

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS**

MÁRCIO BARRETO

**O Anacronismo do Tempo:
Um debate atual entre Einstein e Bergson.**

Tese de Doutorado em Ciências Sociais
apresentada ao Departamento de Sociologia do
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da
Universidade Estadual de Campinas, sob
orientação do Prof. Dr. Laymert Garcia dos
Santos.

Este exemplar corresponde à versão final
da Tese defendida pelo autor e aprovada
pela Banca Examinadora em 04 de maio
de 2007.

Banca Examinadora:

Professor Doutor Laymert Garcia dos Santos (IFCH-UNICAMP; Orientador)

Professora Doutora Ana Lúcia Guedes Pinto (FE-UNICAMP)

Professor Doutor Bento Prado de Almeida Ferraz Neto (DFMC -UFSCAR)

Professor Doutor Luiz Alberto Rezende de Oliveira (CBPF-UFRJ)

Professora Doutora Maria Suely Kofes (IFCH-UNICAMP)

Professora Doutora Itala Maria Loffredo D' Ottaviano (Suplente – UNICAMP)

Professor Doutor Aparecido dos Reis Coutinho (Suplente - UNIMEP)

Professor Doutor Josué Pereira da Silva (Suplente - UNICAMP)

maio de 2007

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO IFCH - UNICAMP**

B275a **Barreto, Márcio**
**O anacronismo do tempo: um debate atual entre Einstein e
Bergson / Márcio Barreto. - - Campinas, SP : [s. n.], 2007.**

Orientador: Laymert Garcia dos Santos.
**Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas,
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas.**

**1. Einstein, Albert, 1879-1955. 2. Bergson, Henri, 1859-1941.
3. Tempo. 4. Relatividade. 5. Física. I. Santos, Laymert Garcia
dos. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Filosofia
e Ciências Humanas. III. Título.**

(cc/ifch)

**Título em inglês: The anachronism of time: an actual debate between Einstein
and Bergson**

**Palavras – chave em inglês (Keywords): Time
Relativity
Physics**

Área de concentração : Ciências Sociais

Titulação : Doutor em Ciências Sociais

**Banca examinadora : Laymert Garcia dos Santos, Ana Lúcia Guedes Pinto,
Bento Prado de Almeida Ferraz Neto, Luiz Alberto
Rezende de Oliveira, Maria Suely Kofes.**

Data da defesa : 04-05-2007

Programa de Pós-Graduação :- Ciências Sociais.

Resumo

O ponto de partida desta tese foi a observação das reações das pessoas diante das mudanças introduzidas pela teoria da Relatividade no conceito de tempo. As pessoas às quais me refiro são as do senso comum; estas, em geral, mostram certo desconforto em relação às múltiplas medidas do tempo previstas na teoria.

Ao reagir contra o incômodo que a teoria provoca, o senso comum parece preferir permanecer apegado ao caráter absoluto do tempo newtoniano, apesar da já centenária teoria de Einstein. Daí o título da tese, *O Anacronismo do Tempo*.

A investigação das referidas reações revelou a ressonância entre elas e a inquietação do filósofo Henri Bergson em relação ao mesmo tema. O debate sobre a Relatividade de 1922 entre Bergson e Einstein levantou a questão do significado filosófico do tempo, mas esta foi ofuscada pelo sucesso acadêmico e popular da teoria.

Apesar das falsas aparências, Bergson não desejava preservar o tempo absoluto ou contestar a Relatividade, mas tentava retirar dela a pretensão de reduzir a duração a um psicologismo. Para o filósofo francês, é através das sinergias entre inteligência e intuição e entre física e metafísica que a humanidade pode construir uma ciência completa. Esta tese procura mostrar que Bergson vislumbrou na teoria de Einstein a oportunidade de recolocar a questão do tempo a serviço destas sinergias.

Abstract

The starting point of this thesis was the observation of people's reactions in face of the changes introduced to the concept of time by Theory of Relativity. The people I refer to are those who have common sense and who, in general, display a certain level of discomfort in what concerns the multiple measurements of time predicted in the theory.

In reacting against this discomfort provoked by the theory, common sense seems to prefer to cling to the absolute character of Newtonian time, in spite of Einstein's a-hundred-year old theory. Hence, the title of the thesis, *The Anachronism of Time*.

The investigation of the above mentioned reactions has revealed a resonance between them and French philosopher Henri Bergson's restlessness concerning the same theme. The 1922 debate about Relativity between Bergson and Einstein raised the question of the philosophical meaning of time but this question was neglected due to the academic and popular success of the theory.

Despite false appearances, Bergson didn't want to either preserve absolute time or contest Relativity, but tried to remove from it the intention of reducing the duration to a psycho-logic.

For Bergson humanity can construct a complete science through synergies between intelligence and intuition and between physics and metaphysics. This thesis proposes to demonstrate that Bergson saw in Einstein's theory the opportunity to put the question of time to the service of these synergies.

Agradecimentos

À CAPES, pelo imprescindível incentivo à esta pesquisa através da bolsa para o estágio no exterior durante o ano de 2004.

Ao Laymert, pela preciosa e sábia orientação, sem a qual meu caminho teria sido muito mais difícil, se não impossível.

Ao Pedro Peixoto Ferreira, em especial, e aos amigos e amigas do CTeMe (IFCH/UNICAMP), pela interlocução contínua durante todo o processo de elaboração desta tese.

Aos professores Bento Prado Neto, Ana Lúcia Guedes Pinto e Mauro William Barbosa de Almeida, pelas importantes observações feitas no Exame de Qualificação.

Aos professores Aparecido dos Reis Coutinho, Ítala Maria Loffredo D'Ottaviano e Josué Pereira da Silva, pela gentileza da colaboração.

Aos professores Frédéric Worms e Shaihid Rahman, ambos da Universidade de Lille-3, pelo aprendizado na França.

Aos amigos Alexandre Thiercelin e Hisashi Fujita, pela interlocução e pela acolhida no exterior.

À Patrícia, à minha mãe, à minha avó Albina (*in memoriam*) e à minha tia Arlete e família, pelo apoio incondicional durante a realização deste trabalho.

Ao professor Edjar Martins Telles, pelo constante incentivo.

À *Didatika Vestibulares*, pelo significativo suporte a esta pesquisa.

Sumário

Capítulo I: O Senso Comum.....07

1 - A concepção do tempo e a aceleração tecnológica.....	08
2 - O senso comum e o tempo absoluto.....	13
3 - Dois tempos.....	16
4 - A Relatividade e o senso comum.....	19
5 - O senso comum “contra” a Relatividade?.....	23
6 - Tecnociência e senso comum.....	34
7 - Os pontos de partida e de chegada.....	44

Capítulo II: A Teoria da Relatividade e a Física do Início do Século XX..... 47

1 - A física no início do século XX.....	48
2 - A teoria da Relatividade.....	58

Capítulo III: A Compreensão da Teoria da Relatividade.....77

1 - O mito Einstein.....	78
2 - A relatividade incompreensível.....	82
3 - Experiências mentais.....	88
4 - Infinito ou finito e ilimitado?.....	91
5 - Intuição da realidade física segundo Einstein.....	97

Capítulo IV: Einstein, Bergson e a Questão do Tempo.....103

1 - Einstein em Paris.....104
2 - Inteligência e intuição segundo Bergson108
3 - O tempo inteligente.....112
4 - O encontro de Einstein com Bergson.....116
5 - A multiplicidade do tempo único.....124
6 - O monismo do tempo múltiplo129

Capítulo V: O Anacronismo do tempo.....135

1 - Tempo capital.....136
2 - A ilusão da simultaneidade.....138
3 - Sonhos e Relatividade: ilusão?142
4 - Duração e Simultaneidade.....150
5 - Códigos do tempo.....162
6 - O método da intuição aplicado ao nosso problema.....170
7 - Buckminster-Fuller e a sinergia entre intuição e inteligência.....174

Bibliografia.....181

CAPÍTULO I

O Senso Comum

1 - A concepção do tempo e a aceleração tecnológica.

Walter Benjamin, em *Experiência e Pobreza* (escrito datado de 1933), nos lembra da parábola dos filhos cobiçosos que recebem no leito de morte do pai a revelação da existência de um tesouro enterrado em seus vinhedos. Os filhos cavaram por toda a parte sem nada encontrar, de modo que a terra bem remexida fez com que as vinhas produzissem mais que qualquer outra da região. Benjamin nos pergunta o que foi feito do significado da experiência transmitida de geração para geração quando o desenvolvimento da técnica que se sobrepõe ao homem fez surgir uma nova forma de miséria. Pobreza de experiências com o advento da técnica: após a Primeira Guerra, os combatentes tinham voltados silenciosos do campo de batalha; a vivência do guerreiro de espada em punho sobre seu cavalo na luta campal foi, com o desenvolvimento das armas de fogo, substituída pela experiência estratégica e desmoralizadora da guerra de trincheiras.

A brutal aceleração tecnológica do século XX leva Benjamin a perceber que o corpo humano e as experiências vividas tornam-se frágeis diante da proliferação de máquinas e indústrias que culminam com a Segunda Guerra, a guerra do aço, a guerra entre fábricas. “Uma geração que ainda fora à escola num bonde puxado por cavalos viu-se abandonada, sem teto, numa paisagem diferente em tudo, exceto nas nuvens, e em cujo centro, num campo de forças concorrentes e explosões destruidoras, estava o frágil e minúsculo corpo humano.” (BENJAMIN, 1985: 115).

Há que se notar nas palavras de um Benjamin dilacerado pela realidade técnica que fere sua percepção as oposições que transpiram entre experiência e tecnologia e entre corpo e máquina. Talvez não devamos hoje reproduzir integralmente a questão benjaminiana: se a experiência não se encontra mais nos eventos habituais, isto não significa que ela desapareceu, mas que mudou de lugar; corpo humano e máquina encontram-se, seguindo os rastros de Simondon, no terreno pré-individual, pois, “por um lado, a máquina é, digamos, pensamento congelado, matéria concretizada e já tem o humano embutido nela e, por outro lado, nós temos

muito de maquínico, pelo tipo de agenciamento que fazemos em nossa relação com o lado de fora.” (SANTOS, 2005:10).

