

# Rudolf Carnap (1891-1970)

TEXTO ORIGINAL: Mauro Murzi

*The Standford Encyclopedia of Philosophy*

[<http://plato.standford.edu/entries/carnap/>]

TRADUÇÃO: Gustavo Rodrigues Rocha

REVISÃO TÉCNICA: Prof. Dr. Paulo Roberto Margutti Pinto

## VIDA:

Carnap escreveu uma autobiografia intelectual, publicada em *The Philosophy of Rudolf Carnap*, editada por Paul Arthur Schilpp, La Salle, Ill. : Open Court Pub. Co., 1963. Esta autobiografia é a fonte principal das notas biográficas a seguir.

Rudolf Carnap nasceu no dia 18 de Maio de 1891, em Ronsdorf, Alemanha. Em 1898, depois da morte de seu pai, sua família mudou-se para Barmen, onde Carnap estudou no *Gymnasium*. Entre os anos de 1910 e 1914, ele estudou filosofia, física e matemática na Universidade de Jena e de Freiburg. Entre os seus professores estava o filósofo neokantiano Bruno Bauch, com quem ele estudou filosofia kantiana. Em sua autobiografia intelectual, Carnap se lembra de que *A Crítica da Razão Pura* foi cuidadosamente discutida durante todo um ano. Carnap estava especialmente interessado na teoria kantiana do espaço. Em 1910, Carnap frequentou as aulas de lógica de Gottlob Frege (Frege era professor de matemática em Jena). Carnap assistiu um segundo curso de Frege em 1913 - havia somente três estudantes naquele curso - e ainda a um terceiro curso em 1914. Durante estes cursos, Frege explicou seu sistema de lógica e algumas de suas aplicações à matemática. No entanto, durante estes anos, Carnap estava principalmente interessado em física; em 1913, ele planejou escrever sua dissertação sobre um problema de física experimental, conhecido como emissão termiônica. A I Guerra Mundial frustrou o seu projeto. Carnap serviu na frente de batalha até 1917, quando ele se mudou para Berlim. Lá ele estudou a teoria da relatividade. Naquele tempo, Albert Einstein era professor na Universidade de Berlim.

Depois da guerra, Carnap esboçou uma dissertação sobre o sistema axiomático da teoria física do espaço e do tempo. Ele submeteu o rascunho ao físico Max Wien, diretor do Instituto de Física da Universidade de Jena, e a Bruno Bauch. Ambos acharam o trabalho interessante, mas Wien disse a Carnap que a dissertação era pertinente à filosofia, não à física, enquanto Bauch disse que era relevante para a física. Finalmente, em 1921, Carnap escreveu sua dissertação sob a direção de Bauch. O seu trabalho lidava com a teoria do espaço do ponto de vista filosófico. O trabalho, intitulado *Der Raum (O espaço)*, é evidentemente influenciado pela filosofia kantiana. *Der Raum* foi publicado em 1922 numa edição suplementar de *Kant-Studien*.

Os primeiros trabalhos de Carnap estavam preocupados com os fundamentos da física; ele escreveu ensaios sobre a causalidade e a teoria do espaço-tempo. Em 1923, ele conheceu Hans Reichenbach numa conferência de filosofia em Erlangen. Reichenbach o apresentou a Moritz Schlick, professor de teoria das ciências indutivas em Viena. Carnap visitou Schlick - e o Círculo de Viena - em 1925. No ano seguinte, ele mudou-se para

Viena e se tornou professor assistente na universidade de Viena. Ele participou dos encontros do Círculo de Viena, onde ele encontrou Hans Hahn, Otto Neurath, Kurt Gödel e, em 1926, Ludwig Wittgenstein; ele também encontrou Karl Popper. Ele se tornou um dos líderes do Círculo de Viena - e, é claro, do positivismo lógico - e, em 1929, ele escreveu, com Hahn e Neurath, o manifesto do Círculo. Em 1928, Carnap publicou *A estrutura Lógica do Mundo*, na qual ele desenvolveu uma versão formal do empirismo: segundo ele, todos os termos científicos são definíveis por meio de uma linguagem fenomênica. O grande mérito deste trabalho é o rigor com que Carnap desenvolveu sua teoria. No mesmo ano, ele publicou *Pseudoproblemas em Filosofia*, em que afirmou que muitos dos chamados problemas filosóficos são sem sentido. Em 1929, o Círculo de Viena e o Círculo de Berlim - o último foi fundado em 1928 por Reichenbach - organizou a Primeira Conferência de Epistemologia, que aconteceu em Praga. Em 1930, Carnap e Reichenbach fundaram o periódico *Erkenntnis*. No mesmo ano, Carnap conheceu Taski, que estava desenvolvendo sua teoria semântica da verdade. Carnap também estava interessado em lógica matemática e escreveu um manual de lógica, intitulado *Abriss der Logistik* (1929).

Em 1931, Carnap mudou-se para Praga, onde ele se tornou professor de filosofia natural da Universidade Alemã. Naqueles anos, seu trabalho mais importante para a lógica foi *A Sintaxe Lógica da Linguagem* (1934). Em 1933, Adolf Hitler tornou-se Chanceler da Alemanha; dois anos mais tarde, em 1935, Carnap mudou-se para os Estados Unidos, com a ajuda de Charles Morris e Willard Van Orman Quine, os quais ele havia conhecido em Praga em 1934. Ele se tornou um cidadão americano em 1941.

Durante os anos de 1936 a 1952, ele foi professor na Universidade de Chicago (durante 1940 e 1941 ele foi professor visitante na Universidade de Harvard); entre 1942 e 1954, ele foi professor no Instituto de Estudos Avançados de Princeton e, a partir de 1954, professor na Universidade da Califórnia, em Los Angeles.

