

# A INDISSOCIABILIDADE ENTRE FÍSICA E VISÃO DE MUNDO SEGUNDO PAUL K. FEYERABEND

THE INSEPARABILITY OF PHYSICS AND WORLD VIEW ACCORDING TO PAUL K. FEYERABEND

RAFAEL VELLOSO

PPGFIL/UERJ, BRASIL

velloso.rafa@gmail.com

ANTONIO AUGUSTO PASSOS VIDEIRA

UERJ, BRASIL

guto@cbpf.br

---

**Abstract.** Paul Feyerabend, between 1948 and 1970, discussed several issues concerning quantum mechanics: the measurement problem, the complementarity and the “cut” between the macro and micro regime, were some of the most studied subjects. Since his first academic works, it is possible to identify aspects that will be important to him throughout his life, such as the relationship between physical knowledge and worldviews. Based on a reconstruction of his thought (between 1948 and 1970), this article seeks to understand how his criticisms of quantum mechanics led him to argue that classical physics is more fundamental than quantum mechanics, not the opposite, in addition to discuss the relationship between physical knowledge and worldview, something that, for Feyerabend, is inseparable.

**Keywords:** Feyerabend • world view • quantum mechanics • classical physics • attitude • comprehensibility

---

RECEIVED: 26/11/2021

REVISED: 03/06/2022; 04/08/2022

ACCEPTED: 02/09/2022

## 1. Introdução

Um dos questionamentos, já presentes no jovem Feyerabend, trabalhado ao longo dos anos, diz respeito ao distanciamento da produção científica da vida das pessoas e à sua insuficiência em fornecer visões de mundo:

Meu plano original [ao ingressar na universidade] era estudar física, matemática, astronomia e continuar com meu canto. Ao invés disto, escolhi história e sociologia. A física, eu parecia pensar (embora meus pensamentos não estivessem bem articulados), tem pouco a ver com a vida real — a história tem. (Feyerabend 1996, p.72)

A citação acima mostra que Feyerabend, desde sua época de estudante, estava preocupado em entender o seu tempo e que esta compreensão seria possível através das ciências — humanas e naturais. Apesar disto, Feyerabend conta que mesmo cursando



história e sociologia, suas expectativas foram frustradas: havia demasiada atenção à ascensão e queda de monarcas do antigo Império Austro-Húngaro, entre outros assuntos, o que lhe fez migrar para física (Feyerabend 1996; Abrahão 2019; Preston 2020), também na Universidade de Viena.<sup>1</sup> Mesmo realizando seu doutoramento em filosofia, o futuro autor de *Contra o Método* não se afastou da física por muitos anos. Mais especificamente, entre 1948 e 1970, a física foi um de seus temas centrais. Em especial, um ramo da física, a mecânica quântica.

Esta necessidade de que o conhecimento esteja, de alguma maneira, próximo à vida real nunca desapareceu. Ecoando outros físicos austríacos de sua época (como Hans Thirring e Erwin Schrödinger), Feyerabend defendia que a produção de conhecimento deveria melhorar a vida das pessoas, e não ser um espaço fechado, especializado capaz de inibir o livre debate. Exemplo desta atitude, em sua autobiografia, Feyerabend confere considerável importância a Thirring, ao narrar que, além de suas tradicionais aulas de física teórica, este último também ministrava cursos sobre fundamentos psicológicos e éticos da paz mundial, pois estes temas eram mais importantes para a situação austríaca do que a física; “Eu o admirava — mas só agora percebo que pessoa única ele realmente era” (Feyerabend 1996, p.73). A admiração de Feyerabend por Thirring por ser explicada pelo fato que o segundo exigia dos físicos interpretações sobre o mundo (cf. Thirring, 1933, p.16)

Em agosto de 1948, Feyerabend conheceu o filósofo da ciência Karl Popper em um seminário de verão internacional, realizado pelo *Austrian College Society*, em Alpbach (município do Estado de Tirol, no oeste da Áustria). Nos anos seguintes, Feyerabend participou por diversas vezes desses seminários, onde entrou em contato com diversos intelectuais, como por exemplo, o marxista Walter Hollitscher, a quem Feyerabend credita seu afastamento do positivismo (Abrahão 2019; Preston 2020), Erwin Schrödinger, Bertold Brecht, além do próprio Popper, entre outros (Feyerabend 1996).

Ainda em 1948, publicou seu primeiro trabalho acadêmico, um ensaio intitulado *Der Begriff der Verständlichkeit in der modernen Physik* (O Conceito de Compreensibilidade<sup>2</sup> na Física Moderna). Seu ensaio é escrito após diversas discussões da *Collegengemeinschaft* (comunidade universitária) de Viena. Discussões essas que foram motivadas pelo artigo *Die Besonderheit des Weltbilds der Naturwissenschaft* (A Peculiaridade da Visão de Mundo das Ciências Naturais), escrito por Schrödinger — publicado na revista *Acta Physica Austriaca*, também em 1948 –, que foi bastante discutido no Círculo de Kraft,<sup>3</sup> como uma espécie de preparação para o seminário<sup>4</sup> em Alpbach (Kuby 2016).

Em sua autobiografia, Feyerabend narra que de 1949 a 1952 ocorreram as suas primeiras viagens para o exterior, quando percorreu países como Dinamarca e Suécia. Em Askov (cidade dinamarquesa, próxima a Copenhague), pôde conhecer o psicólogo Edgar Tranekjaer-Ramussen (com quem Feyerabend manteve contato por alguns anos) e Niels Bohr. Em Estocolmo, realizou conferências e conheceu o físico teórico

Oskar Klein (Feyerabend 1996). Nas conferências de Bohr, presenciou os debates nos quais eram discutidas muitas teses do físico dinamarquês. Feyerabend debateu tanto com defensores das ideias de Bohr, quanto com seus críticos, que usavam — com sucesso — a prova de von Neumann como uma espécie de solução “mágica” para silenciar os objetores (cf. Feyerabend, 1996, p.85).

Já na virada para a década de 1950, é possível perceber que Feyerabend possuía uma formação ampla, dialogando com diversas pessoas (das mais variadas tendências filosóficas e políticas) e entrando em contato com variadas organizações (os seminários de Alpbach, o Círculo de Kraft, a Sociedade do Colégio Austríaco, grupos comunistas etc.). Esta formação diversificada (no que diz respeito a seguir uma grade curricular específica) e seu trânsito por espaços distintos, em certo sentido traduz sua insatisfação com a produção de conhecimento nas universidades. Mesmo após migrar de curso, já nos anos iniciais da graduação em física, em carta enviada a Popper em 1948 (data precisa ignorada) relata que “as atividades universitárias em Viena acabam de começar. Não parece haver muito interesse nos cursos oferecidos. Não parece haver nada de contemporâneo, nem sobre ciência nem sobre assuntos gerais” (Collodel & Oberheim 2020, p.61). Sua insatisfação não estava encerrada em uma área específica do conhecimento. Neste sentido, em seus primeiros trabalhos, pode-se perceber que este seu sentimento se expressa tanto na filosofia, quanto na física. Incômodo este que, apesar de ainda em elaboração no início dos anos de 1950, será lapidado e melhor externado à medida que amadureceu o seu pensamento filosófico.

Após anos estudando a mecânica quântica e o pensamento de seus proponentes (principalmente Bohr), Feyerabend publicou, em 1970, o artigo *In Defence of Classical Physics*, onde elaborou teses, em certo sentido, na contramão da comunidade científica de sua época. Dentre elas, uma merece ser mencionada: a superioridade da física clássica em relação à mecânica quântica. Este aspecto da física clássica estaria diretamente conectado a uma atitude, que Feyerabend admirava em físicos como Newton, Galileu, Einstein e Schrödinger, os quais não se viam obrigados a seguirem estritamente aquilo que era fornecido pela experiência, atitude que, apesar de encontrada em nomes como Newton, Galileu, Einstein e Schrödinger, estava ausente na maior parte da comunidade científica do século XX. A sua preferência pela física clássica não deve ser entendida como evidente, como se carecesse de explicação. Assim, é possível formular as seguintes questões: Por que Feyerabend, após duas décadas de estudos sobre a mecânica quântica, resolveu defender explicitamente a física clássica? Quais as diferenças da estrutura da física clássica, em comparação com a mecânica quântica? Quais motivações o levaram a adotar tal atitude?

A fim de elucidar tais questionamentos, o presente artigo<sup>5</sup> se propõe fazer uma reconstrução do pensamento de Feyerabend, iniciando com a apresentação das principais ideias de Schrödinger em seu artigo *Die Besonderheit des Weltbilds der Naturwis-*

*senschaft*, seguida da discussão sobre a influência que este trabalho teve no primeiro ensaio publicado de Feyerabend. Na seção *A carência interpretativa da mecânica quântica* são discutidos os artigos concernentes aos estudos sobre a mecânica quântica e as suas principais críticas. No tópico seguinte, *Conhecimento físico e visão de mundo*, a relação entre física clássica, mecânica quântica e visão de mundo será aprofundada, retomando as perguntas apresentados nesta introdução.

## 2. As raízes gregas da Física Moderna

O artigo *Die Besonderheit des Weltbilds der Naturwissenschaft* de Erwin Schrödinger exerceu considerável influência no pensamento de Feyerabend — tanto no que diz respeito ao seu ensaio de 1948, quanto em trabalhos vindouros (Feyerabend 1948; 1954a; 1954b; 1957; 1961; 1965a; 1970). Além de Schrödinger, e mesmo antes deste, Feyerabend foi influenciado por Karl Popper, por meio da leitura de alguns textos do autor de *Die Logik der Forschung* (1934), igualmente vienense. Também Popper marcou Feyerabend pela importância dada aos gregos e à fecundidade do ato especulativo. No entanto, no texto de 1948, Feyerabend se detém particularmente nas ideias do criador da versão ondulatória da mecânica quântica, razão pela qual ele receberá a nossa atenção. Para Schrödinger, o modo pelo qual os filósofos naturais pré-socráticos (os filósofos jônicos) elaboravam suas interpretações e teorias, deveria servir como exemplo para a física do século XX. O recurso à especulação filosófica e à elaboração de interpretações sobre a natureza, características fundamentais no pensamento jônico, haviam sido abandonados pela ciência contemporânea. Para Schrödinger, enquanto para a física clássica a filosofia jônica era uma fonte de inspiração, na física contemporânea — em especial na mecânica quântica — defendia-se a superação de suas ideias (Schrödinger 1948).

Em seu artigo, Schrödinger defende a importância da especulação filosófica na produção de conhecimento físico. Há dois elementos centrais que definem a perspectiva científica contemporânea: a possibilidade de compreensão dos fenômenos (hipótese de compreensibilidade — *Verständlichkeitsannahme*); a separação entre sujeito e objeto, ou sujeito e natureza (objetivação — *Objektivierung*) (cf. Schrödinger 1948, p.205). Estes elementos, que estão no cerne da física do século XX, são profundamente influenciados pela filosofia positivista, em especial pelo pensamento de Ernst Mach (Schrödinger 1945). Para Schrödinger, a filosofia de Mach pode ser sintetizada como uma tentativa de se organizar e ordenar os fenômenos, através da matemática, de maneira que todas as características não essenciais possam ser omitidas — principalmente aquelas que não possuem a capacidade de serem observadas ou medidas (cf. Schrödinger 1948, p.211).

