
RESENHA

Claudemir Roque Tossato*

SCHLICK, Moritz. *Espaço e tempo na física contemporânea: uma introdução à teoria da relatividade e da gravitação*. São Paulo: Mundaréu, 2016.

O Círculo de Viena surgiu no início da década de 1920. Sua origem ocorreu a partir de encontros informais principalmente entre, principalmente, físicos, filósofos e matemáticos que desejavam discutir fundamentalmente questões científicas e interpretações filosóficas sobre as ciências. As reuniões, que antes eram descompromissadas, conduziram com o tempo à formação de um núcleo de concepções e teses sobre o conhecimento científico e posturas filosóficas acerca do mesmo. Em 1929, três de seus membros, Carnap, Neurath Hans, publicam um pequeno manifesto cujo título é sugestivo, *A concepção científica de mundo*. Neste pequeno livreto são destacadas as principais orientações e teses do movimento. Digno de nota é o objetivo do Cír-

culo: elaborar uma concepção de conhecimento na qual só é considerado como conhecimento legítimo aquele que for orientado aos moldes da física, de maneira que qualquer área de conhecimento, seja natural, seja social ou humana, deverá ser reduzida aos enunciados básicos da física. Este objetivo, extremamente ambicioso, alicerça-se na concepção científica de mundo defendida pelo Círculo de Viena.

A concepção científica de mundo tem alguns pontos básicos. Em primeiro lugar, os seus representantes não quiseram que o Círculo fosse visto como uma escola filosófica, mas, em vez de algo tão nobre, simplesmente objetivavam que suas proposições expressassem uma atitude perante o mundo; uma atitude voltada fundamentalmente para encontrar não as coisas

*Professor adjunto da Universidade Federal de São Paulo. E-mail: c.tossato@unifesp.br

profundas subjacentes aos fenômenos científicos, mas para tatear a superfície: aquilo que é possível para os indivíduos dotados de sensibilidade e racionalidade encontrar. Para tanto, é preciso se afastar de concepções que nada auxiliam na investigação científica e deve-se, sobretudo, restringir-se ao que se pode conhecer, como é dito no manifesto “Pureza e clareza são almejadas, de maneira que as distâncias e profundezas não acessíveis e insondáveis são rejeitadas. Em ciência, não há ‘profundezas’; há superfície por toda parte” (NEURATH, O., CARNAP, R. HAHN, 2016). Ou seja, não se procura na ciência as verdades últimas, mas há uma postura mais humilde, mais acessível ao ser humano: restringir-se ao que está na superfície, que são as experiências e seu trabalho teórico.

Desta maneira, o Círculo de Viena, também conhecido como positivismo lógico, entende que muitos dos problemas tradicionais da filosofia não são legítimos, pois “esclarecimentos dos problemas filosóficos tradicionais conduz-nos, por

um lado, a desmascará-los como pseudoproblemas² e, por outro, a transformá-los em problemas empíricos” (NEURATH, O., CARNAP, R. HAHN, 2016). Em suma, para o positivismo lógico a ciência restringe-se aos seus conteúdos empíricos.

Em milhas gerais, os adeptos do positivismo lógicos almejam, por um lado, apenas falar daquilo que nossas faculdades sensíveis informam: os dados dos sentidos, como os da visão, do tato etc.; e, por outro lado, elaborar teorias sobre os fenômenos científicos. É um casamento simples entre dados sensíveis e elaboração teórica desses dados. Em segundo lugar, os positivistas lógicos negam que seja visto como conhecimento legítimo qualquer tipo de especulação que não possa ser avaliada empiricamente, ou seja, abole-se do âmbito do conhecimento a metafísica, pois as proposições metafísicas são destituídas de significação empírica – pois elas não podem ser testadas.