Num primeiro olhar, tendemos a avaliar o pensamento oposicionista de Benjamin: é o que expressamos por vezes num sentimento nostálgico em relação a um primitivismo tecnológico, época em que a força e a energia do homem eram consideráveis em relação às das máquinas. No entanto, um olhar mais atento mostra que “a máquina funciona no tempo presente, mas o homem, se puder perceber em que consiste este funcionamento, verá que ele próprio vive o presente como duração, isto é, como abertura, exposição. Há uma interação homem-máquina que se configura como relação entre dois tempos – o tempo imerso no tempo e o tempo fora do tempo, a duração e o instante -, dois modos do presente se manifestar: o sagrado e o profano. A própria existência da máquina nos recomenda cultivar a diferença.[...]. Na era da reprodutibilidade técnica, o sagrado não se perdeu, o sagrado está aqui e agora.” (SANTOS, 1989: 158).

O que intriga Benjamin é a alteração da percepção pelo instrumento tecnológico, seja ele considerado ferramenta ou arma. A mesma questão nos interpela neste início de século quando somos impelidos pelo ainda mais acelerado do avanço tecnológico, o qual em nós produz o que Paul Virilio chama de *vertigem para frente*.

Levada ao limite, a velocidade crescente com que a técnica associada ao capital globalizado se desenvolve, mais do que empobrecer a experiência, tende a usurpar o próprio tempo. Ao ser convertido em tempo matemático, o tempo vivido, o tempo imerso no tempo - numa palavra: a *duração* - torna-se fonte de energia para o movimento da aliança entre técnica e capital. A duração usurpada e quantificada nos engata no tempo dos relógios, na sincronia global das bolsas de valores, no aniquilamento das distâncias pela “ronda incessante de satélites que fazem da claustrofobia uma ameaça agonizante.” (VIRILIO, 1999:127). Se a vivência do soldado numa trincheira durante a Primeira Guerra era pobre pela sua restrição ao movimento do olho em busca do alvo e do dedo apertando o gatilho, o que dizer do aparato tecnológico que permite hoje ao “combatente” guerrear a distância e em “tempo real”?

A duração, o tempo vivido, é, aqui, algo próximo do que Proust chama de *tempo em estado puro* ao referir-se à memória capaz de fazer coincidirem, num estado de espírito, o passado e o presente; ou ainda o que Bergson chama de *durée* em oposição ao tempo matemático confundido com o espaço. É, no entanto, este tempo espacializado, este tempo restrito à sua *medida*, que rege nossa vida cotidiana, que baliza nosso comportamento e que permite um acordo entre os homens para a vida em sociedade.

Na dinâmica da aliança entre capital e tecnologia, a duração profana-se em objeto de desejo: aprendemos a tomar o tempo pela sua medida sob a promessa de obtermos aqui ou acolá um pouco de tempo vivido; é o tempo que procuramos, mas o que ele tem de sagrado foi confiscado pela referida aliança em favor do tempo matemático que a sustenta. A incessante mutação dos objetos tecnológicos, por exemplo, nos induz a recalcar nossa abertura a um universo que dura em benefício da atualização tecnológica e da sincronia com a rapidez das mutações, como se tal sacrifício nos permitisse resgatar, no fim do processo, a duração confiscada. Mas o processo nunca termina.

Tomemos, a título de ilustração, a fotografia: no fim da década de 1830, quando Daguerre e Niepce conseguiram fixar imagens numa câmara escura, uma nova técnica pôs-se a serviço da arte, da experimentação e também a serviço da excitação, da sugestão, da transformação da realidade em reprodução da realidade. Vinte anos depois, Baudelaire protestava contra a sintonia ressonante entre a nova indústria e a tolice das multidões que tomam a arte pela reprodução exata da natureza. Noventa anos depois, Benjamin denunciava que a criatividade na fotografia consiste em ceder à moda, em realizar um reclame ou provocar associações lingüísticas: “Essa fotografia está mais a serviço do valor de venda de suas criações, por mais oníricas que sejam, que a serviço do conhecimento.” (BENJAMIN, 1985: 106). As máquinas fotográficas tornaram-se cada vez menores e o invento de Daguerre entrou na era digital, aprofundando as profanações da duração a ponto de um turista viver sua imersão no mundo apenas mergulhado no visor da câmara, mais engatado no registro

da experiência do que nela própria, armazenando no presente imagens para um futuro no qual pretensamente reviverá o passado.

O senso comum, que não possui o conhecimento técnico-científico embarcado nos sempre novos aparelhos fotográficos, dá-se por satisfeito quando consegue aceder, pela via do consumo, às inovações tecnológicas por eles oferecidas. A tecnologia embarcada na máquina torna-se fetiche exercido pela sugestão de intimidade que o consumidor obterá com a complexidade tecnológica. Como a inovação vertiginosa é estratégia do capitalismo, por maior que seja o esforço para aceder ao que existe de mais moderno, o objeto adquirido através da compra estará imediatamente obsoleto e o senso comum sempre atrasado: sua intimidade com a tecnologia será sempre de aproximação, nunca de coincidência; sua prisão será sempre a sedução viciosa que a inovação técnica exerce sobre ele.

Por outro lado, a fotografia, valendo-se da técnica, possibilitou novas expressões artísticas, como nos trabalhos do fotógrafo alemão Michael Wesely, onde a técnica é capaz de revelar que o sagrado não se perdeu. Comentando a obra de Wesely, o arquiteto e urbanista Paulo Tavares escreveu¹:

“O fotógrafo desenvolveu uma técnica peculiar em seus trabalhos: dilatando o tempo de exposição em até dois ou três anos, a câmera de Wesely registra tudo o que se passa na frente dela, como se assistíssemos a um longo filme condensado em apenas um frame; uma sucessão de eventos amalgamados em simultaneidade.[...] A propósito de suas fotos de longa exposição de paisagens urbanas, talvez fosse o caso de citar Bergson: ‘O que é real é a mudança contínua da forma: a forma é apenas a visão instantânea da transição’. Se a fotografia ordinariamente dirige-se à visão instantânea que a máquina nos permite retirar do constante fluxo da mudança, as fotos de Wesely ‘invertem o sistema’, e parecem dizer mais respeito ao tomar-forma, à mudança, do que ao instante. Suas fotos inserem-se no meio, trabalham a transição, ficam numa zona incerta entre o antes e o depois, o passado e o futuro”.

¹ Paulo Tavares, a propósito da entrevista que realizou em setembro de 2004 com Michael Wesely, Trecho extraído de www.vitruvius.com.br/entrevista/weseley

Pela via de Benjamin, a técnica retira a aura da obra de arte, mas Wesely a utiliza para nos dar a ver o instantâneo sendo dilatado em anos. Assim, entre o que há de sagrado na arte e o que existe de profano no uso banal do instrumento tecnológico, desloca-se nossa consciência mergulhada na vertigem da velocidade com que as câmeras fotográficas incorporam novos recursos técnicos.

O senso comum elege como verdadeiro um tempo homogêneo que nos parece cada vez mais escasso, um tempo que contamos no relógio e que se resume à soma de instantes infinitesimais. A crença no tempo absoluto e cronológico é fundamental para o par “técnica-capital”, que nos subtrai a duração e a “fetichiza”, seja em objetos tecnológicos, seja em “produtos” oferecidos pelo mercado financeiro que faz do tempo cronológico o conjunto imagem do capital: a equivalência “tempo-dinheiro” só pode ser próspera no capitalismo se a duração for submetida à condição de um psicologismo e, portanto, inferior ao tempo matemático que se presta às manobras da moeda; pois não é este tempo que se compra e se vende no mercado de derivativos? Não é este tempo que é negociado nos planos de previdência privada, a duração convertida em tempo negociável?

Não é nossa intenção aqui verificar até que ponto a evolução tecnológica nos distanciou da experiência vivida ou o quanto ela se presta a transformar a duração em tempo capitalizado. Tampouco pretendemos nos aprofundar no cultivo das diferenças entre homem e máquina capaz de nos revelar o tempo “sagrado”. É necessário, no entanto, refletirmos como o avanço da ciência aliada ao capitalismo exige que procuremos, para além da questão benjaminiana, as novas transformações em nossa percepção e outras configurações na interação homem-máquina. Para tanto, vamos abordar a questão do tempo na teoria da Relatividade²; mais especificamente,

² Refiro-me aqui à Relatividade Geral. Sabemos que Einstein publicou em 1905 a chamada teoria da Relatividade Restrita e, dez anos depois, a Relatividade Geral, que incorpora os fenômenos gravitacionais. O que mais nos interessa neste trabalho é o conteúdo da Relatividade Restrita, mas optei por referir-me sempre à Geral (salvo onde o contrário esteja indicado) por estar escrevendo numa época em que esta já incorporou aquela.

tentaremos mostrar como o senso comum embarca na evolução científica ao lidar com a questão do tempo na teoria de Einstein.

Veremos que este estudo pode contribuir para responder às questões aqui levantadas na medida em que a Relatividade traz à tona o problema da concepção do tempo pelo senso comum.

2 - O senso comum e o tempo absoluto

Senso comum representa aqui todos nós, pessoas que, com a especialização e a ramificação do conhecimento, por mais que tenham se aprofundado pelos meandros da sua atividade principal, tornaram-se leigas na maioria das áreas do saber; todos nós, agentes e representantes do capital no palco das relações sócio-econômicas, *atores* que abandonam o fluxo interno da sua existência para emprestar seu corpo a um personagem inserido roteiro do tempo exterior de coordenadas capitalistas.

O senso comum³ é o conjunto dos “leigos em geral”, pois nosso conhecimento é finito, mas nossa ignorância sem fim. Como recurso expositivo, creio ser possível tomar emprestado da matemática um pouco da teoria dos conjuntos: o senso comum é a sobreposição de vários conjuntos diferentes que compartilham um conhecimento majoritariamente reconhecido como verdadeiro. O conjunto dos cientistas e o conjunto dos adolescentes, por exemplo, sobrepõem-se na intersecção das verdades que compartilham e, num certo grau, estabelecem acordos que permitem essas intersecções. Para este trabalho, o principal acordo entre os diferentes conjuntos é o da *fé* num tempo matemático e *profano*.