A esta noção de que é possível se obter uma descrição uniforme dos fenômenos a

partir da ordenação da experiência, Schrödinger atribui a atitude da defesa da neutralidade do sujeito e da observação pura, na física do século XX. Ou seja, a partir da ordenação da experiência e da objetivação, seria possível obter os “fatos mais exatos” ou os “fatos mais matemáticos” sobre a natureza, de maneira que qualquer elemento não-epistêmico tenha sido eliminado. Seria uma forma de se obter uma espécie de *causa finalis* para um dado fenômeno (cf. Schrödinger 1948, p.210). Apesar disso, ele argumenta que, para além de previsões, o que é mais importante, a concepção positivista da física não fornece: uma representação (*Bild/picture*)<sup>6</sup> (cf. Schrödinger 1948, p.212). Segundo Schrödinger, previsões não devem ser o objetivo da produção científica, pois são apenas uma das maneiras pelas quais podemos afirmar se nossas representações estão corretas (*correct/stimmt*) ou não. Da mesma maneira a restrição e/ou sujeição de teorias físicas a observáveis (*beobachtbare*), aos dados puros, também não deve ser um dos pilares do conhecimento físico, como é defendido pelo positivismo. De acordo com Schrödinger, na construção de teorias físicas, há um elemento relevante, em alguns casos indispensável, que é reiteradamente omitido pelos defensores do positivismo: a utilização de inobserváveis (*unbeobachtbare*) (Schrödinger 1948).

A presença de elementos não observáveis em uma teoria física serve, em muitos casos, como elo entre os diferentes fenômenos, de maneira que seja possível não apenas descrevê-los matematicamente, mas interpretá-los através de uma teoria mais geral. No entanto, ressalta Schrödinger, a filosofia positivista, influenciada por Mach, defende que estes elementos inobserváveis e a busca por uma representação não fazem parte do objetivo da ciência — “*Fort mit dem Bilderdienst*” (fora a adoração de imagens/representações) (cf. Schrödinger 1948, p.216). Somente importa para a doutrina positivista que a física possua equações diferenciais e outros procedimentos matemáticos, que sirvam como um receituário (uma espécie de “passo a passo”, a fim de se obter determinados resultados) e, em conjunto com um arranjo de dados observacionais, seja possível a realização de previsões: o desejo por representações inteligíveis (*anschaulichen Bildern*), dizem, significa querer saber como a natureza realmente é. E isso é metafísica — uma expressão que a ciência natural rejeita (Schrödinger 1948).

Para Schrödinger, devem ser questionados os motivos pelos quais a física do século XX não permite a utilização de inobserváveis na construção do conhecimento físico e rechaça a busca por representações. Ao contrário da concepção hegemônica da comunidade física, que considera que seu papel é a construção de ferramentas preditivas através de dados experimentais e formalismos matemáticos, a elaboração de uma representação, de uma interpretação para os fenômenos naturais deve ser o objetivo da física (cf. Schrödinger 1948, p.217).

As críticas feitas por Schrödinger influenciaram e motivaram Feyerabend a publicar seu ensaio *Der Begriff der Verständlichkeit in der modernen Physik* (O Conceito

de Compreensibilidade na Física Moderna). Apesar de ser a liderança do Círculo de Kraft, já neste ensaio é possível perceber seu tensionamento com o positivismo, manifestando ideias similares a Schrödinger e Popper. Dentre estas ideias, estão a necessidade de que a física forneça interpretações sobre a natureza e não seja um mero instrumento preditivo, a não dependência excessiva da experiência, a formulação de teses gerais e abrangentes sobre a natureza etc., (noções que são caras a Schrödinger).

Assim como Schrödinger, Feyerabend, a partir de momentos históricos específicos (o pensamento dos filósofos gregos, Newton e os séculos XIX e XX), analisa como esse conceito era entendido e como se relacionava com outras noções. Para ele, no caso dos gregos antigos, compreensibilidade estaria relacionado ao acessível aos sentidos e modelos visuais (*Modelbilder*), visto que no pensamento grego, parte considerável dos fenômenos eram explicados a partir de relações de colisão (Feyerabend 1948). Já na física elaborada por Newton, a noção de compreensibilidade se modifica: se antes noções abstratas como a ação à distância pareciam absurdas, na física newtoniana se torna fundamental, como no caso da mecânica celeste, que explica a regularidade do movimento dos planetas utilizando a ideia de ação a distância (Feyerabend 1948). Não se tratava mais, portanto, de modelos teóricos que podiam ser vistos (*angeschaut*). Logo, argumenta Feyerabend: compreensíveis são as leis às quais nos acostumamos com o uso prolongado, cuja estrutura pode ser entendida por si mesma. Primeiro as leis do ambiente próximo (i.e., fenômenos próximos à superfície terrestre), depois as do ambiente distante diretamente acessível (fenômenos celestes) (Feyerabend 1948, p.2). Feyerabend parece entender que, na física newtoniana e posterior (séculos XVIII e XIX), uma teoria que não é representável/inteligível (*Unanschaulichkeit*) não é considerada um problema, indicando que a ideia daquilo que é compreensível se modifica ao longo do tempo.

Na virada do século XIX para o XX, com os estudos sobre a física atômica e, posteriormente, a mecânica quântica, Feyerabend identifica uma nova remodelação do par conceitual compreensibilidade-inteligibilidade. Ao se tentar obter regularidades dos átomos com base na mecânica celeste, Bohr e Born esperavam que os objetos do microcosmo se comportassem tal qual objetos que estamos acostumados a lidar no macrocosmo (cf. Feyerabend 1948, p.2). Neste sentido, as leis da física clássica são utilizadas na física atômica, com o objetivo de entender suas possíveis regularidades. No entanto, a maneira como estas leis são transpostas gera problemas sobre a estabilidade do átomo, pois, devido à emissão de radiação, os elétrons deveriam colapsar no núcleo (algo que não ocorre no movimento planetário) (cf. Feyerabend 1948, p.2).

Apesar dessa transposição manter a estrutura atômica visualizável (*anschaulich*), as leis clássicas são conceitualmente empobrecidas, esvaziadas, de maneira que “elas parecem mais uma casa assombrada do que um edifício físico” (*Es gleicht eher einem*

*Spukhaus als einem physikalischen Gebilde*) (Feyerabend 1948, p.2). Devido a tal incompatibilidade, Feyerabend mostra-se cético de que a compreensão do microcosmo irá ocorrer pela junção destas regularidades (*Gesetzmäßigkeiten*). Em contraposição a estes esforços na física atômica do início do século XX, Feyerabend utiliza como exemplo a Teoria da Relatividade Geral, onde Einstein, ao realizar as transformações do espaço e tempo, se utiliza de quantidades que não são perceptíveis (*wahrnehmbare*), sem levar a contradições ou “abrir as portas para qualquer tipo de arbitrariedades” (Feyerabend 1948. p.3). Logo, é possível perceber que, ao contrário do que faz o positivismo e, assim como Schrödinger, Feyerabend admite a possibilidade de ideias abstratas, inobserváveis, na construção do conhecimento físico. Para este último, a mudança do que é considerado compreensível e inteligível ao longo da história, é exemplo de como categorias teóricas não são invariantes e se relacionam mais com certas conveniências e atitudes, do que com ideias obtidas a partir de dados sensíveis e com nossa percepção.

A discussão de como conceitos são empregados na física e remodelados ao longo da história, será um assunto recorrente de Feyerabend nos anos seguintes. Outra informação relevante, que já aparece neste ensaio e que será um importante objeto de estudo de Feyerabend, é a mecânica quântica. Apesar de no ensaio o debate ainda ser incipiente, o incômodo com a física do século XX, em especial com a interpretação quântica dos defensores do *Kopenhagener Geist*<sup>7</sup> (espírito de Copenhague), ocupou um lugar de destaque nas discussões de Feyerabend até praticamente 1970.

### 3. A carência interpretativa da mecânica quântica

Em 1951, já formado e doutor em filosofia com sua tese *Zur Theorie der Basissätze*<sup>8</sup> (Sobre a teoria dos enunciados de base) (Abrahão 2015; 2019), Feyerabend pleiteou uma bolsa de pós-doutorado junto ao British Council para trabalhar, inicialmente, com Ludwig Wittgenstein na Universidade de Cambridge. Devido à morte do autor do *Tractatus* em 1951, Feyerabend indica Karl Popper como seu supervisor e em 1952 vai para a Inglaterra, para a Universidade de Londres, onde se concentrou nos estudos sobre a teoria quântica e a produção filosófica de Wittgenstein (que está fora do escopo do presente artigo). Em 1953, após recusar a oferta de Popper para trabalhar como seu pesquisador assistente, Feyerabend retornou para Viena com o objetivo de trabalhar no *Institut für Wissenschaft und Kunst* (Instituto para Ciência e Arte) (Collodel & Oberheim 2020). Neste mesmo ano, Feyerabend relatou em carta a Popper que se encontrou com Schrödinger em Alpbach, onde conversaram sobre aspectos da teoria quântica. Feyerabend narra que Schrödinger confessou que, mesmo após anos, continuou sem entender a complementaridade e a forma pela qual o modo clássico de descrição foi introduzido na mecânica quântica (cf. Collodel & Oberheim

2020, p.73). Em 1954, Feyerabend publicou dois artigos onde estes temas aparecem: *Physics and Ontology* (1954a) e *Determinism and Quantum Mechanics* (1954b).

Em *Física e Ontologia*, Feyerabend argumenta que uma das principais tarefas da física e da filosofia, ao longo da história, é elaborar uma representação ou imagem<sup>9</sup> (*picture*) a fim de conhecer a natureza (Feyerabend 1954a), podendo esta pertencer a três esferas: a mitológica, a metafísica e a científica (não necessariamente nessa ordem). Neste artigo, Feyerabend focaliza na esfera científica. Desde o tempo de Platão e Aristóteles, há um prejuízo que se espalhou pela filosofia, um preconceito ontológico (*ontological prejudice*), no qual o conhecimento está ligado, necessariamente, à ideia de certeza (cf. Feyerabend 1954a, p.9). Como consequência dessa conexão entre certeza e conhecimento, “nós devemos ser capazes de formular representações do mundo por via de proposições, as quais a veracidade<sup>10</sup> perdura para sempre e as dúvidas são removidas” (Feyerabend 1954a, p.10). Esta necessidade da certeza na produção do conhecimento físico é um dos fatores pelo qual o conhecimento torna-se uma ferramenta preditiva, que, para Feyerabend, é uma das principais características da mecânica quântica. Para ele, a partir da física, a filosofia da ciência positivista se espalhou para as diversas esferas do conhecimento (cf. Feyerabend 1954a, p.12) de tal maneira que:

Entre os filósofos tradicionais, que desvalorizam a ciência porque pensam possuir a chave do conhecimento da realidade, e entre os positivistas, que desistiram da esperança de conhecer a “realidade”, que consideram o problema do conhecimento da realidade um pseudoproblema e contentam-se em possuir ferramentas que, mais ou menos, lhes permitam fazer previsões. Entretanto, por mais hostis que positivistas e filósofos tradicionais possam ser uns com os outros, em um ponto eles concordam: que da ciência, especialmente da física, não podemos esperar qualquer imagem do mundo. (Feyerabend 1954a, p.12)

Nesta citação, duas características do incômodo de Feyerabend com a produção de conhecimento de sua época são percebidos: sua insatisfação tanto com o positivismo, quanto com o que ele chama de filosofia tradicional; a carência de uma visão de mundo. Pode-se perceber que Feyerabend busca uma alternativa tanto ao positivismo, quanto à filosofia da ciência tradicional, devido às incapacidades de fornecerem imagens sobre o mundo. Esta insuficiência está diretamente conectada à matematização da ciência e com a transformação da física em um instrumento meramente preditivo (Feyerabend 1954a). De acordo com Feyerabend, antes da aplicação do formalismo, é preciso atribuir significado às hipóteses físicas. Ou seja, de nada nos vale um formalismo matemático, sem que antes haja uma interpretação que conecte os diferentes fenômenos (Feyerabend 1948). A tarefa da física seria, portanto, elaborar teorias que forneçam afirmações sobre o mundo, com o cuidado de dizer que estas não são absolutas, mas podem conter erros e serem provisórias (cf. Feyerabend



1954a, p.24).

