

REPENSANDO O CURRÍCULO DE FÍSICA POR MEIO DA EPISTEMOLOGIA DE MÁRIO BUNGE

RETHINKING THE PHYSICS CURRICULUM THROUGH THE EPISTEMOLOGY OF MÁRIO BUNGE

Leandro Guetter Ávila¹, Luís Gomes de Lima²

¹UFPR/Departamento de Engenharias e Exatas/Licenciatura em Ciências Exatas, leandro.guetter@ufpr.br

²UFPR/Departamento de Educação, Ensino e Ciências (DEC), luislma@ufpr.br

Resumo

O presente trabalho se debruça sobre a necessidade de reflexão a respeito do currículo de física para o Ensino Médio de escolas públicas a partir das contribuições da epistemologia de Mario Bunge. Trata-se de uma proposta teórico-metodológica que visa valorizar o ensino e aprendizagem da física escolar respeitando as especificidades epistemológicas da disciplina. Para tanto, são indicados os pressupostos epistemológicos de Bunge, articulados com os conceitos de caixa preta e caixa translúcida como mecanismos didáticos para a presente reflexão curricular. É hipótese ser possível a construção de um currículo de física pautado por objetos-modelo e modelos teóricos para descrição de um sistema teórico capaz de fundamentar uma teoria geral sobre o conhecimento físico pretendido. Os resultados apontam para a possibilidade de um currículo de física capaz de emancipar intelectualmente os estudantes de escolas públicas ao ofertar acesso aos conhecimentos e saberes da disciplina por meio de constructos didáticos que aprofundam seu aprendizado.

Palavras-chave: Currículo de física; Ensino e Aprendizagem da Física; Epistemologia de Mário Bunge.

Abstract

This paper focuses on the need to reflect on the physics curriculum for secondary schools in public schools, based on the contributions of Mario Bunge's epistemology. It is a theoretical-methodological proposal that aims to enhance the teaching and learning of school physics while respecting the discipline's epistemological specificities. To this end, Bunge's epistemological assumptions, together with the concepts of the black box and the translucent box, are used as didactic mechanisms for this curricular reflection. It is hypothesized that it is possible to build a physics curriculum based on model objects and theoretical models to describe a theoretical system capable of underpinning a general theory of the desired physical knowledge. The results point to the possibility of a physics curriculum capable of intellectually emancipating public school students by offering access to the knowledge and know-how of the subject through didactic constructs that deepen their learning.

Keywords: Physics curriculum; Physics teaching and learning; Mario Bunge's epistemology.

Introdução

Recentes reformas na educação do país têm influído no pouco aprendizado da disciplina de Física no Brasil. Estas alterações se intensificaram a partir de 2016, devido as alterações no campo político-econômico que levaram à precarização e redução dos investimentos públicos na educação, minimizando currículos, extinguindo disciplinas escolares e alienando a formação de professores. Tais mudanças culminaram em sérios prejuízos para a educação dos estudantes mais vulneráveis socialmente, que são aqueles matriculados nas escolas públicas do país. Implicações dessas mudanças estão presentes em Lima (2022, p. 1), como congelamento dos gastos públicos na educação; homologação de uma Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que eliminou a disciplina de física e seus conteúdos; Novo Ensino Médio (NEM) com propostas de precarização curricular e; a proposição de uma Diretriz Curricular Nacional para Formação de Professores que desvaloriza a docência.

Esse pacote reformista é responsável pela queda da qualidade educacional, e evidencia a compreensão de currículo por Silva (1999, p. 147-148): *“O currículo é, definitivamente, um espaço de poder [...]. O currículo é capitalista [...]. O currículo transmite a ideologia dominante. O currículo é, em suma, um território político”*. Decerto que o fracasso escolar brasileiro é histórico, mas é inegável que tem se agravado na implementação do citado pacote, e em sua promoção de um currículo sem conteúdos. Nessa perspectiva, valorizamos a especificidade epistemológica da física como pressuposto essencial para o ensino dessa disciplina, o que nos leva a recusar sua junção em uma área genérica que junta outras disciplinas com perfis epistemológicos distintos. Diante desse cenário, é urgente refletir sobre o currículo de física, com foco na superação do fracasso escolar da disciplina imposto pelas atuais reformas educativas, mediante um tratamento didático baseado nos pressupostos epistemológicos de Bunge, dada sua valorização dos modelos para construção das teorias científicas.

