamos subjetivamente de todas as sociedades posto que elas são humanas. Nós poderíamos ter nascido ali e podemos então procurar compreendê-las como se nelas tivéssemos nascido. Por outro lado, cada sociedade está virtualmente dividida ao infinito por processos em que, num dado momento, uma parte pode tornar objeto de análise para outra. (Amorim, 2004, p. 68-69).

O conceito de alteridade que aparece em Bakhtin é importante para analisar a postura de um pesquisador: “O próprio fato de todos os objetos de pesquisa serem construídos e não dados imediatamente já implica em uma negociação com os graus de alteridade que a pesquisa e pesquisador pode suportar” (Amorim, 2004, p. 29-30). Assim, a noção de alteridade permite uma compreensão profunda das relações pesquisador-

sujeito, professor-aluno, professor-escola, professor-sociedade, vendo a necessidade de valorizar o outro, que também é visto como sujeito que fala e produz ideias.

Para Bakhtin, a alteridade faz parte do descobrir-se como o outro ou descobrir o outro em si, possibilitando perceber as marcas do outro nas atividades de ensino e pesquisa para transformá-lo e fazê-lo “falar” de outras formas (Amorim, 2004), com outros caminhos. Nesse percurso, a alteridade deixa de ser um simples conceito teórico, entrando no processo contínuo de tornar-se sujeito. Eu só existo diante do outro, o outro faz parte de mim, me modifica, me transforma: “Mas mesmo que o sujeito se defina a partir do outro, ele também define o outro, é o 'outro' do outro: este é o inacabamento constitutivo do Ser, tão rico em ressonâncias filosóficas, discursivas e outras” (Amorim, 2004, p. 22).

Por fim, indicamos o conceito de Enunciado, caracterizado como a unidade de análise da comunicação verbal que vai além da linguística, pois prevê que além do falante, responsável pelo enunciado, há também o ouvinte. O enunciado é, assim, “um elo na corrente complexamente organizada de outros enunciados” (Bakhtin, 2011, p. 272). que se encontra submerso no contexto de sua produção, ou seja, “ignorar o caráter social e dialógico do enunciado é apagar a profunda conexão que existe entre a linguagem e a vida” (Souza, 2001). Assim, todo enunciado é uma resposta ao que já foi dito, caracterizando um processo de comunicação ininterrupta, ou seja, nenhum texto surge do nada, mas representa uma resposta a outros textos ou a outro universo de referência com o qual conversa. Essa visão revela a necessidade de refletir sobre o possível caráter monológico da construção do conhecimento. Segundo Bakhtin,

Por mais monológico que seja o enunciado (por exemplo, uma obra científica ou filosófica), por mais concentrado que esteja no seu objeto, não pode deixar de ser em certa medida também uma resposta àquilo que já foi dito sobre dado objeto, sobre dada questão, ainda que essa responsividade não tenha adquirido uma nítida expressão externa: ela irá manifestar-se na tonalidade do sentido, na tonalidade da expressão, na tonalidade do estilo, nos matizes mais sutis da composição. (Bakhtin, 2011, p. 298).

Fica claro que as ideias de Bakhtin, mencionadas até aqui, marcam profundamente nossa perspectiva teórico-metodológica, criando uma base de sustentação ou uma lente capaz de orientar nossas análises e discussões, próprias da visão de mundo que vislumbramos. Assim, estabelecemos uma concepção de prática na busca por compreender os discursos filosófico-político-pedagógicos presentes no ensino de física no sentido de valorizar e fortalecer as múltiplas vozes — múltiplos olhares, múltiplas culturas, múltiplas possibilidades — que se apresentam na sala de aula por meio da interação dialógica, propiciando o aprofundamento do processo de construção do conhecimento.

Aqui, podemos ouvir ecos das lições de Paulo Freire (Freire, 1996). Como não há linguagem sem diálogo e sem resposta, ou seja, a linguagem supõe a existência do outro, com quem falo, o professor não existe sem o aluno. Paulo Freire já valorizava isso ao indicar conhecimentos indispensáveis para a prática docente e ao deixar claro que o educador deve ser, antes de tudo, um grande aprendiz do processo de interação com o outro, ou seja, com os alunos.

