

NORBERT WIENER: A TEORIA CIBERNÉTICA DE UM MATEMÁTICO

Viviane Hengler Corrêa Chaves
Fatec – Brasil

(aceito para publicação em setembro de 2017)

Resumo

Este artigo relata quais conhecimentos e experiências levaram o matemático Norbert Wiener a desenvolver a sua Teoria Cibernética. Pretendeu-se elaborar uma reconstrução histórica do surgimento e evolução da Teoria Cibernética, por meio da história de seu idealizador, Norbert Wiener, de modo a compreender as ideias que o levaram à construção de sua teoria. Integra o escopo deste artigo entender a lógica matemática que levou Wiener a conceber sua teoria; relacionar os aspectos técnicos e sua abrangência. Busca-se construir uma história não se atendo somente às obras e documentos de Wiener, os fatos descritos, mas também compreender as relações que se deram por meio dos fatos, suas problematizações e seu contexto histórico. Para tanto, utilizou-se da pesquisa bibliográfica e documental baseada nas obras e documentos de Norbert Wiener.

Palavras-chave: Matemática, História, Norbert Wiener, Cibernética.

[NORBERT WIENER: THE CYBERNETIC THEORY OF A MATHEMATICIAN]

Abstract

This article reports what knowledge and experiences have led the mathematician Norbert Wiener to develop their cybernetic theory. Was intended to establish a historical reconstruction of the emergence and evolution of Cybernetics Theory, through the story of its creator, Norbert Wiener, so as to understand the ideas that led to the construction of his theory. The scope of this paper too search understand the mathematical logic that led Wiener to design their cybernetic theory; relate the technical aspects and its comprehensiveness. Seeks to build a story, not only attend to the works and Wiener documents, the facts described, but also understand the relationships that occurred through the facts, their problematizations and its historical context. For that, we used the bibliographical and documentary research based on the works and documents of Norbert Wiener.

Keywords: Mathematics, History, Norbert Wiener, Cybernetics.

Introdução

A Cibernética teve sua origem nas experiências de guerra de Norbert Wiener e Julian Bigelow. Os computadores ajudaram-na a representar o mundo nas máquinas, e mudaram, de forma significativa, a ideia que o homem tinha sobre a tecnologia dos computadores. O desenvolvimento da Cibernética levou os cientistas a novos modelos matemáticos, cada vez mais complexos, decorrentes de novas formas de conceber o envolvimento sistêmico homem-máquina. Destaca-se o fato de que o contexto e as necessidades surgidas com a Segunda Guerra Mundial propiciaram o ambiente para o desenvolvimento desse conhecimento de cunho interdisciplinar, que culminou com a origem da Cibernética. Foram criados grupos multidisciplinares compostos de matemáticos, físicos, engenheiros, cientistas sociais, e outros, que, em conjunto, aliavam a força de seus conhecimentos para resolver os problemas de esforço de guerra.

A Cibernética é uma ciência de característica interdisciplinar, assim como todas as outras que surgiram, ou evoluíram durante a Segunda Guerra, sob o patrocínio militar, tendo como base a pesquisa científica. A sistematização das atividades efetuadas durante a Segunda Guerra Mundial envolveu processos nos quais o comando e o controle foram vitais para as ações planejadas e para o êxito das operações militares. O controle implica a presença de um alvo, um objetivo, uma meta a ser alcançada. Tais processos envolvem a comunicação de informações que flui entre todos os envolvidos, pessoas e aparatos e, tais informações servirão para orientar equipamentos e tomadas de decisões. De acordo com Mirowski (1999), existe um consenso na literatura quanto a denominá-las *cyborgsciences*, inspirado no paradigma comando-controle-comunicação-informação, e pode-se agregar a esse grupo o advento do computador.

O termo Cibernética foi cunhado por Norbert Wiener, um importante matemático estadunidense, que ficou conhecido mundialmente pela publicação do seu livro, em 1948, intitulado “*Cybernetics: or the Control and Communication in the Animal and the Machine*”. Esse livro apresenta as ideias cibernéticas de Wiener e de seus colaboradores, a exemplo dos antropólogos Gregory Bateson e Margaret Mead, do fisiologista Arturo Rosenblueth e do engenheiro Julian Bigelow. Tais ideias partem da hipótese de que o modo como os sistemas, sejam eles biológicos, tecnológicos ou sociais, respondem às mensagens advindas do mundo exterior são equivalentes e redutíveis a modelos matemáticos. Embora o termo Cibernética date do verão de 1947, passou a ser usado para referenciar épocas anteriores, desde 1940, quando essas ideias começaram a surgir. O sucesso do livro contribuiu para a divulgação da Cibernética e generalização de suas ideias e, assim, novos campos de pesquisa surgiram após a eclosão do movimento cibernético. A amplitude desse conceito favoreceu o surgimento de outras ciências, cibernéticas por natureza, como a Ciência Cognitiva, a Inteligência Artificial, a Robótica e a Informática. Apesar de a Cibernética ter surgido em 1940, suas ideias originais continuaram a brotar, gerando novos conceitos e novas aplicações.

A teoria proposta por Wiener provocou uma verdadeira revolução sociocultural e filosófica, não se restringindo somente ao plano tecnológico. Logo após seu surgimento, configurou-se como um poderoso movimento intelectual. Os ciberneticistas que o integraram estavam preocupados com um nível diferente de abordagem, que os levou à novas concepções, as quais abrangem desde ideias ficcionais até a concepção de mente, baseada em princípios cibernéticos. O campo de estudo da Cibernética é vasto e não inclui apenas o estudo da linguagem, mas, também: formas de comunicação; as mensagens entre humanos e entre humanos e máquinas; a nova modelagem do protótipo homem-máquina; sistema nervoso e outros.

É impossível escrever sobre a história da Cibernética sem referenciar seu criador, Norbert Wiener. Desse modo, o objetivo geral deste artigo é fazer uma reconstituição histórica do surgimento e evolução da Teoria Cibernética, por meio da história de seu idealizador, Norbert Wiener, de modo a compreender as ideias que o levaram a construção de sua teoria. A trajetória de Norbert Wiener desvela uma narrativa envolvente, contextualizada em um momento de transformação da ciência, cujo ápice foi a Segunda Guerra Mundial.

Pareceu oportuno apresentar um pouco dessas transformações nas entrelinhas de sua história, como também seus reflexos em suas produções. Seu pensamento matemático criativo, suas experiências e formação, também marcantes, são reveladores de suas ideias. Seu delírio cibernético resultou em um espectro que obsedou toda a sociedade e, as causas dessa obsessão foram, e continuam sendo, tema filosófico da atualidade. O efeito das tecnologias de comunicação e controle sobre a cultura e o desenvolvimento social sempre foram examinados, com pormenores, por Wiener. Assim, questões de cunho filosófico e ético, embasadas nas suas próprias conquistas científicas, e tratadas por ele, ao longo de sua vida, também são abordagens relevantes na sua história.

Norbert Wiener: *I'm a mathematician*

I'm a Mathematician. Era assim que Norbert Wiener gostava de apresentar-se. Não se distinguia por ter sido uma criança prodígio, mas, sim, por sua paixão pela ciência. Seus estudos têm caráter interdisciplinar, englobando várias áreas do conhecimento, porém seu trabalho mais notável foi no domínio da matemática. Tais estudos acarretaram grandes ideias científicas, não só no século XX, mas continuam presentes nas pesquisas científicas atuais.

De acordo com Masani (1990), o sucesso de Wiener deu-se em função de alguns traços da formação de sua intelectualidade. Um deles, relacionado à facilidade de transitar entre o abstrato e o concreto, fundindo-os em uma ideia inovadora. As ideias matemáticas desenvolvidas pelas pesquisas de natureza pura estão disponíveis para quem quiser usá-las, e Wiener procurava aplicá-las em seus projetos práticos e inventivos.

Foi assim que esse grande pensador desenvolveu seu trabalho interdisciplinar, em especial a Cibernética. “Tantas vezes no meu trabalho, a motivação que me levou ao estudo

de um problema prático também tem me levado a entrar em um dos mais abstratos ramos da matemática pura”. (WIENER, 1966, p. 192, Tradução nossa)¹

Outro traço marcante de sua genialidade é o fato de que sempre esteve envolvido com assuntos inovadores de sua época e suas exposições, sábias e racionais, fizeram dele um crítico de assuntos científicos e do cotidiano. Seu pensamento arrojado e sua recusa em reconhecer qualquer tipo de fronteira nas ciências podem ser constatados por meio de suas contribuições que incluem várias áreas, dentre as quais destacam-se a matemática, a matemática aplicada, a física, a engenharia, a psicologia e a filosofia.

Na correspondência que manteve com intelectuais, cientistas e pesquisadores ao longo de sua vida, vemos-nos confrontados com uma personalidade sensível, apaixonadamente dedicada à ciência, em busca de uma compreensão profunda dos fenômenos e, para exemplificar, eis um trecho de uma delas:

“Para minha grande satisfação você aceitou o convite para coordenar o encontro sobre “Novos Campos”, relativo à área da matemática, em 19 de dezembro, no contexto da Conferência do Bicentenário da Universidade de Princeton, entre 17 e 19 de dezembro. Eu vou presidir essa reunião, e gostaria de solicitar sua ajuda para torná-la interessante. Especificamente, creio que a reunião perderia o sentido, caso você não faça uma exposição de suas ideias acerca do tema teleologia”. (NEWMANN, 1946, Tradução nossa)²

Formação: da infância à vida acadêmica

Norbert Wiener nasceu em 26 de novembro de 1894, em Columbia, estado de Missouri nos Estados Unidos, filho de Leo Wiener e de Bertha Kahn Wiener. Para compreender mais sobre a formação de Norbert Wiener é importante conhecer, também, um pouco sobre seus pais, sobretudo sobre o seu pai, que teve influência direta na sua educação. A figura do pai foi determinante na formação de Norbert Wiener. Ambos foram intelectuais dedicados à ciência, não restringindo seus estudos somente ao campo de suas profissões. O pai, linguista e filólogo, desenvolveu estudos em várias áreas do conhecimento, e, assim como ele, Norbert Wiener também.

Em 1901, Norbert Wiener foi matriculado na terceira série de uma escola pública em Cambridge. A preocupação de Leo Wiener com relação à educação de seu filho fez com que ele assumisse a tarefa de educá-lo. Então, tirou-o da escola, pois acreditava que ele precisava de algo mais interessante e desafiador do que a escola lhe propiciava. Sob sua tutela, ensinou línguas, álgebra e outros assuntos que achava relevantes para sua formação.

¹ *So often in my work, the motivation which has led me to the study of a practical problem has also induced me to go into one of the most abstract branches of pure mathematics.*

² *To my great pleasure you have accept the invitation to address the meeting on “New Fields” on December 19, which is part of the mathematical session of the Princeton Bi-Centennial on Dec. 17-19. I am the chairman of this meeting, and I would like to solicit your help to make the meeting interesting. Specifically, I think that the meeting would be completely meaningless if you did not give a exposition of your ideas on the subject of “Teleology”.*

Essa situação perdurou por dois anos e, aos oito, Norbert Wiener retornou à escola, matriculado, na *Ayer High School*, em uma classe com meninos sete anos mais velhos, devido à sua precocidade.