Uma pessoa do senso comum, no Brasil, é a que “compra” a idéia de que vai poder viver a vida quando se aposentar; é o fiel seguidor do campeonato nacional de futebol, o que acompanha a trama da novela das oito, o leitor da *Veja*, o ouvinte da *CBN*, o telespectador dos programas de auditório, o que tem seu espírito direta ou indiretamente inserido no campo de forças da Rede Globo; é também o vendedor

³ O conceito de senso comum não está preciso aqui: tomo-o *no sentido do senso comum*; tomo-o aproximadamente no sentido que Bergson o empregava.

ambulante de quinquilharias, é o ator social que consome, o ator que vende, o que produz, o que explora, o que perde, o que sofre, o que goza. Não importa, enfim, em que ponta ele se liga ao sistema, nem sua hipotética classe social ou seu dito nível intelectual: somos todos levados pela força atrativa que uma promessa de inserção no tempo exerce sobre nós. Somos todos levados a viver o tempo exterior na busca da duração que sacrificamos em favor do próprio tempo do cronômetro.

Nos países ditos centrais, embora as diferenças sejam enormes, o senso comum não se distingue essencialmente do que se observa nos países periféricos, já que o capital globalizado apropriou-se de hábitos universais e padronizou comportamentos em seu favor. Com o capitalismo globalizado, as diferenças tornam-se ainda menores: as pessoas de maior poder aquisitivo habitam o chamado primeiro mundo, mas este primeiro mundo se pulverizou nos locais onde há mercado consumidor, ainda que este nicho de consumo esteja num país periférico e ilhado por mazelas sociais. As populações de renda mais baixa, onde quer que estejam, não se mobilizam contra o sistema, mas fazem força para dele fazer parte: diante da total apropriação de toda experiência vivida pelo capital e da decomposição da duração, resta apenas o desejo de inclusão social, esta atração mórbida para o nicho consumidor que desmobiliza as pessoas.

O senso comum acredita que, para poder ter acesso à tecnociência, basta ter meios para consumir objetos tecnológicos. Mais ainda, acredita no planejamento, no tempo domesticado, nas relações de causa e efeito do determinismo científico. O senso comum venera a margem de indeterminação, mas apenas como *margem*, como confirmação de seu credo central na previsibilidade do futuro e na explicação do presente pela retrospectiva dos fatos do passado.

Podemos dizer que, quando nos referirmos ao senso comum, estaremos falando de um modo de pensar das pessoas em geral no qual se destacam duas peculiaridades: a primeira é um conformismo com a ciência e com a tecnologia - mais do que isso, é uma submissão a elas que se manifesta na aceitação incontestada da complexidade científica que escapou da realidade sensível a partir do início do século XX, quer trate-se da complexidade de uma teoria da física ou de uma tecnologia de

ponta embutida num objeto técnico; a outra, da qual a aliança capital-tecnologia se nutre, é a crença fiel no tempo matemático absoluto exterior e verdadeiro, ou seja, no tempo newtoniano em torno do qual se estabelece um acordo tácito que permite a sincronização das ações coletivas. Tal credo implica em esvaziar ou sacrificar a duração, em deixar em segundo plano o tempo vivido. O senso comum aceita o tempo profano em detrimento do sagrado sem cultivar a diferença entre eles. Esta característica está diretamente ligada ao desenvolvimento do sistema capitalista global a partir do século XIX, que colocou o *quanto vale* (valor de troca abstrato) acima da *qualidade* (valor de uso concreto).

Obviamente, uma pessoa do senso comum tem experiências do tempo criativo, da durée bergsoniana, mas tais momentos de *transe* não são considerados úteis pelas exigências práticas da vida ordinária.

O tempo na teoria da Relatividade surge numa expansão dos limites da mesma inteligência que havia concebido o tempo absoluto. No entanto, algo curioso aconteceu quando esta expansão chegou ao senso comum: a multiplicidade temporal prevista na Relatividade não é compatível com o tempo único ao qual o cotidiano das pessoas está atrelado. Quando a ciência expandiu seus limites na questão do tempo, ela se descolou do senso comum.

A multiplicidade de tempos experimentada em sonhos durante o sono, quando o tempo da pessoa que dorme é menor do que o da pessoa que sonha, poderia revelar ao senso comum um lastro na experiência da proposta da teoria física. No entanto, o apego ao tempo único e verdadeiro de Newton é tal que a experiência dos sonhos é tratada com desdém, como um desajuste sem função na atividade cotidiana.

É justamente a partir da teoria de Einstein que Bergson vê a possibilidade de despertar no senso comum a noção das diversas contrações da duração: Bergson engata na Relatividade para resgatar a questão filosófica do tempo, por mais paradoxal que este movimento possa, por enquanto, parecer. Bergson não fez da teoria de Einstein um análogo das suas próprias convicções, mas uma janela para a dissolução do misto entre espaço e tempo. Em capítulos posteriores, ficará mais claro como uma teoria apoiada na espacialização riemanniana poderia servir de entrada

para Bergson enxergar a janela que aproxima o senso comum do tempo livre de sua identificação com o espaço.

3 – Dois tempos

As teorias científicas do final do século XIX procuravam estabelecer uma relação de necessidade lógica entre causa e efeito. Para o senso comum, quanto mais se acentua o princípio da causalidade, mais nítida se torna a diferença entre uma série psicológica e uma série física. “Quanto mais o efeito parece estar necessariamente ligado à causa, mais se tende a incluí-lo na própria causa como a consequência matemática no princípio e a suprimir assim a ação da duração. [...] Por outras palavras, quanto mais tendermos a elevar a relação causal à relação de determinação necessária, mais afirmamos assim que as coisas não duram como nós.” (BERGSON, 1988: 145).

O determinismo científico acenava com a possibilidade de previsão do futuro a partir do conhecimento das condições iniciais e de explicação lógica do passado através da análise dos efeitos, isso tudo com margem de indeterminação nula se todos os efeitos e todas as condições iniciais fossem dados. Para tanto, a fragmentação do tempo em instantes foi essencial, pois “t” passou a ser a variável capital para o determinismo. O senso comum assimila a pré- formação do futuro no presente em sua vida cotidiana, onde o planejamento inteligente opera valendo-se da fragmentação da duração qualitativa em tempos quantificados.

Ao familiarizar-se com a limitação matemática da duração, o senso comum mergulha na diferença entre o tempo psicológico interior e o tempo físico exterior, ou seja, entre os fatos da consciência e os fenômenos objetivos. O determinismo, a decomposição do tempo e a apropriação desta decomposição pelo capitalismo separaram o tempo do relógio - tomado como real, exterior, absoluto - do tempo do indivíduo, privilegiando o primeiro.

No entanto, apesar da crença na realidade absoluta do tempo físico do relógio, ao diferenciarmos o tempo da consciência do tempo das coisas, conservamos uma

espécie de consciência da duração interior: o tempo das coisas é repetitivo e o da consciência diferenciador. Mas esta consciência precisa adequar-se ao tempo exterior regido pelo cronômetro e, por vezes, ser recalcada, como recalamos um sonho da noite anterior cujos acontecimentos devemos desconsiderar durante a vigília.

A duração interior, selvagem para os relógios, não serve de esteira na qual o futuro pode ser previsto ou o passado explicado retrospectivamente, mas preserva-se, por exemplo, na facilidade com que crianças e povos primitivos aceitam a idéia de uma natureza inconstante, onde o capricho indeterminável desempenha um papel importante.

O senso comum, longe de negar a atividade científica e inteligente que transforma o tempo em espaço decomponível, a assimila como verdade incontestável e admite a obsolescência da duração interior diante da precisão do cronômetro. Obsoleta ou não para os padrões científicos, a diferenciação entre o tempo interior e o tempo exterior preserva uma aura de instinto ao redor da inteligência capaz de nos sugerir que o tempo absoluto pode patinar em diferentes contrações da duração: é o que experimentamos ao coincidirmos intuitivamente (ou “simpatizarmos”, para usar um termo bergsoniano) com o que nos cerca, seja uma rocha, um animal ou o fluxo de um rio.

Tal patinação é por nós recalcada em benefício do tempo exterior. Há um acordo tácito entre as pessoas em torno do tempo homogêneo exterior e absoluto que garante à sociedade o “bom senso” nas relações sociais, acordo que faz da duração um primitivismo, mas que também a preserva por diferenciá-la do tempo matemático.

A inteligência desenvolvida no ser humano tem a capacidade de criar símbolos matemáticos e de estabelecer relações entre eles. Os símbolos traduzem o mundo real e nele têm seu lastro, ainda que, por vezes, conforme o nível de complexidade destas relações, a linguagem matemática adquira vôo próprio.

Por que dois mais dois é igual a quatro? A pergunta parece despropositada: colocada a uma pessoa qualquer que tenha conhecimento elementar de aritmética, a resposta pode ser bem simples: “se eu colocar dois dedos da mão direita ao lado de

dois dedos da mão esquerda, terei diante de mim quatro dedos”. A mesma pergunta feita a um matemático exigirá uma resposta mais complexa e até de difícil demonstração; a um analista financeiro, parecerá monótona, já que a libido da matemática financeira está na subversão deste resultado. Ainda que o matemático percorra os céus em busca da demonstração, ou que um modelo econômico insista em acrescentar ou retirar valor da simples soma, ambos não hesitarão em concordar com o mais simples comerciante que dois mais dois é igual a quatro.

Dois vetores coplanares, de duas unidades cada, se somados vetorialmente, podem resultar num valor que varia entre zero e quatro unidades. A vida cotidiana da coletividade, entretanto, exige acordos tácitos que eliminem as complexidades incômodas à comunicação entre as pessoas. Podemos dizer que o senso comum está empenhado nestes acordos. A inteligência, essencialmente exploratória e planejadora, privilegia o sucesso do indivíduo no mundo que o cerca em detrimento da coletividade social. É preciso a intervenção de um instinto que contenha seus avanços abusivos. Neste sentido, podemos assegurar um solo comum em que todos concordam que, complexidades à parte, dois mais dois é igual a quatro.

Em sua simplicidade instintiva, o senso comum elege o tempo newtoniano para reger a vida diária das pessoas e, assim como dois e dois é igual a quatro, um dia é igual a vinte e quatro horas. A partir desta certeza, derivam complexidades que dilatam ou contraem a simples soma sem que isso caracterize uma subversão do resultado: um financiamento, por exemplo, de quatro mil reais, acrescidas taxas de juros, poderá ter duas parcelas superiores a dois mil reais cada.