Ao defender que a física deve elaborar afirmações sobre o mundo, Feyerabend destaca que esta ciência não deve se restringir ao fornecimento de previsões, ser reduzida a um mero instrumento preditivo. A física deve ser capaz de fornecer proposições ontológicas sobre o mundo, através de teorias gerias, capazes de abranger os mais variados estudos e interconectá-los, pois, “tais teorias universais são as imagens modernas do mundo, das quais criamos cada vez mais, para entender o curso dos eventos ao nosso redor” (Feyerabend 1954a, p.24). Ou seja, uma boa teoria física não pode apenas descrever, ela deve possuir valor ontológico. As teorias físicas não são mera representações mentais, elas dizem algo sobre o mundo. Em *Determinismo e Mecânica Quântica* (1954b), Feyerabend discute a possibilidade de se estabelecer relações causais em sistemas quânticos e a possibilidade de certas flutuações (variações nos valores medidos) nas medições serem em decorrência de variáveis ocultas (Feyerabend 1954b). Vale destacar que nos anos de 1952, 1953 e 1954, em cartas enviadas a Popper, Feyerabend exibe interesse nas discussões sobre a interferência na medição de sistemas quânticos (Collodel & Oberheim 2020), tendo como base discussões propostas por John von Neumann, Louis de Broglie e David Bohm (Strien 2019a; 2019b), que trabalhavam em interpretações alternativas à Copenhague. Apesar de parte considerável do artigo ser sobre a possibilidade de uma descrição causal dos fenômenos quânticos, nosso foco será em algumas sutilezas a respeito da importância de teorias alternativas e, em especial, algo que será fundamental no pensamento do Feyerabend posteriormente, principalmente na década de 1960: a potência interpretativa da Física Clássica.

Um dos pontos centrais do artigo é se a observação interfere ou não no sistema físico, questão que Feyerabend trata tanto sob a perspectiva da mecânica quântica, mas também da física clássica. De acordo com os postulados quânticos, qualquer observação feita interfere no sistema, de forma que podemos somente afirmar as probabilidades de determinada partícula estar em um dado estado quântico A ou B (Bohr 1928; 1935; Heisenberg 1981). No entanto, argumenta Feyerabend, devido ao caráter exclusivamente preditivo da interpretação quântica, outros elementos ainda não quantificados, ou desconhecidos, podem ser os causadores de tais flutuações, tal como ocorre na relação entre a mecânica estatística e a física atômica (por exemplo, a aparente aleatoriedade no movimento de um gás na mecânica estatística, que adquire uma outra abordagem ao ser tratado atômicamente) (Feyerabend 1954b). Neste sentido, Feyerabend destaca a importância de haver esquemas teóricos que comportem as hipóteses físicas, como ocorre, na teoria newtoniana:

podemos tratar a teoria newtoniana como um esquema teórico, com o qual podemos descrever um sistema mecânico, ora de uma maneira e ora de outra, dependendo dos problemas que queremos tratar e do grau de precisão necessário para nossa previsão. Quando então descobrimos que um sistema

mecânico não se comporta como a teoria previu, não podemos, com base nessa experiência, declarar a teoria refutada. A discrepância entre teoria e observação também pode ser causada pelo fato de não termos dividido o sistema mecânico em suas partes de maneira adequada, ou por termos introduzido falsas suposições sobre as forças que afetam os elementos. (Feyerabend 1954b, p.29–30)

Ou seja, já em 1954 Feyerabend identifica a potência interpretativa da física clássica. É possível usar as leis de Newton para diferentes fenômenos, sem colocar em risco sua interpretação. Isso ocorre por ser um esquema teórico, o que lhe confere maior flexibilidade de aplicação e interpretação, algo que carece na teoria quântica, principalmente devido ao caráter exclusivamente preditivo e à ausência de uma interpretação ontológica. Logo, através destas interpretações, seria possível estabelecer como os diversos fenômenos se relacionam com nossos esquemas teóricos, tornando possível nossa compreensão sobre natureza, não apenas a descrevendo a partir de formalismo matemáticos. Repare também que o termo que ele utiliza é teoria newtoniana, não física. Ou seja, ao que parece ele não enxergava a física como uma disciplina (do ponto de vista institucional), mas uma área que agrega diferentes visões de mundo.

Tampouco, o caráter probabilístico da mecânica quântica pode ser justificado exclusivamente devido à interferência da observação (cf. Feyerabend 1954b, p.33). Tanto na física clássica, quanto na mecânica quântica, há interferência da observação. Entretanto, enquanto na física clássica a interferência pode ser considerada pequena o suficiente, a ponto de ser ignorada, na mecânica quântica há um limite inferior, postulado pelo Princípio de Incerteza, que impede essa eliminação e acarreta a suposta indeterminação intrínseca do regime quântico (cf. Feyerabend 1954b, p.33–34). Sobre a indeterminação e a impossibilidade de se realizar medições sem que haja interferência, Feyerabend inclusive ecoa as críticas de Schrödinger sobre a repetibilidade<sup>11</sup> dos estados quânticos. O fato de ser possível prever, com 100% de precisão, os futuros estados após o colapso da função de onda seria um indício da possibilidade de realizar medições sem que haja interferência (Schrödinger 1952a; 1952b; Feyerabend 1954b).

Na parte final de seu artigo, Feyerabend aborda outro aspecto relevante para a discussão aqui proposta: a existência de teorias contraditórias em uma mesma área do conhecimento. Ele destaca que, tanto físicos quanto filósofos, ao proporem uma interpretação determinista para a mecânica quântica, evitam que contradiga a Interpretação de Copenhague (cf. Feyerabend 1954b, p.39), como é o caso da proposta interpretativa de David Bohm.<sup>12</sup> Para Feyerabend, a preocupação do físico estadunidense em não contradizer a interpretação bohriana não se justifica, pois uma interpretação física que seja suficientemente robusta pode conter contradições em alguns aspectos, sem que isso coloque em risco toda a teoria. Como ocorre, ele exempli-

física, com as leis de Kepler e a teoria de Newton (cf. Feyerabend 1954b, p.39). Para Feyerabend, a preocupação central não deve ser se a mecânica quântica possui uma interpretação causal ou não, muito menos elaborar uma interpretação que não contradiga Bohr e seu círculo, mas construir uma teoria que forneça uma visão de mundo (cf. Feyerabend 1954b, p.39–40). Apesar de não afirmar explicitamente, já em 1954 é possível identificar algum dos motivos pelo qual ele defendeu, anos mais tarde, a superioridade da física clássica, em relação à mecânica quântica: enquanto a mecânica quântica se restringe a realizar previsões e inibe qualquer interpretação que não esteja nos moldes de seus postulados; a física clássica fornece interpretações sobre o mundo e, mesmo contendo teorias contraditórias em seu interior, isto não colapsa sua estrutura, ela se mantém compreensível.

Após o período em Viena, Feyerabend retornou para a Inglaterra em 1955, dessa vez para a Universidade de Bristol. Neste período, Feyerabend continuou interessado nas propostas de von Neumann e, como ele relata em carta a Popper, está lendo escritos de Bohr, a fim de entender o pensamento do físico dinamarquês em seus próprios termos (cf. Collodel & Oberheim 2020, p.208). Nesta segunda metade da década de 1950, é possível perceber como Feyerabend está se inserindo internacionalmente nas discussões sobre a filosofia da física. Exemplo disso é o convite recebido para fazer parte de um seminário em Alpbach, em 1956, cujo tema era *Continuity and Discontinuity of Changes in Nature*, em conjunto com (ainda não estava decidido) Max Born, ou Wolfgang Pauli, ou Pascual Jordan. Por fim, ao invés destes três físicos, Schrödinger e Alfred Landé foram os nomes que, junto de Feyerabend, realizaram o seminário (cf. Collodel & Oberheim 2020, p.239).

No ano seguinte ao seminário, Feyerabend publicou seu único artigo de cunho matematicamente técnico sobre a mecânica quântica, *On the Quantum-theory of Measurement*<sup>13</sup> (1957). Nele, Feyerabend analisa como é feita a suposta transição da física clássica, para a mecânica quântica, processo para o qual a medição é fundamental. Para Feyerabend, nesta “transição” do mundo macro para o micro, há elementos de interferência (macroscópicos) que são omitidos, a fim de se atribuir a teoria quântica um caráter de “exatidão”. Conceitos como salto quântico, colapso da função de onda, corte entre o macro e micro seriam subterfúgios para omitir a insuficiência interpretativa da teoria quântica (cf. Feyerabend 1957, p.129). Em outras palavras, a utilização destes conceitos que nada dizem sobre a natureza dos fenômenos, seria uma maneira de atribuir ao problema da medição um caráter de maior necessidade na precisão (como tentativa de solução), quando, na realidade, a insuficiência da descrição quântica é um problema de fundamento (ou seja, estão presentes na base teórica da mecânica quântica e em conceitos como salto quântico, colapso da função de onda, complementaridade etc.) (Feyerabend 1957). Percebe-se que a crítica feyerabendiana à pretensa necessidade de certeza (ou precisão) nos processos de medição de fenômenos quânticos (que vinha sendo indicada desde o início da dé-

cada de 1950), ganha maior robustez argumentativa. Questões centrais da teoria quântica (como a ideia de salto quântico e a própria noção de complementaridade), são abordados neste artigo de 1957. Ao fim de *Sobre a Teoria da Medição Quântica*, Feyerabend se diz em total acordo com as críticas realizadas por Schrödinger em dois artigos publicado em 1952<sup>14</sup> (cf. Feyerabend 1957, p.128), nos quais o físico austríaco afirma, categoricamente, que não existem salto quânticos, mas uma espécie de lei do silêncio,<sup>15</sup> a fim de contornar uma insuficiência teórica (cf. Schrödinger 1952a, p.113).