Moritz Schlick (1882-1936) talvez tenha sido o principal representante do positivismo lógico. Seu

²Um dos principais representantes do positivismo lógico que trata as questões tradicionais da filosofia - entendendo-se por esses, principalmente, os problemas metafísicos - como pseudoproblemas é Rudolf Carnap em seu texto “A superação da metafísica através da análise lógica da linguagem”

trabalho filosófico teve como meta a crítica radial à metafísica e a defesa do critério de aplicação empírica para a determinação do que é um conhecimento legitimamente científico.

A obra de Schlick, *Espaço e tempo na física contemporânea – Uma introdução à teoria da relatividade e da gravitação*, (...) tem uma dupla intenção: ela quer inicialmente apresentar a teoria da relatividade de Einstein (seja na versão restrita, publicada por Einstein em 1905, seja na geral, de 1915) para o público culto, mas não propriamente conhecedor da difícil matemática que ela envolve; mas a tarefa não para apenas nisto, a intenção de Schlick é mais ambiciosa, pois ele quer tratar filosoficamente a teoria da relatividade de Einstein; e tal tratamento é a defesa das concepções básicas do positivismo lógico: conhecimento alicerçado na experiência e recusa de especulações metafísicas no conhecimento.

O ponto filosófico central da abordagem de Schlick sobre a relatividade centra-se na negação das noções de espaço, tempo e movimentos absolutos de Newton e na de conhecimento a priori de Kant.

Se a teoria da relatividade não necessita de especulações que extrapolam o que é fisicamente detectado, não há necessidade, pois, de tratar o conhecimento a partir de categorias apriorísticas. Isto fica registrado com as palavras de Schlick quando inicia sua apresentação da teoria da relatividade de Einstein, diz ele:

A generalidade que o conhecimento físico alcançou no que diz respeito a seus princípios últimos e a elevação verdadeiramente filosófica que conquistou em nossos dias fazem com que ele supere de longe, em audácia, todos os feitos anteriores do pensamento científico (SCHLICK, 2016: 9)

Dois pontos devem ser destacados pela citação acima: o primeiro, é sobre o papel altamente positivo do conhecimento físico que, por si só, já é algo relevante; mas é o segundo ponto o mais importante, “a elevação verdadeiramente filosófica”; estas palavras devem ser lidas em seu sentido literal; pode-se entender o conteúdo da frase como a estipulação de que o conhecimento físico ensinou a filosofia como esta deve agir. E é nesta linha que a apresentação da teoria

da relatividade vai seguir; em todo o livro, vê-se que a teoria de Einstein expressa, ou ensina, o caminho que a filosofia deve trilhar, um caminho que deve ser idêntico ao feito pela ciência física do início do século XX.

Alguns anos mais tarde, Schlick redige o texto “Positivismo e realismo”, no qual é tratada mais pormenorizadamente a questão da função da filosofia para o conhecimento. Nesse texto é dito que “Ora, pela análise filosófica não logramos decidir se uma coisa é real, mas somente descobrir o que se quer dizer ao afirmar que a coisa é real. Se é este o caso ou não, só podemos descobri-lo através dos métodos habituais da vida diária e da ciência, pela experiência” (SCHLICK, 1988: 43). É uma exigência forte: dizer o que se entende quando é afirmado que algo é “real” e, mais importante, justificá-lo empiricamente.

Schlick trata nos capítulos 1 e 2 da relatividade estrita de Einstein. Ele inicia com uma espécie de tratamento ao leitor contra a resistência que este tem para entender a relatividade, diz Schlick que “Os conceitos de espaço e tempo não são originalmente pro-

duto de complicadas operações do pensamento científico; pelo contrário, nós já temos que lidar incessantemente com eles na vida cotidiana” (SCHLICK, 2016: 13). Extraíndo a linguagem matemática subjacente aos fenômenos, qualquer um pode compreender o que é mais importante: os conceitos. Tempo e espaço pertencem à vida comum, diária, de todos nós. Não são entidades desligadas de nossas vivências; se não entendemos a relatividade einsteiniana, é porque estamos acostumados a pensar tempo e espaço como “coisas” separadas e tal prejuízo é dado pela ciência que se guia por especulações desprovidas de conteúdo empírico. Por exemplo, acerca do éter, escreve Schlick que:

Vê-se que, segundo o ponto de vista retratado, realmente há um movimento absoluto no sentido da física (a saber, em relação a um éter substancial). Uma vez, porém, que não há nenhuma maneira de observar esse éter, são criadas hipóteses especiais a fim de explicar por que ele sempre escapa à detecção (SCHLICK, 2016: 20-1)

A suposição do éter somente

tem sentido se admitirmos o movimento absoluto; mas a experiência nega a detecção do éter. Isto implica que não há movimento absoluto? Não há resposta conclusiva para esta pergunta, pois não sabemos se existe ou não o movimento absoluto (ou espaço e tempo absolutos), é somente uma especulação sem respaldo na experiência. Portanto, segundo o critério de aplicação com a experiência, não sabemos se é verdadeiro ou falso o movimento absoluto. Mas, e é isto o ponto mais importante, podemos saber que:

(...) eis o que a física moderna nos diz, desde Einstein: uma vez que, na experiência, o princípio de relatividade restrito e o princípio de invariância da velocidade da luz valem de fato, ambos devem ser concebidos como leis reais da natureza. Além disso, uma vez que o éter, seja enquanto substância, seja enquanto corpo de referência, insistentemente escapa a todas as nossas investigações, e todos os fenômenos naturais acontecem como se ele não estivesse presente, a palavra éter é aqui destituída de significado físico, e ele, por conseguinte, não existe de fato como algo “mate-

rial” no sentido tradicional do termo. Se não for possível conciliar o princípio de relatividade e a não existência do éter com nossas reflexões anteriores sobre a propagação da luz, essas reflexões devem ser revisadas. A grande descoberta de Einstein foi a de que tal revisão era possível, isto é, que aquelas reflexões estavam fundadas em pressupostos não testados acerca das medições do espaço e do tempo, e que precisamos apenas descartá-los para afastar a contradição entre o princípio de relatividade e o princípio de invariância da velocidade da luz (SCHLICK, 2016: 21)

Deve-se, portanto, partir das informações das experiências sensíveis para construir a teoria. O mais interessante é “que a teoria da relatividade elimina de forma suficientemente radical os conceitos tradicionais de espaço e tempo e abole da física o “éter” concebido como substância” (SHLICK, 2016: 29). Na física newtoniana, tem-se o espaço absoluto e o tempo absoluto, um independente do outro. Contudo, a experiência mostra que a velocidade da luz é constante, não sofrendo alteração devida ao meio.

Com isto, não há necessidade empírica de postular o éter; e o problema do movimento pode ser deslocado para a proposta da teoria da relatividade geral, mais abrangente que a teoria restrita.

Schlick dedica três capítulos (3-5) de sua obra à geometria utilizada pela teoria da relatividade geral de Einstein. O ponto central de sua abordagem é em relação à realidade geométrica do espaço e do tempo. Partindo da visão de que “aquilo que se pode medir é o que existe” (SCHLICK, 2016: 32), o físico newtoniano pode entender que o espaço pode ser medido independentemente do tempo e vice-versa. Parece-nos fácil entender que são separados, que cada um tem sua medida própria. E a geometria euclidiana é satisfatória para essa empresa. Contudo, diz Schlick:

Mas calma lá! Quem está bem informado sobre o assunto sabe que existe muita controvérsia sobre a natureza dos objetos geométricos. E mesmo que não houvesse, não faz muito tempo que aprendemos a rastrear, justamente em meio aos conceitos fundamentais da ciências, pressupostos ocultos não testados, e as-

sim deveremos pesquisar se também a concepção da geometria como doutrina das propriedades do espaço não é influenciada por certas representações ilegítimas, das quais ela deve ser depurada (SCHLICK, 2016: 32)