Nos anos 40, estimulado pela teoria tarskiana dos modelos, Carnap se tornou interessado em semântica. Durante estes anos, ele escreveu vários livros sobre semântica: *Introdução à Semântica* (1942), *Formalização da Lógica* (1943), *Significado e Necessidade: Um Estudo em Semântica e Lógica Modal* (1947). Em *Significado e Necessidade*, Carnap usou semântica para explicar as modalidades. Depois disto, ele pensou a estrutura das teorias científicas: seus principais interesses foram (i) dar uma explicação da distinção entre juízos analíticos e sintéticos e (ii) dar uma formulação adequada do princípio de verificabilidade, ou seja, encontrar um critério de significado apropriado para a linguagem científica. Dois outros importantes trabalhos são “*Postulados de significado*” (1952) e “*Linguagem observacional e linguagem teórica*” (1958). O último afirma a visão definitiva de Carnap sobre a distinção analítico-sintético. “*O caráter metodológicos dos conceitos teóricos*” (1958) é uma tentativa de dar uma definição de um critério de significado para a linguagem científica. Carnap estava também interessado na lógica formal (*Introdução à Lógica Simbólica*, 1954) e na lógica indutiva (*Fundamentos Lógicos da Probabilidade*, 1950; *O Continuum do Método Indutivo*, 1952). *A Filosofia de Rudolf Carnap*, editado por Paul Arthur Schilpp, foi publicado em 1963; e *Fundamentos Filosófico da Física*, editado por Martin Gardner, foi publicado em 1966. Carnap estava trabalhando na teoria da lógica indutiva quando morreu em 14 de Setembro de 1970, em Santa Mônica, Califórnia.

## A ESTRUTURA DAS TEORIAS CIENTÍFICAS:

Uma teoria científica, na opinião de Carnap, é um sistema formal axiomático interpretado. Isto consiste de:

- uma linguagem formal, incluindo termos lógicos e não-lógicos;
- um conjunto de axiomas lógico-matemáticos e regras de inferência;
- um conjunto de axiomas não-lógicos, expressando a parte empírica da teoria;
- um conjunto de postulados de significado, declarando o significado dos termos não-lógicos; eles formalizam as verdades analíticas da teoria;
- um conjunto de regras de correspondência; estas dão uma interpretação empírica da teoria.

Notemos que o conjunto de postulados de significado e o conjunto de regras de correspondência devem ser incluídos no conjunto de axiomas não-lógicos, ou seja, não é necessário que postulados de significado e regras de correspondência sejam declarados explicitamente. De fato, postulados de significado e regras de correspondência não são normalmente distinguidos explicitamente dos axiomas não-lógicos; somente um conjunto de axiomas é formulado e um dos principais propósitos da filosofia da ciência é mostrar a diferença entre os vários tipos de juízos. Agora examinarei a visão de Carnap sobre os diferentes constituintes de uma teoria.

## A LINGUAGEM DAS TEORIAS CIENTÍFICAS:

A linguagem consiste de: (i) um conjunto de símbolos e (ii) regras efetivas que determinam se uma seqüência de símbolos é uma fórmula bem formada, isto é, correta com relação à sintaxe. Entre os símbolos da linguagem de uma teoria científica estão termos lógicos e não-lógicos. O conjunto dos termos lógicos contém tanto símbolos lógicos, como conectivos e quantificadores, quanto símbolos matemáticos, como números, derivadas e integrais. Termos não-lógicos são símbolos denotando entidades físicas ou propriedades ou relações, por exemplo, 'azul', 'frio', 'mais quente que', 'próton', 'campo eletromagnético'. Termos não lógicos são divididos em termos observacionais e termos teóricos. Fórmulas são divididas em (i) juízos lógicos, os quais não contêm termos não-lógicos; (ii) juízos observacionais, os quais contêm termos observacionais, mas não termos teóricos; (iii) juízos puramente teóricos, os quais contêm termos teóricos, mas não termos observacionais e (iv) regras de correspondência, as quais contêm tanto termos observacionais quanto teóricos.

Classificação dos juízos numa linguagem científica

<b>Tipos de juízos</b>	<b>Termos observacionais</b>	<b>Termos teóricos</b>
Juízos lógicos	Não	Não
Juízos observacionais	Sim	Não
Juízos puramente teóricos	Não	Sim
Regras de correspondência	Sim	Sim

A linguagem observacional contém somente juízos lógicos e observacionais, a linguagem teórica contém somente juízos teóricos e regras de correspondência.

A distinção entre termos teóricos e termos observacionais é um princípio fundamental do positivismo lógico, e a visão de Carnap sobre as teorias científicas depende desta distinção. Em seu livro *Fundamentos Filosóficos da Física* (1966), Carnap baseia sua distinção entre termos teóricos e termos observacionais na distinção entre dois tipos de leis científicas, a saber, leis empíricas e leis teóricas.

Uma lei empírica lida com objetos ou propriedades que podem ser observados ou medidos por meio de procedimentos simples. Leis empíricas podem receber uma confirmação direta por observações empíricas, ou seja, elas podem ser justificadas por observações de fatos, e podem ser pensadas como sendo uma generalização indutiva de tais observações. Este tipo de lei pode explicar e prever fatos, lida com fatos, e junta fatos a fatos. Idealmente, uma lei empírica que lida com quantidades físicas mensuráveis pode ser descoberta por meio da medição de tais quantidades em situações adequadas e então interpolando uma curva simples entre os valores medidos. Por exemplo, um físico poderia medir o volume  $V$ , a temperatura  $T$  e a pressão  $P$  de um gás em diversos experimentos, e poderia encontrar a lei  $PV = nRT$ , para uma constante  $R$  adequada.