A insatisfação de Feyerabend apresentada em seu artigo de 1957 e anteriores, foi desenvolvida em mais detalhes em dois artigos publicados em 1958: *Complementarity* (1958a) e *An Attempt at a Realistic Interpretation of Experience* (1958b). Em ambos os artigos, Feyerabend utiliza a dualidade onda-partícula para ilustrar a concepção hegemônica dentre os adeptos de Copenhague. Na concepção de Bohr, a característica dual do fenômeno luminoso não seria um indício da necessidade para a criação conceitos mais gerais, que unifiquem onda e partícula, mas um aspecto fundamental da matéria (Bohr 1928; 1935; 1961; Feyerabend 1958a). No pensamento do físico dinamarquês, não seria necessária a criação de um novo arcabouço teórico, mas, sim, a revisão de teorias da física clássica sobre a luz e matéria, de maneira que suas partes essenciais pudessem ser utilizadas na descrição quântica, esta reinterpretação dos conceitos clássicos Bohr denomina como princípio da correspondência (*Korrespondenzprinzip*) (cf. Bohr 1961, p.110; Feyerabend 1958a). Com respeito à aplicação dos conceitos clássicos reinterpretados, seu uso, argumenta Feyerabend, deve ocorrer de maneira que: (a) seja possível a formulação de novas leis, especialmente para o *quantum* de ação;<sup>16</sup> (b) que seus experimentos sejam descritos em termos clássicos; (c) leve a previsões corretas (cf. Feyerabend 1958b, p.23). A este conjunto de regras, Bohr denominava *natural generalisation [sic] of the classical mode of description* (generalização natural do modo clássico de descrição) (cf. Bohr 1928, p.581).

Feyerabend então questiona: por que Bohr atribui um status privilegiado ao modo clássico de descrição? A este questionamento, costuma-se atribuir como resposta certa aproximação de Bohr com correntes do neokantismo, ou com o positivismo.<sup>17</sup> No entanto, Feyerabend distingue Bohr do positivismo que, como ele mesmo afirma, se propagou<sup>18</sup> pela comunidade física (Feyerabend 1958a; 1958b). Na concepção de Feyerabend, Bohr é contrário ao abandono dos conceitos clássicos, ou a criação de conceitos puramente quânticos, pois isto implicaria em um completo caos: historicamente estamos habituados a utilizar as terminologias e métodos da física clássica (cf. Feyerabend 1958a, p.55). Ao longo do período considerado no presente artigo, Feyerabend adotou algumas concepções diferentes de complementaridade. Sua atitude é coerente, na medida em que ao longo desses anos ele estava experimentando e analisando as diferentes propostas interpretativas relativas à mecânica quântica. Outra tese importante no pensamento de Bohr, é a defesa de que qualquer futura teoria

sobre a mecânica quântica, deverá ser descrita pelas normas da mecânica matricial e serão simbólicas,<sup>19</sup> de maneira que seja possível expressar os principais aspectos do fenômeno, em termos clássicos (cf. Feyerabend 1958b, p.23). Sobre o pensamento de Bohr, Feyerabend elenca as seguintes questões:

A primeira ideia é que a crença na física clássica influenciou não apenas nosso pensamento, mas também nossos procedimentos experimentais e até mesmo nossas "formas de percepção". Essa ideia dá uma descrição correta do efeito que o uso contínuo de uma teoria física bastante geral pode ter sobre nossas práticas e nossas percepções: será cada vez mais difícil imaginar uma explicação alternativa dos fatos. A segunda ideia é o indutivismo. De acordo com o indutivismo, inventamos apenas as teorias sugeridas por nossas observações. Combinado com a primeira ideia, o indutivismo implica que é psicologicamente impossível criar conceitos não clássicos e inventar um "esquema conceitual" não clássico. A terceira ideia é o princípio do significado pragmático. De acordo com essa ideia, o uso de métodos clássicos e a existência de 'formas de percepção' clássicas implicam que a linguagem da observação possui uma interpretação clássica. Como uma imagem não clássica do mundo levaria a uma interpretação inconsistente com esta interpretação clássica, tal imagem não clássica, além de ser psicologicamente impossível, envolveria até mesmo um absurdo lógico (Feyerabend 1958b, p.24)

Em contraposição a estas restrições impostas por Bohr, Feyerabend argumenta em favor da especulação filosófica (algo que já aparecia em seu pensamento desde 1948). Para Feyerabend, essas premissas de Bohr (apresentadas na citação acima), estão ligadas a: (a) sua concepção de que o domínio de aplicação dos conceitos clássicos é universal, de forma que ele impacta nossa linguagem, métodos e percepções, de maneira que é impossível ir além deles; (b) a noção de que a experiência é a única fonte de nossas ideias (Feyerabend 1958a). Para Feyerabend, ambas premissas são incorretas e devem ser criticadas. Ele argumenta que há diversas situações que fogem ao escopo dos conceitos clássicos, de maneira que foi necessária a elaboração de todo um novo arcabouço de ideias, como nos casos, ele exemplifica, da psicologia, sociologia, comportamento de organismos vivos etc.<sup>20</sup> (cf. Feyerabend 1958a, p.58). Outro fator é, que através da especulação filosófica, é possível a construção de representações abstratas do mundo, que inclusive podem se tornar novas teorias físicas (através da construção de novos modelos, descoberta de fenômenos, sem que estas estejam atadas à decisão de não ultrapassar os supostos limites da experiência), sendo estas aplicáveis aos observáveis (cf. Feyerabend 1958a, p.58).

Nesta crítica ao pensamento bohriano (em especial à generalização natural do modo clássico de descrição) aparece, explicitamente, sua tese sobre a superioridade da física clássica, em relação à mecânica quântica. Para Feyerabend, além de querer ser a voz da autoridade e ditar como a produção de conhecimento deve transcender,

Bohr, ao realizar uma espécie de purificação (termo que Feyerabend utiliza) dos conceitos clássicos, de forma a utilizar somente seus aspectos que levassem a previsões corretas, provoca o colapso do caráter universal da teoria (Feyerabend 1958a). Através da purificação dos conceitos clássicos empregada por Bohr, os mesmos conceitos que, antes forneciam uma interpretação sobre o mundo, isto é, uma visão de mundo, tornaram-se meros instrumentos preditivos (cf. Feyerabend 1958a, p.63).

Além disso, prossegue Feyerabend, a restrição da mecânica quântica aos conceitos clássicos e a sua tentativa de esgotá-los por via da quantização, expõe a inferioridade e a dependência da teoria quântica, em relação à física clássica. A partir do momento que se postula que os fenômenos quânticos devem, necessariamente, ser descritos em termos clássicos, o desenvolvimento da mecânica quântica caminha em direção a um dilema: nada garante que todos os conceitos clássicos podem ser quantizados, o que pode acarretar na estagnação da mecânica quântica; ou todos os conceitos serão quantizados, acarretando também em estagnação, pois a impossibilidade de se elaborar conceitos puramente quânticos é um pressuposto (Feyerabend 1958a). Neste sentido, é possível perceber que, ao contrário do que é afirmado pela comunidade física do século XX, a física mais poderosa (no que diz respeito a possibilidades teóricas) é a física clássica, não a mecânica quântica (cf. Feyerabend 1958a, p.62). Enquanto a física clássica fornece interpretações sobre o mundo e permite até mesmo a existência de teorias contraditórias em sua estrutura, a mecânica quântica converge para estagnação, tornando-se um mito moderno, o qual não cabe qualquer tipo de reflexão, crítica ou aperfeiçoamento, apenas sua aplicação cega (cf. Feyerabend 1958a, p.72–73).

A crítica à restrição da ciência aos dados sensíveis (*Sinnesdaten*) e a importância da especulação filosófica para o desenvolvimento do conhecimento foram temas recorrentes na produção acadêmica de Feyerabend nos anos subsequentes. Em 1960, Feyerabend publicou três artigos, onde esses debates possuem certa centralidade, apesar das diferentes questões abordadas: *Professor Bohm's Philosophy of Nature* (1960a), *The Problem of the Existence of Theoretical Entities* (1960b) e *On the Interpretation of Scientific Theories* (1960c). Nos três textos, Feyerabend defendeu a relevância de elementos teóricos na construção do conhecimento físico, criticando a noção de que a metafísica, ou a especulação filosófica, seja um impeditivo para a construção de uma interpretação realista (Feyerabend 1960a; 1960b; 1960c). Exemplo deste aspecto, é sua análise da interpretação proposta por Bohm. Ao utilizar elementos “extrafísicos” (termo usado por Bohm) em sua teoria, o físico estadunidense foi capaz de construir uma interpretação que chegasse nos mesmos resultados da mecânica quântica não relativística então adotada, sem restringi-la ao probabilismo, ou inibir a criação de conceitos puramente quânticos (Bohm, 1952a; 1952b; Feyerabend 1960a). Para Feyerabend, mesmo a linguagem observacional, aquela que é dita ser construída em conexão direta com a experiência sensível, é permeada de ele-

mentos teóricos, sendo estes, em muitos casos, imprescindíveis na interpretação da informação obtida de maneira “imediata” (ex. a observação de microrganismo por um microscópio, ou a observação de uma estrela) (cf. Feyerabend 1960b, p.28). Da mesma maneira, um eletricitista é capaz de detectar a existência de cargas elétricas sem utilizar, em alguns casos, qualquer tipo de medidor; o faz apenas com sua mão (e sem pensar em qualquer teoria) (cf. Feyerabend 1960b, p.18)

A defesa da especulação filosófica ocupou Feyerabend de tal forma que, em 1961, em uma carta escrita a Popper, ele relatou que estava preparando um artigo (*How to be a Good Empiricist*) (Feyerabend 1963) onde defende que a única maneira de ser um bom empirista, é se permitindo ser um metafísico (cf. Collodel & Oberheim 2020, p.358). Outra tarefa recorrente ao longo do final da década de 1950 e início dos anos de 1960, é a leitura sistemática de Bohr. Isto o levou a revisitar algumas de suas ideias, apresentadas em 1958 (Feyerabend 1958a):

Cheguei à convicção de que a interpretação de Bohr pode ser defendida de uma maneira que não culmina no positivismo e que é uma interpretação muito razoável. Também ouvi que o próprio Bohr se opõe veementemente a ser chamado de positivista. Fiquei bastante surpreso. Não se deve subestimar Bohr. Ele também é um daqueles raros físicos que não se importam muito com o formalismo, mas tentam desenvolver representações intuitivas. (Collodel & Oberheim 2020, p.361)

Pela citação anterior, é perceptível o interesse de Feyerabend pelas ideias do físico dinamarquês, algo que inclusive lhe trouxe desafetos.<sup>21</sup> No entanto, mesmo com essa reaproximação<sup>22</sup> e com os resultados obtidos por Bohr e seu círculo, a mecânica quântica ainda não oferece o que, para Feyerabend, é fundamental: uma visão de mundo que se conecte com a vida das pessoas. Na verdade, reler Bohr permitiu muitas coisas a Feyerabend: consolidar o afastamento do positivismo, reforçar a desconfiança na atitude dos adeptos da interpretação de Copenhague, além de reforçar sua adesão à necessidade de a física estar associada a visões de mundo.

#### 4. Conhecimento físico e visão de mundo

Se ao longo dos anos de 1950, Feyerabend discutiu, acuradamente, questões ligadas à mecânica quântica, no início da década de 1960 é possível perceber algumas mudanças temáticas em seus artigos. A centralidade da mecânica quântica é compartilhada com outras questões, como a relação entre produção de conhecimento e sociedade. Ou ainda, a relação de visões de mundo com a produção científica. Pelo que foi apresentado anteriormente, pode-se perceber que um dos principais incômodos de Feyerabend com a mecânica quântica, tal qual proposta por Bohr e seu círculo, é o seu caráter estritamente preditivo e a inexistência de uma interpretação

sobre a natureza. Durante a década de 1960, este debate teve centralidade na produção de Feyerabend, mas, se nos anos anteriores isto ocorreu através de uma criteriosa análise do processo de construção da teoria quântica e de seus postulados, nos anos de 1960 uma componente importante ganhou destaque: a atitude (*Einstellung*) da comunidade científica com respeito à produção de conhecimento.