As relações educacionais com o filho foram intempestivas e, as aulas sempre terminavam com Norbert Wiener chorando e correndo para os braços de sua mãe, Bertha. O período entre 1901 e 1903 foi difícil para Norbert Wiener, como ele afirma em sua autobiografia, e, para agravar a situação, foi impedido, pelos médicos, de ler durante seis meses, devido à um problema de miopia. Seu problema de miopia, sua falta de coordenação motora e de “jeito”, são descritos por ele de uma forma que vale a pena relatar:

“Destreza muscular não é um assunto completamente muscular nem completamente visual. Ela depende de uma rede que começa no olho, segue para a ação muscular, e o olho continua escaneando os resultados dessa ação muscular. Não é necessário, somente, que o arco muscular e o arco visual sejam perfeitos, mas é igualmente necessário que as relações entre os dois sejam precisas e constantes. Agora, um menino de óculos grossos tem as imagens visuais deslocadas através de um ângulo considerável, devido a um pequeno deslocamento dos óculos em cima do nariz. Isto significa que a relação entre a posição visual e a posição muscular está sujeita a um reajustamento contínuo, e uma correlação absoluta entre ambas não é possível. Outro motivo de minha falta de jeito era psíquico e não físico. Eu ainda não estava socialmente ajustado para o meu ambiente, e fui muitas vezes imprudente, no sentido de que não tinha conhecimento suficiente das consequências exatas das minhas ações. Outro obstáculo psíquico que eu tive que superar foi a impaciência. A impaciência foi, em grande parte, consequência de minha rapidez mental e da minha lentidão física. Queria ver o fim ser alcançado antes que eu pudesse trabalhar através dos estágios manipulativos que me levaram lá. Quando o trabalho científico consiste em manipulação meticulosamente cuidadosa e precisa, a qual é sempre acompanhada de um claro registro de seu progresso, escrito e gráfico, a impaciência é uma desvantagem muito real”.(WIENER, 1953, p. 127-128, Tradução nossa)³

³ *Muscular dexterity is neither a completely muscular nor a completely visual matter. It depends on the whole chain which starts in the eye, goes through to muscular action, and there continues in the scanning of the eye of the results of this muscular action. It is not only necessary for the muscular arc and the visual arc to be perfect, each by itself, but it is equally necessary that the relations between the two be precise and constant. Now a boy wearing thick glasses has the visual images displaced through a considerable angle by a small displacement in the position of the glasses upon the nose. This means that the relation between visual position and muscular position is subject to a continual readjustment, and anything like an absolute correlation between these is not possible ...A further source of my awkwardness was psychic rather than physical. I was socially not yet adjusted to my environment and I was often inconsiderate, largely through an insufficient awareness of the exact consequences of my action ...A further psychic hurdle which I had to overcome was impatience. This impatience was largely the result of a combination of my mental quickness and physical slowness. I would see the end to be accomplished long before I could labor through the manipulative stages that were to bring me there. When scientific work*

No decurso de sua vida, nos escritos mais íntimos, há vários relatos dessa relação conflituosa, a qual pode ser compreendida pelas centenas de cartas que escreveu ao longo de sua vida a seu pai, ou pela dedicatória em seu livro “Cibernética e Sociedade”, “à memória de meu pai, Leo Wiener, antigo professor de línguas eslavas na Universidade de Harvard, meu mais íntimo mentor e meu mais querido antagonista”. (WIENER, 1954, não paginado)

Parte da infância, Norbert Wiener passou em Cambridge, Massachusetts. Os amigos e vizinhos que frequentavam a casa de seu pai eram pessoas ligadas à ciência, tais como o matemático Maxime Bocher (1867-1918), o químico Otto Foli (1867-1934), o fisiologista Walter Cannon (1871-1945) e outros. Walter Cannon trabalhava na escola de medicina de Harvard; Norbert Wiener lhe dirigia, incansavelmente, suas perguntas a fim de saciar suas curiosidades precoces. O envolvimento de seu pai na sua formação é inquestionável. O pai não media esforços para que seu filho descobrisse coisas interessantes, sendo assim, o levou para conhecer o laboratório de Walter Cannon. O conceito de homeostase⁴ de Cannon contribuiu, mais tarde, para Norbert Wiener compor um dos conceitos-chaves da Cibernética, e o assistente de Cannon, Dr. Arturo Rosenbluth (1900-1970), tornou-se, posteriormente, um dos principais colaboradores, de Wiener.

Leo Wiener tinha uma grande paixão pela agricultura e queria que seus filhos compartilhassem-na; assim, em 1903, mudou-se com a família para uma fazenda, Old Mills, perto de Harvard. O ambiente intelectual não mudou e Wiener esclarece:

“Eu aprendi o aspecto matemático da minha Filosofia com o professor E. V. Huntington. Ele era um velho amigo de meu pai e nos visitava quando morávamos em Old Mill Farm, na cidade de Harvard. Lembro-me que, naquela época, antes de eu ter completado o ensino médio, Huntington testou-me com um pouco de geometria analítica e mostrou-me a teoria do círculo de nove pontos”. (WIENER, 1953, p. 167, Tradução nossa)⁵

Em 1906, com apenas 11 anos de idade, começou o curso universitário no *Tufts College*, em Boston, onde foi estudar Matemática e Biologia. Graduou-se com mérito em Matemática, em 1909, e no transcorrer desse curso teve aulas com William James (1842-

consists in meticulously careful and precise manipulation which is always to be accompanied by a neat record of progress, both written and graphical, impatience is a very real handicap.

⁴ Homeostase é a capacidade de um organismo de apresentar uma situação físico-química característica e constante, dentro de determinados limites, mesmo diante de alterações imposta pelo meio ambiente. Para conservar constantes as condições de vida, o organismo mobiliza os mais diversos sistemas, como o sistema nervoso central, o endócrino, o excretor, o circulatório, o respiratório etc. Todos os mecanismos vitais, por mais variados que sejam, não têm outro objetivo além da manutenção da estabilidade das condições do meio interno. Em 1929, W. B. Cannon chamou essa estabilidade de homeostase (do grego *homoios* -"o mesmo" e *stasis* -"parada"). Ele não se referia a uma situação estática, mas a algo que varia dentro de limites precisos e ajustados. Esses limites de variação e os mecanismos de regulação constituem boa parte do estudo da Fisiologia.

⁵ *I learned the mathematical aspect of my philosophy from professor E. V. Huntington. He was an old friend of my father, and had visited us when we were living in old mill farm in the town of harvard. I remember that at that period, before I had been graduated from high school, Huntington had tried me out with a little analytical geometry, and had shown me the theory of the nine-point circle.*

1910). Assim, iniciou suas leituras em filosofia, principalmente, Spinoza e Leibniz. William James foi o filósofo que exerceu grande influência sobre Norbert Wiener.

Ainda durante 1909, foi cursar Zoologia em Harvard, com o objetivo de fazer doutorado nessa área. Devido aos *déficits* de coordenação motora e visual não se deu bem no curso e, seu pai, após um semestre, resolveu transferi-lo para o curso de Filosofia na Universidade de *Cornell*. Norbert ficou ressentido pela demonstração de autoridade de seu pai, mas concordou e, mais tarde, achou a ideia sensata. Norbert faz uma avaliação de sua transferência da biologia para a filosofia, na qual aborda alguns aspectos da metodologia científica:

“Há muitas maneiras de ser um cientista. Toda ciência se origina na observação e na experimentação, e é verdade que ninguém pode ter êxito se não entende os métodos fundamentais de observação e experimentação. Mas não é absolutamente necessário ser um bom observador com os seus próprios olhos, ou um bom experimentador com suas próprias mãos. A observação e a experimentação vão muito além da mera coleta de dados. Estes dados devem ser organizados em uma estrutura lógica, e os experimentos e observações pelos quais foram concebidos que representarão um modo adequado de questionar a natureza. O cientista ideal é, sem dúvida, o homem que pode tanto formular a questão quanto levar avante o questionamento. Não há escassez daqueles que possam realizar com a máxima eficiência um programa desse tipo, mesmo que elas possam não ter a perspicácia para planejá-lo: há mais boas mãos na ciência do que há bons cérebros para dirigi-las. Assim, embora um cientista desajeitado não possa fazer a maior parte do trabalho da ciência, existe outro trabalho para ele na ciência, se ele é um homem de compreensão e bom senso. Não é muito difícil reconhecer um cientista completo, de cuja vocação não há dúvida. É característica de um bom professor reconhecer tanto o homem de laboratório, que pode fazer um trabalho esplêndido, executando as estratégias dos outros, quanto o intelectual manualmente desajeitado, cujas idéias podem ser um guia para ajudar o primeiro. Quando eu era um estudante de pós-graduação em Harvard, meus professores não reconheceram que, apesar de todos os meus problemas graves, eu poderia ainda dar contribuições à biologia”. (WIENER, 1953, p. 128-129, Tradução nossa)⁶

⁶ *There are many ways of being a scientist. All science originates in observation and experiment, and it is true that no man can achieve success who does not understand the fundamental methods and mores of observation and experiment. But it is not absolutely necessary to be a good observer with one's own eyes or to be a good experimenter with one's own hands. There is much more to observation and experiment than the mere collection of data. These data must be organized into a logical structure, and the experiments and observations by which they are obtained must be framed that they will represent an adequate way of questioning nature. The ideal scientist is without doubt the man who can both frame the question and carry out the questioning. There is no scarcity of those who can carry out with the utmost efficiency a program of this sort, even though they may lack the perspicacity to frame it: there are more good hands in science than there are good brains to direct them. Thus,*

Em Cornell, estudou com Frank Thilly (1865-1934), um amigo de seu pai que facilitou sua transferência, Walter A. Hammond e Ernest Albee (1865-1934). Infelizmente, não conseguiu produzir um bom trabalho, o que fez com que seu pai o levasse de volta para a Universidade de Harvard. Isso agravou sua insegurança e, em setembro de 1911, retornou a Harvard. Teve aulas com grandes nomes da época, tais como: G. H. Palmer, Josiah Royce (1855-1916), R. B. Perry (1876-1957), George Santayana (1863-1952) e E. V. Huntington (1874-1952).

Iniciou os estudos de doutorado, em Harvard, sob a orientação de Josiah Royce que adoeceu e foi substituído por Karl Schmidt. Com a tese *A comparison of the algebra of relatives of Schroeder and of Whitehead and Russell* obtém o título de Doutor em Filosofia, em 1913, com apenas 19 anos de idade. Ainda nesse ano, publica seu primeiro artigo e decide estudar Filosofia da Matemática sob a orientação de Bertrand Russell (1872-1970), em Cambridge, Inglaterra, cujos estudos foram tema da sua tese de doutorado. Ganha uma bolsa de estudo e vai para a Inglaterra estudar Filosofia da Matemática. Fase de sua emancipação.