Por outro lado, uma lei teórica concerne a objetos ou propriedades que não podemos observar ou medir, mas que podemos somente inferir a partir de observações diretas. Não há nenhuma maneira de justificar uma lei teórica através de observação direta e leis teóricas não são generalizações indutivas: elas são hipóteses que vão muito além da experiência. Enquanto uma lei empírica pode explicar e prever fatos, uma lei teórica pode explicar e prever leis empíricas. O método de justificar uma lei teórica é indireto: um cientista não pode testar a própria lei, mas ele testa as leis empíricas que estão entre suas conseqüências.

A distinção entre leis empíricas e teóricas acarreta a distinção entre propriedades observacionais e teóricas, e assim também a distinção entre termos observacionais e teóricos. Carnap admite que a distinção não é sempre clara e que a linha de demarcação entre os dois tipos de termos é freqüentemente arbitrária. A distinção entre termos teóricos e observacionais é, até certo ponto, parecida com a distinção entre macro-eventos, os quais são caracterizados por quantidades físicas que são constantes em uma grande porção de espaço e tempo, e micro-eventos, em que quantidades físicas mudam rapidamente no espaço ou no tempo. Todavia, em muitas situações, a distinção entre termos observacionais e teóricos é clara; por exemplo, as leis que lidam com a pressão, o volume e a temperatura de um gás são leis empíricas e os termos correspondentes são observacionais, enquanto as leis da mecânica quântica são teóricas.

### **ANALÍTICO E SINTÉTICO:**

Um dos princípios importantes do empirismo lógico é a desintegração do sintético a priori. Todos os juízos podem ser divididos em duas classes: juízos analíticos a priori e juízos sintéticos a posteriori. Assim, juízos sintéticos a priori não existem. Agora traçarei

brevemente a história dos esforços de Carnap para dar uma definição precisa da distinção entre juízos analíticos e sintéticos.

Em seu livro *A Sintaxe Lógica da Linguagem*, publicado em 1934, Carnap estuda uma linguagem formal que possa expressar a matemática clássica e as teorias científicas. Por exemplo, a física clássica pode ser formulada nesta linguagem. Quando Carnap publicou *A Sintaxe Lógica da Linguagem*, Gödel já tinha publicado (em 1931) seu trabalho sobre a incompletude da matemática; assim, Carnap estava ciente da diferença substancial entre os dois conceitos de *prova* e *conseqüência*: algumas proposições, apesar de serem uma conseqüência lógica dos axiomas da matemática, não são demonstráveis através destes axiomas. A versão em inglês do ensaio de Taski sobre semântica foi publicada em 1935 (o original em polonês foi publicado em 1933); assim Carnap não conhecia a teoria lógica da semântica de uma linguagem formal. Estas circunstâncias explicam o fato de que Carnap, na *A Sintaxe Lógica da Linguagem*, tenha dado uma formulação puramente sintática do conceito de conseqüência lógica (depois da publicação do ensaio de Taski, a noção de conseqüência lógica foi considerada um conceito semântico, e é definida por meio da teoria dos modelos). Entretanto, Carnap define uma nova regra de inferência, agora chamada de regra *ômega*, mas inicialmente chamada de regra de Carnap:

Das premissas  $A(1), A(2), \dots, A(n), A(n+1), \dots$  nós podemos inferir a conclusão  $(x) Ax$

Carnap define a noção de *conseqüência lógica*: um juízo  $A$  é uma conseqüência lógica de um conjunto  $S$  de juízos se e somente se há uma prova de  $A$  baseada no conjunto  $S$ ; é admissível usar a regra *ômega* na prova de  $A$ . A definição da noção de *demonstrável* é: um juízo é demonstrável por um conjunto  $S$  de juízos se e somente se há uma prova de  $A$  baseada no conjunto  $S$ , mas a regra *ômega* não é admissível na prova de  $A$ . Notemos que um sistema formal que admita o uso da regra *ômega* é completo, o que significa que o teorema de incompletude de Gödel não se aplica a tais sistemas formais.

Finalmente, Carnap define alguns tipos de juízos: (i) um juízo é verdadeiro-L se e somente se é uma conseqüência lógica do conjunto vazio de juízos; (ii) um juízo é falso-L se e somente se todos os juízos são uma conseqüência lógica dele; (iii) um juízo é analítico se e somente se for verdadeiro-L ou falso-L; (iv) um juízo é sintético se e somente se não é analítico. Carnap assim define juízos analíticos como juízos determinados logicamente: sua verdade depende das regras lógicas de inferência e é independente da experiência. Isto quer dizer que os juízos analíticos são a priori, ao contrário dos juízos sintéticos, que são a posteriori, pois não são logicamente determinados.

Em *Testability and Meaning* (1936), Carnap deu uma definição muito parecida. Um juízo é analítico se e somente se é logicamente verdadeiro, é autocontraditório se e somente se é logicamente falso; caso contrário o juízo é sintético. Notemos que Carnap, em *Testability and Meaning*, usou a noção de verdadeiro e falso; isto é, ele usou noções semânticas.

*Significado e Necessidade* foi publicado em 1947. Neste trabalho, Carnap deu uma definição parecida. Ele primeiro definiu a noção de verdadeiro-L (um juízo é verdadeiro-L se sua verdade depende das regras semânticas) e então definiu a noção de falso-L (um juízo

é falso-L se sua negação é verdadeiro-L). Um juízo é determinado-L se é verdadeiro-L ou falso-L, juízos analíticos são determinados-L, enquanto juízos sintéticos não são determinados-L. Esta definição é muito parecida com a definição que Carnap deu em *A Sintaxe Lógica da Linguagem*; no entanto, em *A Sintaxe Lógica da Linguagem*, Carnap usa somente conceitos sintáticos, enquanto em *Significado e Necessidade* ele usa conceitos semânticos.