Em *Knowledge Without Foundations* (1961), Feyerabend expõe suas preocupações sobre a relação entre conhecimento e experiência, mas dando destaque para a questão da atitude. Para ele, a filosofia atual, por se achar superior, mais sofisticada e apenas preocupada em aspectos técnicos, se afastou da sociedade e, portanto, da vida das pessoas (cf. Feyerabend 1961, p.50). O tratamento disciplinar do conhecimento, especializado, restrito em suas respectivas escolas filosóficas, argumenta Feyerabend, restringe o pensar, uma vez que sua conexão com a vida cotidiana e o diálogo com outros saberes é desencorajado ou até mesmo proibido (Feyerabend 1961). A atitude do conhecimento atual é de que “muita imaginação, uma visão muito ampla, pode levar direto ao desastre” (Feyerabend 1961, p.52–53), pois é preferível a construção minuciosa do conhecimento, através de procedimentos cuidados e comedidos. Neste sentido, a imaginação (e a especulação filosófica), primordial tanto na filosofia da natureza pré-socrática, quanto para Einstein, atualmente é considerada “arqui-inimiga da Boa Ciência” (Feyerabend 1961, p.56). Feyerabend caracteriza o que é considerado como “Boa Ciência” pela comunidade científica, a ciência que não vai além nem contra a experiência, que inibe a especulação e cuja exatidão, a busca por uma verdade absoluta, é um de seus principais objetivos (cf. Feyerabend, 1961, p.56).

Esta atitude da comunidade científica não seria muito diferente daquelas adotadas por defensores de mitos teológicos. A completa aceitação de um sistema de pensamento, sem hesitação, sem críticas e que almeja, através de sua estrita aplicação, a verdade absoluta, é algo encontrado tanto nas universidades (exemplo, a alegação de completude da interpretação de Copenhague) como no meio religioso (cf. Feyerabend 1961, p.62). Neste contexto, a crítica de teses estabelecidas pela ortodoxia científica é, além de inibida, considerada uma espécie de violação contra uma ordem natural (cf. Feyerabend 1961, p.62). Esta atitude impõe que certas práticas sejam tomadas como “naturais” e interpretadas como parte de um mecanismo, que funciona automaticamente em prol da preservação de um certo conjunto de valores; “nenhum material é mais rígido do que as ideias que constituem um sistema de crenças dogmáticas” (Feyerabend 1961, p.63). O dogmatismo científico, somado à ideia de que a tarefa da ciência é apenas realizar previsões, é um aspecto perigoso na produção de conhecimento contemporâneo. Ele é perigoso, pois, a partir do momento que a comunidade científica se abstém de produzir uma visão de mundo e se afasta da vida das pessoas, abre-se um espaço que pode ser ocupado por tendências obscurantistas,<sup>23</sup> as quais, uma vez que a ciência não mais fornece visões de mundo, ficarão como que encarregadas desta tarefa (Feyerabend 1961).



A crítica a esta atitude dogmática da comunidade científica, em especial na física, é algo presente em outros artigos de anos posteriores, como por exemplo em *Problems of Microphysics*<sup>24</sup> (1962) e *Philosophical Problems of Quantum Theory* (1964), onde Feyerabend voltou a defender a importância da imaginação e da especulação filosófica na produção de conhecimento. Nestes artigos, também reencontramos suas comparações entre a física clássica e mecânica quântica, no qual Feyerabend classifica como um dos principais aspectos da física clássica seu caráter imaginativo, sua abertura as críticas e a possibilidade de se utilizar a especulação filosófica em sua elaboração. Características estas que estariam ausentes na mecânica quântica.

Em 1965, Feyerabend publicou dois artigos, nos quais a questão da atitude também possui centralidade: *Eigenart und Wandlungen physikalischer Erkenntnis*<sup>25</sup> (Peculiaridade e Mudança no Conhecimento Físico) (1965a) e *Problems of Empiricism* (1965b). Para o filósofo austríaco, o avanço do empirismo, seu otimismo com relação à sua capacidade preditiva e os ataques feitos à especulação, dominaram o ambiente acadêmico no século XIX, o que culminou, no século XX, no que Feyerabend classifica como “o colapso final do efeito que a perspectiva da física clássica tinha sobre a atitude dos físicos” (Feyerabend 1965b, p.161). Essa atitude, ele prossegue, na física se dividiria em dois aspectos, bem distintos um do outro, que podem ser representados em figuras como Einstein e Bohr. Enquanto para Einstein (e aqueles que adotam a sua atitude) as teorias físicas são livres criações mentais, que ocasionalmente são relacionadas a observações; para Bohr e seus adeptos, o caráter especulativo da física clássica deve ser removido, de maneira que, feita esta purificação, os aspectos essenciais destes conceitos possam levar a previsões corretas e possam aplicados empiricamente (cf. Feyerabend 1965b, p.161–162). Logo, como consequência da doutrina adotada por Bohr e aqueles influenciados por ele, qualquer constatação sobre o mundo deve estar, necessariamente, relacionado à experiência. Do contrário, nada se deve afirmar (Feyerabend 1965b).

Esta atitude também é discutida em *Eigenart und Wandlungen physikalischer Erkenntnis*<sup>26</sup> (1965a). Para Feyerabend, se tomarmos como exemplo os filósofos naturais pré-socráticos, veremos uma íntima relação entre o conhecimento produzido e uma visão de mundo (*Weltbild*). Conhecimentos estes, que, em muito dos casos, apesar de partir de elementos que faziam parte do cotidiano das pessoas (como a água na filosofia de Tales de Mileto, que vivia em uma região onde o mar e o comércio marítimo eram imprescindíveis), através da imaginação e da especulação filosófica, eram capazes de construir interpretações para o mundo (cf. Feyerabend 1965a, p.199). Apesar da autoridade da experiência, dominante na comunidade física, ditar que a especulação não é desejável e não devemos ir além da experiência, Feyerabend defende que:

O veredicto da autoridade, tal como a “lição da experiência”, deve ser examinado criticamente e, portanto, não pode ser considerado uma base sólida

para se construir tudo o mais. Essa postura dá muita liberdade ao pensamento e à especulação cosmológica. Você não se amedronta, não se questiona a cada passo “Como posso justificar isso?”, “Minhas razões para esta hipótese são boas o suficiente?”. Pelo contrário, você primeiro esboça sua teoria e só depois examina o que há de errado com ela. Einstein expressou, brilhantemente, essa posição de racionalismo crítico ao caracterizar as teorias como criações livres do espírito humano (Feyerabend 1965a, p.200).

Para Feyerabend, ao invés da recusa da especulação e da aderência aos limites impostos pela experiência (com sua busca por exatidão), a atitude mais interessante para o conhecimento físico é aquela adotada por Einstein e dominante na física clássica. Atitude que almeja a construção de teorias ousadas, com uma interpretação de seu conteúdo (não apenas formalismos matemáticos) que sejam abertos a críticas, modificações e que se utilizam da imaginação e da especulação filosófica em sua construção (Feyerabend 1965a).

Alguns anos depois, ocorreu a publicação de *In Defence of Classical Physics* (1970). Neste sentido, retoma-se as perguntas elencadas no início do presente artigo: Por que Feyerabend, após duas décadas de estudos sobre a mecânica quântica, resolveu defender explicitamente a física clássica? Quais as diferenças da estrutura da física clássica, em comparação com a mecânica quântica? Quais motivações o levaram a adotar tal atitude? Antes de oferecermos respostas para estas perguntas, apresentemos as questões abordadas por Feyerabend em seu artigo de 1970.

Já nas primeiras linhas de seu artigo de 1970, Feyerabend afirma que, na sua concepção, a estrutura (*framework*) da física clássica foi abandonada prematuramente (cf. Feyerabend 1970, p.239). No entanto, o que exatamente Feyerabend considera que foi abandonado? O que ele entende por estrutura clássica (*classical framework*)? Logo em seguida, Feyerabend explora as discrepâncias entre experiência e teoria, abordando um assunto que sempre lhe foi caro: a interferência nas medições quânticas. Tal como Schrödinger (1952a; 1952b) e ele próprio afirmaram anos antes (1954b), a interferência e o recurso a ideias como “colapso da função de onda” são ferramentas usadas para omitir, deliberadamente, uma insuficiência da teoria quântica (Feyerabend 1954b). No entanto, em 1970 Feyerabend vai mais além e indica que há, nesta situação, a introdução de uma hipótese *ad hoc*, de caráter não epistêmico, mas que possui consequências físicas: na observação, o que conta e o que não conta como um teste relevante depende da teoria testada, bem como das visões concernentes sobre o processo de cognição (Feyerabend 1970, p.244). Em outras palavras, para Feyerabend existe certo grau de arbitrariedade, visto que há uma dependência de processos cognitivos, da conveniência (como afirma Bohr), na determinação do que será considerado válido, ou não, no processo de testar as teorias científicas.

Neste sentido, quando contrastada com a física clássica, argumenta Feyerabend, o que percebemos é uma estrutura teórica mais dogmática e empobrecida, mas por

quê? Para ele, mesmo contendo elementos especulativos e inobserváveis (tão criticados pela comunidade física do século XX e expurgados pela ortodoxia de Copenhague), a física clássica nos possibilita uma “liberdade considerável para construir e examinar criticamente muitos modelos diferentes de um determinado processo natural” (Feyerabend 1970, p.252). Por não estar presa à experiência, ou à observação, a física clássica permite o diálogo entre situações imaginárias (ideais), completamente distintas. Tal recurso, ele exemplifica, foi bastante utilizado por Galileo, Kepler, Newton e Einstein, que se permitiam imaginar situações em que era possível desconsiderar fatores como atrito do ar, refração, perturbações atmosféricas, a fim de testar suas teorias (cf. Feyerabend, 1970, p.243). Exercício que se torna debilitado se aderimos ao *dictum* da física contemporânea, pois ela “reduz a versatilidade de nossa física, tornando-a muito mais dependente da experiência” (Feyerabend 1970, p.254). Ou ainda, para o filósofo austríaco:

A versatilidade da mecânica clássica está intimamente ligada a uma segunda característica que também considero mais valiosa: ela nos permite adotar uma atitude mais crítica em relação à experiência e o faz automaticamente, sem nenhum esforço de nossa parte, pela pura riqueza de mundos imaginários ele fornece<sup>27</sup> (Feyerabend 1970, p.254).

A versatilidade e o pluralismo da física clássica a tornam, para Feyerabend, um ponto alto em nossa empreitada de tentar compreender o mundo e, portanto, não deve ser abandonada (cf. Feyerabend 1970, p.260). Mesmo respeitando a física clássica, ele aprofunda seu questionamento: (a) ela pode ser suplantada? (b) ela foi suplantada pela relatividade, ou pela teoria quântica? Reformulando estas duas questões, Feyerabend pergunta se a física clássica seria um caso mais superficial da teoria da relatividade e/ou da teoria quântica (Feyerabend 1970). Para o físico e filósofo austríaco, assim como Einstein teve como base as ideias clássicas para construir sua teoria, utilizando-a inclusive em testes da relatividade, da mesma maneira a teoria quântica depende (e de forma mais drástica que a relatividade) da física clássica (Feyerabend 1970). Para Feyerabend, mesmo após anos de formulação, a mecânica quântica não consegue se sustentar por si própria pois além de se restringir aos conceitos clássicos (reinterpretados), a visão de mundo possível de se obter dela seria uma espécie de intermezzo entre a física clássica e uma futura microcosmologia<sup>28</sup> (Feyerabend 1970, p.262). Para Feyerabend, a teoria quântica além de incompleta e insuficiente (mesmo com os avanços obtidos, que ele reconhece), é dependente da física clássica. Em outras palavras, a física clássica abarca um conjunto maior de elementos, entre os quais, visões de mundo, do que a mecânica quântica.