Quando Einstein introduz a idéia de um tempo relativo, de diferentes medidas do tempo para diferentes observadores, o senso comum, num primeiro olhar, atribui esta variação a uma complexidade matemática que lhe escapa, mas que deve ser da mesma natureza da que modifica a soma “dois mais dois” pela taxa de juros, e não reconhece na relatividade do tempo o tropeço do tempo absoluto ao qual está apegado; tudo se passa como se a aplicação matemática de uma variável, talvez exótica, porém científica, explicasse satisfatoriamente a mítica excentricidade que transpira na obra do cientista alemão. Este primeiro olhar do senso comum reforça a

crença no tempo newtoniano ao qual as pessoas atrelam suas vidas, ainda que este tempo, em condições especiais e distantes da vida cotidiana, apresente algo de extraordinário.

Como detalharemos mais adiante, Bergson percebeu que, ao invés de reforçar a crença no tempo dos físicos, a multiplicidade temporal da Relatividade poderia estar próxima do senso comum e, de certa forma, resgatar a duração que a ciência determinista deixou em segundo plano. Ele percebeu a familiaridade que temos com diferentes contrações da duração, seja nos sonhos, seja quando percebemos pela via intuitiva que as coisas duram com contrações diferentes da nossa.

“[...] O que eu quero estabelecer é simplesmente o seguinte: uma vez admitida a Relatividade como teoria física, nem tudo está terminado. Resta determinar o significado filosófico dos conceitos que ela introduz. Resta descobrir até que ponto ela renuncia à intuição e até que ponto ela permanece atada á intuição: resta fazer a parte do real e do convencional nos resultados aos quais ela chegou, ou, principalmente, nos intermediários que ela estabeleceu entre a posição e a solução do problema. Ao fazer este trabalho no concernente ao Tempo, perceberemos, creio, que a teoria da Relatividade nada tem de incompatível com o senso comum.” (BERGSON, 1972: 1342).

O vislumbre de Bergson, no entanto, foi ofuscado pelo sucesso acadêmico e popular da Relatividade: a valorizada *medida* do tempo foi assumindo o próprio significado filosófico do tempo, movimento que já se esboçava durante o reinado do tempo newtoniano e que se aprofundou com a Relatividade. Segundo o próprio Einstein, “não há, portanto, um tempo dos filósofos; apenas existe um tempo psicológico diferente do tempo dos físicos.” (EINSTEIN; *in* BERGSON, 1972: 1347-1348).

4 - A Relatividade e o senso comum

O possível resgate do tempo vivido que Bergson percebe diante da Relatividade não tem o menor papel na aliança entre a tecnociência e o capital.

Apenas o tempo tomado pela sua medida facilita a operação dos mecanismos que constroem a igualdade entre tempo e dinheiro. Não é difícil admitir que, entre nós, a hipertrofia da inteligência (que privilegia o tempo quantitativo) em detrimento da intuição (que capta a duração) é decorrente do desenvolvimento do sistema capitalista global.

O tempo dos cientistas é uma grandeza física divisível em unidades e subunidades de medida e, enquanto tal, adapta-se como nenhuma outra à medida monetária. Ao utilizarmos um crédito que nos foi concedido, ao contratarmos um plano de saúde, ao participarmos de um consórcio, ao investirmos no mercado de ações ou quando fazemos um plano de previdência privada, é o tempo transformado em bem de consumo que negociamos.

A relação de dependência que a eficácia dos feitiços do capitalismo tem com a conversão da verdadeira duração (no sentido de Bergson) em medida de cronômetro é nítida. Uma pessoa que compra, por exemplo, um “pacote” turístico numa agência de viagens está comprando a fantasia de um tempo a ser vivido; muito provavelmente, o fetiche que a atrai é a possibilidade de “durar”, ou seja, de ter férias da prisão que o autoritarismo do tempo da medida impõe à sua existência. A “mágica” que a cooptação capitalista do tempo opera consiste em converter a duração em tempo compartimentado e vendável, sempre com a promessa de que, no fim deste processo, é a duração, ainda que domesticada, que obteremos de volta. Mas a duração não pode voltar domesticada - represada e liberada nos dias programados pelo agente de viagens – nem parte dela, porque duração é jorro ininterrupto e criativo do novo e não pode estar onde o planejamento inteligente prevê.

O desenvolvimento das ciências econômicas criou mecanismos capazes de fazer o valor monetário descolar de seu lastro material. Neste processo de abstração do capital, a medida matemática do tempo transformou-se na principal variável aliada às operações do mercado financeiro: em função do tempo, dois mais dois não é, necessariamente, igual a quatro.

A lógica das taxas de juros, por exemplo, é assimilada com facilidade pelo senso comum nos crediários das lojas de departamento; mesmo que não se saiba

percorrer os meandros dos cálculos que a justificam, compreende-se que existe uma regra matemática que a fundamenta.

A Relatividade de Einstein chega ao senso comum na esteira de complexidades científicas que inundaram o século XX. Num primeiro olhar, o senso comum atribui à multiplicidade relativa do tempo apenas um refinamento matemático semelhante ao cálculo de juros. Mas, num olhar mais atento, quando as pessoas tentam compreender melhor o significado de um tempo cuja medida varia de acordo com o referencial adotado, sentem uma espécie de ameaça à imagem linear do tempo sobre a qual sustentam suas vidas. Ao perceberem que o corpo simbólico–matemático da teoria é inacessível ao “bom-senso”, as pessoas tendem a dar um passo para trás, tendem a reagir contra a Relatividade e a se apegarem ao tempo exterior e absoluto. A sugestão de que o tempo único “gira em falso” instaura a crise na *medida* do tempo newtoniano e revela que tomamos o significado do tempo por esta medida.

O senso comum acredita que as idéias de Einstein são revolucionárias e cientificamente fundamentadas. Mas quando se arvora a compreendê-las, esbarra no incompreensível. Dois mais dois, em condições particulares, pode até ser diferente de quatro; mas o tempo parece não poder ter medidas diferentes em diferentes referenciais, pois, neste caso, desaparece o solo comum e sedimentado do tempo único. Podemos compreender que os juros existem na dilatação do capital, mas um espaço-tempo quadridimensional foge à compreensão das pessoas e a dilatação do tempo parece insultar a inteligência dos que se expõem às implicações da Relatividade.

O que patina na radical mudança introduzida pela teoria na noção de tempo é a medida única desta grandeza. A Relatividade, embora incorporada em alguns objetos tecnológicos, raramente afeta o senso comum porque seus efeitos são consideráveis apenas em velocidades muito maiores do que as que se conhece no dia-a-dia. As idéias do célebre cientista chegam às pessoas de maneira superficial, mas dotadas de um exotismo científico, de modo que o senso comum permaneceu fiel ao conceito newtoniano de tempo, apesar de aceitar a autoridade de Einstein e de suas teorias.

A certa distância, a complexidade da teoria é atribuída a um conjunto de cálculos que ultrapassa os limites do conhecimento matemático médio das pessoas em geral e não é percebida como uma mudança no conceito de tempo que sustenta o senso comum. Quando, porém, as pessoas chegam mais próximas das implicações da Relatividade no tocante ao tempo, percebem que há nela algo de incompreensível e até de ameaçador à integridade de suas inteligências. A revolução no conceito de tempo que a Relatividade introduz, embora nada tenha de extraordinário do ponto de vista científico, cria um abismo filosófico no senso comum: como conciliar o tempo absoluto que rege nossas vidas com o tempo relativo da teoria? Como é possível que duas medições de relógios precisos sejam diferentes para diferentes referenciais? Como superar o paradoxo dos gêmeos⁴ de Langevin com a noção de tempo exterior que aprendemos desde criança e da qual o capitalismo apropriou-se para universalizar em moeda única?

Olhando a questão do tempo relativístico à luz da obra de Bergson, surge a evidência de que a transição do tempo absoluto para o tempo múltiplo foi criada pela via da inteligência, pela hipertrofia da atividade inteligente que radicalizou a espacialização do tempo transformando linearidade em amálgama espaço-temporal a quatro dimensões.

O filósofo francês percebeu que, ao invés de tal mudança afastar ainda mais o senso comum da pura duração, ao invés desta radical confusão entre tempo e espaço aprofundar o abismo entre inteligência e intuição, ela pode revelar justamente o misto mal analisado entre tempo e espaço. A Relatividade revela que o tempo não está na reta que o imaginário do senso comum construiu e, se ele se deslocou para um espaço-tempo sem imagem, é preciso procurar um significado que não esteja no espaço; em outras palavras, a teoria obriga o senso comum a recolocar a questão do tempo.

⁴ Pierre e Paul são os personagens de Einstein na versão popular da teoria e representam os gêmeos do conhecido “paradoxo de Langevin”: Pierre permanece na Terra enquanto Paul tem seu tempo dilatado por viajar numa nave espacial com velocidade considerável em relação à da luz. O paradoxo está no fato de que, quando Paul voltar à Terra, Pierre terá envelhecido mais do que ele; mas se, ao invés Paul retornar ao referencial de Pierre (Terra), fosse Pierre que visitasse o referencial de Paul, ocorreria o contrário: Paul é que teria envelhecido mais do que Pierre.

Enquanto a inteligência pode conceber uma teoria que apresenta uma multiplicidade quantitativa do tempo, a intuição é a faculdade da nossa consciência capaz de captar qualitativamente as diferentes contrações da duração. Embora haja uma diferença de natureza entre as duas multiplicidades, a teoria de Einstein obriga-nos a fazer esta distinção. Ao diferenciarmos as duas multiplicidades, criamos uma espécie via de acesso do senso comum à compreensão da teoria; por isso Bergson vai dizer - como já citamos - que “a teoria da Relatividade nada tem de incompatível com o senso comum”.

Nada *teria* de incompatível, pois a inquietação de Bergson foi abandonada e a medida do tempo bastou para dar a ele um significado; ou seja, a quantidade incorporou a qualidade e a pobreza de experiências anunciada por Benjamin engendra as carências que movem o desejo do consumo capitalista.

A questão filosófica do tempo na Relatividade introduz uma perturbação radical, pois, apesar de seu refinamento geométrico e matemático, ela sugere um desmanche do nosso vício de tomar o espaço pelo tempo, de tomar o tempo pela sua medida e de sobrepor a inteligência à intuição. O viciado, diante da ameaça da abstinência, reage de maneira por vezes veemente contra a perda do que lhe é bastante familiar. A seguir, vamos nos debruçar um pouco sobre estas reações do senso comum à Relatividade.