Em 1951, o filósofo americano Quine publicou o artigo “Two dogmas of empiricism”, no qual Quine critica a distinção entre juízos sintéticos e analíticos. Como consequência da crítica de Quine, Carnap mudou parcialmente seu ponto de vista sobre este problema. A resposta de Carnap a Quine foi primeiramente expressa em *Postulados de significado* (1952), no qual Carnap sugere que juízos analíticos são aqueles deriváveis de um conjunto de sentenças apropriadas que ele chamou postulados de significado - estas sentenças definem o significado de termos não-lógicos; assim, o conjunto de juízos analíticos não é igual ao conjunto de juízos logicamente verdadeiros. Depois disto ele escreveu *Linguagem observacional e linguagem teórica* (1958), em que ele expressou um método geral de determinar um conjunto de postulados de significado para a linguagem de uma teoria científica. Carnap expressou exatamente o mesmo método também na sua resposta a Carl Gustav Hempel em *A Filosofia de Rudolf Carnap* (1963), e subsequente em *Fundamentos Filosóficos da Física* (1966). Agora explicarei brevemente o método de Carnap. Suponha  $m$  que o número de axiomas não lógicos seja infinito; seja  $T$  a conjunção de todos axiomas puramente teóricos,  $C$  a conjunção de todos os postulados correspondentes, e  $TC$  a conjunção de  $T$  e  $C$ . A teoria é equivalente a um único axioma,  $TC$ . Carnap formula os seguintes problemas: como podemos encontrar dois juízos, digamos  $A$  e  $R$ , de forma que  $A$  expresse a parte analítica da teoria (ou seja, todas as consequências de  $A$  são analíticas), enquanto  $R$  expressa a parte empírica (ou seja, todas as consequências de  $R$  são sintéticas)? O conteúdo empírico da teoria é formulado através de uma sentença de Ramsey, nomeada devido a Frank Plumpton Ramsey (1903-1930), filósofo inglês que a descobriu. Uma sentença de Ramsey é construída através das seguintes instruções:

1. Substitua todo termo teórico em  $TC$  por uma variável.
2. Adicione ao começo da sentença um número apropriado de quantificadores existenciais.

Vejamos o exemplo seguinte. Seja  $TC(O_1, \dots, O_n, T_1, \dots, T_m)$  a conjunção de  $T$  e  $C$ ; em  $TC$  há termos observacionais,  $O_1 \dots O_n$ , e termos teóricos,  $T_1 \dots T_m$ . A sentença de Ramsey ( $R$ ) é

$$EX_1 \dots EX_m TC(O_1, \dots, O_n, X_1, \dots, X_m)$$

Todo juízo observacional derivável de  $TC$  é também derivável de  $R$  e vice versa; ou seja,  $R$  expressa exatamente a parte empírica da teoria. Carnap propõe o juízo  $R \rightarrow TC$  como o único postulado de significado; este juízo é conhecido como sentença de Carnap. Notem que todo juízo empírico derivável da sentença de Carnap é logicamente verdadeiro, e assim a sentença de Carnap deixa de ter consequências empíricas. Então - segundo Carnap - um juízo é analítico se é derivado da sentença de Carnap; caso contrário, o juízo é

sintético. Listo os requerimentos do método de Carnap: (i) os axiomas não lógicos devem ser explicitamente enunciados, (ii) o número de axiomas não-lógicos deve ser finito e (iii) os termos observacionais devem ser claramente distintos dos termos teóricos.

### SIGNIFICADO E VERIFICABILIDADE:

Talvez o mais famosos chavão do empirismo lógico seja *o princípio de verificabilidade*, segundo o qual um juízo sintético é provido de significado somente se ele é verificável. É muito interessante seguir o esforço de Carnap para dar uma formulação lógica deste princípio. Em *A estrutura Lógica do Mundo* (1928), Carnap assevera que um juízo tem significado somente se todo termo não-lógico é explicitamente definível por meio de uma linguagem fenomênica muito restrita. Alguns anos depois, Carnap compreendeu que esta tese é insustentável, uma linguagem fenomênica é muito pobre para definir conceitos físicos. Assim, ele escolheu uma linguagem objetiva (“thing language”) como a linguagem básica; nesta linguagem, todo termo primitivo é um termo físico. Todos os outros termos (biológicos, psicológicos, culturais) devem ser definidos por meio de termos básicos. Carnap também compreendeu que uma definição explícita é freqüentemente impossível. Existem conceitos de disposicionais, os quais podem ser introduzidos por meio de sentenças de redução. Por exemplo, se A, B, C e D são termos observacionais e Q é um conceito disposicional, então

$$(x)[Ax \rightarrow (Bx \rightarrow Qx)]$$

$$(x)[Cx \rightarrow (Dx \rightarrow \sim Qx)]$$

são sentenças de redução fora Q. Em “Testability and Meaning” (1936) Carnap dá uma explicação do novo princípio de verificabilidade: todos os termos devem ser redutíveis, por meio de definições ou sentenças de redução, para a linguagem observacional. Este princípio mostrou-se inadequado: K. R. Popper não apenas provou que alguns termos metafísicos podem ser redutíveis à linguagem observacional, de forma a cumprir os requerimentos de Carnap, mas também que alguns conceitos físicos genuínos são proibidos pela versão de Carnap do princípio de verificabilidade. Carnap reconheceu a crítica. Em “O caráter metodológico dos conceitos teóricos” (1956), Carnap dá um novo critério de significado. A definição é ainda mais intrincada, então mencionarei somente a propriedade filosófica principal do novo princípio de Carnap. Em primeiro lugar, o significado de um termo torna-se um conceito relativo: um termo tem significado com relação a uma dada teoria e uma dada linguagem. O significado de um conceito então depende da teoria na qual o conceito é usado - isto é uma modificação muito importante na teoria do significado do empirismo. Em segundo lugar, Carnap reconhece explicitamente que alguns termos teóricos não podem ser reduzidos à linguagem observacional: eles adquirem um significado empírico através de ligações com outros termos teóricos que são redutíveis. Em terceiro lugar, Carnap compreende que o princípio do operacionalismo é demasiado restrito. O operacionalismo foi formulado pelo físico americano ganhador do prêmio Nobel Percy Williams Bridgman (1882-1961), em seu livro *A Lógica da Física Moderna* (1927). Segundo Bridgman, todo conceito físico é definido pelas operações que um físico usa para aplicá-lo. Bridgman afirmou que a curvatura do espaço-tempo, um conceito usado por Einstein em sua teoria geral da relatividade, é sem significado, pois não é definível por meio de operações. Porém,