Novamente, Schlick está apontando a intromissão e utilização de conceitos não autorizados na elaboração do conhecimento físico. E, o mais importante, é que “os corpos na natureza não têm apenas uma forma geométrica, mas também, e sobretudo, propriedades físicas, como, por exemplo, massa” (SCHLICK, 2016: 34). Não é possível, portanto, separar a geometria da física. E essa inseparabilidade vai determinara aplicação de cada geometria às “necessidades”, não à realidade. Por que a geometria euclidiana – e a física newtoniana podem ser utilizadas e, de fato, é utilizada? Porque ela “sempre permanecerá apropriada ao menos para uma representação apropriada” (SCHLICK, 2016: 46). A constituição própria do espaço “não é nem euclidiana nem não euclidiana, assim como não é próprio de uma distância que ela seja medida em quilômetros, e não em milhas” (SCHLICK, 2016: 46). Para

aplicar uma geometria específica deve-se fixar pontos de vista. E, como regra geral, Schlick diz que “espaço e tempo só são separáveis das coisas e processos físicos em uma abstração (...) Ao realizar uma abstração, é preciso que sempre se pergunte se ela tem um significado científico, isso é, se os elementos que a abstração separa são, também, factualmente, independentes uns dos outros (SCHLICK, 2016: 47).

Os capítulos 6 a 9 formam um bloco destinado a apresentar a teoria da relatividade geral. A tônica da exposição de Schlick é insistir no ponto de que a teoria da relatividade de Einstein elimina considerações de que o espaço e o tempo são entidades que subsistam por si só. É significativa a seguinte passagem:

Da teoria da relatividade geral segue-se, portanto, que é de todo impossível atribuir qualquer propriedade ao espaço sem levar em conta as coisas nele. Agora, também na física a relativização do espaço se realizou de forma completa, por um caminho que as considerações mais gerais que temos acima nos fizeram reconhecer como o único natural. O

espaço e o tempo nunca são, por si mesmos, objetos de medição. Eles formam juntos um esquema quadridimensional, no qual ordenamos os objetos e processos físicos com o auxílio de nossas observações e medições. Escolhemos o esquema (e podemos fazê-lo, pois se trata de uma estrutura de abstração) de modo que o sistema da física resultante assumam a estrutura mais simples possível (SCHLICK, 2016: 62)

A passagem acima é muito importante; nela estão presentes muitos aspectos da concepção de Schlick sobre a ciência, principalmente do ponto de vista epistemológico. Em primeiro lugar, espaço e tempo não “existem” por si mesmos, mas fazem um conjunto, chamado de espaço-tempo, no qual não há três dimensões, mas quatro. Em segundo lugar, não medimos o espaço ou o tempo isoladamente, mas os dois em conjunto. Em terceiro lugar, é o esquema quadridimensional que permite as medições na teoria geral da relatividade. Em quarto – e acredito que do ponto de vista da teoria do conhecimento isto é o mais relevante – podemos escolher a estrutura abstrata mais simples pos-

sível; isto é, de acordo com o que é dado pela observação. E o que a observação apresenta? Diz Schlick que “o fundamento de toda observação exata está em manter em vista precisamente os mesmos pontos físicos em diferentes tempos e em diferentes lugares, e que toda medição se resume à constatação da coincidência, no mesmo lugar e no mesmo tempo, de dois desses pontos que fixamos (SCHLICK, 2016: 62). Assim:

A maneira como a lei fundamental é formulada deixa bem clara a diferença que existe entre as concepções newtoniana e einsteiniana dos efeitos gravitacionais. Segundo Newton, estes representam forças reais, por meio das quais um corpo é desviado de seu trajeto “natural”, o movimento inercial retilíneo e uniforme. Segundo Einstein, ao contrário, é o movimento de um corpo em um campo gravitacional que é “natural” e completamente subtraído à influência de forças (SCHLICK, 2016: 76).