Pressupostos Epistemológicos de Bunge

Conforme Bunge (2000, p. 252-254) o conhecimento científico tem por alicerce quatro postulados que sustentam o realismo da física, são eles: 1) o realismo ontológico, que implica na certeza de que o mundo é real e independente da mente; 2) Pluralismo de propriedades, expõe uma hipótese ontológica, segundo a qual a realidade é composta

por uma diversidade de áreas, cada qual com suas leis específicas; 3) Determinismo ontológico, explica que todo e qualquer acontecimento obedece a algum tipo de lei, proibindo que eventos surjam do nada, assim como nega a existência da magia; 4) Determinismo epistemológico, compreende a realidade como passível de ser compreendida, guardada as limitações do ato de conhecer. O que implica que a verdade epistemológica *“não é se podemos saber, mas até que ponto realmente sabemos e até que ponto podemos expandir os limites atuais do que é conhecido, lembrando sempre que o conhecimento científico, longe de ser indubitável, é falível”* (Bunge, 2000, p. 257).

Nesse contexto, os modelos teóricos são evidenciados pelo autor como geradores de compreensão para construção das teorias físicas. Como exemplifica;

Tabela 1: exemplos de modelização que conduzem à teoria geral (Bunge, 2017).

Coisa ou fato	Objeto-Modelo	Modelo Teórico	Teoria Geral
Lua	Sólido esférico girando em torno do seu eixo, em rotação à volta de um ponto fixo.	Teoria Lunar	Mecânica clássica e teoria gravitacional.
Luar	Onda eletromagnética polarizada plana	Equações de Maxwell para o vácuo	Eletromagnetismo clássico
Pedaço de gelo	Cadeia linear casual de contas	Mecânica estatística de cadeias casuais	Mecânica Estatística
Cristal	Grade e nuvem de elétrons	Teoria de Bloch	Mecânica Quântica

Conforme Bunge (2017, p. 53), depreende-se o sistema concreto, como coisa ou fato, em geral compreendido pelos sentidos, sem necessidade de uma cognição mais abstrata. O objeto-modelo, interpreta essa realidade de forma conceitual, trata-se de uma representação mais abstrata, um modelo, uma representação da realidade. O modelo teórico, por sua vez, consiste em um sistema hipotético-dedutivo, é a teoria específica que explica o objeto-modelo e permite realizar previsões. E, a teoria geral, incorpora as representações sobre a realidade, se aplica a qualquer parte da realidade, mas não de forma direta, o que implica a importância dos objetos-modelo e modelos teóricos. Para esse autor, converter coisas concretas *“em imagens conceituais (objetos-modelo) cada vez mais ricas e expandi-las em modelos teóricos progressivamente complexos e cada vez mais fiéis aos fatos, é o único método efetivo para apreender a realidade pelo pensamento”* (Bunge, 2017, p. 30). É salutar apontar a exigência de que toda teoria científica deva ser matematizada a fim de cumprir seu

papel quanto às interpretações mais próximas da realidade. Bunge (2000) é enfático sobre essa exigência, uma vez que a precisão é diretamente dependente de uma formulação matemática. A importância dessa configuração para o ensino de física escolar é evidente na medida que possibilita transpor o obstáculo gerado pelo senso comum na compreensão de fenômenos físicos, para interpretações conceituais mais rebuscadas sobre a realidade. A epistemologia bungeana permite, ainda, aprofundar essas compreensões à medida que analisa a transposição de modelos de caixas pretas para translúcidas ao propor um mecanismo mais profundo de interpretação.