Emancipação

No fim do outono de 1913, Wiener vai para a Universidade de Cambridge, Inglaterra. Ele refere-se a esse período de sua vida como a fase de sua emancipação. Amou a liberdade que encontrou em Cambridge. Em julho de 1913, Wiener escreveu uma carta para Perry⁷ na qual expunha seus planos para o próximo ano e pedia sua aprovação. Nessa carta, também comunicava que recebera correspondência de Russell, em resposta à carta que seu pai havia escrito a ele, e comentava suas sugestões:

“(...) Além disso, como posso ver, não há outro lugar na Europa onde eu possa passar um termo inteiro em lógica simbólica. De acordo com o Prof. Huntington, Whitehead é um homem ocupadíssimo, e não disponível para consultas mais prolongadas. Couturat, quase desistiu da Lógica Simbólica para o Esperanto. Frege, se vivo, provavelmente é inacessível. (...) Sendo assim, parece-me que o melhor plano, pelo menos no presente, é tornar-me um aluno avançado em Cambridge, pelo menos até Russell se afastar, e passar minhas férias em encontros com os lógicos simbólicos

although the clumsy, careless scientist is not the type to do the greater part of the work of science, there is other work for him in science if he is a man of understanding and good judgment. It is not very difficult to recognize the all-round scientist of whose calling there is no doubt. It is the mark of the good teacher to recognize both the laboratory man who may do splendid work carrying out the strategies of others, and the manually clumsy intellectual whose ideas may be a guide and help to the former. When I was a graduate student at Harvard, my teachers did not recognize that despite all my grievous faults, I might still have a contribution to make to biology.

⁷ Ralph Barton Perry (1876-1957) foi educador, filósofo e líder da Escola Filosófica Pragmática na América.

do continente. Espero que este plano vá de encontro às suas expectativas e a do departamento". (WIENER, 1913, Tradução nossa)⁸

Assim, concretiza seus planos de estudar lógica e filosofia com Bertrand Russell. Participou de cursos ministrados por matemáticos como H. F. Baker (1866-1956), James Mercer (1833-1932), J. E. Littlewood (1885-1977) e G. H. Hardy (1877-1947) e, apesar de sua formação limitada em matemática, ele conseguiu absorver o conteúdo dado nas aulas e os complementava com estudos filosóficos. O apoio, o incentivo e o que aprendeu com Hardy contribuiu para que o jovem Norbert se tornasse um famoso matemático e, desse relacionamento entre ambos, resultou uma calorosa amizade.

Hardy foi, sem dúvida, um dos matemáticos mais influentes na vida de Wiener, que afirma "em todos os meus anos ouvindo palestras em matemática, eu nunca ouvi uma igual às de Hardy, seja pela clareza, por seu interesse, ou por seu poder intelectual. Se eu tivesse que eleger um mestre na minha formação matemática, este homem seria G. Hardy" (WIENER, 1953, p. 190, tradução nossa)⁹. Foi por meio dele que Wiener (1966) tomou conhecimento da integral de Lebesgue, que o levou às principais realizações do início de sua carreira.

Hardy foi um grande incentivador de jovens matemáticos como Wiener, o indiano Ramanujan e outros. Com seu apoio, Wiener tornou-se mais conhecido pelos seus estudos realizados sobre o Teorema Tauberian do que pelo seu trabalho, mais inovador, o movimento Browniano, realizado anteriormente.

Wiener conhecia Hardy mais que qualquer outro matemático americano e, quando Hardy faleceu em 1947, foi convidado para escrever seu obituário no boletim da *American Mathematical Society*. Com Russell seu relacionamento era mais formal e, os dois cursos que teve com Russell e, mais as palestras que assistiu, superaram suas expectativas. Redescobriu a importância filosófica da teoria dos tipos de Russell e isso mudou toda sua perspectiva, afetando, não só, os seus primeiros trabalhos em matemática e Filosofia, mas as ideias que posteriormente desenvolveria, em computação e comunicação.

Em 1913, Bertrand Russell tinha acabado de publicar o terceiro volume da sua monumental obra, "*Principia Mathematica*", em colaboração com seu professor, Alfred North Whitehead (1861-1947). A primeira metade do século XX,

"[...] foi marcada pelo Principia Mathematica, o Tractatus e os escritos do Círculo de Viena. Nem todos os cientistas dessa época tinham lido

⁸ *Moreover, as far as I can see, there is no other place in Europe where I could profitably spend a full term in symbolic logic. According to Prof. Huntington, Whitehead is a terrifically busy man, and not available for prolonged consultation. Couturat has almost given up symbolic logic for Esperanto. Frege, if alive, is probably inaccessible. (...) Since things stand this way, it seems to me that the best plan, at least for the present, is for me to become an advanced student at Cambridge, at any rate until Russell leaves, and to spend my vacations in meeting the symbolic logicians of the continent. I hope that this plan will meet with your approval and that of the department.*

⁹ *In all my years of listening to lectures in mathematics, I have never heard the equal of Hardy for clarity, for interest, or for intellectual power. If I am to claim any man as my master in my mathematical training, it must be G.H. Hardy.*

essas obras, mas, todos podiam respirar o ar limpo que veio delas, e todos estavam conscientes da imponente presença de Einstein e sua tradicional prática da grande tradição de misturar profunda intuição física com a matemática abstrusa, a fim de garantir hipóteses muito poderosas no nível empírico". (MASANI, 1990, p. 54-55, Tradução nossa)¹⁰.

Grande parte do trabalho de Wiener envolveu questões que foram articuladas seguindo esses padrões, onde a lógica o aproximou para mais perto da realidade do que as representações práticas empregadas pelos físicos. O tom filosófico da época e os trabalhos de vários físicos e matemáticos de renome quebraram a barreira entre a matemática pura e a matemática aplicada.

Wiener assistiu a dois cursos de Russell. Um deles envolvendo sua concepção acerca dos dados dos sentidos e o outro sobre o "*Principia Mathematica*". Como ele mesmo expõe em:

"No primeiro curso eu não fui capaz de aceitar seus pontos de vista sobre a "natureza última de dados [aférentes] dos sentidos" como a matéria-prima para a experiência. Eu sempre considerei "dados [aférentes] dos sentidos" como constructos, constructos negativos, na verdade, num sentido diametralmente oposto ao das ideias platônicas, mas, igualmente, constructos que se distanciam das experiências sensoriais brutas. Independentemente da nossa divergência quanto a este assunto específico, eu achei o curso extremamente estimulante. Em particular, fui introduzido à relatividade de Einstein e à nova ênfase no observador, que já tinha revolucionado a física nas mãos de Einstein e que a revolucionaria ainda mais nas mãos de Heisenberg, Bohr e Schrödinger". (WIENER, 1953, p. 191, Tradução nossa)¹¹

Russell e Wiener compartilhavam de muitas ideias, embora:

"[...] houvesse muitos pontos de desacordo e até mesmo de atrito, beneficiei-me enormemente com eles. Sua apresentação do Principia foi

¹⁰ [...] was marked by the *Principia Mathematica*, the *Tractatus* and the writings of the Vienna Circle. Not all the scientists of this period had read these works, but all could breathe the clean air that came from them, and all were aware of the towering presence of Albert Einstein and of his practice of the great tradition of blending deep physical intuition with abstruse mathematics to secure very powerful hypotheses at the empirical level.

¹¹ In the first course I could not find myself able to accept his views on the ultimate nature of sense data as the raw material for experience. I have always considered sense data as constructs, negative constructs, indeed, in a direction diametrically opposite to that of the Platonic ideas, but equally constructs that are far removed from unworked-on raw sense experience. Apart from our disagreement on this particular matter, I found the course new and tremendously stimulating. In particular, I found myself introduced to Einstein's relativity, and to the new emphasis on the observer which had already revolutionized physics in Einstein's hands and which was to revolutionize it even more completely in the hands of Heisenberg, Bohr and Schrödinger.

deliciosamente clara; nossa pequena classe foi capaz de tirar o máximo proveito dela. Suas preleções gerais sobre filosofia também eram obras-primas de seu repertório. Além de sua consciência da importância de Einstein, Russell também viu o significado presente e futuro da teoria do elétron, e apressou-me em estudá-la, apesar de ter sido muito difícil para mim, naquele tempo, tendo em vista a minha preparação inadequada em física. Não me lembro, no entanto, de ele ter sido tão explícito e preciso em sua avaliação da importância da teoria quântica. É preciso lembrar que o trabalho de Niels Bohr, que marcou época, era muito novo naquele tempo, e em sua forma original não se prestava a uma interpretação filosófica. Foi somente uns doze anos mais tarde, em 1925, as correntes conflitantes desperta-as pelo trabalho anterior de Bohr começaram a ser resolvidas e as ideias de Broglie, Born, Heisenberg, Schrödinger mostraram que a teoria quântica marcaria uma grande revolução nos pressupostos filosóficos da física, semelhante ao que ocorreria com o trabalho de Einstein". (WIENER, 1953, p. 193-194, Tradução nossa)¹²

Além da sugestão citada acima, Russel também sugeriu a Wiener que não restringisse seus estudos somente aos fundamentos matemáticos, mas que perscrutasse as fronteiras da física teórica. Essa sugestão fez com que Wiener se aproximasse de G. H. Hardy, tomasse conhecimento da teoria atômica de Niels Bohr (1885-1962), da mecânica estatística de J. W. Gibbs, além de colocá-lo em contato com os estudos de Einstein-Smoluchowski sobre o movimento Browniano.

Cabe, aqui, ressaltar que no início do século XX, o mundo estava prestes a adentrar em um período no qual os cientistas estariam à deriva em um universo desconcertante de partículas e antipartículas. A ciência estava migrando da macrofísica, onde os objetos podiam ser vistos, medidos e quantificados, para onde a realidade era imaginada. O mundo estava entrando na era quântica.

Durante o segundo semestre de sua estada, Russel e Whitehead deixaram Cambridge, e Wiener, seguindo o conselho de Russell, partiu para estudar em Göttingen. Antes de sua partida, terminou dois artigos, um deles intitulado "*The highest good*", com o qual ganhou o prêmio Bowdoin de Harvard e o outro "*Relativism*". Várias ideias que aparecem no seu trabalho *Cybernetics*, publicado em 1948, encontram-se em forma latente nessas duas publicações.

¹² [...] *there were many points of disagreement and even of friction, I benefited enormously by them. His presentation of the Principia was delightfully clear; and our small class was able to get the most out of it. His general lectures on philosophy were also masterpieces of their kind. Besides his consciousness of Einstein's importance, Russell also saw the present and future significance of electron theory, and he urged me to study it, even though it was very difficult for me at that time, in view of my inadequate preparation in physics. I do not recall, however, that he was quite as explicit and accurate in his valuation of the coming importance of quantum theory. It must be remembered that the epoch-making work of Niels Bohr was very new at the time, and that in its original form, it did not lend itself particularly to a philosophical interpretation. It was only some twelve years later, in 1925, that the conflicting currents aroused by the earlier work by Bohr began to be resolved and that the ideas of the Broglie, Born, Heisenberg, and Schrödinger showed that quantum theory was to mark as great a revolution in the philosophical presuppositions of the physics as had the work of Einstein.*

Em Göttingen assistiu a palestras de matemáticos como Hilbert (1862-1943) e Edmund Landau e de filosofia com Edmund Husserl (1859-1938). Assistiu a um curso sobre Teoria dos Grupos dado pelo Professor Landau, e outro sobre equações diferenciais, dado pelo grande matemático Hilbert. “Hilbert foi um dos gênios universais da matemática”, afirma Wiener, e “suas excursões da Teoria dos Números para a Álgebra e das equações integrais aos fundamentos da matemática cobriram a maior parte da matemática conhecida” (WIENER, 1953, p. 209, tradução nossa)¹³. Com respeito à filosofia, fez um curso com Husserl sobre Kant e outro sobre fenomenologia, que o deixou muito impressionado.