Bakhtin nos ajuda, assim, a propor um ensino de física como espaço de debates e argumentações que levem os sujeitos a refletirem sobre como o conhecimento científico é de fato construído e desconstruído, conhecimento que historicamente não pertence a um único grupo, mas se realiza no encontro de diversas culturas por meio de um

dialogismo em que todos estão presentes, apesar dos apagamentos históricos que continuam representados nas aulas e nos livros didáticos até hoje (Alves-Brito *et al.*, 2020). Caminhamos, portanto, na direção de criar, nesse espaço de interação, uma relação que produza conhecimento e respeito à diversidade, ou seja, uma relação que seja benéfica para toda a sociedade, superando ensinamentos que insistem em dizer que a soma das partes é igual ao todo. Resolver problemas sociais passa, então, pela criação de práticas que valorizem, pela concepção do dialogismo, o respeito ao próximo e às várias vozes que constituem a Ciência e a sociedade, pela construção humana do conhecimento, pela troca de ideias, pela argumentação e pela crítica. Nesse sentido, será possível estabelecer uma relação entre ética e Ciência, gerando conhecimento e um novo conceito de cidadania na sociedade que combata de forma pungente o racismo, o sexismo e problemas como a crise ambiental. Em síntese: os alunos passam a ser seres sociais, não mais indivíduos isolados, frutos das várias vozes que nos atravessam.

Um olhar para a formação de professores

Nesse artigo lançamos um olhar sobre a formação de professores do ponto de vista de seu papel como vetor de diálogo e provocador de discussões em sala de aula. Certamente, outras visões do papel sociocultural dos professores são possíveis, como se vê, por exemplo, nos interessantes trabalhos de Nardi e Castiblanco (2014), Castiblanco (2023) e Castiblanco e Vizcaíno (2024). Nessas pesquisas, são discutidas questões e mudanças na formação e na Didática de professores a fim de que formas tradicionais dos processos de ensino e aprendizagem de Física, apoiadas na memorização de fórmulas e transmissão de conteúdos, sejam superadas.

A discussão conduzida até aqui permite compreender a busca por concepções teórico-metodológicas que apresentem uma visão dialógica do Ensino de Física e das relações estabelecidas no contexto de sua produção. Trazemos algumas premissas fundamentais, diante de todas as reflexões realizadas, com o entendimento prévio do caráter essencial da promoção da justiça social. É importante valorizar os sujeitos envolvidos, respeitando suas identidades a partir de uma postura de estima e empatia. É fundamental estar comprometido com o conteúdo científico, visto em sua dinâmica histórica, revelando suas raízes sociais e gerando espaço para debates e discussões que levem os sujeitos envolvidos a refletirem sobre como o conhecimento científico é de fato construído e desconstruído, conhecimento que não pertence historicamente a um único grupo, mas realiza-se através do encontro de várias culturas. A pesquisa no ensino de física tem o papel de construir uma narrativa que exponha os apagamentos históricos e que respeite o outro e as diversas vozes que constituem a Ciência e a Sociedade, criando possibilidades de luta contra as desigualdades sociais. Como consideram Rosa, Alves-Brito e Pinheiro, “as mudanças precisam ocorrer em várias frentes e esferas” (2020, p. 1463).

É nesse sentido que entendemos que os temas, que nascem das relações sociais e são objetos do diálogo entre prática e teoria na pesquisa docente, precisam ganhar protagonismo nos currículos, perdendo a característica de conhecimento complementar e de apêndice do livro didático. Nossa hipótese é que tais conteúdos nascem, se projetam e se legitimam a partir de diálogos entre práticas docentes, submersas no contexto sócio-histórico-cultural. Na busca por identificar temas e relacioná-los com o que a pesquisa em Ensino de Física vem desenvolvendo no âmbito da formação de professores, realizamos uma entrevista com um sujeito licenciado em Física.

Metodologia

A pesquisa sobre a obra de Bakhtin permite dizer que, na perspectiva bakhtiniana, não é possível encontrar um espectro de categorias que possam ser utilizadas diretamente nas análises. Estudos que têm discutido as formas de apreensão do pensamento bakhtiniano nos estudos destacam suas peculiaridades e apontam certas dificuldades que podem aparecer quando se pretende extrair de seu aglomerado teórico conhecimentos que ele não se propõe a oferecer. Faraco (2009) aponta que o pensador russo, ao conduzir suas reflexões, não focaliza o mundo como um simples objeto calculável, nem pretende construir um modelo operacionalizante de análise estritamente científica. Assim, Bakhtin não teria um método, um conjunto de procedimentos analíticos ou uma coleção de categorias formalizadas, considerando mais interessante promover uma compreensão mais ampla da realidade sem, no entanto, esquecer a importância dos estudos que aprofundam as análises. Assim, a melhor contribuição para a pesquisa da obra de Bakhtin seria a perspectiva metodológica baseada no conhecimento dialógico (Catarino, 2013). Ressaltamos ainda que as especificidades de um estudo pautado nos referenciais de Mikhail Bakhtin nos levam a pensar na construção de uma metodologia pautada na postura investigativa do pesquisador, ancorada nos aspectos teóricos do Dialogismo.