Da caixa preta à caixa translúcida: em busca do mecanismo

O conceito de caixa preta e caixa translúcida em Bunge (2017) remete à criação de modelos e teorias, mais e menos profundos em relação à interpretação da realidade. A teoria é um conjunto logicamente articulado de ideias, o sistema nervoso da ciência, que investiga o mundo esquematicamente, caracterizando-o por meio de modelos, e não a realidade com toda sua riqueza e complexidade. Nesse aspecto, teorizar supõe criar um objeto-modelo, uma representação idealizada de um pedaço da realidade em estudo. A teoria explica o objeto-modelo, fornecendo, como resultado, um modelo teórico do mesmo. Embora, há teorias mais superficiais e mais profundas.

Para Bunge (2017), um modelo interpretativo do tipo caixa preta é dotado somente de entrada e saída, portanto, não possibilita uma compreensão mais apurada do que acontece em termos do mecanismo, o interior do sistema, que gerou as respostas observadas. O autor cita como caixa preta a óptica geométrica e o behaviorismo, por não considerarem a profundidade do mecanismo, respectivamente, a natureza da luz e os aspectos fisiológicos e estados mentais dos sujeitos. Já a caixa translúcida é *“cheia de mecanismos mais o menos escondidos que servem para explicar o comportamento exterior da caixa”* (Bunge, 2017, p.18). Depreende-se que modelos de caixa preta são fracos e superficiais, enquanto modelos de caixa translúcida são potentes e profundos, pois permitem explicações mais apuradas da realidade. Segundo Bunge (2017, p. 100) estas permitem: *“1) a ocorrência de constructos de alto nível; 2) assunções de mecanismos; 3) alto poder explanatório”*. Características que permitem explicar o comportamento do sistema e fazer previsões mais apuradas, constituindo vantagens para o ensino da física. Em sentido ontológico: *“atingem níveis mais profundos da realidade”* (Bunge, 2017, p. 102). Assim, para Bunge (2017), as

caixas pretas permitem sistematizar dados, enquanto que as translúcidas explicam estritamente o sistema que queira descrever. Como exemplifica sobre a desaceleração de um corpo sólido dentro de um líquido estático, cuja explicação pode ser pautada na viscosidade do líquido, i.e., no seu coeficiente de resistência ao movimento, quanto pela transferência do momento das moléculas do líquido ao sólido. Conforme o autor, ambas explicações são corretas, mas a segunda “fornece o *modus operandi*; além disso, e pelo menos em princípio, o coeficiente de resistência pode ser deduzido da teoria molecular (Bunge, 2000, p. 480-481).

Ainda, segundo Bunge (2000), independente do tipo de caixa, a teoria representacional deve ser matematizada, embora, claramente, a matematização do mecanismo inerente à teoria de uma caixa translúcida é mais profunda que a de uma caixa preta, como se vê no exemplo citado acima. Importa dizer que Mário Bunge construiu um corpo sólido de conhecimentos a respeito da epistemologia e filosofia da física e das ciências em geral, tendo escrito mais de 400 artigos e 80 livros. Portanto, não é nosso objeto, nem seria possível, esgotar toda sua obra em um único trabalho. Embora, os elementos apresentados nos permitem tecer nossa metodologia em busca de uma reflexão mais aprofundada sobre o currículo de física que possibilite a emancipação intelectual, social e cultural dos estudantes das escolas públicas.