Bridgman posteriormente mudou o seu ponto de vista filosófico e admitiu que há uma conexão indireta com as observações. Talvez movido pela crítica de Popper, ou movido pelas conseqüências nada razoáveis de um operacionalismo estrito (a exclusão da teoria de Einstein da curvatura do espaço-tempo da física legítima), Carnap mudou seu ponto de vista anterior e admitiu de livre vontade uma conexão muito indireta entre os termos teóricos e linguagem observacional.

### **PROBABILIDADE E LÓGICA INDUTIVA:**

Uma variedade de interpretações da probabilidade têm sido propostas:

- Interpretação clássica. A probabilidade de um evento é a razão entre resultados favoráveis e resultados possíveis. Exemplo: uma dado é jogado; o evento é “o resultado é cinco”; existem seis resultados e somente um favorável; então a probabilidade “o resultado é cinco” é um sexto.
- Interpretação axiomática. A probabilidade é o que quer que satisfaça os axiomas da teoria da probabilidade. No início dos anos 30, o matemático russo Andrei Nikolaevich Kolmogorov (1903-1987) formulou o primeiro sistema axiomático para a probabilidade.
- Interpretação da freqüência, a qual é agora a interpretação favorita nas ciências empíricas. A probabilidade de um evento em uma seqüência de eventos é o limite da freqüência relativa daquele evento. Exemplo: joguemos um dado várias vezes e registremos os resultados; a freqüência relativa de “o resultado é cinco” é cerca de um sexto; o limite da freqüência relativa é exatamente um sexto.
- Probabilidade como grau de confirmação, defendida por Carnap e seus estudantes de lógica indutiva. A probabilidade de um juízo é o grau de confirmação que a evidência empírica dá ao juízo. Exemplo: o juízo “o resultado é cinco” recebe uma confirmação parcial das evidências; seu grau de confirmação é um sexto.
- Interpretação subjetiva. A probabilidade é uma medida do grau de crença. Um caso especial é a teoria de que a probabilidade é um coeficiente de aposta justa – esta interpretação foi apoiada por Carnap. Exemplo: suponhamos que apostemos que o resultado seria cinco; apostemos um dólar e, se você ganharmos, receberemos seis dólares: esta é uma aposta justa.
- Interpretação da propensão, devida a K. R. Popper. A probabilidade de um evento é uma propriedade objetiva do evento. Exemplo: as propriedades físicas de um dado [o dado é homogêneo; ele tem seis lados; em cada lado há um número diferente entre um e seis; etc.] explicam o fato de que o limite da freqüência relativa de “o resultado é cinco” é de um sexto.

Carnap se dedicou a dar uma explicação da probabilidade como grau de confirmação. Os detalhes técnicos do trabalho de Carnap são muito sofisticados, assim mencionarei apenas as conseqüências filosoficamente mais significativas de sua pesquisa. Ele postulou que a probabilidade de um juízo, com relação a um dado corpo de evidência, é uma relação lógica entre o juízo e a evidência. Assim é necessário construir uma lógica indutiva; ou seja, uma lógica que estude a relação entre os juízos e a evidência. A lógica

indutiva nos daria um método matemático para analisar a confiabilidade de uma hipótese; portanto, a lógica indutiva daria uma resposta ao problema levantado pela análise de David Hume da indução. Claro, não podemos estar certos de que uma hipótese é verdadeira; entretanto podemos avaliar seu grau de confirmação, podendo assim comparar teorias alternativas.

Apesar da abundância de métodos lógicos e matemáticos que Carnap usou em sua própria pesquisa sobre lógica indutiva, ele não foi capaz de formular uma teoria da confirmação indutiva das leis científicas. De fato, na lógica indutiva de Carnap, *o grau de confirmação de toda lei universal é sempre zero*.

Carnap tentou empregar a teoria físico-matemática da entropia termodinâmica para desenvolver um teoria abrangente da lógica indutiva, mas seu plano permaneceu no estado de esboço. Seus trabalhos sobre entropia foram publicados postumamente.

### LÓGICA MODAL E FILOSOFIA DA LINGUAGEM:

A tabela seguinte, que é uma adaptação de uma tabela similar que Carnap usou em *Significado e Necessidade*, mostra as relações entre propriedades modais como *necessário*, *impossível*, e propriedades lógicas, como *verdadeiro-L*, *falso-L*, *analítico* e *sintético*. O símbolo N significa “necessariamente”, de forma que Np significa “necessariamente p”.

Propriedades modais e lógicas dos juízos

Modalidades	Formalização	Status lógico
p é necessário	Np	verdadeiro-L, analítico
p é impossível	N~p	falso-L, contraditório
p é contingente	~Np & ~N~p	Factual, sintético
p não é necessário	~Np	não verdadeiro-L
p é possível	~N~p	não falso-L
p não é contingente	Np v N~p	determinado-L, não sintético

Carnap identifica a necessidade de um juízo p com sua verdade lógica: um juízo é necessário se e somente se é logicamente verdadeiro. Assim as propriedades modais podem ser definidas por meio das propriedades lógicas usuais do juízo, afirma Carnap. Np, ou seja, “necessariamente p”, é verdadeiro se e somente se p é logicamente verdadeiro. Ele define a possibilidade de p como “não é necessário que não p”. Ou seja, “possivelmente p” é definido como ~N~p. A impossibilidade de p significa que p é logicamente falso. Enfatizo que, na opinião de Carnap, todo conceito modal é definível por meio de propriedades lógicas de juízos, de modo que os conceitos modais são explicáveis a partir de um ponto de vista clássico (clássico significa “usando lógica clássica”, por exemplo, lógica de primeira ordem). Notem que Carnap estava ciente do fato que o símbolo N é definível na metalinguagem, não na linguagem-objeto. Np significa “p é logicamente verdadeiro”, e o último juízo pertence à metalinguagem; assim, N não é explicitamente definível dentro da linguagem de uma lógica formal e não podemos eliminar o termo N (mais precisamente, podemos definir N somente por meio de um outro símbolo modal que nós assumimos como

um símbolo primitivo, de modo que pelo menos um símbolo modal é exigido entre os símbolos primitivos).