Os trabalhos de Hilbert acarretaram influência marcante nas produções científicas de Wiener e, além disso, para Wiener, “ele representou a grande tradição na matemática do início do século. Para mim, como um jovem, ele tornou-se o tipo de matemático que eu teria gostado de tornar-me, combinando um tremendo poder abstrato com um senso da realidade física (WIENER, 1966, p. 25, tradução nossa)¹⁴. Russell o havia alertado da importância de entender as abordagens dos problemas físicos e esse alerta foi reforçado pela atmosfera científica que encontrou em Göttingen.

Durante sua permanência em Göttingen escreveu um artigo sobre lógica. Para Wiener (1953), esse estudo, intitulado “*Studies in Synthetic Logic*”, foi uma das melhores pesquisas que ele até então realizara. Apareceu, mais tarde, nos *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, e serviu de base para as preleções docentes que proferiu em Harvard. Seu interesse em matemática aumentou e os cursos que fez com Hilbert e Landau foram fundamentais para os seus futuros trabalhos. Adorou a vida social de Göttingen e entre seus companheiros de cerveja estavam Otto Szasz e Felix Bernstein.

Em agosto de 1914, retornou aos Estados Unidos de férias. Sua bolsa de estudo havia sido prorrogada até 1915, assim, ele voltou a Cambridge, Inglaterra, encontrando-a imersa em um clima de melancolia, em decorrência da Primeira Guerra Mundial. Devido à guerra, retornou aos Estados Unidos e resolveu terminar sua bolsa na Universidade de Columbia, Nova York e, seguindo uma vez mais o conselho de Russell, foi estudar com John Dewey.

Nós vamos encontrar as reflexões sociológicas e filosóficas de Dewey nas palavras de Wiener quando ele discute com o líder trabalhista Walter Reuther assuntos tais como automação industrial e desafios educacionais. Durante esse período, aproveitou para preparar palestras que estava planejando dar no ano seguinte, em Harvard. No decorrer dessas palestras sua atenção foi voltada para um ramo da matemática *Analysis Situs*, hoje chamada de Topologia, cujos primeiros estudos tinham sido feitos por Euler (1707-1783) e Poincaré (1854-1912).

Wiener foi nomeado professor assistente do departamento de Filosofia da Universidade de Harvard, no outono de 1915. De 1915 a 1916, além de ensinar filosofia, lecionou lógica da matemática, baseado em sua pesquisa, a qual foi publicada em 1921,

¹³ Hilbert was the one really universal genius of mathematics (...). His excursions from number theory to algebra and from integral equations to the foundations of mathematics covered the greater part of known mathematics.

¹⁴ He represented the grand tradition in the mathematics of the beginning of the century. For me as a young man he became the sort of mathematician whom I would have liked to become, combining tremendous abstract power with a down-to-earth sense of physical reality.

intitulada “*A new theory of measurement: A study in the logic of mathematics*”. Em tal estudo, Wiener teve que modificar e estender a teoria de medição de Russell e Whitehead presentes no “*Principia Mathematica*”, terceiro volume. A opinião de Russell para a *London Mathematical Society* sobre esse trabalho de Wiener tem o seguinte teor:

“Este é um artigo de considerável importância, uma vez que estabelece um método completamente válido para medir numericamente vários tipos de quantidade que, até então, não têm sido passíveis de medição, com excessão de métodos inconsistentes. Embora os princípios do Dr. Wiener possam ser aplicados (como ele mostra, mais tarde, em seu artigo) a quantidades de qualquer espécie, a sua importância é destacada pela medição de coisas tais como intensidade, as quais não podem aumentar indefinidamente. Muito trabalho experimental em psicologia, especialmente aqueles que utilizam a lei de Weber, tem sido feito levando em conta a intensidade e as suas diferenças, mas devido à falta de conceitos matemáticos necessários os resultados são, muitas vezes, vagos e duvidosos. Até onde eu sei, o Dr. Wiener é o primeiro a considerar, com o aparato necessário da lógica matemática, a possibilidade de obter medidas numéricas de tais quantidades. Sua solução para o problema é, de acordo com o meu ponto de vista, completa e totalmente satisfatória. Seu trabalho é altamente qualificado, tanto tecnicamente como, em geral, apresenta uma compreensão do problema; e é imprecindível que ele seja publicado” (GRATTAN-GUINNESS, 1975 apud MASANI, 1990, p. 64, Tradução nossa)¹⁵.

Em decorrência da Primeira Guerra Mundial e do seu patriotismo resolveu entrar para o exército e, em 1916, alistou-se no Regimento de Harvard e foi para Plattsburg, New York, treinar com *Reserve Officers' Training Corps* (ROTC). Devido às suas limitações físicas, seu pedido para servir nesse regimento foi negado, para sua decepção. Essa negação é retratada em carta, cujo teor “o *Department Commander* deseja expressar o seu apreço pelo seu desejo de servir o nosso país na presente emergência, mas lamenta que circunstâncias impeçam a aceitação de sua oferta” (ADJUTANT, 1971, tradução nossa)¹⁶.

¹⁵ *This is a paper of very considerable importance, since it establishes a completely valid method for the numerical measurement of various kinds of quantity which have hitherto not been amenable to measurement except by very faulty methods. Although Dr. Wiener's principles can be applied (as he shows in the later portions of his paper) to quantities of any kind, their chief importance is in respect of such things as intensities, which cannot be increased indefinitely. Much experimental work in psychology, especially in connection with Weber's Law, has been done with regard to intensities and their differences, but owing to lack of the required mathematical conceptions its results have often been needlessly vague and doubtful. So far as I am aware, Dr. Wiener is the first to consider, with the necessary apparatus of mathematical logic, the possibility of obtaining numerical measures of such quantities. His solution of the problem is, as far as I can see, complete and entirely satisfactory. His work displays abilities of high order, both technically and in general grasp of the problem; and I consider it in the highest degree desirable that it should be printed.*

¹⁶ *The Department Commander desires to express his appreciation of your desire to serve our country in the present emergency, but regrets that circumstances prevent the acceptance of your offer.*

Não foi possível para Wiener mostrar qualquer aptidão militar, falhou em todos os exames físicos que fez. Por exemplo, “mesmo para um exame de equitação no arsenal do estado eu estava totalmente despreparado para isso e, caí de um velho pangaré ...” (WIENER, 1953, p. 244, tradução nossa)¹⁷.

Com a entrada dos Estados Unidos no conflito da Primeira Guerra Mundial, em 1917, ele vai trabalhar na fábrica da General Electric, em Lynn, Massachusetts.

Primeira Guerra Mundial

Na fábrica da general Eletric em Lynn, ele assumiu a responsabilidade de permanecer lá por dois anos e começou trabalhando no departamento de turbina, fazendo alguns testes de combustão, e usou a matemática para modelar e resolver alguns problemas relativos à termodinâmica. Logo após seu trabalho na General Eletric, trabalhou como escritor para a *Encyclopedia Americana*, em Albany, New York, entre 1917-1918. Escreveu muitos artigos sobre filosofia, matemática e linguística. Wiener relata sua experiência, nessa área, afirmando ter sido “um maravilhoso treinamento para mim. Eu aprendi a escrever rapidamente, acuradamente, e com o mínimo de esforço sobre qualquer assunto que eu tivesse um módico conhecimento” (WIENER, 1953, p. 251, tradução nossa)¹⁸.

Em 5 de julho de 1918, recebeu uma carta de Oswald Veblen, da nova *Proving Ground em Aberdeen*, Maryland, convidando-o para trabalhar no departamento de balística como um civil. Sua reação foi imediata, “eu tomei trem seguinte para Nova York, onde desci e tomei outro para Aberdeen” (WIENER, 1953, p. 254, tradução nossa)¹⁹. A construção do *Aberdeen Proving Ground* constituiu uma época importante para a história da ciência e para a carreira de muitos cientistas que lá trabalharam.

Após a guerra, como muitos, Wiener começou a procurar emprego. Foi recomendado pelo Professor Osgood, da Universidade de Harvard, para assumir o cargo de professor substituto, por um período de um ano, no Departamento de Matemática no *Massachusetts Institute of Technology*. Embora o instituto fosse reconhecido mundialmente, estava longe de ser um centro de pesquisa matemática. Ele aceitou o cargo oferecido, e permaneceu no MIT até sua morte.

No século XX, a visão de mundo tornou-se mais complexa, principalmente após a Primeira Guerra Mundial, levando os cientistas a novas preocupações e buscando novas soluções matemáticas para resolver problemas mais complexos. Wiener ainda não tinha iniciado seus trabalhos no MIT, quando recebeu a visita do Dr. I. Barnett, de Cincinnati. Ele conversou muito com Wiener sobre várias questões matemáticas e pessoais. Wiener pediu-lhe sugestão para um novo estudo e ele mencionou:

¹⁷ (...) in an examination on horseback riding at the state armory, I came totally unprepared for this, and I fell off an old nag which was as steady as a gymnasium horse.

¹⁸ It was a wonderful training for me. I learned to write quickly, accurately, and with a minimum of effort, on any subject of which I had a modicum of knowledge.

¹⁹ I took the next train to New York, where I changed for Aberdeen.

“[...] que muito estava sendo feito sobre a generalização do conceito de probabilidade para incluir probabilidades onde as várias ocorrências que estão sendo estudadas não podem ser representadas por pontos, pontos em um plano ou em um espaço, mas por algo da natureza de caminhos de curvas no espaço”. (WIENER, 1966, p. 35, tradução nossa)²⁰

Como resultado da sugestão de Barnett, Wiener passou o primeiro ano no MIT investigando várias extensões da integral de Lebesgue para sistemas mais complexos. Wiener foi um leitor assíduo do jornal *Proceedings of the London Mathematical Society*, no qual leu um artigo de G. I. Taylor (1886-1975) referente à teoria da turbulência. Esse artigo veio ao encontro dos interesses de Wiener, o qual pôde pensar na possibilidade física, pois na turbulência os caminhos de ar das partículas são curvos e o resultado do artigo de Taylor envolve média ou integração sobre a família de tais curvas. Esse foi o problema que deu origem ao seu trabalho sobre o movimento browniano, seu primeiro notável trabalho em matemática. Este foi o primeiro, de uma série de muitos outros estudos realizados nessa área.

Após o Término da Primeira Guerra Mundial: produções matemáticas

Logo após a Primeira Guerra Mundial, as produções científicas de Wiener tornaram-se mais intensas. Participou do Congresso Internacional de Matemática, em 1920, em *Strasbourg* França. Estava ansioso pela oportunidade de viajar novamente para a Europa, lugar que amigavelmente o acolheu. Sua intenção era aproveitar o tempo livre que teria antes do Congresso, que seria realizado em setembro, para trabalhar com algum professor europeu. O professor escolhido foi o matemático francês Maurice Fréchet (1878-1973).