Para Newton, o que é natural são as forças gravitacionais, para Einstein, o movimento de um corpo num campo gravitacional. Ora,

não há respaldo na experiência para o conceito de força, mas há para o de movimento num campo gravitacional.

Assim, na visão de Schlick, e também na do positivismo lógico em geral, “A estrutura do Todo que a teoria da relatividade geral nos desvela é de surpreendente coerência, de imponente grandeza, além de ser tanto física quanto filosoficamente satisfatória” (SCHLICK, 2016: p. 93). A teoria einsteiniana da relatividade geral não é somente uma excelente teoria; mais do que isto, ela tem ganhos filosóficos, isto é, ela cumpre os critérios epistemológicos dos positivismo lógico de não utilizar conceitos que não têm respaldo no mundo físico, no mundo observacional. Neste sentido, a cooperação entre física, matemática e filosofia torna-se a marca do avanço do conhecimento científico por eliminar conjecturas que nada contribuem para a compreensão do universo físico:

Uma cooperação genial do pensamento físico, matemático e filosófico tornou possível responder com métodos exatos às questões sobre o todo do universo, as quais pareciam estar fadadas a

ser sempre apenas objeto de vagas conjecturas. Nós novamente reconhecemos o poder emancipador da teoria da relatividade, que dota o espírito humano de uma liberdade e consciência de suas próprias forças que jamais qualquer outros feito científico foi capaz de oferecer-lhe (SCHLICK, 2016: p. 93).

O capítulo 10 encerra a obra com considerações filosóficas. O ponto central, agora, é a crítica aos conceitos *az priori* da filosofia de Kant. Para Schlick,

O espaço do físico [e o mesmo se aplica ao tempo físico], por outro lado, que contrapomos àqueles espaços subjetivos designando-os como objetivos, é apenas um e pensado de forma independente de nossas percepções sensíveis (é claro, porém, que não independentemente dos objetos físicos; ao contrário, só é adquirido realidade em conjunção com eles) (...). Os objetos físicos são não intuitivos, o espaço físico não é de forma alguma dado nas percepções, mas é uma construção conceitual (SCHLICK, 2016: p. 97).

O espaço-tempo einsteiniano é

uma construção conceitual. A realidade deste conceito só é obtida em conjunto com as percepções, portanto, não é algo isolado. Aqui Schlick está criticando a doutrina kantiana da subjetividade do espaço e do tempo, na qual ambos são formas de nossa intuição. Para Schlick, “É obvio que apenas os espaços e tempos psicológicos nos são dados primitivamente, de modo que temos que nos perguntar como se chega, a partir deles, à construção daquela variedade espaço-tempo objetiva” (SCHLICK, 2016: 99). A variedade é dada por uma coordenação empírica bem determinada; por exemplo, nossas experiências táteis não são totalmente independentes de nossas experiência ópticas (Schlick dá o exemplo de tatear um cubo e ver um cubo, no qual existem coincidências nas percepções de tatear e olhar o formato do cubo), de modo que “o que entra em consideração aqui são experiências de coincidências” (SCHLICK, 2016: 100). Desta maneira, Schlick nega que espaço e tempo ou espaço-tempo sejam categorias *a priori*, pois não há modo de justificar essas noções como independentes da experiência:

Uma vez, porém, que não se teve sucesso em especificar de uma vez por todas esses axiomas independentes de toda experiência, devemos considerar essa tentativa como fracassada. O apriorismo tenta em vão reclamar para si a teoria da relatividade ou seus resultados; contrariamente, estes recebem imediatamente uma interpretação natural do ponto de vista da filosofia empirista (SCHLICK, 2016: 103).