Assim, a partir da lente do Dialogismo como base teórico-metodológica (Deconto; Ostermann, 2020) de pesquisa, buscamos identificar, através de uma entrevista, conteúdos e formas em um discurso de um professor de Física, recém-formado em uma universidade pública, a fim de contribuir com exemplos de temas que nascem nos cursos de formação e nas práticas cotidianas de professores e chegam às salas de aula. Optamos por realizar a entrevista por ser um dos instrumentos de coleta de dados mais comuns em pesquisas qualitativas. Ressaltamos que privilegiamos a análise de um único caso, dado o caráter singular da experiência didática, a exemplo do que ocorre na construção do conhecimento em outras áreas, como a psicanálise em que o exame de casos individuais tem papel fundamental. Além disso, apoiamo-nos no próprio Bakhtin que revela que os atos são irrepetíveis e únicos, mas guardam elementos comuns com outros atos e, por isso, podem fazer parte de um ato como *categoria englobante* (Sobral, 2008). Assim, a valorização dos atos/eventos únicos e irrepetíveis dão a verdadeira dinâmica da pesquisa ao explicitar suas especificidades, não marcando apenas a generalidade. Entendemos, portanto, a partir da nossa escolha de referencial teórico metodológico, que esta pesquisa nos leva a compreender o único, o singular e, ao mesmo tempo, o possível. A análise dos discursos sobre as práticas de alguns professores nos daria sínteses de identidades diferentes e uma média de características regulares em suas práticas enquanto a análise de apenas um sujeito nos permitiu olhar mais profundamente para os elementos de seu discurso.

Para este estudo, usamos um tipo de entrevista conhecida como entrevista reflexiva (Szymanski, 2008). Esse instrumento busca soluções em investigações qualitativas com significações subjetivas e complexas que não podem ser elucidadas por meio de instrumentos mais fechados e padronizados. A principal característica de uma *entrevista reflexiva* reside no movimento reflexivo que exige não só do entrevistado, mas também do pesquisador, gerando uma nova forma de organizar as ideias.

Foi ao considerar a entrevista como um encontro interpessoal que inclui a subjetividade dos protagonistas e no qual é possível constituir um momento de construção de novos conhecimentos, nos limites da representatividade do discurso e na busca pela horizontalidade nas relações de poder que esta entrevista proposta foi determinada, e denominada reflexiva porque considera a recorrência de significados durante qualquer ato comunicativo no que diz respeito à busca da horizontalidade (Szymanski, 2008, p. 14-15).

Minayo (1996) revela que para lidar com dados de natureza subjetiva, como atitudes e valores, é preciso trazer a entrevista para uma *arena de conflitos e contradições* e considerar os critérios de representatividade do discurso e da interação social. Essa interação está diretamente relacionada ao conceito de direcionalidade de Bakhtin, segundo o qual os enunciados são construções que levam em consideração o ouvinte a quem se dirigem e o contexto em que são produzidos. Assim, nenhum enunciado refere-se apenas ao falante uma vez que é o produto da interação entre os sujeitos, produto da complexa situação dialógica.

Em relação ao sujeito envolvido na coleta de dados, é importante relatar que pesquisador e sujeito já se conheciam desde quando o aluno fez um curso ministrado pelo pesquisador, favorecendo as possibilidades de contato e dispensando a necessidade de apresentações. Um perigo oculto nesta situação é que este conhecimento prévio do sujeito em seu contexto pode *contaminar* as análises e conclusões. Para focar permanentemente neste ponto, utilizamos o conceito bakhtiniano de Exotopia, que se relaciona com as dimensões temporal e espacial. O conceito envolve a ideia de um lugar externo a partir do qual se tenta captar a visão do outro, compreender o que o outro vê e como o vê. Claramente, não há neutralidade neste papel, uma vez que existem dois conjuntos diferentes de perspectivas e valores, o do *eu* e o do *outro*. Assim, é preciso retratar, de um lugar externo, o que se vê daquilo que o outro vê. Nesse sentido, Amorim (2006, p. 100) indica a necessidade de realizar pesquisas dialógicas sem fundir os dois pontos de vista, “sempre revelando as diferenças e as tensões existentes entre eles”.

No contexto da cultura, a exotopia é o mais potente motor de compreensão. Uma cultura estrangeira não se revela como um todo e em sua profundidade que através dos olhos de outra cultura [...]. Diante de uma cultura estrangeira, colocamos novas questões que ela não se fez. Buscamos neles uma resposta para as questões que são nossas e a cultura estrangeira nos responde, revelando-nos seus novos aspectos, suas novas profundidades de significado. Se não colocamos nossas próprias questões, nos desligamos de uma compreensão ativa de tudo o que é outro e estranho [...]. (Bakhtin *apud* Amorim, 2006, p. 100).