A formulação da lógica modal de Carnap é muito importante sob um ponto de vista histórico. Carnap forneceu a primeira análise semântica de uma lógica modal, usando a teoria de modelos taskiana para explicar as condições nas quais “necessariamente p” é verdadeiro. Carnap também resolveu o problema do significado do juízo  $(x)N[Ax]$ , em que  $Ax$  é uma sentença na qual a variável individual  $x$  ocorre. Carnap mostrou que  $(x)N[Ax]$  é equivalente a  $N[(x)Ax]$  ou, mais precisamente, ele provou que podemos assumir esta equivalência sem contradições.

Sob um ponto de vista filosófico mais geral, Carnap acredita que as modalidades não exigem um novo quadro conceitual; uma lógica semântica da linguagem pode explicar os conceitos modais.

O método que Carnap usa para explicar as modalidades é um exemplo típico da análise filosófica de Carnap. Outro exemplo interessante é a explicação das *sentenças-crença* que Carnap deu em *Significado e Necessidade*. Carnap afirma que duas sentenças têm a mesma *extensão* se elas são equivalentes, isto é, se elas são ambas verdadeiras ou ambas falsas. Por outro lado, duas sentenças têm a mesma *intensão* se elas são logicamente equivalentes, isto é, a equivalência delas é devida às regras semânticas da linguagem. Seja  $A$  uma sentença na qual outra sentença ocorre, digamos  $p$ .  $A$  é chamada “*extensional com relação a p*” se e somente se a verdade de  $A$  não muda se substituirmos a sentença  $p$  por uma sentença equivalente  $q$ .  $A$  é chamada “*intencional com relação a p*” se e somente se (i)  $A$  não é extensional com relação a  $p$  e (ii) a verdade de  $A$  não muda se você substituirmos a sentença  $p$  por uma sentença logicamente equivalente  $q$ . Vejamos os seguintes exemplos de Carnap.

- Primeiro exemplo. A sentença  $A \vee B$  é extensional tanto com relação a  $A$  quanto a  $B$ ; podemos substituir  $A$  e  $B$  por sentenças equivalentes e o valor-verdade de  $A \vee B$  não muda.
- Segundo exemplo. Suponhamos que  $A$  é verdadeira mas não verdadeira-L; então as sentenças  $A \vee \sim A$  e  $A$  são equivalentes (ambas são verdadeiras) e, claro, elas não são equivalentes-L. A sentença  $N(A \vee \sim A)$  é verdadeira e a sentença  $N(A)$  é falsa; logo,  $N(A)$  não é extensional com relação a  $A$ . Ao contrário, se  $C$  é uma sentença equivalente-L a  $A \vee \sim A$ , então  $N(A \vee \sim A)$  e  $N(C)$  são ambas verdadeiras:  $N(A)$  é intencional com relação a  $A$ .

Existem sentenças que não são nem extensionais nem intensionais; por exemplo, sentenças-crença. O exemplo de Carnap é “João acredita que  $D$ ”. Suponhamos que “João acredita que  $D$ ” é verdadeira; seja  $A$  uma sentença equivalente a  $D$  e  $B$ , uma sentença equivalente-L a  $D$ . É possível que as sentenças “João acredita que  $D$ ” e “João acredita que  $B$ ” sejam falsas. Realmente, João pode acreditar que uma sentença seja verdadeira, mas ele pode acreditar que uma sentença logicamente equivalente seja falsa. Para explicar sentenças-crença, Carnap define a noção de *isomorfismo intencional*. De maneira grosseira, duas sentenças são intensionalmente isomórficas se e somente se seus elementos

correspondentes são equivalentes-L. Na sentença-crença “João acredita que D”, podemos substituir D por uma sentença intensionalmente isomórfica C.

### **FILOSOFIA DA FÍSICA:**

O primeiro e o último dos livros que Carnap publicou em vida concernem à filosofia da física; eles são respectivamente a dissertação escrita para o seu doutorado (*Der Raum*, de 1921, publicada no ano seguinte numa edição suplementar de *Kant-Studien*) e *Fundamentos Filosóficos da Física*, editado por Martin Gardner, em 1966. Em 1977, *Dois Ensaios Sobre Entropia*, editado por Abner Shimony, foi postumamente publicado.

*Der Raum* lida com a filosofia do espaço. Carnap reconhece a diferença entre três tipos de teorias do espaço: o espaço formal, o físico e o intuitivo. O espaço formal é analítico a priori; está relacionado com as propriedades formais do espaço, ou seja com aquelas propriedades que são uma consequência lógica de um conjunto definido de axiomas. O espaço físico é sintético a posteriori; é o objeto da ciência natural e podemos conhecer sua estrutura somente por meio da experiência. O espaço intuitivo é sintético a priori e é conhecido via intuição a priori. Segundo Carnap, a distinção entre os três diferentes tipos de espaço é semelhante à distinção entre os três aspectos da geometria: geometria projetiva, métrica e topológica, respectivamente.