5 – O senso comum “contra” a Relatividade?

O ponto de partida do presente trabalho deu-se na experiência cotidiana do senso comum. É necessário que eu relate aqui alguns fatos relacionados apenas à minha própria observação que originaram esta pesquisa, ainda que estes possam parecer, num primeiro olhar, carregados de subjetividade.

A experiência cotidiana do senso comum à qual me refiro é o encontro das pessoas em geral com as idéias propostas por Einstein no início do século XX. Embora este encontro não ocorra diretamente com uma frequência que justifique um caráter cotidiano, podemos dizer que ele se dá de forma indireta a cada dia, através

dos objetos tecnológicos que embarcam as teorias do físico alemão. Vou dedicar-me mais intensamente ao encontro direto, pois, como professor de física durante mais de duas décadas e com os olhos e ouvidos embriagados de interesse pela receptividade da física junto às pessoas, pude observá-lo inúmeras vezes e de vários pontos de vista em livros, em conversas informais, em sala de aula, em notícias veiculadas nas diversas mídias e em colóquios e seminários ligados ao tema.

Ao longo de anos, o que me chamou a atenção nestes encontros foi a reação das pessoas diante das já centenárias idéias de Einstein. A princípio - antes mesmo deste princípio - há um fascínio generalizado pela vida e obra de Einstein, mesmo que nem uma nem outra sejam do conhecimento dos admiradores. O contato inicial, portanto, é permeado por esta aura mítica que envolve o célebre cientista. Mas, quando as pessoas sentem-se permitidas a se aproximarem um pouco do corpo teórico de sua obra, quando se arvoram a entender o conteúdo científico que faz de Einstein um gênio, observa-se uma espécie de decepção do senso comum: primeiro, pela impossibilidade de compreensão completa da Relatividade, como bem observou Biezunsky ao dizer que, em 1922, quando Einstein visitou Paris para uma série de conferências a convite do *Collège de France*, “compreendemos pela primeira vez que existe algo que não podemos compreender.” (BIEZUNSKI, 1991:167); segundo, pela sensação da perda de conceitos bastante sedimentados no que costuma-se chamar de “bom senso”, tais como o de espaço e o de tempo absolutos. Após esta decepção, segue uma reação contrária às teorias, algo como uma revolta, mas uma revolta que entra em choque com o fascínio inicial e se intimida diante do prestígio mitificado de Einstein.

A revolta contra a teoria - ou contra a sua incompreensibilidade - não é apenas um fenômeno que se observa nos dias de hoje, mas desde as confirmações das então revolucionárias idéias: a edição do *Times* de sete de novembro de 1919 destaca as expedições organizadas pelo astrofísico inglês Arthur Stanley Eddington ao Brasil e a Porto Príncipe para observações durante o eclipse do Sol, as quais comprovaram as previsões da teoria da Relatividade Geral. Na página 12 desta edição, há uma reportagem sobre o curioso comportamento do físico Oliver Joseph Lodge diante

deste resultado. O título do artigo é: “*Revolution in Science: New Theory of the Universe / Newtonian Ideas Overthrown*”; vejamos um trecho:

“Ontem à tarde, nas salas da Royal Society, foram discutidos os resultados obtidos pelos observadores britânicos do eclipse total do Sol em 29 de maio. [...] Era aceito, de modo geral, que as observações eram decisivas para a verificação da previsão do famoso físico, Einstein, segundo a qual a luz proveniente das estrelas, ao passar pelo Sol, sofreria uma deflexão causada pela presença deste.[...] Ocorreu, efetivamente, uma deflexão e as medidas mostraram que a extensão desta deflexão estava muito próxima do valor teórico previsto por Einstein, em oposição à metade desse valor, quantidade que resultaria dos princípios de Newton. É interessante observar que Sir Oliver Lodge, falando na Royal Institution em fevereiro último, tinha arriscado uma previsão: duvidava de que fosse observada alguma deflexão, mas estava convencido de que, se ela ocorresse, seguiria a lei de Newton, e não a de Einstein.” (TIMES: London, 07/11/1919 *in* PAIS, 1982: 362).

O artigo relata ainda que Sir Oliver Lodge abandonou a reunião quando o presidente da Royal Society declarou que a teoria de Einstein devia ser levada em conta e que as nossas concepções sobre a estrutura do universo tinham que ser fundamentalmente alteradas.

Este tipo de reação contrária à Relatividade - que vem após uma decepção em relação ao fascínio inicial - foi o que mais se destacou aos meus olhos e aos meus ouvidos quando presenciei o encontro desta teoria com o senso comum. Para ilustrar este sentimento de revolta, farei um breve relato.

Numa escola privada de nível médio da cidade de Campinas e na qual eu lecionava, abordei a teoria da Relatividade Restrita em sala de aula ao discutir os conceitos básicos da Mecânica Clássica. Procurei mostrar a diferença entre o tempo absoluto que alinhavava nosso estudo da física newtoniana e o tempo relativístico de Einstein. Passados alguns dias, recebi na referida escola a visita do pai de uma aluna. Fui surpreendido pelo sentimento de indignação daquele homem: segundo ele, todos sabem que o tempo é uma grandeza única e qualquer tentativa de dizer que a medida do tempo pode ter diferentes valores para diferentes referenciais seria contrária ao

bom senso, à boa educação e à ciência. Para este pai, cinco minutos ou qualquer outra medida de tempo deveria ser igual para todo referencial adotado; ou seja, para ele, a medida do tempo era absoluta e a teoria de Einstein soava absurda.

Aquele senhor suspeitava que eu estivesse subvertendo os bons costumes, a ordem e a disciplina que ele procurava numa escola. Depois de longa conversa, consegui desfazer alguns mal entendidos e outros não: o convenci de que se tratava da teoria de Einstein, que esta mudava os conceitos clássicos de tempo e espaço, mas tive que enfatizar que as diferentes medidas de tempo de acordo com o referencial adotado eram observáveis apenas em situações muito especiais, ou seja, para velocidades consideráveis em relação à velocidade da luz e que isso significava que na vida cotidiana poderíamos, se quiséssemos, continuar a pensar o tempo como único e verdadeiro, exterior e absoluto.

A reação do pai da aluna fez com que eu retomasse o assunto em sala de aula através de textos do próprio Einstein e de documentários sobre o tema. Os alunos ficaram então fascinados com o que leram e viram e, diante da autoridade de Einstein, não questionaram a veracidade de suas teorias. No entanto, quanto mais os alunos penetravam naquele assunto, mais surgiam, ainda que tímidas, manifestações de desconforto para com a multiplicidade de medidas do tempo. Parecia haver entre os alunos a mesma indignação manifestada por aquele pai, mas em menor grau, já que as informações chegavam até eles com mais argumentos.

O fato que relatei chamou minha atenção porque eu mesmo, quando na minha adolescência tomei contato pela primeira vez com a teoria da Relatividade Restrita, senti semelhante desconforto, agravado pelas minhas intenções de tornar-me um dia um professor de física: como poderia atingir meu objetivo se não conseguia compreender satisfatoriamente a revolução einsteiniana? Ou seja, por que os novos conceitos de tempo e espaço não eram tão claros como os conceitos e as leis da física newtoniana que eu estudava no colégio?

Muitos anos depois, em conversa com a professora Amélia Império Hamburger, do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, percebi que havia algo de inatingível na teoria: não era possível compreendê-la sem abandonar a

pretensão de “prová-la”, digamos assim, com os nossos sentidos, uma vez que, na Relatividade, o espaço-tempo é concebido quadridimensionalmente numa abstração matemática. Tal modelo, no entanto, é capaz de explicar os fenômenos observados na natureza de maneira mais precisa do que a física anterior a Einstein.

A Relatividade que foi introduzida nos primeiros anos dos cursos universitários foi pensada nos Estados Unidos pelo trabalho, dentre outros, de Richard Feynman e é caracterizada por uma relação entre o formalismo e a teoria, entre a teoria e a experiência. Ao chegarem ao primeiro ano do curso de física, relatou a professora Hamburger, os alunos têm a expectativa de que compreenderão a Relatividade de forma cristalina e que deterão este conhecimento como se tivessem ingressado num seleto grupo de iniciados no assunto. Ela fez uma analogia entre os estudantes e cavalos selvagens que, após sofrerem repetidos golpes da espada do domador, acabam por resignar-se à domesticação; assim, os alunos do curso de física, após alguns anos da graduação, acabam por resignar-se ao conjunto de equações que incorporam o próprio significado inteligível da Relatividade, “considerada como teoria de base facilmente acessível aos iniciantes.” (CORET, 1997:168).

A partir do episódio em que o pai da aluna mostrou-se indignado, passei a observar as manifestações dos meus alunos sempre que a Relatividade era tema de uma aula. Com o passar dos anos, fui percebendo que, embora com variações na sua intensidade e na sua forma de expressão, o sentimento de frustração seguido de uma espécie de reação contrária à teoria era uma constante.

Em 2005, comemorou-se o Ano Internacional da Física em virtude do centenário das publicações no *Annalen der Physik*⁵ de três artigos de Einstein, dentre os quais se encontra a teoria da Relatividade Restrita. Ao longo do ano, vários eventos foram promovidos em vários países com o objetivo de lembrar o ano de 1905 como o ano miraculoso de Einstein e sobre o qual nos demoraremos mais adiante. Na Universidade Estadual de Campinas, o grupo de pesquisa *Conhecimento Tecnologia e Mercado* (CTeMe), ligado ao Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, promoveu o

⁵ Principal jornal de física da Alemanha que teve o mérito de bem apostar na publicação dos artigos escritos por alguém até então desconhecido.

colóquio *Einstein Hoje: Relatividade e Ciências Humanas* com o objetivo de, para além das festividades em torno da obra do cientista, levantar questões sobre a relações entre ciência e sociedade. Para tanto, além de mim e de Pedro Ferreira Peixoto (organizadores do evento), foi convidado o professor Mauro W. B. Almeida do departamento de Antropologia do referido Instituto para debater com dois físicos: o professor Marcelo Knobel e o professor André Koch Torres Assis, ambos do Instituto de Física desta Universidade, sendo o segundo partidário de uma linha de pesquisa que é contrária à teoria da Relatividade e o primeiro meu ex-aluno na mesma época em que o referido pai da aluna manifestou-se indignado com a teoria.