Como o próprio Bakhtin afirma,

Devo me identificar com o outro e ver o mundo através de seu sistema de valores, assim como eles; Devo me colocar no lugar deles e eles, de volta ao meu lugar, devo completar seu horizonte com tudo que encontrar do lugar que ocupo, fora dele; Devo enquadrá-los, criar para eles um ambiente que os complete, considerando o excesso de minha visão, meu conhecimento, meu desejo, meus sentimentos (Bakhtin, 2003 *apud* Brait, 2006, p. 27).

Considerando os elementos apresentados acima e os conceitos teórico-metodológicos construídos neste trabalho, o discurso do aluno foi analisado na busca de conhecer as percepções do professor sobre sua identidade docente. A entrevista foi gravada em arquivo de áudio e transcrita para análise. De acordo com os princípios bakhtinianos, não colocamos as falas do sujeito em caixas, nem as categorizamos. Tentamos deixar os elementos aparecerem por meio da interação com os dados. É importante ressaltar que o caráter oral espontâneo da fala do sujeito foi preservado durante a transcrição.

Análises e resultados

Apresentamos, aqui, os trechos da entrevista realizada com o sujeito. Para iniciarmos as análises, voltemos a um conceito chave da teoria de Bakhtin: a unidade de comunicação verbal. Entendemos ser de fundamental importância para as análises a busca pela compreensão das relações estabelecidas no discurso do sujeito, inclusive a relação pesquisador-sujeito. Se todo enunciado é um diálogo e faz parte de um processo de comunicação ininterrupto, compreendemos que não há enunciado isolado, pois qualquer enunciado já pressupõe os que o antecederam e os que o sucederão. Se todo enunciado é uma resposta a outros enunciados, torna-se fundamental realizar análises baseadas nas seguintes questões: *quem fala?*, *para quem fala?* e *de onde fala?* Na tentativa de identificar respostas a essas perguntas e as diferentes vozes que constituem os enunciados, a entrevista contou com questões sobre a trajetória do sujeito, suas influências, suas práticas e os obstáculos pelos quais passou.

Ao falar sobre sua trajetória acadêmica, o sujeito traz uma questão vital, revelando elementos importantes sobre sua identidade docente.

O que é ensinar Física? Por que a Física deve ser baseada em fórmulas? São coisas que sempre me pergunto. [...] Então eu acho que é sempre importante revisitar a história e mostrar o que pode mudar e... porque eu acho que tem que mostrar o aspecto histórico da Ciência porque ela não é assim, ela não nasceu assim, não vai morrer assim, está em constante evolução, se é que podemos chamar de evolução, e até para mostrar que quando falamos de todas essas evoluções que demonstramos que são possíveis... é o que eu disse, é complicado para os alunos quando a gente pega alguma ciência que a gente mostra no estado final e fala que nem sempre foi assim, então eu acho que isso não é enriquecedor para os alunos...

O sujeito inicia com o questionamento: o que é ensinar física? Ao criticar o uso dominante de fórmulas no ensino, valoriza o caráter histórico da ciência e a necessidade de revisitar a História para apresentar elementos que levem à compreensão e construção do conhecimento científico. Revelam-se aspectos importantes da sua identidade docente, apontando para a necessidade de fundamentar as aulas na discussão das ideias da física em detrimento de um ensino tradicionalmente baseado na transmissão de fórmulas. Nota-se ainda no discurso a necessidade de ultrapassar o ensino da Ciência alcançando o ensino *sobre* a Ciência, revelando uma apropriação de uma perspectiva que tem se colocado como fundamental na área da pesquisa em Ensino de Física (Moura, 2014).

O entrevistado usou o contexto da pandemia para estabelecer conexões entre aspectos científicos emergentes e o ensino de Física.

Por exemplo, essa questão da COVID, porque não trazer a vacina, como ela é produzida, os aspectos científicos da produção, e trazer questões mais profundas, como o acesso desigual às vacinas no mundo. Por que os países africanos não têm tanto acesso às vacinas quanto os EUA e a Europa? Assim, você pode pegar matérias importantes e ir além do conhecimento científico e isso enriquece a formação dos alunos... dar umas aulas sobre o papel da Ciência, porque a Ciência é sempre a mocinha e nunca a vilã. A ciência nunca foi a vilã? Recentemente, no SNEF [Simpósio Nacional de Ensino de Física] [...] como os físicos alemães ganharam o Prêmio Nobel, eles eram a favor do nazismo, todo o programa alemão nazista, a filosofia da física nazista alemã durante a segunda guerra mundial, métodos foram desenvolvidos, não apenas na física, também foi dividido por homens, meninos e meninas. Os meninos aprenderam mais sobre armas, balística, as meninas foram direcionadas para a química dos alimentos, como diferenciar um potencial marido ariano. Havia todas essas questões que, se não as trouxermos para a sala de aula, simplesmente desaparecerão com o tempo.