Metodologia

Tratar de currículo no Brasil é uma tarefa complexa, dado o histórico de descaso com a educação pública e a recente alienação dos saberes escolares nas propostas do pacote reformista imposto pela BNCC e NEM. Motivo pelo qual é importante resgatar a compreensão de Foucault (1986; 2005) sobre o currículo ser o discurso oficial do poder e o conhecimento por ele ofertado se torna instrumento de dominação da população mais vulnerável. O que se alinha na compreensão de Silva (1999), a respeito da instrumentalização do currículo como forma de controle, de poder, e de manutenção do status quo, haja vista que “*o currículo transmite a ideologia dominante [...] não podemos mais olhar para o currículo com a mesma inocência de antes*” (Silva, 1999, p. 149-150). Nesse contexto, utilizamos como forma de superação ao descaso curricular atual, a proposta curricular presente em Lima (2022), que utiliza os conceitos de ideias fundamentais (Bruner, 1978) e conhecimento poderoso (Young, 2017), na construção de um currículo de física em espiral que almeja a emancipação intelectual,

social e cultural dos estudantes de EM de escolas públicas. Buscamos articular essa proposição com os pressupostos epistemológicos de Bunge (1973; 2000; 2017) a fim de buscar estabelecer uma reflexão mais aprofundada sobre o currículo de física para estudantes das escolas públicas brasileiras.

Conforme o currículo de física proposto por Lima (2022) para todas as séries do EM, cada conjunto didático representa uma ideia fundamental, isto é, a estrutura teórica e seus conteúdos correspondentes. Nossa proposta é articular essa estrutura curricular com a teoria geral evidenciada por Bunge (2000). A fim de ilustração tomemos a ideia fundamental de proporcionalidade, cujos conteúdos fundamentais são: frações, razões, proporções, grandezas proporcionais, semelhança, trigonometria, linearidade, funções do 1º e do 2º grau, escalas (Lima, 2022, p. 2301.10). Ora, não é preciso muito esforço para compreender que a proporção é base para toda física escolar e, segundo Lima (2022, p. 2301.14): “constituem recursos cognitivos valiosos para o desenvolvimento epistemológico da física escolar”. A ideia de tal currículo, é permitir um aprofundamento teórico e aumento de complexidade a cada revisitação do tema, conforme o andamento da série escolar dos estudantes. Nessa perspectiva, tal currículo engloba o conhecimento poderoso, entendido como o máximo curricular em termos de conteúdos escolares. O conceito de conhecimento poderoso é o de permitir o direito de acesso aos saberes clássicos e eruditos, em geral, negados aos mais pobres (Young, 2017). Nessa perspectiva, consideramos a construção de um modelo didático que articule as ideias e conteúdos fundamentais (Lima, 2022), com os pressupostos epistemológicos de Bunge (1973; 2000; 2017), em especial, na transposição de caixa preta para caixa translúcida, ampliando a observação dos mecanismos e possibilitando o acesso a teorias e interpretações mais profundas, permitindo um aumento de qualidade curricular para os estudantes das escolas públicas. Dentre as ideias fundamentais, que compõem o currículo de física para o 1º ano do EM, há a teoria do movimento retilíneo uniforme onde elenca-se como conteúdos fundamentais a velocidade média; os movimentos progressivos e retrógrados e suas aplicações em tabelas, gráficos e tabelas (Lima, 2022, p. 2301.10), onde o conhecimento é aprofundado e complexificado a cada revisitação do conteúdo, e, assim, explicando o mecanismo da epistemologia bungeana. Abaixo demonstramos essa construção.

Sistema (coisa ou fato)	Objeto-modelo	Modelo Teórico	Teoria Geral
carro em movimento a favor da trajetória	móvel se deslocando de um ponto a outro em uma trajetória retilínea e com velocidade constante no sentido progressivo	$X = x_0 + v \cdot t$	Mecânica Clássica e cinemática escalar
carro em movimento no sentido contrário da trajetória	móvel se deslocando de um ponto a outro em uma trajetória retilínea e com velocidade constante no sentido retrógrado	$X = x_0 - v \cdot t$	Mecânica Clássica e cinemática escalar