É a filosofia empírica (o empirismo lógico) que tem primazia na descrição da relação entre o mundo e a construção científica. As categorias apriorísticas de nada servem epistemologicamente para descrever a relação entre mundo e teoria científica. E continua Schlick:

Toda teoria consiste de uma estrutura de conceitos e juízos, e é correta ou verdadeira quando o sistema de juízos designa de forma inequívoca o universo dos fatos. Com efeito, se existe tal coordenação inequívoca entre conceitos e realidade, pode-se, com o auxílio da estrutura de juízos da teoria, derivar o curso dos fenômenos naturais e assim, por exemplo, predizer eventos futu-

ros. Sabemos que a ocorrência de tais predições, ou seja, o acordo entre o que foi calculado e a observação, é a única pedra de toque da verdade de uma teoria (SCHLICK, 2016: 106).

Qualquer teoria que queira ser entendida como científica deve passar pelos testes, isto é, os testes mostram se há acordo entre os conceitos teóricos com a realidade física. Tem que haver acordo entre o que é calculado pelos conceitos teóricos com a realidade do mundo factual. Mas:

Ora, mas é possível descrever os mesmos fatos por meio de diferentes sistemas de juízos, de modo que pode haver diversas teorias às quais o critério de verdade se aplica da mesma maneira e que, todas elas, fazem jus às observações na mesma medida e conduzem às mesmas previsões. São simplesmente sistemas simbólicos diferentes que estão coordenados à mesma realidade objetiva (SCHLICK, 2016: 106).

Mas dentre os sistemas simbólicos que tratam diferentemente da realidade objetiva, existem os que são mais simples, isto é, que contêm menos arbitrariedades, menos

especulações apriorísticas sem respaldo com o empirismo. Para Schlick, sistemas mais simples e menos arbitrários representam uma economia prática que impede a intromissão de elementos não permitidos pela experiência.

Finalizando, como nosso conhecimento não tem acesso a qual teoria é de fato a verdadeira, temos que nos contentar com o que podemos conhecer. Neste sentido, o critério de simplicidade é um instrumento intelectual que permite eliminarmos conceitos que impedem uma imagem de universo condzente com nossas capacidades de conhecimento:

Nunca será possível demonstrar que só Copérnico tem razão e que Ptolomeu, por outro lado, estava equivocado; não há coerção lógica em virtude da qual devemos opor a teoria da relatividade à do absoluto como a única correta, ou dizer que as determinações métricas euclidianas são absolutamente falsas ou absolutamente corretas – mas a única coisa que

se pode sempre mostrar é que, entre essas alternativas, uma concepção é mais simples que a outra e conduz a uma imagem de universo mais coesa e satisfatória (SCHLICK, 2016: 106).

O conhecimento, para Schlick, expresso na obra aqui tratada, é fruto não especificamente da descoberta da teoria concludentemente verdadeira, mas da teoria que as nossas capacidades de conhecimento permitem obter.

É preciso destacar a grande contribuição que a Editora Mundaréu dá para o público, seja acadêmico ou não, interessado em filosofia da ciência com a tradução e publicação dessa importante obra de Schlick. Trata-se da primeira tradução para o português desse trabalho que foi publicado pela primeira vez no final da década de 1910. Acredito que será um texto muito útil tanto como material para aulas como discussões sobre epistemologia e filosofia da ciência.

Referências bibliográficas

CARNAP, R. *A superação da metafísica pela análise lógica da linguagem*. *Cognitio*, 10, 2, p. 293-309, 2009.

EINSTEIN, A. *O significado da relatividade*, Arménio Amado Editora, Coimbra, 1984.

GARDNER, M. *Relativity simply explained*, Dover, New York, 1977.

NEURATH, O. CARNAP, R. HAHN, H. *The scientific conception of the world; the Viena circle*. In: <http://againstpolitics.com/the-scientific-conception-of-the-world-the-vienna-circle/>.

Acesso 25/06/2017.

PATY, M. *Einstein*, Estação Liberdade, São Paulo, 2008.

REVISTA SCIENTIAE STUDIA. 3, 4, 2005.

SCHLICK, M. *Positivismo e realismo*. In *Os pensadores*, Nova Cultural, São Paulo, 1988.