Ao mencionar a importância de discutir temas como produção e distribuição de vacinas em sala de aula, especialmente a vacina COVID-19, surge a necessidade de se discutir a Natureza da Ciência (NdC), seu papel e sua relação com a sociedade, com impacto nas comunidades étnicas e nas questões de gênero. É possível notar, no discurso do sujeito, a importância dada a um ensino que vai além da transmissão de um conhecimento baseado em conteúdo, compreendendo a Ciência como parte da Cultura (Snow, 1995; Zanetic, 2005). Ressaltamos que o sujeito cita uma conferência bienal de Ensino de Física em que são apresentados resultados de pesquisas. Ainda de acordo com o assunto,

A gente tem que trazer esses problemas que... porque o que eu vi muito dos meus colegas, por exemplo eu vou falar do efeito estufa: “é um problema real, é um problema que existe, mas vou deixar para o professor de Geografia”. “Ah, vamos falar um pouco sobre machismo, machismo na Ciência também”, “mas isso é para o professor de Filosofia, o professor de Sociologia, eu só quero colocar o Torricelli no quadro e pronto”. Então eu acho que para nós... eu acho que para mudar a visão da sociedade para melhor, para o que a gente quer, eu acho que tudo tem que começar pela Educação, então se a gente educar nossos jovens para ter uma visão crítica das coisas, mostrar como a Ciência está inserida em nossa vida, mas principalmente mostrar uma parte dela que normalmente ninguém mostra que é esse lado histórico.

Observa-se ainda que o discurso do sujeito revela um caráter mais transdisciplinar na tentativa de derrubar barreiras e transitar por fronteiras e diferentes áreas de conhecimento a partir de temas de gênero e ambientais, revelando um olhar sobre a ciência e suas formas de produção para educar uma sociedade mais justa e menos desigual. O discurso do sujeito traz elementos para uma questão fundamental: *qual é o papel da Educação Científica em nossa sociedade, atravessada por mazelas e demandas cada vez mais urgentes?*

Na busca por entender como essas ideias passaram a fazer parte da sua identidade docente, ele foi questionado sobre de onde vinham essas perspectivas.

Bom... personalizado em mim... eu acredito que aconteceu na X [disciplina da licenciatura], que foi o enfrentamento do porquê a Física deveria ser ensinada, é... é ver a Física como... é porque é muito difícil, quando a gente estuda física, é muito difícil olhar para fora da física, normalmente ficamos presos na física. E aí eu tive o prazer, as aulas desse professor foram muito proveitosas, o que ele fez, foi justamente esse exercício que ele fez conosco, que foi olhar para fora da física e, depois disso, bati na porta dele pedindo para participar de pesquisa de iniciação [...] Por exemplo, nesse simpósio que eu fui, não era só sobre História e Filosofia da Ciência, mas eu sempre procuro ver o que está acontecendo, vou às conferências, procuro me manter atualizado [...] Eu aprendi que existem abordagens diferentes, e não necessariamente vou copiar essas abordagens, mas vou tirar delas... [...] e fui incentivado a fazer isso durante minha graduação. Então por exemplo, se eu tiver que dar uma aula diferente, porque nem sempre é possível... eu vou saber, por exemplo, como pelo menos tentar fazer um experimento com materiais de baixo custo como eu fazia no curso [outra disciplina da licenciatura], vou tentar levar um livro para a aula como fiz na X e acho que é disso...

É claro o impacto gerado pelo curso de licenciatura em sua identidade docente. Conforme indicado em seu discurso, os temas trazidos são estabelecidos a partir do diálogo em sala de aula e de experiências teórico-práticas e de pesquisa em nível de iniciação científica. É explícita a influência de um professor que despertou a vontade de compreender melhor a Ciência, a partir de elementos externos à própria Ciência. Na perspectiva bakhtiniana, percebe-se a contribuição das vozes — diversos pontos de vista — de vários sujeitos que contribuíram com a formação do professor. O produto da interação dialógica coletiva não está no interior de uma única pessoa: o dialogismo tem como característica principal “conceber a unidade do mundo nas múltiplas vozes que participam do diálogo da vida” (Souza, 2001, p. 104). Assim, é possível identificar as diferentes vozes que constituem os enunciados do sujeito e perceber o modo como elas se misturam. Nesse sentido, as disciplinas da licenciatura mencionadas pelo sujeito foram vitais para a problematização e para o exercício de *olhar para fora* da Física, revelando que o conhecimento se constrói a partir da interação. Os cursos por ele citados partem de propostas que convergem com as referências aqui apresentadas, buscando desconstruir visões estabelecidas sobre a Física e sobre os aspectos que envolvem a produção desta Ciência. Considerando que o sujeito já havia citado um importante evento de pesquisa para esta área, é possível inferir que suas percepções estão permeadas de perspectivas teóricas discutidas em aulas na universidade e ancoradas em resultados de pesquisas atuais na área de Ensino de Física.