Alguns aspectos de *Der Raum* são muito interessantes. Em primeiro lugar, Carnap aceita um ponto de vista filosófico neokantiano. O espaço intuitivo, com seu caráter sintético a priori, é uma concessão à filosofia kantiana. Em segundo lugar, Carnap usa em seu trabalho os métodos da lógica matemática; por exemplo, a caracterização do espaço intuitivo é dada pelos axiomas de Hilbert para topologia. Em terceiro lugar, a distinção entre espaço físico e formal é similar à distinção entre geometria física e matemática; esta distinção, proposta por Hans Reichenbach durante aqueles anos, foi mais tarde aceita por Carnap e se tornou a posição oficial do empirismo lógico sobre a filosofia do espaço.

Carnap também desenvolveu um sistema formal para a topologia do espaço-tempo. Ele afirmou (1925) que as relações espaciais são baseadas na propagação causal de um sinal, enquanto a própria propagação causal é baseada na ordem temporal.

Os *Fundamentos Filosóficos da Física* é um levantamento de muitos aspectos da filosofia da física; é um extrato das lições de Carnap na universidade. Algumas teorias lá expressas não são devidas a Carnap, mas pertencem à herança comum do empirismo lógico. Este livro é muito claro e fácil de entender. Ele emprega poucas fórmulas lógicas e matemáticas e é rico em exemplos. Segue uma breve lista dos assuntos com que o livro lida:

- A estrutura da explicação científica: explicação dedutiva e probabilística.
- Significado físico e filosófico da geometria não-euclidiana; a teoria do espaço na teoria da relatividade geral. Carnap argumenta contra a filosofia Kantiana, especialmente contra o sintético a priori, e contra o convencionalismo. Ele dá uma clara explicação das principais propriedades da geometria não-euclidiana.
- Determinismo e física quântica.

- A natureza da linguagem científica. Carnap lida com: (i) a distinção entre termos observacionais e teóricos, (ii) a distinção entre juízos analíticos e sintéticos e (iii) conceitos quantitativos.

Como exemplo do conteúdo dos *Fundamentos Filosóficos da Física* examinarei brevemente a o pensamento de Carnap sobre a explicação científica. Carnap aceita a teoria clássica devida a Carl Gustav Hempel. O exemplo a seguir de Carnap explica a estrutura geral de uma explicação científica:

$(x)(Px \rightarrow Qx)$

Pa

Qa

em que o primeiro juízo é uma lei científica, o segundo é uma descrição das condições iniciais e o terceiro é a descrição do evento que queremos explicar. O último juízo é uma consequência lógica do primeiro e do segundo, os quais são as premissas da explicação. Uma explicação científica é assim uma derivação lógica de um juízo apropriado a partir de um conjunto de premissas, que afirmam as leis gerais e as condições iniciais. Segundo Carnap, há um outro tipo de explicação científica, a explicação probabilística, na qual pelo menos uma lei universal não é uma lei determinística, mas uma lei probabilística. Um exemplo – devido a Carnap – é:

$fr(Q,P) = 0.8$

Pa

Qa

em que a primeira sentença significa “a frequência relativa de Q com relação a P é 0.8”. Qa não é uma consequência lógica das premissas; então este tipo de explicação determina somente um certo grau de confirmação para o evento que queremos explicar.

### **A HERANÇA DE CARNAP:**

Os trabalhos de Carnap têm levantado muitos debates. Um grande número de artigos foi dedicado ao exame cuidadoso de seu pensamento, algumas vezes criticando seu ponto de vista, outras em defesa de sua filosofia. Mencionarei algumas pesquisas que lidam com o desenvolvimento da filosofia de Carnap.

Com relação à distinção analítico-sintético, Ryszard Wojcicki e Marian Przelecki – dois lógicos poloneses – formularam uma definição semântica da distinção entre analítico e sintético; eles provaram que a sentença de Carnap é o postulado de significado mais fraco, isto é, todo postulado de significado acarreta a sentença de Carnap. Portanto, o conjunto de juízos analíticos que são uma consequência lógica da sentença de Carnap é o menor conjunto de juízos analíticos. A pesquisa de Wojcicki e Przelecki é independente da distinção entre termos observacionais e teóricos, isto é, a definição por eles sugerida também funciona em uma linguagem puramente teórica. A exigência de um número finito de axiomas não-lógicos é também removida.

A definição tentativa do que seja significativo que Carnap propôs em “O caráter metodológico dos conceitos teóricos” provou-se insustentável. Ver, por exemplo, David Kaplan, “Significance and Analyticity” em *Rudolf Carnap, Logical Empiricist* ou a introdução de Marco Mondadori à *Analiticità, Significanza, Induzione*, na qual Mondadori sugere uma possível correção da definição de Carnap.

Com relação à lógica indutiva, mencionarei somente a generalização de Jaakko Hintikka do continuum de métodos indutivos de Carnap. Na lógica indutiva de Carnap, a probabilidade de toda lei universal é sempre zero. Hintikka foi bem sucedido em formular uma lógica indutiva na qual as leis universais podem obter um grau positivo de confirmação.

Em *Significado e Necessidade*, 1947, Carnap foi o primeiro lógico a usar um método semântico para explicar as modalidades. Porém, ele usou a teoria de modelos tarskiana de modo que todo modelo da linguagem seja um modelo admissível. Em 1972, o filósofo americano Saul Kripke foi capaz de provar que uma semântica completa das modalidades pode ser obtida pela *semântica dos mundos possíveis*. Segundo Kripke, nem todos modelos possíveis são admissíveis. Podemos ler o ensaio de J. Hintikka, “A herança de Carnap em semântica lógica”, em *Rudolf Carnap, Logical Empiricist*, que explica que Carnap chegou extremamente perto da *semântica dos mundos possíveis*, mas não foi capaz de ir além da teoria clássica de modelos.