Para nossa surpresa, apesar do evento ter sido dirigido ao público das ciências humanas, metade das mais de cem pessoas presentes que lotaram o auditório eram estudantes de física interessados nos argumentos do professor André Koch. Ainda que muitos destes estudantes fossem partidários de Einstein, uma parcela significativa, ainda que minoritária, resistia à Relatividade e buscava apoio na *Mecânica Relacional* do professor Koch. Considerando os cem anos que separam este colóquio do ano das publicações de 1905, considerando que estes resistentes estavam na iminência de tornarem-se físicos e que o professor Koch é, por suas idéias contrárias a Einstein, voz isolada no cenário da física brasileira, um único simpatizante da Mecânica Relacional seria já uma surpresa: havia, no entanto, muitos, conforme foi ficando claro à medida que o evento ia terminando e os interessados nas palavras do professor Koch não abandonavam o auditório e a ele dirigiam perguntas que revelavam uma esperança de Einstein ter se equivocado.

O professor Koch havia sido entrevistado no *talk show* de maior audiência no Brasil. Isto revela um aparente paradoxo: como é possível que Einstein goze de extraordinária popularidade enquanto suas idéias provocam reações contrárias demonstradas no interesse em desqualificá-las? O paradoxo se desfaz quando percebemos que as reações contrárias partem majoritariamente de pessoas que se arvoram a compreender o conceito de espaço-tempo não absoluto introduzido pela Relatividade; pessoas que tentam assimilar algo que escapa aos seus sentidos buscando uma imagem para um espaço-tempo quadridimensional. Os físicos que

dominam a teoria, em sua maioria, não têm esta ambição, pois sabem que é no experimento científico e na formulação matemática e geométrica que a teoria se sustenta, dispensando assim o alcance sensitivo. Mas o senso comum, incluindo alguns poucos físicos, reagem contrariamente à Relatividade quando tentam invocar uma imagem para o tempo relativo como a reta serve de suporte para o tempo linear exterior e absoluto de Newton.

Durante o primeiro semestre de 1916, após ter chegado às equações básicas da Relatividade, Einstein escreveu um livro destinado ao público de formação média e sem intimidade com o aparato matemático da física teórica. Ele acreditava que a teoria era basicamente simples, mas não estava sendo assim entendida, e percebeu que a compreensão da mesma por um público mais amplo seria um trunfo a mais para a sua aceitação junto à comunidade científica.

O título que o livro recebeu foi *Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie (Gemeinverständlich)*, que podemos traduzir por *A teoria da relatividade especial e geral (uma exposição popular)*. “Mais tarde, Einstein diria, sobre seu esforço de divulgação, que o livro deveria ter sido chamado de *gemeinunverständlich* (incompreensível), em vez de *gemeinverständlich* (popular, ao alcance de todos).” (MOREIRA e STUDART, 2005: 132).

A partir do início do ano de 2002, quando esta pesquisa oficializou-se no programa de doutorado do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Unicamp, tratei de observar com mais atenção o impacto da Relatividade junto ao senso comum. Uma das estratégias que utilizei foi pesquisar junto aos meus alunos a receptividade das teorias de Einstein. Para tanto, promovi semestralmente, desde aquele ano até o fim de 2005, um curso sobre a Relatividade com dez horas de duração. Obviamente, esta breve abordagem de um tema complexo foi superficial, mas baseada na versão popular que Einstein escreveu sobre a teoria, ou seja, suficiente para que uma pessoa com rudimentos de matemática pudesse acompanhar. Foram seis semestres de observação, durante os anos de 2002, 2003 e 2005.

O objetivo nestes breves cursos era observar como os alunos recebiam as idéias de Einstein sobre o tempo. No início de cada curso, os estudantes expunham

em poucas linhas suas impressões sobre o físico e, quase sempre, estas impressões revelavam um respeito que beirava a idolatria. Como a idade média dos estudantes era de dezoito anos, há que se considerar que a idolatria por vezes ingênua devotada a um grande nome da ciência é natural. No entanto, foi possível constatar que a imagem de Einstein diante daqueles jovens era temperada pela construção de um mito que os meios de comunicação realizaram durante décadas ao longo do século XX. Sobre este mito falaremos em capítulo posterior. Por enquanto, vale ressaltar que o prestígio mitificado de Einstein junto aos alunos parecia mais vivo do que o de outros grandes cientistas como Newton, Galileu ou Bohr; e muito mais do que o de Stephen Hawking, apesar de todo o esforço deste último em popularizar-se.

Com o decorrer do curso, os estudantes entravam em sintonia com as novas e ao mesmo tempo centenárias idéias, mas esta sintonia era intermitente, frequentemente interrompida pela percepção de que o espaço-tempo de quatro dimensões escaparia ao entendimento sensitivo - digamos assim - daqueles jovens, ou de qualquer pessoa. A partir deste momento, os alunos tendiam a recuar, a retomar o tempo newtoniano que eles esperavam ser possível abandonar em nome de uma nova concepção do conceito de tempo. Era como se os alunos se vissem obrigados a compreender algo que não podiam compreender: alguns se esforçavam procurando algo que lhes havia escapado e que pudesse ser a chave da compreensão. Outros percebiam que a ciência havia decolado do plano sensível havia bastante tempo; já se conformavam com o fato de que o átomo era inacessível aos olhos e que agora não havia sequer um modelo que fornecesse uma imagem capaz de confortar a sensação de limitação dos sentidos; ou seja, percebiam que não seria possível compreender classicamente uma teoria cuja veracidade apoiava-se em formulações desvinculadas de imagens imagináveis e em experimentos complexos demais para o cotidiano das pessoas. Outros tantos, ainda que intimidados pela autoridade de Einstein, duvidavam da consistência da teoria, considerando-a absurda e ofensiva ao bom senso. Em todos, no entanto, o sentimento de frustração era evidente, seguido por reações contrárias à centenária novidade, reações que variavam em grau, desde uma leve desconfiança em

relação ao que eu lhes apresentava, até manifestações de indignação perante um insulto à inteligência.

Durante o estágio de dez meses que fiz na França (“doutorado-sanduíche”), realizei uma sondagem na cidade de Lille a fim de comprovar que, em nossos dias, as pessoas permanecem atadas à concepção newtoniana de um tempo único, homogêneo e exterior. Esta pesquisa de campo foi realizada entre os meses de setembro e dezembro de 2004 com estudantes das Universidades de Lille-1 e de Lille-3, e com pessoas abordadas no centro da cidade.

A estratégia da enquête consistiu em pedir a pessoas de diferentes idades que lessem um pequeno texto de ficção relacionado a diferentes medidas de tempo em dois referenciais, sendo um dotado de grande velocidade em relação ao outro:

Leia este pequeno texto, por favor: "Nicolas e Mélanie são casados e vivem juntos em Paris. Numa manhã, Mélanie partiu para a Lua em sua nave espacial. Devido à grande velocidade da nave, a viagem (ida e volta) durou apenas uma hora. Antes da partida, Nicolas e Mélanie haviam sincronizado seus relógios. No entanto, no retorno de Mélanie, eles perceberam que o relógio de Mélanie estava um pouco atrasado em relação ao de seu marido."

Após a leitura, as pessoas eram convidadas a escolherem, dentre três alternativas, as que consideravam *absurdas* como explicação para a diferença entre os horários marcados pelos relógios do casal:

Evidentemente, esta história é fictícia. No entanto, você poderia, dentre as alternativas abaixo, assinalar aquela (s) que é (são) ABSURDA (S) como explicação do atraso do relógio de Mélanie?

1 () *devido à velocidade da nave, o tempo de Mélanie foi dilatado em relação ao de seu marido.*

2 () *os dois relógios não são muito precisos: eles não tiveram um funcionamento sincronizado:*

3 () *existe uma diferença de fuso horário entre a Terra e a Lua.*

Cem pessoas foram consultadas. Embora esta sondagem não tenha uma amostragem significativa, os resultados reforçam a tese de que vivemos um anacronismo do tempo em sua concepção atual: 73 entrevistados assinalaram a primeira alternativa.

Após submeterem-se à enquete, as pessoas perguntavam do que se tratava e a que fim se destinava tal pesquisa. Explicava que era uma sondagem sobre a Relatividade de Einstein junto ao senso comum. Muitos dos que assinalaram a primeira alternativa diziam conhecer o Einstein e respeitavam sua obra, mas não acreditavam haver relação entre a situação apresentada no texto que leram com a obra do cientista; outras se davam conta desta relação, mas pensavam que a dilatação do tempo só se aplicaria quando veículos se movessem com a exata velocidade da luz, o que consideravam impossível. Ignorando a teoria ou dela tendo alguma informação, o senso comum considera absurdas as implicações em relação ao tempo na Relatividade. Não se trata de um absurdo no sentido em que a Lógica o aplica, ou seja, o de uma proposição que leva a uma contradição; trata-se de um espanto, de uma exclamação diante do que parece abusar do bom senso das pessoas.

A maioria dos 27 por cento que não assinalou a primeira alternativa foram pessoas abordadas na Universidade de Lille-1, junto aos Institutos de Física, Química, Matemática e Economia. Ou seja, muitos dos que aceitaram a dilatação do tempo como justificativa da defasagem dos relógios tinham alguma intimidade com a teoria de Einstein, embora, como vimos anteriormente, a Relatividade seja, sobretudo, um conjunto de fórmulas para os que a estudam e a diferença de medidas de tempo uma consequência do sistema de conceitos.

Setenta e cinco pessoas assinalaram a terceira alternativa, o que era esperado. Percebi que as que não a assinalavam, em sua maioria, não sabiam bem o que eram fusos horários. Surpreendeu-me o fato de quarenta e oito pessoas (quase todas tinham

menos de 30 anos) assinalarem a segunda alternativa: a confiança na tecnologia é tal que lhes pareceu um absurdo um relógio não funcionar bem.

Tanto a pesquisa realizada em Lille quanto as observações das reações dos estudantes ao longo de três anos reforçaram a hipótese inicial levantada quando, tempos atrás, aquele pai de uma aluna foi procurar-me indignado com a teoria que sua filha havia aprendido na sala de aula: vivemos um anacronismo do tempo, ou seja, estamos há mais de cem anos dos artigos de 1905 e, no entanto, somos atados ao tempo newtoniano.