## 5. Considerações finais

Apesar da afirmação que encerra a seção anterior ser um tanto contundente, e controversa, percebe-se que Feyerabend adere a esta ideia. Mesmo com todas as conquistas, os “sucessos” obtidos pela mecânica quântica e seu impacto na produção intelectual do século XX, ela ainda é inferior à física clássica. Assim como Schrödinger antes dele, Feyerabend também foi defensor de que a tarefa da ciência não deve se restringir à sua aplicabilidade e à sua capacidade preditiva, mas ela deve dialogar com a vida das pessoas, estar conectada à sociedade, bem como fornecer visões de mundo: a ciência é visão de mundo. As pretensas defesas de neutralidade ou imparcialidade da comunidade científica, sua profunda especialização e sua recusa em reconhecer a relação entre conhecimento científico e visão de mundo, conduzem a produção científica ao isolamento, algo indesejável para qualquer área do conhecimento. Desta forma, quando comparamos a mecânica quântica e a física clássica, tal qual como realizado por Feyerabend, observamos características completamente distintas, tanto no que diz respeito ao seu modo de produção, quanto às atitudes da comunidade científica. Enquanto a mecânica quântica se torna uma área cada vez mais especializada, onde afirmações relativas à impossibilidade de se construir interpretações sobre o mundo, tornam-se dominantes;<sup>29</sup> a física clássica, considerada superada e ultrapassada por muitos (Feyerabend 1970), quando analisada nos detalhes, mostra-se muito mais rica. Ao contrário da mecânica quântica, a física clássica é um ambiente plural, aberto a críticas, a interpretações alternativas e que fornece visões de mundo, as quais, são, inclusive, partes essenciais da física clássica. Também é possível perceber que a postura antidogmática adotada por Feyerabend ao longo de toda sua vida, tem como uma de suas possíveis raízes seus estudos sobre a mecânica quântica.

De acordo com Feyerabend, tanto na filosofia natural pré-socrática, quanto no pensamento de Newton, Galileo, Kepler e, mais recentemente, de Einstein e Schrödinger (que Feyerabend considerava serem os únicos que combateram a tendência especializada da física do século XX) (Collodel & Oberheim 2020) as visões de mundo e a especulação filosófica são imprescindíveis. Estes personagens não se preocupavam, ao menos inicialmente, com que suas teorias estivessem de acordo com o *dictum* da experiência. Eles construíram teorias ousadas, que forneciam interpretações sobre a natureza (não apenas equações diferenciais para a previsão de fenômenos) e se preocupavam que estas dialogassem com a sociedade, com a vida das pessoas. Todas essas características, prossegue Feyerabend, de uma ciência ousada, cativante, criativa, são percebidas justamente naquela física considerada pela comunidade atual como ultrapassada e inferior: a física clássica. Não se pode também esquecer que, já nessa altura, Feyerabend se apresentava publicamente como um autor dado a polêmicas e adepto de uma atitude antidogmática.

O ano de 1970 pode ser entendido como o momento em que Feyerabend conso-

lida aquelas posições que o tornaram conhecido como o *enfant terrible* da filosofia da ciência até a sua morte. A partir de então, ele se apresentou mais do que como um crítico da ciência, mas, antes, como um crítico acérrimo dos modismos desprovidos de comprometimento com a elaboração de visões de mundo.

## References

- Abrahão, L. H. L. 2015. *O Pluralismo Global de Paul Feyerabend*. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Abrahão, L. H. L. 2019. *Feyerabendiana (1951): tradução e comentários*. Tradução em revista.
- Balsas, Á. & Videira, A. L. L. 2013. Truth by fiat: the Copenhagen Interpretation of Quantum Mechanics. *Revista Brasileira de História da Ciência* 6(2): 248–266.
- Bellac, M. L. 2016. *Quantum Physics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Beller, M. 1999. *Quantum dialogue: the making of a revolution*. Chicago & Londres: University of Chicago Press.
- Bohm, D. 1952a. A Suggested Interpretation of the Quantum Theory in Terms of “Hidden Variables”. I. *Physical Review* 85(2): 166–179.
- Bohm, D. 1952b. A Suggested Interpretation of the Quantum Theory in Terms of “Hidden Variables”. II. *Physical Review* 85(2): 180–193.
- Bohm, D. 2015. *Causalidade e acaso na física moderna*. Rio de Janeiro: Contraponto.
- Bohr, N. 1961. *Atomic Theory and The Description of Nature*. 2a edição. Guildford: Billing & Sons.
- Bohr, N. 1931. *Atomtheorie und Naturbeschreibung*. Berlim: Springer.
- Bohr, N. 1935. Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality be Considered Complete? *Physical Review* 48: 696–702.
- Bohr, N. 2008. *Física Atômica e Conhecimento Humano*. 3ª reimpressão. Rio de Janeiro: Contraponto.
- Bohr, N. 1928. The Quantum Postulate and the Recent Development of Atomic Theory. *Nature* 121: 580–590.
- Boltzmann, L. 2005. *Escritos Populares*. São Leopoldo: Editora Unisinos.
- Bub, J. 1968. The Daneri-Loinger-Prosperi quantum theory of measurement. *Il Nuovo Cimento B (1965-1970)* 57: 503–520.
- Camilleri, K. 2009. Constructing the Myth of the Copenhagen Interpretation. *Perspectives on Science* 17: 26–57.
- Cassirer, E. 1956. *Determinism and indeterminism in Modern Physics*. New Haven: Yale University Press.
- Chevalley, C. 1994. Niels Bohr’s Words and the Atlantis of Kantianism. In: J. Faye & H. J. Folse (ed.), *Niels Bohr and Contemporary Philosophy*, p.33–55. Boston Studies in the Philosophy of Science. Dordrecht: Springer.
- Chevalley, C. 1996. Physics as an Art: The German Tradition and the Symbolic Turn in Philosophy, History of Art and Natural Science in the 1920s. In: A. I. Tauber (ed.), *The Elusive Synthesis: Aesthetics and Science*, p.227–249. Boston Studies in the Philosophy of Science. Dordrecht: Springer.

- Chevalley, C. 1999. Why do We Find Bohr Obscure? In: D. Greenberger; W. L. Reiter; A. Zeilinger (eds.), *Epistemological and Experimental Perspectives on Quantum Physics*, p.59–73. Vienna Circle Institute Yearbook. Dordrecht: Springer.
- Collodel, M. & Oberheim, E. 2020. *Feyerabend's Formative Years. Volume 1: Feyerabend and Popper*. Viena: Springer.
- Cushing, J. T. 1996. The Causal Quantum Theory Program. In: J. T. Cushing; A. Fine; S. Goldstein (eds.), *Bohmian Mechanics and Quantum Theory: An Appraisal*, p.1–19. Boston Studies in the Philosophy of Science. Dordrecht: Springer.
- Del Santo, F. & Schwarzhans, E. 2021. “Philosophysics” at the University of Vienna: The (pre-)history of foundations of quantum physics in the Viennese cultural context. 2021. <https://arxiv.org/abs/2110.05217> Acesso: 09.11.2021.
- Feyerabend, P. [1948] 2015. The concept of intelligibility in modern physics. Transl. D. Kuby & E. Oberheim. *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 57: 64–66.
- Feyerabend, P. [1948] 2016. Der Begriff der Verständlichkeit in der modernen Physik. *Studies in History and Philosophy of Science* 57: 67–69.
- Feyerabend, P. [1954a] 2016. Physics and Ontology. In: S. Gattei & J. Agassi (eds.), *Physics and Philosophy. Philosophical Papers*, Volume 4, p.9–24. Nova York: Cambridge University Press.
- Feyerabend, P. [1954b] 2016. Determinism and Quantum Mechanics. In: S. Gattei & J. Agassi (eds.), *Physics and Philosophy. Philosophical Papers*, Volume 4, p.25–45. Nova York: Cambridge University Press.
- Feyerabend, P. 1957. On the Quantum-theory of Measurement. In: S. Körner (ed.), *Observation and interpretation*. Proceedings of the Ninth Symposium of the Colston Research Society held in the University of Bristol, April 1st-4th, 1957 (Colston papers), p.121–130. Bristol: Academic Press.
- Feyerabend, P. [1958a] 2016. Complementarity. In: S. Gattei & J. Agassi (eds.), *Physics and Philosophy. Philosophical Papers*, Volume 4, p.49–73. Nova York: Cambridge University Press.
- Feyerabend, P. [1958b] 1981. An Attempt at a Realistic Interpretation of Experience. In: J. Preston (ed.), *Paul K. Feyerabend: Realism, rationalism, and scientific method*. Philosophical Papers, Volume 1, p.17–36. Cambridge: Cambridge University Press.
- Feyerabend, P. [1958c] 2016. Natural Philosophy. In: S. Gattei & J. Agassi (eds.), *Physics and Philosophy. Philosophical Papers*, Volume 4, p.323–345. Nova York: Cambridge University Press.
- Feyerabend, P. 1960a. Professor Bohm's Philosophy of Nature. *The British Journal for the Philosophy of Science* 10(40): 321–338.
- Feyerabend, P. [1960b] 1999. The Problem of the Existence of Theoretical Entities. In: J. Preston (ed.), *Paul K. Feyerabend: Knowledge, Science and Relativism*. Philosophical Papers, Volume 3, p.50–77. Cambridge: Cambridge University Press.
- Feyerabend, P. [1960c] 1981. On the Interpretation of Scientific Theories. In: J. Preston (ed.), *Paul K. Feyerabend: Realism, rationalism, and scientific method*. Philosophical Papers, Volume 1, p.37–43. Cambridge: Cambridge University Press.
- Feyerabend, P. [1961] 1990. Knowledge Without Foundations. In: J. Preston (ed.), *Paul K. Feyerabend: Knowledge, Science and Relativism*. Philosophical Papers, Volume 3, p.50–77. Cambridge: Cambridge University Press.