Devo enfatizar que a regra *ômega*, que Carnap propôs em *A Sintaxe Lógica da Linguagem*, é agora altamente difundida e usada em pesquisa metamatemática – usualmente muito sofisticada – em vários diferentes assuntos.

### **Sugestões para leitura:**

Em *A filosofia de Rudolf Carnap* (1963) há a mais completa bibliografia do trabalho de Carnap. Mencionarei somente os principais trabalhos de Carnap, organizados em ordem cronológica.

- 1922 *Der Raum: Ein Beitrag zur Wissenschaftslehre*, dissertação, em *Kant-Studien*, Ergänzungshefte, n. 56
- 1925 “Über die Abhängigkeit der Eigenschaften der Raumes von denen der Zeit” in *Kant-Studien*, 30
- 1926 *Physikalische Begriffsbildung*, Karlsruhe: Braun, (Wissen und Wirken; 39)
- 1928 *Scheinprobleme in der Philosophie*, Berlin: Weltkreis-Verlag
- 1928 *Der Logische Aufbau der Welt*, Leipzig: Felix Meiner Verlag (tradução inglesa *The Logical Structure of the World; Pseudoproblems in Philosophy*, Berkeley: University of California Press, 1967)
- 1929 (com Otto Neurath e Hans Hahn) *Wissenschaftliche Weltauffassung der Wiener Kreis*, Vienna: A. Wolf
- 1929 *Abriss der Logistik, mit besonderer Berücksichtigung der Relationstheorie und ihrer Anwendungen*, Vienna: Springer
- 1932 “Die physikalische Sprache als Universalsprache der Wissenschaft” em *Erkenntnis*, II (tradução inglesa *The Unity of Science*, London: Kegan Paul, 1934)
- 1934 *Logische Syntax der Sprache* (tradução inglesa *The Logical Syntax of Language*, New York: Humanities, 1937)
- 1935 *Philosophy and Logical Syntax*, London: Kegan Paul
- 1936 “Testability and meaning” em *Philosophy of Science*, III (1936) e IV (1937)
- 1938 “Logical Foundations of the Unity of Science” em *International Encyclopaedia of Unified Science*, vol. I n. 1, Chicago: University of Chicago Press
- 1939 “Foundations of Logic and Mathematics” em *International Encyclopaedia of Unified Science*, vol. I n. 3, Chicago: University of Chicago Press
- 1942 *Introduction to Semantics*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press
- 1943 *Formalization of Logic*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press
- 1947 *Meaning and Necessity: a Study in Semantics and Modal Logic*, Chicago: University of Chicago Press
- 1950 *Logical Foundations of Probability*, University of Chicago Press
- 1952 “Meaning Postulates” em *Philosophical Studies*, III (agora em *Meaning and Necessity*, 1956, segunda edição)
- 1952 *The continuum of Inductive Methods*, Chicago: University of Chicago Press
- 1954 *Einführung in die Symbolische Logik*, Vienna: Springer (tradução em inglês *Introduction to Symbolic and its Applications*, New York: Dover, 1958)

- 1956 “The Methodological Character of Theoretical Concepts” em *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. I, ed. de H. Feigl e M. Scriven, Minneapolis: University of Minnesota Press
- 1958 “Beobachtungssprache und theoretische Sprache” em *Dialectica*, XII (tradução em inglês “Observation Language and Theoretical Language” em *Rudolf Carnap, Logical Empiricist*, Dordrecht, Holl. : D. Reidel Publishing Company, 1975
- 1966 *Philosophical Foundations of Physics*, ed. por Martin Gardner, New York: Basic Books
- 1977 *Two Essays on Entropy*, ed. by Abner Shimony, Berkeley: University of California Press

### **Outras Fontes:**

- 1962 *Logic and Language: Studies Dedicated to Professor Rudolf Carnap on the Occasion of his Seventh Birthday*, Dordrecht, Holl. : D. Reidel Publishing Company
- 1963 *The Philosophy of Rudolf Carnap*, ed. por Paul Arthur Schilpp, La Salle Ill. : Open Court Pub. Co.
- 1970 *PSA 1970: Proceedings of the 1970 Biennial Meeting of the Philosophy Of Science Association: In Memory of Rudolf Carnap*, Dordrecht, Holl. : Reidel Publishing Company
- 1971 *Analiticità, Significanza, Induzione*, ed. por Alberto Meotti e Marco Mondadori, Bolobna, Italy: il Mulino
- 1975 *Rudolf Carnap, Logical Empiricist. Materials and Perspectives*, ed. por Jaakko Hintikka, Dordrecht, Holl. : D. Reidel Publishing Company
- 1986 Joëlle Proust, *Questions de Forme: Logique at Proposition Analytique de Kant a Carnap*, Paris, France: Fayard (tradução em inglês *Questions os Forms: Logic and Analytic Propositions from Kant to Carnap*, Minneapolis: University of Minnesota Press)
- 1990 *Dear Carnap, Dear Van: The Quine-Carnap Correspondence and Related Work*, ed. por Richard Creath, Berkeley: University of California Press
- 1991 Maria Grazia Sandrini, *Probabilità e Induzione: Carnap e la Conferma come Concetto Semantico*, Milano, Italy: Franco Angeli
- 1991 *Erkenntnis Orientated: A Centennial Volume for Rudolf Carnap and Hans Reichenbach*, ed. por Wolfgang Spohn, Dordrecht; Boston: Kluwer Academic Publishers
- 1991 *Logic, Language, and the Structure of Scientific Theories: Proceeding of the Carnap-Reichenbach Centennial, University of Konstanz, 21-24 May 1991* Pittsburgh : University of Pittsburgh Press; [Konstanz] : Universitasverlag Konstanz
- 1995 *L`eredutà di Rudolf Carnap: Epistemologia, Filosofia delle Scienze, Filosofia del Linguaggio*, ed. por Alberto Pasquinelli, Bologna, Italy: CLUEB