O programa de física das escolas secundárias não chega às discussões do início do século XX. A física abordada no Ensino Médio brasileiro gira no eixo da mecânica newtoniana, das máquinas térmicas e da eletricidade básica. Quando surge a idéia de se introduzir História da Ciência no currículo básico destas séries, logo se percebe que o próprio conteúdo que é atualmente abordado já é História da Ciência, tal o seu anacronismo. Não raramente, alunos nesta fase escolar têm suas curiosidades sobre os conceitos modernos da física que são despertados por informações contidas em livros, revistas, na mídia em geral ou em conversas com colegas e professores. Estes alunos tendem a procurar pelo seu professor de física pedindo algum esclarecimento sobre aquilo que os tocou. A Relatividade de Einstein e a Física Quântica são os assuntos que mais aparecem nestas manifestações de busca por um conhecimento que está fora do que é oferecido aos alunos.

Ao ser procurado por um uma pessoa interessada na teoria de Einstein - seja um aluno ou não – procuro fornecer elementos para que essa pessoa possa avançar na direção em que seu interesse a impele. A princípio, sugiro um texto básico sobre o assunto, um livro de divulgação científica ou um artigo de revista que trate do assunto de forma acessível a um principiante. Muitos apenas devolvem-me este material introdutório sem darem seqüência à busca pela satisfação de suas curiosidades. Outros tantos, ao devolverem o material que lhes emprestei, pedem maiores esclarecimentos: parecem ter ficados insatisfeitos, ou mais curiosos do que antes; insisto, então, procurando retomar o texto que já foi lido para esclarecer os pontos

que provocaram inquietação. Como estratégia auxiliar, faço uso de áudios-visuais e de mais textos - incluindo os escritos pelo próprio Einstein.

Aqueles que simplesmente devolvem o material emprestado e nada questionam parecem avaliar cegamente as teorias que não compreenderam; ou se deram por satisfeitos com o que lhes foi apresentado, crendo desta forma terem compreendido a Relatividade.

Torna-se, no entanto, cada vez mais nítida para mim a decepção daqueles outros que tentam penetrar pelos meandros da teoria; para estes, a teoria revela-se incompreensível, pelo menos da forma como compreendiam as leis de Newton, por exemplo. Há entre estas pessoas, após a decepção, um sentimento que oscila entre a revolta contra as concepções de tempo e espaço desafiadoras de suas percepções e a submissão à autoridade científica de Einstein.

Estes sentimentos que percebi em minha experiência profissional deram origem a esta pesquisa e tornaram-se mais evidentes no desenvolvimento da mesma. Tal foi minha “entrada” no tema desta tese. A reação das pessoas pode ter ressonância com a inquietação bergsoniana diante da teoria: tentaremos mostrar neste trabalho que o senso comum reage porque, como Bergson, sente o vazio filosófico em que a teoria de Einstein o atira.

6 – Tecnociência e senso comum

Um engenheiro britânico construiu a primeira locomotiva a vapor em 1804 para uma metalúrgica do País de Gales, mas foi em 27 de Setembro de 1825 que a primeira viagem de um trem de 120 metros de comprimento e 90 toneladas ocorreu. No início do século XX a Europa já possuía uma considerável malha ferroviária de modo que a sincronização de relógios distantes uns dos outros passou a ser uma dificuldade técnica.

Como bem observou Peter Galison, “diferentemente da imagem tradicional, segundo a qual Einstein foi um cientista-filósofo, ele redefiniu a simultaneidade a partir de necessidades práticas existentes em seu tempo.” (GALISON, 2005: 39).

Einstein encontrou no escritório de patentes de Berna - onde começou a trabalhar em 1902 - uma tribuna de honra para assistir ao desfile das novas tecnologias que ligavam o triunfo da eletricidade sobre a mecânica aos sonhos da modernidade. O problema a ser resolvido na época era o da sincronização de relógios necessária ao bom funcionamento da malha ferroviária e das linhas de telégrafo e ao deslocamento de tropas.

Foi procurando uma teoria que explicasse de forma única os fenômenos do magnetismo e os princípios da mecânica que ele construiu uma teoria revolucionária, mas é bastante provável que a revisão do conceito de simultaneidade – ponto de partida da Relatividade Restrita - tenha tido uma inspiração no problema da sincronização de trens. O relógio, máquina, instrumento, órgão artificial a cujo mostrador nossos sentidos se estenderam, nos fez adotar a medição do tempo como o próprio tempo. Vista nesta perspectiva, a teoria da Relatividade parte de uma revelação aos dados dos nossos sentidos quando relógios separados por longa distância mostraram-se em desacordo.

A revelação apareceu como uma distorção do tempo único. Trens não podiam ter horários confiáveis em viagens que unissem pontos com tempos locais diferentes e tropas não podiam se deslocar contando com a precisão de relógios que estivessem muito separados uns dos outros. É a partir da necessidade de se estabelecer um tempo único que o tempo perderá, com a Relatividade, seu caráter absoluto. Nos fenômenos cotidianos, com a sincronização dos relógios e com o acordo em relação aos fusos horários, o tempo continuará a fornecer sobre os sentidos a ilusão de um absoluto uniforme, mas no plano conceitual ele se tornará múltiplo e fora do alcance da sensibilidade. Tal é o tempo relativístico que parte de uma derrapagem da experiência sensível para sublimar-se na teoria.

Quando a velocidade das locomotivas ultrapassou a barreira dos cem quilômetros por hora, uma dupla identidade do tempo começou a tornar-se mais evidente: a primeira é a do tempo da medida, a do tempo do relógio; a segunda que, até então, num certo grau, se confundia com a primeira, é a que Einstein chama de tempo da consciência ou tempo psicológico. A sensação de que vivemos num fluxo

temporal (ou ainda de que somos este próprio fluxo) e a medida do tempo (associada a movimentos no espaço) fundem-se num misto mal analisado; mas quando Einstein leva em conta a velocidade da luz para a definição de simultaneidade, podemos dizer que, à revelia do cientista, a diferenciação ganha nitidez: como veremos, é o que percebe Bergson.

Os relógios, ao marcarem diferentes tempos para diferentes referenciais, parecem ter nos mostrado que o tempo que medem é pura invenção. Se o tempo psicológico ao qual Einstein se refere é descartável para a ciência, o tempo científico, por seu lado, não é portador do significado filosófico do tempo. A ciência, no entanto, levou vantagem, assumindo a medida do tempo como suficiente para dar ao tempo um significado sem se importar se este é filosófico ou não. Assim, apesar de a teoria da Relatividade ter revelado a patinação do tempo absoluto, apesar dela ter revelado que o tempo tomado pela sua medida é pura invenção, foi justamente a invenção do tempo enquanto medida espacializada que prevaleceu.

Einstein parte do problema concreto da sincronização de trens que exigiu um ajuste dos relógios para que um único tempo fosse adotado como válido. Diante da variedade de tempos locais que tornava caótica a grade de horários ao longo da malha ferroviária européia, Einstein percebe que, ao invés de procurar uma unificação do tempo, podemos reconhecer uma natureza múltipla do tempo, o que transcende o problema da sincronização de relógios.

Ao notar a impossibilidade da simultaneidade absoluta de eventos, pois mesmo a luz teria uma velocidade limitada para transmitir um sinal, Einstein concebe a medida do tempo como relativa a um referencial adotado. Se o tempo apresenta uma medida diferente para cada sistema de referência, fica enfraquecida a identificação da natureza do tempo com a medição do relógio, principalmente se levarmos em conta a facilidade com que o tempo newtoniano permite a tal identificação. A *sensação* de um tempo exterior e absoluto entra em choque com a proposta da multiplicidade temporal que a Relatividade introduz.

O problema da sincronização de trens foi resolvido com a adoção de tempos locais. Para o senso comum, as diferenças entre as indicações dos relógios medem um

único e mesmo tempo recortado em fusos. No cotidiano das pessoas, o tempo foi unificado, mas na teoria de Einstein ele tornou-se, conceitualmente, múltiplo em sua medida. Para o senso comum, o tempo continuou sendo único, mas a Relatividade, sublimação teórica de um problema técnico, ao retirar do tempo seu caráter absoluto, colocava em dúvida a medida única do tempo.

A Relatividade sobe ao hermético platô quadridimensional do espaço-tempo e retorna ao senso comum de maneira imperceptível em alguns objetos técnicos que incorporam as teorias de Einstein: este movimento de ascensão e descendência discretas da obra de Einstein nos interessa porque está diretamente ligado ao comportamento do senso comum e convém olhá-lo mais de perto.

A revolução einsteiniana foi uma consolidação teórica e tecnológica de tendências que já vinham se delineando há muito tempo e que apontavam para um mundo virtual inacessível à nossa experiência antropométrica, mas totalmente real e acessível através da abstração matemática e de máquinas de alta precisão. Ela ocorreu a partir de necessidades práticas e de conflitos teóricos da época, foi fruto de um desenvolvimento tecnológico anterior e transcendeu, em sua formulação matemática posterior, para o espaço de quatro dimensões inacessível aos nossos sentidos. Da esfera conceitual, ela retorna ao cotidiano das pessoas através de objetos tecnológicos num movimento discreto e silencioso.

As teorias de Einstein, segundo Roberto Martins (MARTINS, 2005: 23), não seriam possíveis sem o aparato tecnológico disponível na virada do século XIX para o século XX. Em 1899, quando Rutherford e Giesel tornaram possível a utilização dos raios *beta* e quando a radioatividade foi descoberta, Walter Kaufmann pode realizar experimentos nos quais as velocidades dos elétrons eram próximas à da velocidade luz (entre $0,8c$ e $0,9c$). Tais experimentos revelaram consideráveis variações na massa do elétron, as quais foram seriamente estudadas por Lorentz. Lorentz obteve a equação para a relação entre massa e velocidade e Einstein seguiu o seu caminho.

É preciso notar que as experiências com os raios betas de Kaufmann já fugiam ao domínio público e já não se atrelavam mais tão fortemente à busca do bem estar das pessoas pela solução de um problema técnico, mas à investigação do comportamento das partículas atômicas. Os experimentos e as especulações teóricas muitas vezes surgiram de necessidades práticas, mas eram realizados num distanciamento do benefício objetivado inicialmente. Este parece ter sido o movimento da ciência que se acentua a partir do final do século XIX: parte do estímulo dado por um problema técnico para depois transcender à esfera do complexo inacessível ao senso comum, mas ao qual retorna embarcada em novas tecnologias.