Fica claro que é possível promover, na formação inicial, espaços dialógicos de debate e construção de visões adequadas e coerentes com a Ciência e suas formas de produção. Ressaltamos ainda a possibilidade de ampliar tais debates e desenvolvê-los em sala de aula na Educação Básica, apresentando a Ciência como uma produção cultural e seus conceitos como conceitos sociais, ancorados e contextualizados em espaços-tempos próprios. Nossas análises trazem temas possíveis, como: a introdução da História da Ciência como base de sustentação para compreender como a Ciência se constrói ao longo da história; a importância de se discutir em sala de aula aspectos científicos de acontecimentos atuais, como a pandemia e a controvérsia negacionista do movimento antivacina, levando a uma alfabetização científica; trazer aspectos da Natureza da Ciência, como a não neutralidade e objetividade científicas, tão relevantes para as atuais discussões sobre a questão de gênero (Stengers, 2023); debater em sala de aula, sob o ponto de vista científico-social, desigualdade e injustiça social, pautadas na sociedade neoliberal; a importância da contínua formação docente em pesquisas e eventos sobre ensino; apontar a crise ambiental a partir de aspectos científicos, desenvolvendo visão crítica do mundo; a necessidade de olhar para *fora da física* para compreendê-la, levando-nos a entender que a Física só pode ser compreendida em relação às demais dimensões político, filosófica e social.

Nosso objetivo ao trazer esse exemplo foi o de apresentar caminhos que contribuam para a identificação e projeção de temas e suas formas coerentes com um ensino que visa a cidadania e luta pela justiça social. Porém, para que isso ocorra, é importante estar atento e sensível aos momentos dialógicos e espaços de debate que possibilitam a construção de novos saberes. Da mesma forma, pesquisas que pretendem identificar e fortalecer elementos sociais e culturais da ciência que foram invisibilizados só são possíveis por curiosidade epistemológica e perspectivas que permitem estabelecer novas relações no

Ensino de Ciências, trazendo para o debate a necessidade de confrontar elementos que sustentam racismo, sexismo e a crise ambiental.

Considerações sobre o Dialogismo como visão de mundo no Ensino de Física

Neste artigo, partimos da ideia de que o currículo hegemônico pode ajudar a manter e/ou legitimar as mazelas sociais. A análise desse fato pode ser feita a partir de três concepções: a concepção filosófica, baseada no cartesianismo e no reducionismo mecanicista, que implica na fragmentação de saberes cada vez mais especializados e desconexos; a concepção política, baseada na ligação entre o reducionismo mecanicista e um individualismo exacerbado que ignora as necessidades coletivas; e a concepção pedagógica, que assenta numa perspectiva competitiva em sala de aula, validada por exames e classificações. Assim, sugerimos que existe uma estrutura excludente que concede privilégios a uma minoria e que ignora a complexidade do mundo e das teorias.

Nossa crítica tem a necessidade de desconstruir essa visão e complexificar não apenas a Ciência, mas também os sujeitos que a constroem, problematizando visões ingênuas e dando visibilidade a novas narrativas que contemplem visões de mundo diversas. Para isso, consideramos fundamental trazer como base da constituição dos sujeitos e do conhecimento o conceito do Dialogismo que possibilita compreender o mundo e a sociedade a partir da Linguagem.

Trazemos a Linguagem como um campo específico que vai além de uma ferramenta ou de um instrumento a ser utilizado como dispositivo analítico. Baseamo-nos em Bakhtin que construiu uma teoria da linguagem na qual a interação verbal é o modo de ser social dos indivíduos. Em sua obra *Marxismo e Filosofia da Linguagem*, busca compreender, a partir do signo, sendo de natureza social, em que medida a linguagem determina a atividade mental e em que medida a ideologia determina a linguagem. Desenvolve, assim, sua concepção de linguagem a partir de uma crítica radical a duas importantes correntes linguísticas seminais: o objetivismo abstrato, representado principalmente pela obra de Saussure; e o subjetivismo idealista, representado em especial pelo pensamento de Humboldt. Para Bakhtin, o objeto de cada uma delas, ao reduzir a linguagem ou a um sistema abstrato de formas (objetivismo abstrato) ou à enunciação monológica isolada (subjetivismo idealista), constitui um obstáculo à apreensão da natureza real da linguagem (Souza, 2001, p. 97).

Defendemos que a Linguagem, centro da teoria bakhtiniana, constitui a sociedade e é a base de sustentação ou a lente que orienta nossa visão de mundo e, conseqüentemente, nossas análises e discussões, próprias da concepção de mundo que vislumbramos aqui.