- Feyerabend, P. [1962] 2016. Problems of Microphysics. In: S. Gattei & J. Agassi (ed.), *Physics and Philosophy*. Philosophical Papers, Volume 4, p.99–187. Nova York: Cambridge University Press.
- Feyerabend, P. [1963] 1999. How to Be a Good Empiricist: A Plea for Tolerance in Matters Epistemological. In: J. Preston (ed.), *Paul K. Feyerabend: Knowledge, Science and Relativism*. Philosophical Papers, Volume 3, p.78–103. Cambridge: Cambridge University Press.
- Feyerabend, P. [1964] 2016. Philosophical Problems of Quantum Theory. In: S. Gattei & J. Agassi (eds.), *Physics and Philosophy*. Philosophical Papers, Volume 4, p.346–365. Nova York: Cambridge University Press.
- Feyerabend, P. 1965a. Eigenart und Wandlungen physikalischer Erkenntnis. *Physikalische Blätter* 21(5): 197–203. <https://doi.org/10.1002/phbl.19650210501>
- Feyerabend, P. 1965b. Problems of Empiricism. In: R. G. Colodny (ed.), *Beyond the Edge of Certainty*, p.144–260. Nova Jersey: Prentice-Hall.
- Feyerabend, P. 1968. On a Recent Critique of Complementarity: Part I. *Philosophy of Science Association* 35(4): 309–331.
- Feyerabend, P. 1969. On a Recent Critique of Complementarity: Part II. *Philosophy of Science Association* 36(1): 82–105.
- Feyerabend, P. [1970] 2016. In Defence of Classical Physics. In: S. Gattei & J. Agassi (eds.), *Physics and Philosophy*. Philosophical Papers, Volume 4, p.239–267. Nova York: Cambridge University Press.
- Feyerabend, P. 1996. *Matando o Tempo: uma autobiografia*. São Paulo: Editora UNESP
- Fine, A. 1996. On the Interpretation of Bohmian Mechanics. In: J. T. Cushing; A. Fine; S. Goldstein (eds.), *Bohmian Mechanics and Quantum Theory: An Appraisal*, p.231–250. Boston Studies in the Philosophy of Science. Dordrecht: Springer.
- Freire Jr., O. 2015. *The Quantum Dissidents: Rebuilding the Foundations of Quantum Mechanics (1950-1990)*. Heidelberg: Springer.
- Fuchs, C. A. & Peres, A. 2000. Quantum Theory Needs No “Interpretation”. *Physics Today* 53(3): 70–71.
- Heisenberg, W. 1981. The Physical Content of Quantum Kinematics and Mechanics. In: J. A. Wheeler & W. H. Zurek (eds.), *Quantum Theory and Measurement*, p.62–84. Princeton: Princeton University Press.
- Howard, D. 1994. What makes a classical concept classical? Toward a reconstruction of Niels Bohr’s philosophy of physics. In: J. Faye & H. J. Folse (eds.), *Niels Bohr and Contemporary Philosophy*, p.201–229. Boston Studies in the Philosophy of Science. Dordrecht: Springer.
- Howard, D. 2013. Quantum Mechanics in Context: Pascual Jordan’s 1936 *Anschauliche Quantentheorie*. In: M. Badino & J. Navarro (eds.), *Research and Pedagogy: a history of quantum physics through its textbooks*, p.265–283. Berlin: Edition Open Access.
- Jordan, P. 1936. *Anschauliche Quantentheorie*. Berlin: Springer.
- Kojevnikov, A. 2020. *The Copenhagen Network The Birth of Quantum Mechanics from a Post-doctoral Perspective*. Cham: Springer.
- Kuby, D. 2016. Feyerabend’s ‘The concept of intelligibility in modern physics’ (1948). *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 57: 57–63.
- Mehra, J. & Rechenberg, H. 1987. *The historical development of quantum theory*. Volume 5: Erwin Schrödinger and the rise of wave mechanics. Part 1: Schrödinger in Vienna and

- Zürich 1887-1925. New York/Berlin/Heidelberg: Springer.
- Preston, J. 2020. Paul Feyerabend. In: E. N Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. <https://plato.stanford.edu/archives/fall2020/entries/feyerabend>. Acesso: 08.11.2021.
- Schrödinger, E. 1948. Die Besonderheit des Weltbilds der Naturwissenschaft. *Acta Physica Austriaca* 3(1): 201–245.
- Schrödinger, E. 1952a. Are There Quantum Jumps? Part I. *The British Journal for the Philosophy of Science* 3(10): 109–123.
- Schrödinger, E. 1952b. Are There Quantum Jumps? Part II. *The British Journal for the Philosophy of Science* 3(11): 233–242.
- Schrödinger, E. 1959. *What is life? And other scientific essays*. Nova York: Doubleday.
- Strien, M. v. 2019. Pluralism and anarchism in quantum physics: Paul Feyerabend's writings on quantum physics in relation to his general philosophy of Science. *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 80: 72–81.
- Strien, M. v. 2020. Bohm's theory of quantum mechanics and the notion of classicality. *Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 71: 72–81.
- Thirring, H. 1933. Die Wandlung des Begriffssystemes der Physik. In: K. Menger; H. Thirring; G. Nöbeling; H. Mark (eds.), *Krise und Neuaufbau in den exakten Wissenschaften*, p.15–40. Fünf Wiener Vorträge. Leipzig und Wien: Franz Deuticke.

## Notas

<sup>1</sup>Em Viena, Feyerabend foi aluno de nomes como Hans Thirring, ex-aluno do antigo catedrático de física Friedrich Hasenöhl, que havia sido aluno de Ludwig Boltzmann. Thirring foi contemporâneo de Erwin Schrödinger, professor de físicos como Guido Beck, Victor Weisskopf e Karl Herzfeld (Mehra & Rechenberg 1987) e um importante nome, ao lado de Felix Ehrenhaft, na reconstrução da física austríaca, após o término da Segunda Guerra Mundial (Del Santo & Schwarzshans 2021).

<sup>2</sup>Este artigo foi traduzido do alemão para o inglês em 2015 por Daniel Kuby e Eric Oberheim (cf. Feyerabend [1948] 2015), ambos especialistas em Feyerabend. Na tradução, eles optam por traduzir *Verständlichkeit* e seus cognatos por inteligibilidade. No presente artigo, optamos por traduzir este termo como compreensibilidade pelos seguintes motivos: o ensaio do Feyerabend é motivado pelo artigo do Schrödinger, publicado originalmente em alemão em 1948, mas que possui uma tradução para o inglês, feita pelo próprio físico, publicado em 1956 no livro *What is life? and other scientific essays*. Neste livro, cujo artigo é um dos capítulos, sob o nome *On the Peculiarity of the Scientific World-View*, Schrödinger traduz *Verständlichkeit* como compreensibilidade, que possui um sentido de uma construção mental, a partir de categorias abstratas (por exemplo, os inobserváveis). Já inteligibilidade (o qual o termo em alemão usualmente utilizado nas discussões sobre filosofia da física é *Anschaulichkeit*), possui um sentido mais complexo, envolvendo tanto essas categorias abstratas, quanto a possibilidade de visualização e/ou descrição no espaço tempo. Logo, as traduções utilizadas serão *Verständlichkeit* como compreensibilidade e *Anschaulichkeit* como inteligibilidade.

<sup>3</sup>O Círculo de Kraft era um grupo de filosofia da Universidade de Viena, centrado na figura de Viktor Kraft, um importante filósofo austríaco, membro do Círculo de Viena. Suas reuniões



tiveram início em 1949 e, com interrupções, se prolongaram até 1953 (Abrahão 2019). A estrutura do Círculo de Kraft era organizada em: (1) *membros regulares*: Bela Juhos, Walter Hollitscher e Ernst Topitsch; (2) *estudantes*: Johnny Sagan (matemática), Heinrich Eichhorn (astronomia), Goldberger de Buda (engenharia), Peter Schiske (física) e Erich Jantsch (astronomia); e (3) *convidados*: Elisabeth Anscombe, Emil J. Walter, Georg Henrik von Wright, Edgar Tranekjaer-Rasmussen e Ludwig Wittgenstein (Abrahão 2019, p.24).

<sup>4</sup>O seminário ocorreu, mas Schrödinger não pôde participar, sendo substituído por Arthur March, cuja palestra foi sobre “O conceito de lei na física” (Kuby 2016).

<sup>5</sup>Os autores gostariam de agradecer os comentários e as sugestões feitas pelo Prof. Dr. Luiz Abrahão, importantes para o esclarecimento de alguns pontos deste trabalho.

<sup>6</sup>*Bild* e *Picture* são termos usualmente traduzidos como quadro ou imagem. No entanto, optamos por representação, pois, Schrödinger ao utilizar esse conceito não diz respeito apenas à construção de uma teoria visualizável (noção conectada aos termos imagem e quadro), mas à elaboração de uma interpretação, que pode conter elementos inobserváveis e/ou observáveis, que relacione os diferentes fenômenos, de maneira que seja possível compreendê-los como um todo, a partir de uma teoria mais geral.

<sup>7</sup>Até os anos 1950 não havia menção de uma “Interpretação de Copenhague”. O primeiro registro é creditado ao físico soviético Dmitrii Ivanovich Blokhintsev, que em 1953 publicou um artigo com o título “*Kritik der philosophischen Anschauungen der sogenannten Kopenhagener Schule in der Physik*” (Crítica às visões filosóficas em física da chamada Escola de Copenhague) (Chevalley 1999). Dois anos depois, em 1955, o termo “Interpretação de Copenhague” já é encontrado em escritos de Heisenberg, onde uma conotação de unidade da teoria passa a ser empregada e defendida, à contragosto de Bohr (Camilleri 2009).

<sup>8</sup>Até a data de escrita do presente artigo, não há versão digitalizada da tese, apenas a impressa, alocada na biblioteca da Universidade de Viena. No entanto, anos depois Feyerabend reproduz, de maneira sintética, os principais pontos de sua tese em seu artigo *An attempt at a realistic interpretation of experience*.

<sup>9</sup>Apesar de, no alemão, representação (*Vorstellung*) e imagem (*Bild*) serem palavras diferentes, no inglês a palavra *picture* é comumente utilizada como tradução para ambas. Como será visto ao longo do artigo, no caso de Feyerabend, o significado destes termos são próximos, uma vez que uma teoria física é mais de uma descrição, uma vez que possuem elementos interpretativos.

<sup>10</sup>Neste trecho Feyerabend faz uma aproximação entre verdade e certeza. Para ele, neste léxico filosófico, influenciado por Platão e Aristóteles, somente constatação que são corretas são capazes de dizer algo sobre o mundo (cf. Feyerabend 1954a, p.9–10). Ou seja, apesar de possuírem significados diferentes, em sua interpretação certeza e verdade são ideias conectadas, sendo a primeira uma espécie de pré-condição para a segunda.

<sup>11</sup>Sendo um dos princípios da mecânica quântica, por repetibilidade entende-se que ao ser feita a medição de um sistema que se encontra, por exemplo, no estado  $|\Psi\rangle$ , ocorre a chamada redução do vetor de estado para um valor . Este colapso para torna a medida repetível, ou seja, em toda medição subsequente será encontrado o mesmo estado com uma probabilidade de 100% de precisão (Bellac 2006).

<sup>12</sup>David Bohm foi um físico estadunidense, que chegou a trabalhar com Feyerabend na Universidade de Bristol, entre 1957 e 1958, período em que ambos tiveram relativa influência no pensamento um do outro (Freire 2015; Strien 2019; 2020; Preston 2020). Em 1952,

Bohm publica os artigos *A Suggested Interpretation of the Quantum Theory in Terms of "Hidden" Variables*. I e II, com sua interpretação causal para a mecânica quântica. Ao citar Bohm, Feyerabend faz referência a estes artigos.

<sup>13</sup>Apesar de ser um artigo não muito discutido tanto na filosofia da ciência, quanto na física, o físico sul-africano Jeffrey Bub, em um artigo publicado em 1968 cita Feyerabend (1957), como um dos nomes que propuseram uma discussão interessante sobre esse problema que aflige a física até a atualidade: a medição (Bub 1968). Vale destacar que este artigo foi originalmente publicado em alemão, com o título *Zur Quantentheorie der Messung*, também em 1957.