Os motivos da sua escolha vinculavam-se ao fato de que Maurice Fréchet trabalhava com alguns temas que o interessavam, como o estudo de curvas, lógica matemática e topologia. Em 1915, Wiener havia iniciado, na Universidade de Columbia, um estudo sobre topologia e, certamente, os estudos de Fréchet poderiam ser bastante úteis para dar continuidade às suas pesquisas. Diante desse interesse, Wiener escreveu uma carta para Fréchet e obteve como resposta outra, muito gentil, convidando-o para trabalhar com ele quando de sua estada na Europa. Durante esse período aproveitou para rever muitos amigos, foi a Cambridge e depois a Paris onde ficou aguardando a disponibilidade de Fréchet. Escreveu de Paris uma carta para sua irmã Constance, relatando:

“Eu ainda não consegui entrar em contato com Fréchet. Comuniquei a ele que estou aqui, aguardando uma resposta. Acho que estou fazendo um pequeno progresso com o meu problema – integração de espaço em

²⁰ (...) *that a lot was being done on the generalization of the concept of probability to cover probabilities where the various occurrences being studied were not to be represented by points or dots in a plane or in a space but by something of the nature of path curves in space.*

função – e de um modo que possa ter uma aplicação prática. Defino a medida de um intervalo de modo que tenha relação com a teoria da probabilidade, como é aplicada em mecânica estatística, e tenho alimentado esperanças de que a integral de Lebesgue que obtenho disso possa ser útil para alguma coisa. De qualquer forma, quando me encontrar com Fréchet, terei um ótimo problema para trabalhar”. (SEGAL, 1992, p. 397, Tradução nossa)²¹.

Alguns dias depois seu encontro com Fréchet aconteceu. E, a partir daí, todos os dias, Fréchet dedicava a ele algumas horas de conversa, no jardim de sua casa. Havia dois ou três pontos no trabalho de Fréchet que Wiener estava tentando entender e sobre o qual trocaram várias ideias, a saber:

“A teoria generalizada de limites e diferenciais de Fréchet se aplica a muitos tipos de espaços, incluindo espaços vetoriais, mas não é necessariamente limitada àqueles espaços nos quais os elementos podem ser considerados como passos. Por outro lado, essa geometria de passos constitui uma importante parte da teoria geral de Fréchet e merecia ser solidificada com um conjunto apropriado de postulados. Fréchet não tinha feito isto nem considerou esses sistemas vetoriais particulares, como peculiarmente importantes entre aqueles os quais tinha considerado. Essa foi a tarefa que eu realizei. Ela estava intimamente ligada à teoria da combinação de transformações sucessivas, conhecida como teoria de grupos e, de fato, constituiu um capítulo significativo daquela teoria. Entretanto, desenvolvi um conjunto completo de axiomas para espaços vetoriais. Fréchet gostou, mas não parecia particularmente impressionado com o resultado. Mas então, algumas semanas mais tarde, ele ficou bastante entusiasmado, quando viu um artigo publicado por Stefan Banach em um jornal matemático polonês, o qual continha resultados praticamente idênticos àqueles que eu tinha obtido, nem mais nem menos geral. A concepção de Banach das suas ideias e a sua publicação delas foram poucos meses anteriores às minhas. Não havia nenhuma possibilidade de comunicação entre nós, e o grau de originalidade dos dois artigos era idêntico. Então, os dois trabalhos, o de Banach e o meu, ficaram conhecidos, naquela época, como a teoria de espaço de Banach-Wiener “. (WIENER, 1966, p. 59-60, tradução nossa)²²

²¹ *I have not been able so far to get in touch with Fréchet. I have wired him that I am here and awaiting an answer. I find that I am making a little headway with my problem—space integration in function—and in a way that may have practical application. I define the measure of an interval in it in a way that hitches up with probability theory as it is applied in statistical mechanics, and I have been living in hopes that the Lebesgue integral which I can get from it will be good for something. At any rate, when I meet Fréchet, I shall have a peach of a problem to work on.*

²² *Fréchet’s generalized theory of limits and differentials applies to many sorts of spaces, including vector spaces, but is not necessarily confined to those spaces in which the elements may be regarded as steps. On the other hand, this geometry of steps constitutes a very important part of Fréchet’s general theory and was worth solidifying with*

Wiener introduziu a noção, mas não desenvolveu a teoria. Assim, mais tarde esse espaço passou a ser referido somente com o nome de Banach (1892-1945). Quando faltavam poucos dias para o congresso, Wiener retornou a Strasbourg para participar dele.

A percepção da própria aleatoriedade da natureza afetou o trabalho e a vida de Wiener. Quando começou a trabalhar no MIT seguiu a sugestão do prof. Dr. I. Barnett, de Cincinnati, a de trabalhar com o conceito de probabilidade, mais generalista, cujas representações são curvas no espaço. Foi a partir dessa ideia que ele construiu sua teoria do movimento browniano. O empurrão na direção probabilística veio do Dr. I. A. Barnett, de Cincinnati, e o estímulo na direção da análise funcional veio de seu encontro com Maurice Fréchet.

Em 1921, Wiener apresentou sua teoria sobre o movimento browniano à Academia de Ciências, intitulado “*The average of an analytic functional*”. O estudo formal sobre a teoria do movimento browniano foi um dos primeiros trabalhos de Wiener como matemático. Para ele, a teoria formal desse movimento tinha um “alto grau de perfeição e elegância. Devido a essa teoria fui capaz de confirmar a conjectura de Perrin e mostrar que, exceto para um conjunto de casos de probabilidade, todos os movimentos brownianos eram curvas contínuas não diferenciáveis” (WIENER, 1966, p. 39, tradução nossa)²³.

Como o próprio Wiener (1966) afirma, outro trabalho, que serviu de considerações teóricas para o seu estudo, foi o de Sir Geoffrey Taylor sobre a teoria da turbulência. Fazendo referências ao trabalho de Taylor, e destacando sua importância para a aviação, Wiener (1966) postula que esse trabalho veio ao encontro de seus interesses, pois os caminhos percorridos pelas partículas de ar na turbulência eram curvos e envolviam média, probabilidade e integração de famílias de curvas, ou seja, o movimento browniano é um fenômeno semelhante ao da turbulência.

O estudo de Einstein sobre o movimento browniano, publicado em 1905, também serviu de referência para os estudos de Wiener. Toda imaginação começa a partir da análise da natureza, e Wiener (1966) sabia que a teoria matemática referente a esse movimento sobre o qual buscava compreensão acarretaria uma adequada descrição da natureza e, cada vez mais, tinha consciência de que era na própria natureza que ele deveria buscar a linguagem e os problemas da sua investigação. E foi o que fez, pois a conexão entre a

an appropriate set of postulates. Fréchet had not done this, nor did he consider these particular vector systems as peculiarly important among those which he had considered. This was the task which I had performed. It was very closely allied to the theory of the combination of successive transformations which is known as group theory, and in fact it constitutes a significant chapter of that theory. However, I gave a full set of axioms for vector spaces. Fréchet liked it, but did not seem particularly struck with the result. But then, a few weeks later, he became quite excited when he saw an article published by Stefan Banach in a Polish mathematical journal which contained results practically identical with those I had given, neither more nor less general. Banach's conception of his ideas and his publication of them were both a few months earlier than my own. There had, however, been no chance for communication between us, and the degree of originality of the two papers was identical. Thus the two pieces of work, Banach's and my own, came for a time to be known as the theory of Banach-Wiener spaces.

²³ (...) a high degree of perfection and elegance. Under this theory I was able to confirm the conjecture of Perrin and show that, except for a set of cases of probability, all the Brownian motions were continuous non-differentiable curves.

matemática e as ciências naturais é o melhor meio para que o intelecto humano possa formular teorias.

Seu trabalho sobre o movimento browniano não teve reconhecimento durante o ano em que Wiener o publicou, exceto por H. Cramer (1893-1985), na Suécia, e Paul Levy (1886-1971), na França. Tornou-se mais conhecido pelo seu trabalho sobre *Potential Theory*. Na época a autoridade sobre esse assunto era o professor O. D. Kellogg, de Harvard. Não se sabe o que provocou o interesse de Wiener sobre esse tópico, que envolve equações diferenciais parciais, pois, à época, Wiener não era muito bom nisso. Mas dentro de um curto espaço de tempo, três anos aproximadamente, depois de muitas conversas com Kellogg, Wiener escreveu seis artigos envolvendo esse tema.

As equações diferenciais parciais são utilizadas para estudar uma vasta gama de fenômenos da natureza, nas mais diversas áreas de aplicação. As contribuições de Wiener foram fundamentais para a moderna *Classical Potential Theory*. Entre 1922 e 1927, Wiener viajou para a Europa praticamente todo verão. Muitas dessas viagens realizou em companhia de suas irmãs, Constance, matemática, e Bertha, estudante de química do MIT. Conheceu muitas pessoas na Europa, local onde seu trabalho foi consideravelmente reconhecido, antes de nos Estados Unidos. Suas ideias sobre mecânica quântica foram tomando forma no curso dessas viagens, em participações em congressos, discussões, seminários e nos trabalhos realizados durante esse período.

Outro trabalho de destaque de Wiener, começou estimulado pela pesquisa do matemático dinamarquês Harald Bohr (1887-1951) denominada de *almost periodic functions*. Wiener manteve muitas correspondências com Harald Bohr, do qual se tornou grande amigo. Em seu livro, “*Almost Periodic Functions*”, Bohr fala da pesquisa de Wiener.

“Wiener foi bem sucedido em encontrar uma nova prova desse teorema fundamental, muito mais curta que a minha, mas, por outro lado, usando os resultados da teoria da integração de Lebesgue e da teoria das integrais de Fourier; enquanto a prova original foi elaborada por meios bastante elementares. Esta prova de Wiener adquiriu interesse especial formando um importante ponto de partida para suas belas e promissoras investigações combinando as séries de Fourier e as integrais de Fourier”. (BOHR, 1947, p. 4, tradução nossa)²⁴

Wiener estava interessado no estudo dessas funções pela sua relação com o estudo das vibrações. Sua facilidade de aplicar seu conhecimento matemático à área de engenharia pode ser exemplificada pelo seu trabalho sobre *Harmonic Analysis*. A análise de um fenômeno complexo ou de uma estrutura em termos de seus componentes básicos são esforços comuns às ciências e à vida prática. A ideia central dessa análise é que a sua organização envolve a repetição de certos padrões fundamentais.

²⁴ Wiener succeeded in finding a new proof of this fundamental Theorem, much shorter than mine but, on the other hand, using results of the Lebesgue integral theory and the theory of Fourier integrals; whereas the original proof was worked by quite elementary means. This proof by Wiener acquired special interest by forming an important starting point for his beautiful and promising investigations on combined Fourier series and Fourier integrals.

Ele percebeu que, uma grande variedade de sinais devem ser harmonicamente analisáveis e que, para isso, a classe mais ampla de curvas irregulares deve ser demarcada para novos cálculos e médias. Como os estudos anteriores de vários matemáticos não faziam uso da teoria de Fourier, Wiener foi buscar novas ideias nas obras de Lord Kelvin (1824-1907), Lord Rayleigh, Sir Oliver Heaviside (1850-1925), Sir Arthur Schuster (1851-1934) e Sir Geoffrey Taylor. Todos tinham interesse em Análise Harmônica de fenômenos aleatórios relativos à acústica, óptica e mecânica dos fluidos. A análise de Fourier é o cenário natural para a solução de muitos problemas em engenharia, matemática e outras ciências, de modo geral.