Conclusões

Na busca pela construção de um repertório de saberes científico, histórico e filosófico potente e sensível aos problemas sociais, locais e globais, trazemos como contribuição a necessidade de uma visão coerente com as demandas atuais voltadas para a transformação social. Entendemos que isso só pode ser feito a partir da ideia de que conceitos físicos são também conceitos sociais. De fato, a compreensão da construção histórica e do significado político desses conceitos nos leva a perceber que aprender conceitos científicos isolados, sem considerar suas dimensões sociais e seu caráter inter,

multi e transdisciplinar, não é a melhor forma de formar cidadãos preparados para desempenhar um papel fundamental nas discussões coletivas sobre questões sociais e políticas.

Essa ideia fica clara ao examinar as respostas dadas pelo entrevistado, que dialogicamente desenvolveu um repertório construído nos diálogos estabelecidos ainda em sua formação inicial. Entendemos que suas práticas impactarão seus alunos no sentido de ajudá-los a fazer o mesmo, ou seja, superar obstáculos e compreender o significado da Física no mundo moderno.

Enfatizamos, portanto, a necessidade de refletir sobre o papel dos conceitos físicos, suas interpretações e suas relações na pesquisa e na geração de repertórios e ações efetivas que contribuam para o combate às injustiças sociais. Assim, além de superar visões ingênuas sobre a ciência e a produção do conhecimento científico, que levam ao negacionismo científico, apontamos a necessidade de práticas que problematizem as relações entre mulheres, ciência e patriarcado (El Jamal; Guerra, 2022), e a chamada lógica científica branca (Rosa; Alves-Brito; Pinheiro, 2020), que negam o conhecimento proveniente de mulheres, negros e outras minorias raciais, de gênero e sexuais (Rosa, 2019). Devemos questionar “as emoções e visões que promovem a manutenção de um sistema de crenças que está pronto para deslegitimar os pensamentos das alteridades negras, sendo isso visto por nós como uma pós-verdade” (Rosa; Alves-Brito; Pinheiro, 2020, p. 1463).

Cabe destacar que qualquer aula de física carrega uma visão de Ciência e de Cultura e que tal visão está embasada em concepções filosóficas, políticas e pedagógicas construídas ao longo da vida do sujeito. Nesse sentido, é adequado perceber que uma aula baseada no Dialogismo Bakhtiniano e em seus pressupostos é a que permitirá o debate de questões fundamentais para a construção de um imaginário científico que ligue a Ciência às atuais demandas sociais de uma educação democrática, parte essencial da construção de uma sociedade justa, livre de racismo, sexismo e outras discriminações, compreendendo que os conceitos físicos são conceitos sociais.

Agradecimentos

A autora agradece ao Programa de Incentivo à Produção Científica, Técnica e Artística (PROCIÊNCIA) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro pelo apoio a esta pesquisa.

Conflito de interesses

A autora e o autor não têm quaisquer conflito de interesses a declarar.

Disponibilidade de dados

Os conteúdos subjacentes ao texto da pesquisa estão contidos no manuscrito.

Contribuições dos autores

Giselle Faur de Castro **Catarino**

Conceituação (Igual); Curadoria de dados (Igual); Análise formal (Igual); Obtenção de financiamento (Igual); Investigação (Igual); Metodologia (Igual); Administração do projeto (Igual); Recursos (Igual); Software (Igual); Supervisão (Igual); Validação (Igual); Visualização (Igual); Redação – rascunho original (Igual); Redação – revisão e edição (Igual).

Roberto Moreira Xavier de **Araújo**

Conceituação (Igual); Curadoria de dados (Igual); Análise formal (Igual); Obtenção de financiamento (Igual); Investigação (Igual); Metodologia (Igual); Administração do projeto (Igual); Recursos (Igual); Software (Igual); Supervisão (Igual); Validação (Igual); Visualização (Igual); Redação – rascunho original (Igual); Redação – revisão e edição (Igual).