<sup>14</sup>Em dois artigos publicados em 1952, *Are There Quantum Jumps? Part I* e *Are There Quantum Jumps? Part II*, Schrödinger, dentre outras questões, indica que a física não deve se restringir a ser um aparato matemático, mas deve fornecer hipóteses sobre o mundo. Para o físico austríaco, a transformação da física em um mera ferramenta preditiva a afasta da sociedade, a torna inteligível para aqueles não aptos nas doutrinas da matemática. Uma característica problemática, se tratando de uma área do conhecimento cujo objetivo é (ou era, até o início do século XX), fornecer explicações sobre o mundo. Neste sentido, Schrödinger propõe que deve-se retornar às questões de fundamento, mesmo seja preciso uma remodelação a nível conceitual, a fim de que a teoria quântica forneça uma representação do mundo físico e seja compreensível (Schrödinger 1952a; 1952b).

<sup>15</sup>De acordo com Arthur Fine, Álvaro Balsas e Luciano Videira, havia o que eles denominam por uma espécie de lei do silêncio (*Rule of Silence*), imposta principalmente por Bohr, que ditava que perguntas sobre fundamento — como, por exemplo, a descontinuidade na transição entre os níveis de energia — não deveriam ser formuladas, cabendo apenas a aceitação e aplicação dos postulados quânticos (cf. Fine 1996, p.233; cf. Balsas & Videira 2013, p.249). De maneira similar, Kojevnikov (2020) ressalta que o controle sobre a produção acadêmica em Copenhague era tão rígido, que eram indicados aos pesquisadores assistentes quais linhas de pesquisas eles iriam trabalhar. Os artigos científicos a serem publicados deveriam ser pré-aprovados pelos respectivos professores com os quais trabalhavam no momento (cf. Kojevnikov 2020, p.70). Inclusive, destaca Kojevnikov (2020), não era qualquer que estava habilitado (no sentido de ser permitido) a fazer pesquisas sobre fundamento, cabendo esta função apenas a Bohr e físicos mais próximos, como Born, Sommerfeld e, posteriormente, Heisenberg e Pauli.

<sup>16</sup>O quantum da ação, conhecido por constante de Planck (representado por  $h$  e considerado atualmente uma das constantes fundamentais da física), é o conceito utilizado para definir a energia necessária no processo de emissão ou absorção de partículas, energia esta que seria distribuída no que convencionou-se chamar de pacotes de onda, ou quanta. Ou seja, esta energia possui um caráter discreto, indeterminista (cf. Bohm 2015, p.158–159). Sobre esta ligação entre uma constante fundamental da física e a indeterminação, Bohm argumenta que ela representa uma grande mudança, a nível ontológico, para a física. Pois, com a utilização de  $h$  no princípio de incerteza, postula-se também que a indeterminação é uma característica do microcosmo e, portanto, universal (Bohm 2015). De maneira similar, o filósofo alemão Ernst Cassirer afirma que: “O quantum elementar de ação constitui, por assim dizer, a estrutura estável no qual se encaixam todas as afirmações da teoria quântica; a segurança e firmeza dessa estrutura por si só deveria ser suficiente para proteger o indeterminismo da teoria contra aquelas interpretações especulativas às quais ela foi exposta

na transição da física para conclusões gerais relativas à visão de mundo [*Weltanschauung*] humana.” (Cassirer 1956, p.121–122, tradução nossa)

<sup>17</sup>Autores como Mara Beller e Don Howard, por exemplo, estão dentre aqueles que aproximam Bohr com o neokantismo e, até mesmo, com o antirrealismo. Para Beller (1999) e Howard (1994), a defesa de Bohr do modo clássico de descrição ecoa ideias kantianas, como a impossibilidade de construção do conhecimento, sem que este esteja ligado a experiência sensível que, no caso da física, estaria representado nos conceitos clássicos.

<sup>18</sup>Um dos que aderiram ao positivismo foi Jordan (exemplo usado por Feyerabend), que em seu livro *Anschauliche Quantentheorie*, publicado em 1936, ao defender o que ele denomina por método positivista, argumenta que a elaboração de novas teorias científicas não é uma forma de chegar na essência dos fenômenos naturais, mas aquilo que consideramos útil para registrar e ordenar a experiência sensível, tal qual ocorre, Jordan ilustra, com latitude e longitude geográficas (cf. Jordan 1936, p.277; Howard 2013)

<sup>19</sup>Para Catherine Chevalley (1994; 1996; 1999), Bohr aproxima *Anschauung*, símbolo (*Symbol*) e linguagem na descrição dos fenômenos físicos. Nas descrições de Bohr, indica a filósofa, o formalismo quântico aparece como um “esquema simbólico” (cf. Bohr 1935, p.701), enquanto a física clássica costuma vir acompanhada de termos como “representação” e “conceitos”. Para Chevalley: [...] “parece haver um claro contraste no léxico maduro de Bohr entre dois conjuntos de ideias correlatas: por um lado, ‘símbolos’ implicam não-Anschaulichkeit e um novo tipo de objetividade na teoria da relatividade e na física quântica; por outro lado, ‘conceitos’ ou ‘imagens’ implicam Anschaulichkeit e a objetividade da física clássica” (Chevalley 1994, p.38, tradução nossa).

<sup>20</sup>Feyerabend não nos explicita o motivo de usar estas áreas como exemplo. No entanto, uma possível interpretação é que, com a leitura dos trabalhos de Bohr, ele pode ter percebido, já nesta época, que a complementaridade fosse um conceito possível de ser utilizado em outras áreas, como o próprio Bohr afirma (cf. Bohr 2008, p.28).

<sup>21</sup>Em carta a Popper datada de 17 de agosto de 1961, Feyerabend relata que foi convidado para fazer parte do projeto *Sources for History of Quantum Physics* (SHQP), liderado por Thomas Kuhn, mas que também contava com importantes nomes como John L. Heilbron, Paul Forman e Lini Allen. O projeto contou com manuscritos e entrevistas, a fim de reconstruir a história do desenvolvimento da física quântica. Dentre os entrevistados, estavam nomes como Bohr, Heisenberg, Dirac, Landé, Jordan, Pauli, Oppenheimer, Schrödinger, Yukawa, dentre outros. Nesta mesma carta, Feyerabend narra que o convite teve de ser retirado, pois “mentioning my name leads to violent reaction in Copenhagen” (Collodel & Oberheim 2020, p.367). Além da insatisfação dentre nomes associados à Copenhague, neste mesmo período Landé rompe suas relações com Feyerabend, devido seu posicionamento amigável com relação a Bohr (cf. Collodel & Oberheim 2020, p.367). Ou seja, nesta altura Feyerabend não era bem quisto nem pelos membros de Copenhague, nem por seus críticos, o que, em certo sentido, traduz sua insatisfação tanto com o positivismo, quanto pela filosofia da ciência tradicional.

<sup>22</sup>Esta reaproximação irá culminar em seu “*back to Bohr*”, nos artigos *On a Recent Critique of Complementarity: Part I* e *On a Recent Critique of Complementarity: Part II*, publicados em 1968 e 1969, respectivamente. Nestes artigos, Feyerabend discute a complementaridade, mas fazendo comparações com a análise popperiana deste conceito (que Feyerabend considera superficial, nas palavras do filósofo). É também nestes artigos que encontramos uma

defesa mais explícita de Bohr, ao menos com respeito a sua fase heterodoxa, que coincide com o período de construção de sua interpretação. Para Feyerabend, a atitude adotada pelo físico dinamarquês nesta fase deve ser um exemplo para a comunidade física. Ele acrescenta também que, se quisermos solucionar os entraves da teoria quântica, o primeiro passo a ser dado é retornarmos a Bohr (Feyerabend 1969a; 1969b). Um retorno não para propagarmos mais visões inadequadas de seu pensamento, nem para reforçar uma história mitológica da teoria, mas para compreendermos todo o processo e argumentos que foram utilizados para a construção da ideia de complementaridade (cf. Feyerabend 1969b, p.103–104).

<sup>23</sup>Argumentos similares foram proferidos alguns anos antes, em seu artigo *Natural Philosophy*, publicado em 1958. Neste trabalho, alerta que quanto mais a ciência se torna refém dos “dados puros” e não fornece interpretações/visões de mundo, mais espaço ela concede ao obscurantismo, que sempre busca oportunidades para introduzir seus princípios no mundo (cf. Feyerabend 1958c, p.339–340).

<sup>24</sup>Em 1964, Feyerabend publica outro artigo com este mesmo título, mas não tão extenso quanto o de 1962. Por questões da quantidade de assuntos abordados e o espaço disponível para discuti-los, não abordaremos o trabalho de 1964 no presente artigo.

<sup>25</sup>Este artigo é a reprodução de uma palestra conferida em 1963, na estação de rádio e televisão RIAS (*Rundfunk im amerikanischen Sektor*), uma das mais populares da época e transmitida na Alemanha Ocidental, após a queda do regime nazista.

<sup>26</sup>Para este artigo, há uma tradução — *Peculiaridade e mudança no conhecimento físico* —, em vias de publicação na revista *Em Construção : arquivos de epistemologia histórica e estudos de ciência*, vinculada a Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia (PPGFIL).

<sup>27</sup>Há uma nota logo após essa citação sobre o físico austríaco Ludwig Boltzmann. Feyerabend aproxima sua leitura da física clássica, ao pensamento do físico austríaco pois, para ele, a filosofia de Boltzmann é: “(1) pluralista (ele recomenda o uso de teorias rivais para o avanço do conhecimento e defende nesta base o direito de Mach e de outros de desenvolver seu próprio ponto de vista); (2) crítico (ele uma vez sugeriu um diário onde todos os experimentos errados deveriam ser registrados); (3) não-gradualista (a ciência avança por revoluções, não por acumulação); (4) anti-observacionista (“quase toda experiência é teoria”)” (Feyerabend 1970, p.254, tradução nossa). Na mesma nota, Feyerabend externa sua curiosidade em saber até que ponto Boltzmann influenciou Einstein e afirma que Schrödinger e Ehrenfest (físico e matemático austríaco) certamente foram. Para mais detalhes do pensamento de Boltzmann, cf. Boltzmann (2005).

<sup>28</sup>Por microcosmologia, Feyerabend faz uma alusão a cosmologia propiciada pela Teoria da Relatividade Geral, ou seja, a possibilidade de se elaborar uma representação inteligível para o mundo quântico.

<sup>29</sup>A critério de ilustração, os físicos Chris Fuchs e Asher Peres, em artigo intitulado *Quantum Theory Needs No “Interpretation”* afirmam que, como o próprio título intui, “Se a teoria quântica estivesse em crise, os experimentadores já nos teriam informado há muito tempo!” (Fuchs & Peres 2000, p.70, tradução nossa). Devido a teoria quântica ser um bom instrumento preditivo de novos fenômenos, isto já a torna suficiente. Ou seja, sua suposta consistência interna seria um indicativo dela ser uma interpretação que não precisa de interpretação, pois nada mais é preciso ser entendido a respeito da natureza da teoria, para que ela seja aplicada de maneira eficiente (Fuchs & Peres 2000).

## **Agradecimentos**

Rafael Velloso agradece a bolsa de doutorado concedida pela CAPES (nº de processo 88887.621975/2021-00) e AAP Videira agradece as bolsas de pesquisa concedidas pelo CNPq (nº 306.612/2018-6) e UERJ (Prociência). Agradecemos também ao professor Luiz Henrique de Lacerda Abrahão por seus comentários, revisões e diálogos sobre o artigo, os quais foram de grande contribuição para os assuntos aqui desenvolvidos.