A análise harmônica, de acordo com Conway e Siegelman (2005), permaneceu desvinculada dos fenômenos físicos por quase um século, até Wiener reformular o trabalho de Fourier e estabelecer conexão com o mundo real. Os novos métodos estatísticos empregados por Wiener no seu estudo sobre análise harmônica foram vitais para todas as ciências da era da informação e, em particular para a engenharia elétrica e para o desenvolvimento de máquinas computadoradas.

Pode-se dizer que, em suma,

“Wiener fez enormes avanços na análise harmônica de funções de variáveis reais e complexas. De forma unificada, isso resolveu velhos problemas, produziu novos desafios e forneceu um protótipo para aspectos-chave da análise harmônica em grupos topológicos. Simultaneamente, desenvolveu aplicações de suas ideias matemáticas em engenharia, biologia e outros campos. Mais tarde em sua vida, ele desenvolveu uma síntese de tais aplicações, com ideias diversas representadas por partes centrais do trabalho feito durante as décadas de 20 e 30 por Vannevar Bush, Walter B. Cannon, Alan Turing, e outros”. (SEGAL, 1992, p. 389, tradução nossa)²⁵

Em 1925, Wiener visitou novamente Göttingen. Nesse período, como o seu trabalho sobre *Harmonic Analysis* estava ganhando notoriedade, Wiener proferiu uma palestra sobre esse tema. Hilbert mostrou grande interesse sobre o assunto, apesar de que, conta Wiener: “mas o que não percebi, naquele tempo, foi que minha palestra estava intimamente ligada às novas ideias da física, as quais estavam prestes a florir em Göttingen, na forma do que é agora conhecido como mecânica quântica” (WIENER, 1966, p. 97, tradução nossa)²⁶. Tempos depois, Heisenberg deu uma nova caracterização ao elétron estabelecendo a teoria da mecânica quântica. Pode-se afirmar, enfatiza Wiener que,

²⁵ *Wiener made huge strides in the harmonic analysis of functions of real and complex variables. In a unified way, this resolved old problems, produced new challenges, and provided a prototype for key aspects of harmonic analysis on topological groups. In part concurrently, he developed applications of his mathematical ideas in, Alan Turing, and others.*

²⁶ *(...) but what I did not realized was that my talk was closely keyed to the new ideas of physics which were about to burst into bloom at Göttingen in the form of what is now known as quantum mechanics.*

“Heisenberg veio a explicá-la através da mesma análise harmônica que eu já apresentara em Göttingen, pelo menos cinco anos antes” (WIENER, 1966, p. 107, tradução nossa)²⁷.

Wiener recebeu uma bolsa de estudo para trabalhar um semestre em Göttingen e outro em Copenhague (1926-1927), junto de Max Bohr (1882-1970). Eles já haviam trabalhado juntos com mecânica quântica durante uma visita de Bohr ao MIT, e deram continuidade a esse trabalho. Com reconhecimento de seu trabalho na Alemanha e a melhora de sua situação econômica no MIT, foi possível a Wiener pensar, pela primeira vez, nas responsabilidades do casamento. Casou-se em 1926, com Margaret Engemann, uma pós-graduada de Utah State College e Radcliffe, que havia imigrado com sua família da Alemanha. Sua primeira filha, Barbara, nasceu em 1928, e a segunda, Margaret, em 1929.

Foi o Prof. J. D. Tamarkin (1888-1945) da Universidade de Brown, grande amigo de Wiener, que o convenceu a reunir seus estudos e publicá-los em um livro. Foi ele quem leu e criticou cada etapa do manuscrito e de suas provas, e isto foi uma grande vantagem para a notoriedade de seu trabalho. Em 1929, foi publicado o trabalho intitulado *Generalized Harmonic Analysis* e, em 1932, o *Tauberian Theorems*. Com essas publicações, Wiener foi reconhecido nesse campo e recebeu o prêmio *Bocher* da *American Mathematical Society*, em 1933. E, em abril de 1934, foi eleito membro da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos. A abordagem de Robert Schmidt, complementada com a de Hardy e Littlewood, forneceu a base para Wiener escrever esse trabalho.

Maturidade pessoal e científica: um matemático consolidado

O desenvolvimento científico e tecnológico que permeou todo o século XX revitalizou as ideias matemáticas de Wiener, em grande parte, decorrentes de seus contatos com intelectuais e pessoas ligadas às engenharias e outras áreas de conhecimento. Também teve a felicidade de trabalhar no MIT, cujo cerne era a investigação, e esse instituto reunia todas as áreas do conhecimento para produzir uma série de avanços e, muitos deles transformaram o mundo.

Na década de 1930, parte dos estudos de Wiener estava relacionada com os de Bush. Bush estava desenvolvendo algumas máquinas de computação elétrica, as quais o tornaram famoso mais tarde. Nesse período, Vannevar Bush construiu o analisador diferencial, um computador analógico capaz de resolver equações diferenciais. Este foi construído no MIT, sob a supervisão de Bush, e Wiener acompanhou de perto o desenvolvimento desse projeto e se envolveu, com muito interesse, com os problemas matemáticos dele decorrentes (MASANI, 1990).

A família Wiener passou os anos de 1931-1932 em Cambridge, Inglaterra. Wiener aceitou o convite de Hardy para trabalhar, durante esse período, na Universidade de Cambridge. Lá proferiu palestras sobre a Transformada de Fourier, cuja abordagem foi

²⁷ Heisenberg came to explain it through the same harmonic analysis which I had already presented to the Göttingen at least five years before.

tema de seu livro, publicado por essa Universidade em 1933, “*The Fourier Integral and Certain of its Applications*”.

Seus principais contatos em Cambridge foram Hardy e Littlewood, mas também, aproveitou seu tempo para rever velhos amigos e fazer novas amizades. Depois que retornou ao MIT começou a frequentar um grupo de amigos liderados pelo físico mexicano Manuel Sandoval Vallarta (1899-1977), que apresentou a Wiener o fisiologista Arturo Rosenblueth. Rosenblueth era o braço direito do grande fisiologista de Harvard, Walter Cannon, que Wiener conhecera quando criança, por intermédio de seu pai, conforme já relatado. Arturo e Wiener tinham em comum um intenso interesse pela metodologia científica e compartilhavam várias ideias e, uma delas diz respeito ao fato de,

“[...] que a divisão entre as ciências era constituída de linhas administrativas convenientes para a apropriação de recursos financeiros e de esforços, as quais cada cientista deveria estar disposto a atravessar sempre que seus estudos o exigisse. Ciência, nós dois pensávamos, deveria ser um esforço colaborativo”. (WIENER, 1966, p. 171, tradução nossa)²⁸

Desde então, Arturo foi seu grande amigo. Ambos costumavam reunir-se com jovens pesquisadores de várias áreas para acalorados debates científicos. “Para Arturo Rosenblueth por muitos anos meu companheiro de ciência” (WIENER, 1961, não numerada, tradução nossa)²⁹, essa é a dedicatória de Wiener em seu livro “*Cybernetic*” que retrata essa grande amizade.

Quando estava na Inglaterra, grande parte de sua leitura, Wiener realizou na *Philosophical Library*, a biblioteca da Sociedade Filosófica. Nessa biblioteca, Wiener conta que viu seus livros, referentes à filosofia, expostos, o que significou, para ele, o reconhecimento explícito de seu trabalho como filósofo legitimado pela sua nova posição, um matemático consolidado.

Clima Hostil

Entre 1933 e 1935, os rumores de guerra na Europa, devido ao fortalecimento do partido nazista, fizeram com que muitos matemáticos procurassem colocação em outros países. Pode-se afirmar, sem hesitação, que a vinda desses cientistas ocasionou uma década de superlativos com relação às produções científicas na América do Norte. Foi durante esse período que Wiener, como já citado anteriormente, e o Professor Morse receberam o Prêmio Bôcher. Wiener foi eleito membro da *National Academy of Sciences*, sendo que, depois de sua viagem à Inglaterra, e antes de sua viagem à China, se estabelece o período em que exerce papel atuante nessa sociedade.

²⁸ [...] that the division between the sciences were convenient administrative lines for the apportionment of money and effort, which each working scientist should be willing to cross whenever his studies should appear to demand it. Science, we both felt, should be a collaborative effort.

²⁹ To Arturo Rosenblueth for many years my companion in science.

Em 1934, Wiener recebeu um convite do governo chinês para passar um ano no departamento de matemática e de engenharia elétrica na Universidade de *Tsing Hua* em *Peiping*, China. Aceitou o convite e, assim, entre 1935 e 1936, viajou com a família. Wiener and Yuk Wing Lee (ex-aluno do MIT) desenvolveram e patentaram vários sistemas de redes elétricas. Outro trabalho que consolidaria essa união consistiu em desenvolver uma máquina de computação, seguindo os passos de Bush, ajustada à alta velocidade dos circuitos elétricos. Esse trabalho não foi concluído, mas a parceria com Lee não deixou de ser um sucesso. Lee, não só foi capaz de assimilar as sugestões de Wiener, como também propôs uma rede eficaz, em forma de cascata, que garantiu uma melhor utilização de hardware. Uma delas ficou conhecida como a rede de Lee-Wiener. Esse conceito tornou-se crucial na teoria Cibernética de Wiener e no desenvolvimento de seu estudo sobre controle de fogo antiaéreo para o esforço de guerra.

No verão de 1936, Wiener voltou da China, via Europa, para participar do Congresso Internacional de Matemáticos em Oslo, Noruega. Antes da eclosão da Segunda Guerra Mundial, agravou-se a situação no país e, um ano antes de os Estados Unidos entrarem na guerra, existia uma profunda insegurança por parte dos cientistas americanos com relação ao sistema de defesa vigente, devido ao fraco poder da tecnologia bélica, à falta de planejamento para priorizar as estratégias e à necessidade de um alinhamento tecnológico militar. Pressentindo um conflito inevitável e a sua real dimensão, quatro líderes da ciência americana se reuniram para discutir o assunto, visando adequar-se às necessidades da guerra moderna.

“Esses cientistas eram Vannevar Bush, presidente do Carnegie Institution of Washington, um engenheiro eletricista, Karl Taylor Compton³⁰, presidente do Massachusetts Institute of Technology (MIT), um físico, James Bryant Conant³¹, presidente da Harvard University, um químico e Frank Baldwin Jewett³², engenheiro eletricista e presidente da Academia Nacional de Ciências e da Bell Telephone Laboratories. Vannevar Bush estimulou esse debate em decorrência do que tinha vivenciado durante a Primeira Guerra Mundial, onde a falta de cooperação entre cientistas civis e militares foi crítica. Foi um intelectual e um criador de políticas de incentivo e a sua liderança no desenvolvimento do complexo militar americano tinha como plano de ação a incorporação do conhecimento científico, através da participação dos cientistas nos esforços de guerra. Como porta voz desse grupo, convenceu o presidente Roosevelt da necessidade de mobilizar a pesquisa científica no campo militar e

³⁰ Karl Taylor Compton (1887–1954), físico e presidente do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) entre 1930-1948.

³¹ James Bryant Conant (1893–1978), presidente da Universidade de Harvard de 1933 a 1953. Trabalhou no projeto Manhattan e após a guerra foi consultor da *National Science Foundation* (NSF) e da Comissão de Energia Atômica.