Referências

- ALVES-BRITO, A.; MASSONI, N. T.; GUERRA, A.; MACEDO, J. R. Histórias (in)visíveis nas ciências I. Cheikh Anta Diop: um corpo negro na física. *Revista ABPN*, Curitiba, v. 12, p. 292-318, 2020. Disponível em: <https://tinyurl.com/2rnc484k>. Acesso em: 2 jun. 2025.
- AMORIM, M. Cronotopo e exotopia. In: BRAIT, B. (org.). *Bakhtin: outros conceitos-chave*. São Paulo: Contexto, 2006. p. 95-113.
- AMORIM, M. *O pesquisador e seu outro: Bakhtin nas ciências humanas*. São Paulo: Musa Editora, 2004.
- BAKHTIN, M. M. *Estética da criação verbal*. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2011.
- BRAIT, B. Análise e teoria do discurso. In: BRAIT, B. (org.). *Bakhtin: outros conceitos-chave*. São Paulo: Contexto, 2006. p. 9-31.
- CASTIBLANCO, O. *La dimensión sociocultural de la didáctica de las ciencias: desde la formación de profesores de física*. Bogotá: Editorial UD, 2023.
- CASTIBLANCO ABRIL, O. L.; VIZCAÍNO ARÉVALO, D. F. Taking on a new meaning of physics mathematization for teaching in teacher education processes. *Physics Education*, Bristol, UK, v. 59, n. 4, 045012, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ad422a>.
- CATARINO, G. F. C. *A aula de física como gênero discursivo: reflexões sobre educação científica formal, não formal e outras formas*. 2013. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013.
- CATARINO, G. F. C.; QUEIROZ, G.; ARAÚJO, R. M. X. Dialogismo, ensino de física e sociedade: do currículo à prática pedagógica. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 19, n. 2, p. 307-322, 2013. Short DOI: <https://doi.org/pp9v>.
- CLARK, K.; HOLQUIST, M. *Mikhail Bakhtin*. São Paulo: Perspectiva, 1998.
- DECONTO, D.; OSTERMANN, F. Educação em ciências e pensamento bakhtiniano: uma análise de trabalhos publicados em periódicos nacionais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 20, p. 121-156, 2020.
- EL JAMAL, N.; GUERRA, A. O caso Marie Curie pela lente da história cultural da ciência: discutindo relações entre mulheres, ciência e patriarcado na educação em ciências. *Ensaio: pesquisa em educação e ciências*, Belo Horizonte, v. 24, p. 1-22, 2022. Short DOI: <https://doi.org/pp93>.
- FARACO, C. A. *Linguagem & diálogo: as ideias linguísticas do círculo de Bakhtin*. São Paulo: Parábola Editorial, 2009.
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- HANSSON, L.; HANSSON, O.; JUTER, K.; REDFORS, A. Curriculum emphases, mathematics and teaching practices: Swedish upper-secondary physics teachers' views. *International Journal of Science and Mathematics Education*, Dordrecht, v. 19, p. 499-515, 2021. Short DOI: <https://doi.org/ggwp68>.

HOFFMANN, R. *The same and not the same*. New York: Columbia University Press, 1995.

LEMKE, J. Articulating communities: sociocultural perspectives on science education. *Journal of Research on Science Teaching*, Hoboken, v. 38, n. 3, p. 296-316, 2001.

LEMKE, J. L. Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 24, n. 1, p. 5-12, 2006. DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3810>.

MARKOVÁ, I. *Dialogicidade e representações sociais: as dinâmicas da mente*. Petrópolis: Vozes, 2006.

MINAYO, M. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. São Paulo: Hucitec-Abrasco, 1996.

MOURA, B. A. O que é natureza da ciência e qual sua relação com a história e filosofia da ciência? *Revista Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

NARDI, R.; CASTIBLANCO, O. *Didática da física*. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2014.

ROSA, K. Race, gender, and sexual minorities in physics: hashtag activism in Brazil. In: PIETROCOLA, M. (ed.). *Upgrading physics education to meet the needs of society*. Cham: Springer, 2019. p. 221-238 Short DOI: <https://doi.org/pp94>.

ROSA, K.; ALVES-BRITO, A.; PINHEIRO, B. C. Pós-verdade para quem? Fatos produzidos por uma ciência racista. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 37, n. 3, pág. 1440-1468, 2020.

SCHWEBER, S. S. Physics, community and the crisis in physical theory. *Physics Today*, New York, v. 46, n. 11, p. 34-40, 1993.

SNOW, C. P. *As duas culturas e uma segunda leitura*. São Paulo: Edusp, 1995.

SOBRAL, A. O ato “responsível”, ou ato ético, em Bakhtin, e a centralidade do agente. *Signum*, Londrina, v. 11, n. 1, p. 219-235, 2008.

SOUZA, S. J. *Infância e linguagem: Bakhtin, Vygotsky e Benjamin*. 6. ed. Campinas: Papyrus, 2001.

STENGERS, I. *Uma outra ciência é possível: manifesto por uma desaceleração das ciências*. Rio de Janeiro: Bazar do Tempo, 2023.

SZYMANSKI, H. Entrevista reflexiva: um olhar psicológico sobre a entrevista em pesquisa. In: SZYMANSKI, H. (org.). *A entrevista na pesquisa em educação: a prática reflexiva*. 2. ed. Brasília: Líber Livro Editora, 2008. p. 193-215.

TEIXEIRA, M. O outro no um: reflexões em torno da concepção bakhtiniana de sujeito. In: FARACO, C. A.; TEZZA, C.; CASTRO, G. (org.). *Vinte ensaios sobre Mikhail Bakhtin*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2006. p. 227-234.

ZANETIC, J. Física e cultura. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 57, n. 3, p. 21-4, 2005.