Nessas ilustrações é possível observar como a percepção de um sistema pode ser potencializado para um modelo científico mais rebuscado, uma modelagem da realidade observada por meio de um objeto-modelo que traz uma primeira explicação sobre o fenômeno observado. O modelo teórico, por sua vez, possibilita aprofundar o mecanismo do sistema observado por meio de uma equação que compõe a teoria geral. De fato, o objeto-modelo representa a realidade observada e o modelo teórico possibilita observar o mecanismo de forma mais aprofundada. As possibilidades didáticas, portanto, permitem explorar as velocidades positivas e negativas de um móvel em movimento progressivo e retrógrado. A equação presente no modelo teórico evidencia esse aprofundamento, ao possibilitar verificar as variáveis de espaço final, espaço inicial e tempo percorrido na constituição da velocidade do móvel. Portanto, constituem vantagens didáticas que evidenciam, inclusive, a possibilidade de realizar previsões sobre essas variáveis em relação ao movimento do móvel estudado. Com essa didatização do currículo presente em Lima (2022) para cada uma das ideias fundamentais e seus conteúdos correspondentes, é possível explanações mais profundas que potencializam o aumento cognitivo dos estudantes.

Considerações Finais

Em nossa hipótese de currículo para o ensino da disciplina física, o intuito de melhorar o aprendizado da mesma pelos estudantes foi demonstrado por meio de uma potencialização curricular articulando a epistemologia bungeana para o aprofundamento de interpretações e explicações sobre os conteúdos físicos estudados. O conceito de caixa preta foi transposto e superado para o conceito de caixa translúcida, culminando na possibilidade de verificação do mecanismo que explica com maior profundidade os conteúdos de física a serem ensinados em sala

de aula. A realidade que nos cerca é representada através de modelos. Estes modelos resultarão em teorias gerais, passíveis de serem compreendidas pelos estudantes de escolas públicas, filhos e filhas de trabalhadores, permitindo sua emancipação intelectual, social e cultural a partir da reflexão sobre currículo proposto no presente trabalho.

Buscamos com essa proposição fortalecer o ensino de física, e ofertar uma proposta de superação à BNCC, que retirou a disciplina física do currículo escolar, desrespeitando suas especificidades epistemológicas, ao inseri-la com química e biologia. Depreende-se do presente trabalho, que o acesso aos saberes da física é direito de todos os estudantes, independentemente de suas classes sociais, e o mesmo é possível de ser garantido por meio de um currículo de física alicerçado pelos conceitos de ideias fundamentais e conhecimento poderoso, articulados com a epistemologia bungeana. Novos trabalhos podem ampliar os exemplos ilustrados para todas as demais ideias fundamentais e seus correspondentes conteúdos apresentados em Lima (2022), a fim de constituir um currículo de física completo para todas as séries do EM e ofertar uma possibilidade didática aos professores de física que respeite as especificidades epistemológicas da física escolar.

Referências

- BUNGE, M. **La Investigación Científica**. Barcelona: Ariel, 2000.
- BUNGE, M. **Philosophy os Physics**. Dordrecht: D. Riedel, 1973.
- BUNGE, M. **Teoria e Realidade**. São Paulo: Perspectiva, 2017.
- BRUNER, J. S. **O Processo da Educação**. São Paulo: Ed. Nacional, 1978.
- CUPANI, A.; PIETROCOLA, M. A Relevância da Epistemologia de Mario Bunge para o Ensino de Ciências. **Caderno Brasileiro para o Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, número especial: p. 100-125, jun. 2002.
- LIMA, L. G. Conhecimento Poderoso e Ideias Fundamentais: Uma Proposta de Currículo em Espiral para a Física Escolar. **Caderno de Física da UEFS**, Feira de Santana, v. 20 (02), p. 2301.1-28, 2022.
- SILVA, T. T. **Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo**. Belo Horizonte: Autêntica, 1999.
- YOUNG, M. F. D. Para que servem as escolas? **Educ. Soc.**, v. 28(101), p. 1287-1302, 2007.