³² Frank Baldwin Jewett (1879–1949) foi um engenheiro eletricista e o primeiro presidente da *Bell Telephone Laboratories*. Com o fim da Segunda Guerra Mundial passou a ser consultor civil para assuntos científicos militares.

mostrou que a tecnologia era a chave para a vitória. Assim, com o apoio do presidente Roosevelt, foi criado em 27 de junho de 1940 o National Defense Research Committee (NDRC), com verbas para o rearmamento e o financiamento da ciência. Essa organização coordenou, supervisionou e realizou investigações científicas, iniciando os estudos das tecnologias mais importantes da Segunda Guerra Mundial: a bomba atômica e o radar. Um ano depois, em 28 de junho de 1941, foi criado o Office of Scientific Research and Development (OSRD), agência do governo federal, que acabou incorporando o NDRC e coordenando as atividades científicas surgidas durante a guerra. Com recursos e fundos ilimitados, a pesquisa e o desenvolvimento eram efetuados pelas Universidades e pelas Instituições Industriais através de contratos firmados com o OSRD. Ele foi organizado como é hoje a National Science Foundation (NSF)³³, criada logo após o término da guerra por recomendação, também, de Vannevar Bush ao presidente. O NDRC, devido à incorporação, passa a exercer o papel de consultoria dentro da nova organização, sendo sua incumbência estabelecer a política de contratos, alocar recursos e monitorar os contratos de pesquisa. À medida que surgiam novas necessidades militares, o NDRC ia se ampliando para atendê-las. No fim da guerra ele era constituído de dezenove divisões, dois painéis de matemática aplicada e três comissões. Nessa organização, as divisões consideradas eram: pesquisa balística, guerra submarina, radar, projéteis especiais, e outras. O Painel de Matemática Aplicada (AMP) se dividia na sede Central e no Grupo de Pesquisa Estatística (SRG) “ (CHAVES, 2011, p. 24)

Além dos painéis, Bush criou, no início da década de 1940, uma seção denominada de D-2, vinculada ao NDRC, responsável por sistemas de controles. Em 1940, Wiener foi trabalhar nessa seção e resolveu colocar suas ideias em praticas. Primeiro,

“Wiener simulou uma rede de predição elétrica no differential analyser do MIT, que apontou resultados encorajadores. Caldwell, que estava começando como membro do D-2, submeteu uma proposta para Wiener construir uma rede “anticipadora”. D-2 fez um contrato, Projeto 6, em 01 dezembro de 1940, “General Mathematical Theory of Prediction and Applications”. Wiener, então, contratou um pesquisador assistente, o engenheiro eletricista Julian Bigelow”. (MINDELL, 2002, p. 278, Tradução nossa)³⁴.

³³ A NSF é uma agência federal, independente, criada pelo congresso americano em 1950, para promover o programa da ciência visando melhorar a saúde nacional, a prosperidade, o bem-estar e garantir a defesa nacional.

³⁴ *Wiener simulated an electrical prediction network on MIT's differential analyzer, which gave encouraging results. Caldwell, who was then beginning as a member of D-2, submitted a proposal for Wiener to build an “anticipator” network. D-2 let a contract, Project 6, on 01 December 1940 for “General Mathematical Theory of Prediction and Applications.” Wiener then hired a research assistant, the electrical engineer Julian Bigelow.*

Julian Bigelow era um jovem engenheiro e foi designado para trabalhar com Wiener nesse projeto, o primeiro de muitos trabalhos que realizariam juntos. Nessa seção, Wiener trabalhou com sistemas mecânicos, elétricos e computacionais. Assim, a guerra levou Wiener a focar seus interesses em direções concretas no sentido de resolver os problemas de esforços de guerra. A primeira delas envolveu o controle de fogo antiaéreo onde a informação é processada para calcular o ajuste dos controles do equipamento com o objetivo de otimizar a pontaria. A informação é coletada e comunicada pelo radar, e então, essa nova observação é usada para reajustar a pontaria da arma.

Esse desenvolvimento o levou em direção ao estudo da teoria de processos estocásticos, tendo sido desenvolvida e rigorosamente fundamentada pelo matemático Kolmogorov (1903-1987), em 1933. Em 1937, Wiener foi informado pelo professor Wintner, da universidade Johns Hopkins, sobre um livro de Kolmogorov que abordava a teoria da probabilidade do ponto de vista do movimento aleatório. Esse conhecimento interessava a Wiener e, por isso, escreveu uma carta a Kolmogorov falando da dificuldade de se conseguir um livro russo na América e, em decorrência, da inacessibilidade ao seu trabalho, afirma ainda que gostaria de discutir com ele, por carta, alguns itens e os enumera:

“1) A integral de Daniell, incluindo a teoria geral de “boxe in”, e a integral em uma discreta infinidade de dimensões, tanto para escolhas finitas em cada dimensão quanto para escolhas contínuas. 2) As teorias de probabilidades numeráveis de Steinhaus, Radamacher, e Borel, junto com seu próprio trabalho e aquele de Paley e Zygmund, aplicando esses métodos à análise funcional. 3) O trabalho recente de Cramer e outros sobre probabilidade na teoria dos números, junto com minhas próprias investigações no problema aleatório Waring. 4) O trabalho do Jessen e Wintner sobre série de Dirichlet com escolhas arbitrárias de sinais. Em particular, eu gostaria de enfatizar o trabalho que eles têm feito sobre a função zeta de Riemann. 5) O meu trabalho sobre o movimento Browniano e espaço diferencial, junto com o teorema de espectro apropriado. 6) Alguns trabalhos novos baseados em pesquisas de von Neumann relacionadas com a distribuição aleatória de pontos em uma variedade mensurável. Essa pesquisa tem aplicação direta a um estudo de Schrotteffakt e à constituição de agregados policristalinos. 7) O teorema ergódico, tanto por ele próprio quanto por sua aplicação em futuro trabalho na teoria dos números. 8) probabilidades dependentes e cadeias de Markoff. 9) teoria aleatória em conexão com teoria quântica”. (WIENER, 1937, tradução nossa)³⁵.

³⁵ 1) The Daniell integral, including the general theory of “boxing in”, and the integral in a discrete infinity of dimensions, both for finite choices in each dimension and for continuous choices. 2) The Steinhaus, Radamacher, and Borel Theories of denumerable probabilities, together with your own work and that of Paley and Zygmund in applying these methods to functional analysis. 3) The recent work of Cramer and others on probability in the theory of numbers, together with investigations of my own on the random Waring problem. 4) The work of Jessen and Wintner on Dirichlet series with arbitrary choices of signs. In particular I should like to emphasize the work

Referente à teoria de predição, Wiener não tinha conhecimento dos estudos de Kolmogorov, e já estava trabalhando na sua teoria da predição quando leu um artigo de Kolmogorov no *Comptes Rendus* da Academia Francesa de Ciências. Assim, a teoria matemática de controle de fogo antiaéreo de Wiener foi desenvolvida juntamente com o engenheiro Julian Bigelow. A base teórica foi publicada em um relatório que ficou conhecido como “*yellow peril*” por causa da cor de sua capa ser amarela e de sua matemática incompreensível. Em 1949, essas ideias foram reunidas em um livro intitulado “*Extrapolation, Interpolation, and Smoothing on Stationary Time Series*”.

Apesar de a máquina de predição de Wiener e Bigelow, cujo objetivo era determinar a eficácia do fogo de artilharia antiaérea, não ter sido finalizada, Weaver e a D-2 reconheceram a importância das ideias utilizadas na sua construção. Em 1944, Weaver relatou que vários conceitos e métodos utilizados por Wiener e Bigelow, na sua teoria de predição, foram significativos para o grupo de controle de fogo do NDRC, para resolver vários problemas de esforço de guerra. Ainda assim,

“Wiener e Bigelow fizeram usos inovadores e de uma complexidade sem precedentes dos teoremas ergódicos e das equações integrais, o que foi descrito como uma revolução na engenharia de comunicações (computacional). Durante os anos finais da guerra, essa revolução detonou avanços significativos no design, produção e emprego estratégico de armas antiaéreas e de equipamento de bombardeio de precisão. Depois da guerra, ela iria mudar todo um modo de vida”.
(PFOHL, 2001, p. 107)

Wiener e Bigelow destacaram que o mais importante desse trabalho foi que as ideias desenvolvidas proporcionaram métodos efetivos para o estudo e controle de sistemas intrinsecamente mais complexos como, por exemplo, o humano. Antes do trabalho de Wiener, ninguém pensava na teoria da comunicação em termos probabilísticos e, além disso, os conceitos trabalhados por Wiener durante a Segunda Guerra Mundial, tais como entropia, *feedback*, comunicação, aprendizagem, informação e controle começaram a dar forma àquilo que, mais tarde, seria chamado de Cibernética. Logo essas ideias começaram a ser discutida em âmbitos mais amplos, com aplicações de métodos lógicos e computacionais ao estudo da psicologia, fisiologia, etc. Talvez o avanço mais importante promovido pela cibernética tenha sido a descoberta do que significa, com exatidão, uma máquina, pois,

they have done on the Riemann zeta function. 5)My own work on the Brownian motion and differential space, together with the appropriate spectrum theorem. 6) Some new work based on researches of von Neumann concerning the random distribution of points in a measurable manifold. This research has direct application to a study of Schroteffakt and to the constitution of polychrystalline aggregates. 7)The aergodic theorem, both for its own sake and for the sake of its application to further work in number theory. 8)Dependent probabilities and Markoff chains. 9) Random theory in connection with quantum theory.

“[...] matemáticos, como Kurt Gödel e Alan Turing, começaram a revelar a até então desconhecida extensão do que as máquinas poderiam ser levadas a fazer. Essas duas correntes de pensamento só começaram a emergir na década de 1940, quando Warren McCulloch e Walter Pitts começaram a mostrar como as máquinas poderiam ser feitas para ver, raciocinar e recordar”. (MINSKY, 1989, p. 19)

Assim, a segunda guerra mundial foi um divisor de águas para a prática da ciência, marco de muitas mudanças em vários setores do conhecimento. Uma dessas transformações concerne à mudança conceitual, cuja ênfase passou a ser nos processos de informação e organização, os quais têm relação direta com a linguagem que permitiria a comunicação entre diferentes sistemas - entre o homem e as máquinas, entre as máquinas e o homem, e entre a máquina e a máquina.

As experiências científicas, compartilhadas por cientistas de diversas áreas, durante esse período, fez com que um grupo deles se reunisse, com o apoio da Fundação Josiah May, para discutir assuntos de interesse comum. Em 1943, eles decidiram criar a *Teleological Society*. Eram liderados por von Neumann e Wiener e faziam parte dessa sociedade engenheiros, teóricos da computação e fisiologistas, dentre eles Rosenblueth e McCulloch. Também faziam parte desse grupo Pitts, Bigelow e os construtores dos computadores Mark I e Eniac, respectivamente, Dr. Aiken de Harvard, Dr. H. Goldstine da Universidade da Pensilvânia. Para esse grupo, os trabalhos desenvolvidos até então, tais como máquinas computadoras, predição e filtragem, envolviam conceitos que abarcavam várias áreas da ciência e, assim, constituíam um novo campo interdisciplinar da atividade científica.

Antes mesmo de a guerra terminar, os estudos de Wiener provocaram um poderoso movimento intelectual, e vários cientistas estavam preocupados com diferentes abordagens para o assunto. Essa preocupação é expressa em uma carta de von Neumann para Wiener:

“Estarei em Harvard no dia 4 de dezembro para o ad hoc Reviewing Committee Meeting. Espero estar livre toda a tarde pois não tenho nenhum compromisso, exceto que gostaria de fazer uma breve visita a Aiken. Você estará em Cambridge nesse dia e poderíamos nos encontrar? Há um assunto referente a nossos interesses comuns em “Teleology” que estou ansioso para discutir com você. Um número de coisas que aprendi ultimamente sobre organismos muito pequenos (vírus e bacteriófagos) e sobre moléculas muito grandes (proteínas) me parece extremamente relevante a este respeito – talvez, mesmo mais relevante do que poderíamos considerar sobre essas coisas, e também sobre as várias técnicas experimentais relacionadas com elas, as quais estão em primeiro plano. Poderíamos planejar passar a tarde ou a noite de 04 de dezembro juntos?”. (NEUMANN, 1946, p. 1, Tradução nossa)³⁶

³⁶ *I will be at Harvard on December 4 for an ad hoc Reviewing Committee Meeting. I expect to be free all of the afternoon and I have no obligations, except that I would like to pay a short visit to Aiken. Will you be in*

Em 1947, Wiener cunhou a palavra *Cybernetics* a partir da palavra grega *kubernétes*. Desse modo, Wiener e o grupo de cientistas à sua volta,

“Decidimos designar o campo inteiro de teoria do controle e comunicação, seja na máquina ou no animal, pelo nome de Cibernética, que formamos do grego κυβερνήτης ou timoneiro. Escolhendo esse termo, nós desejamos reconhecer que o primeiro trabalho significativo sobre mecanismos de realimentação foi um artigo sobre reguladores, publicado por Clerk Maxwell, em 1868, e que governador (regulador) é derivado de uma corruptela latina de κυβερνήτης. Desejávamos, também, nos referir ao fato de que os engenhos de pilotagem de um navio são, de fato, uma das primeiras e mais bem desenvolvidas formas de mecanismos de realimentação”. (WIENER, 1961, p. 11-12, tradução nossa)³⁷

Então, Wiener reuniu suas ideias no livro, *“Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine”*, publicado em 1948, o qual acarretou uma revolução científica e tecnológica, transformando a sociedade do pós-guerra. O sucesso do livro contribuiu para a divulgação da Cibernética e generalização de suas ideias e, desse modo, novos campos de pesquisa surgiram após a eclosão do movimento cibernético.

Pode-se dizer que a Cibernética surgiu em 1940, com o trabalho de Wiener sobre o previsor antiaéreo, desenvolvido durante a Segunda Guerra Mundial, e representou um ponto de partida para uma nova era de reflexões. Esse novo tema científico foi adquirindo vitalidade e mudando o centro de interesse no curso dos anos. A natureza e a rapidez das mudanças acarretaram novos problemas e ideias, muitas delas mal se prognosticavam e, no fim da guerra, já eram realidade. Assim, os ciberneticistas avançavam nesse novo campo cujas ideias fluíam caoticamente.

Na primavera de 1964, Wiener e sua esposa viajaram para a Europa e, no dia 18 de março de 1964 estavam em Stockholm, local em que veio a falecer. A edição especial, janeiro de 1966, do *Bulletin of the American Mathematical Society* traz a inscrição, que traduz o reconhecimento e a importância do trabalho de Wiener, “dedicado à memória de Norbert Wiener, em reconhecimento de sua estatura imponente no campo da Matemática,

Cambridge on that day and could we get together? There is a matter concerning our common interests in “Teleology” that I am very anxious to discuss with you. A number of things I have lately learned about very small organisms (viruses and bacteriophages) and about very great molecules (proteins) seem to me exceedingly relevant in this respect – possible even more relevant than we ought to take about these things, and also about the various experimental techniques connected with them, which are very much in the foreground. Could we plan on spending the afternoon or the evening of December 4 together?

³⁷ *We have decided to call the entire field of control and communication theory, whether in the machine or in the animal, by the name Cybernetics, which we form from the Greek κυβερνήτης or steersman. In choosing this term, we wish to recognize that the first significant paper on feedback mechanisms in an article on governors, which was published by Clerk Maxwell in 1868, and that governor is derived from a Latin corruption of κυβερνήτης. We also wish to refer to the fact that the steering engines of a ship are indeed one of the earliest and best-developed forms of feedback mechanisms.*

não só na América, mas em nível mundial, ao seu notável gênio multifacetado, e à originalidade e profundidade de suas contribuições pioneiras para a ciência” (AMERICAN MATHEMATICAL SOCIETY, 1966, tradução nossa) ³⁸.

Considerações Finais

Pode-se dizer que a Cibernética surgiu em 1940, com o trabalho de Wiener sobre o previsor antiaéreo, desenvolvido durante a Segunda Guerra Mundial, e representou um ponto de partida para uma nova era de reflexões. Esse novo tema científico foi adquirindo vitalidade e mudando o centro de interesse no curso dos anos. A natureza e a rapidez das mudanças acarretaram novos problemas e ideias, muitas delas mal se prognosticavam e, no fim da guerra, já eram realidade. Assim, os ciberneticistas avançavam nesse novo campo cujas ideias fluíam caoticamente. Wiener, considerado o pai da teoria cibernética e autor do termo, fez desta um objeto de reflexão que vai além do cálculo e das técnicas, ultrapassando, desse modo, o campo da lógica e da percepção e, como já dizia Frank (1970) penetrou no intelecto do homem, em sua esfera mais íntima. A natureza da cibernética, em sua essência, não reconhece fronteiras entre as ciências estabelecendo comunicabilidade entre os seus diversos ramos.

Bibliografia

- ADJUTANT [carta] 21 ago, 1917, Boston, Massachusetts. [para] N. Wiener. 1f. Non-acceptance for Training Camps; Boston, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Collection name MC022; Box 1; Folder 16.
- AMERICAN MATHEMATICAL SOCIETY. 1966. Bulletin of AMERICAN MATHEMATICAL SOCIETY Norbert Wiener 1894-1964, v. 72, nº 1, Part II..
- BOHR, H. 1947. Almost Periodic Functions. New York: Chelsea Publishing Company.
- CHAVES, V. H. C. Perspectivas históricas da Pesquisa Operacional. 2011. Tese (Mestrado em Educação Matemática), Área de Concentração em Ensino e aprendizagem da Matemática e seus Fundamentos Filosófico-Científicos. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista. Disponível em:
< <http://repositorio.unesp.br/handle/11449/91049> >. Acesso em: 26 fev. 2016
- FRANK, H. G. 1970. Cibernética e Filosofia. Tradução Celeste Aída Galeão. Rio de Janeiro: Edições Tempo Brasileiro LTDA.
- MASANI, P. R. 1990. Norbert Wiener 1894 – 1964. United States: Emil A. Fellmann.
- MINDELL, D. A. 2002. Between Human and Machine: Feedback, Control and Computing before Cybernetics. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press.
- MINSKY, M. A. 1989. Sociedade da Mente. Tradução Wilma Ronald de Carvalho. Rio de Janeiro: Francisco Alves.
- MIROWSKI, P. 2002. Machine Dreams: economics becomes a cyborg science. New York: Cambridge University Press.

³⁸ *Dedicated to the memory of Norbert Wiener in recognition of his towering stature in American and world mathematics, his remarkably many-sided genius, and the originality and depth of his pioneering contributions to science.*

- MIROWSKI, P. 1999. Cyborg Agonistes: Economics Meets Operations Research in Mid-Century. *Social Studies of Science*, v. 29, p. 685-718.
- NEWMANN, J. 1958. *The Computer and the Brain*. United State of America by Courtier Campanies.
- NEWMANN, J. [carta] 16 oct, 1946, Princeton, New Jersey. [para] N. Wiener. 1f. Invitation; Boston, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Collection name MC022; Box 5; Folder 72.
- NEWMANN, J. [carta] 25 nov, 1946, Princeton, New Jersey. [para] N. Wiener. 1f.; Boston, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Collection name MC022; Box 5; Folder 72.
- PFOHL, S. O Delírio Cibernético de Norbert Wiener. Tradução Fernanda Albuquerque; Jorge Fayet; Rafael Lime; Leandro Rodrigues. *Revista Famecos*, n. 15, p. 105-121, agosto de 2001.
- SEGAL, I. E. 1992. *Norbert Wiener*. National Academy of Sciences. Washington: National Academy Press.
- TELEOLOGICAL. [carta] 28 dez, 1944. [para] Capt. H. Goldstein. 2f. Escolha do nome da *Teleological Society*. University of Pennsylvania, Philadelphia, Estados Unidos; Boston, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Collection name MC022 Box 4; Folder 66.
- WIENER, N. [carta] 10 jul, 1913, Whiteface, N. H. [para] Perry, R. B. 2f. Carta pessoal. Boston, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Collection name MC022; Box 1; Folder 5.
- Wiener, N. [carta] 19 oct, 1917, Albany, N.Y. [para] Leo Wiener. 1f. Carta pessoal; Boston, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Collection name MC022 Box 1; Folder 16.
- Wiener, N. 1934. Quantum Mechanics, Haldane, and Leibniz. *Philosophy of Science*, Vol. 1, Nº 4, p. 479-482.
- Wiener, N. [carta] 06 maio, 1937, Albany, N.Y. [para] Kolmogoroff. 2f. Carta pessoal; University Moscow; Boston, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Collection name MC022; Box 3; Folder 47.
- Wiener, N. [carta] 16 feb, 1938, Cambridge, England. [para] G. I. Taylor. 1f. Carta em resposta a carta de Taylor; Boston, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Collection name MC022 Box 3; Folder 49.
- Wiener, N. [carta] 16 oct, 1945, [para] Giorgio de Santillana. 2f. ; Boston, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Collection name MC022 Box 4; Folder 69.
- Wiener, N. 1950. *Cybernetics*. *Bulletin of the American Academy of Arts and Sciences*, v. 3, nº 7, p. 2-4.
- Wiener, N. *Ex-prodigy: My Childhood and Youth*. New York: Simon and Schuster, 1953.
- Wiener, N. *High Speed and Secular Phenomena in Computing Machines*. Boston, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Collection name MC022 Box 30C; Folder 729, 1953.
- Wiener, N. 1954. *Cibernética e sociedade: o uso humano de seres humanos*. 4º Ed. Tradução de José Paulo Paes. 4. ed. São Paulo: Cultrix.
- Wiener, N. 1961. *Cybernetics: or control and communication in the animal and the machine*. Cambridge, Massachusetts: M.I.T. Press.
- Wiener, N. 1964. *GOD & GOLEM CIA*. Cambridge, Massachusetts: M.I.T. Press.
- Wiener, N. 1966. *I AM A MATHEMATICIAN*. Cambridge, Massachusetts: M.I.T. Press.

Wiener, N. 1970. O homem e a Máquina. In: CUNHA, F. (Org); FELIX, M. (Org). O Conceito de Informação na Ciência Contemporânea: Colóquios Filosóficos Internacionais de Royaumont. Tradução de Maria Helena Kühner. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra S. A., p. 69-76.

Wiener, N. 1993. Invention: The care of Feeding of Ideas. Cambridge, Massachusetts: M.I.T. Press.

Viviane Hengler Corrêa Chaves
Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula
Souza – Fatec – campus de Tatuí - Brasil

E-mail: viviane.hcc@bol.com.br