Hoje, as idéias de Einstein são essenciais em muitos tipos de pesquisa científica de físicos e astrônomos. Suas contribuições “também se estendem a muitos dos nossos encontros diários com a tecnologia.” (YAM, 2004: 48). A famosa equação $E = m.c^2$ permitiu a construção das bombas atômicas e de usinas nucleares; quando a porta de uma loja abre-se automaticamente com a aproximação de uma pessoa, já identificamos uma aplicação do efeito foto-elétrico descoberto por Einstein e que lhe rendeu o Prêmio Nobel de Física em 1921.

A aplicação do efeito foto-elétrico hoje em dia é enorme: podemos citar a ativação do sistema de iluminação pública ao anoitecer e todo dispositivo eletrônico que controla ou é acionado pela luz; as células solares e fotovoltaicas que geram potência para calculadoras, relógios, residências, satélites em órbitas e protótipos de veículos, são também aplicações do efeito foto-elétrico. O *laser* e toda sua aplicação na pesquisa científica, nos aparelhos de leitura de CDs e DVDs, na indústria bélica, na medicina e nos aparelhos eletrônicos, tem sua origem teórica no artigo “Sobre a Teoria da Luz do Quantum”, de 1917.

A matemática básica do movimento browniano⁶ foi deduzida por Einstein em 1905 e seu desenvolvimento mostrou-se útil para analisar o mercado de ações, para prever o comportamento de substâncias que se difundem em fluidos e para projetar as

⁶ Robert Brown, botânico especialista em microscopia, observou pela primeira vez em 1827 que partículas do interior dos grãos de pólen pareciam mover-se aleatoriamente. Einstein sugeriu que o movimento de um lado para o outro era causado pelos choques da partícula com as moléculas do meio em que ela se encontrava.

catracas brownianas - com aplicações na separação de vírus por tamanho e de grandes fragmentos de DNA.

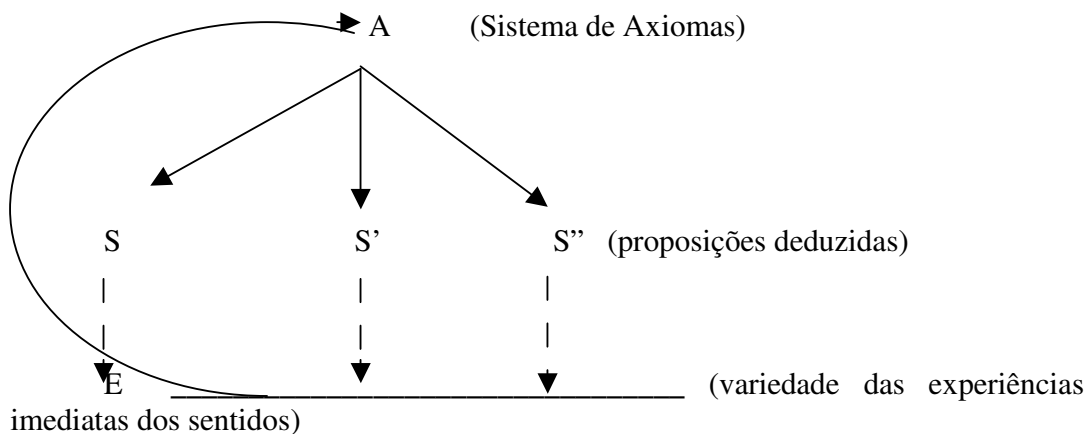
No que diz respeito ao encontro da Teoria da Relatividade com a tecnologia, podemos citar o Sistema de Posicionamento Global (GPS): sendo menor a intensidade do campo gravitacional na órbita do satélite em relação à da superfície da Terra e levando-se em conta a velocidade com que o objeto celeste trafega no espaço, o efeito relativístico destes dois fatores não pode ser desprezado. É necessário um fator de correção de algumas dezenas de microssegundos por dia para produzir dados precisos do tempo através do GPS. A correção, em geral, é feita “automaticamente” e sem que o usuário se dê conta, por um sistema de ampliação de área conhecido pela sigla WAAS. Apenas alguns cientistas (como os radioastrônomos) recorrem diretamente a Einstein ao utilizarem o GPS. O aparato tecnológico incorpora a teoria construída com a geometria de Riemann para localizar cartesianamente um ponto na superfície plana da Terra: eis aí um exemplo de uma escada invisível construída pelo objeto tecnológico e pela qual a complexidade da ciência desce convertendo-se em experiência familiar ao senso comum.

A versão popular de Einstein sobre a Relatividade - *Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie (Gemeinverständlich)* – foi escrita com o objetivo de tornar acessível sua teoria ao grande público. A intenção era a de “curto-circuitar” o caminho entre o plano conceitual e o plano da vivência sensível, mas esbarrou na distância que a tecnociência tomou da experiência antropométrica, de modo que o senso comum não pode mais aceder ao plano em que a ciência se complexifica.

Em 1897, quando foi descoberto o elétron por J.J. Thomson, a ciência já havia transcendido para este plano familiar apenas a um círculo restrito, seja de cientistas que adotam a codificação matemática dos modelos teóricos como um significado suficiente, ou daqueles que se apropriam do conhecimento como forma de detenção de poder. A teoria da Relatividade - com larga divulgação nos meios de comunicação desde o início do século XX - revela o fosso que se abre entre o senso comum e a ciência, provável causa da frustração de Einstein ao tentar popularizar a teoria não

apenas pela “publicidade” em torno dela, mas através da assimilação do seu conteúdo por um maior número de pessoas.

Em sua autobiografia, Einstein expõe seu *credo epistemológico*⁷ no qual “faz-se necessário fazer descer das regiões do olimpo platônico as noções fundamentais do pensamento científico e tentar descobrir sua origem terrestre.” (EINSTEIN, 1989b: 29). Mas ele mostra também que, num sentido inverso, é a partir das experiências dos sentidos neste mundo terrestre que somos levados às alturas do pensamento científico e abstrato. Em uma carta a Maurice Solovine⁸, Einstein explica suas convicções epistemológicas através do esquema a seguir:



Uma linha horizontal, “E”, situada abaixo no esquema, representa os dados imediatos dos nossos sentidos. No alto, o ponto A está representando um sistema de axiomas e, à meia altura, encontram-se, ligados a “A” por linhas descendentes, as proposições deduzidas a partir do sistema. As proposições S, S’ e S” ligam-se a “E” através de linhas pontilhadas descendentes. Uma linha curva completa o desenho num gesto largo que parte de um ponto próximo à linha “E” (quase tangenciando-a) e sobe até o ponto “A”, para onde está apontada sua seta.

⁷ « ...erkenntnistheoretisches Credo ». in EINSTEIN, 1980, p.29.

⁸ Carta a Maurice Solovine de 7 de maio de 1952. in PATY, 1993, p.410.

Simbolizando a estrutura lógico-dedutiva da teoria em relação à experiência, o esquema mostra, por sua disposição, a articulação dos diversos elementos que compõem o problema da relação entre o pensamento científico e a realidade do mundo por ele descrito. “Quando Einstein escreve em sua carta que, psicologicamente, ‘A’ repousa sobre ‘E’, devemos entender que o conhecimento parte dos dados sensíveis.” (PATY, 1993: 412).

As linhas pontilhadas que ligam S , S' e S'' à linha “E” da variedade das experiências podem mostrar a tendência de Einstein a considerar a relação entre os dados dos sentidos e o pensamento científico de natureza diferente daquela puramente lógica que existe entre os axiomas e as proposições. Como ele próprio resumiu⁹, a passagem dos conceitos à experiência imediata dos sentidos não é análoga a da galinha para a canja, mas como a do número associado ao tamanho de uma roupa à própria roupa. As linhas pontilhadas mostram a dificuldade que os conceitos matemáticos da teoria enfrentam para transporem o vão que se formou entre eles e as experiências dos sentidos. No outro sentido, o da linha curva, Einstein comenta que a conexão entre as experiências dos sentidos e os conceitos é de natureza intuitiva (*rein intuitiv*), tomando a intuição aqui como um vôo mental, próximo ao sentido que a palavra assume com Poincaré em *Intuição Matemática*¹⁰.

A teoria da Relatividade restrita resulta da adaptação do conceito de inércia à constância da velocidade da luz e teve um ambiente intelectual e tecnológico favorável para a sua concepção. O problema concreto da sincronização de relógios e a necessidade de tornar o eletromagnetismo de Maxwell compatível com o princípio da relatividade de Galileu impeliram a nova teoria à esfera conceitual. Num lampejo de Einstein em uma visita a Michele Besso¹¹, ele percebe que a chave para todas aquelas questões estaria na revisão dos conceitos de espaço e tempo.

⁹ Na mesma carta a Maurice Solovine.

¹⁰ *L'Intuition Mathématique* é o título de um capítulo do livro: *L'Invention Mathématique*: POINCARÉ, Henri (1993). Paris, Éditions Jacques Gabay.

¹¹ Como detalharemos mais adiante, Einstein havia percebido que o princípio da relatividade de Galileu era contraditório às conclusões de Maxwell sobre a invariância da velocidade da luz. Em 1904, ele se debruça sobre esta questão e constata, durante uma visita ao seu amigo Michele Besso, que a

Espaço e tempo tornam-se, com Einstein, pura abstração conceitual com a qual se estabelece uma representação teórica da realidade física. Espaço e tempo perderam o caráter de evidência que os ligava às concepções clássicas de Newton e Descartes. Para Einstein, espaço e tempo não são condições *a priori* do pensamento (como em Kant), nem os atributos essenciais da matéria (como em Descartes), nem os absolutos matemáticos de Newton, mas adquirem uma formulação matemática inacessível aos sentidos e à imaginação.

Com o espaço-tempo quadridimensional de Minkowski, a Relatividade descola-se de qualquer experiência antropométrica, já que percebemos apenas as três dimensões do espaço. Einstein, em seu livro de popularização da teoria e em artigos como *A Geometria e a Experiência*, tenta restabelecer a conexão com os dados imediatos dos sentidos através de experimentos mentais. Tais experimentos servem para mostrar a possibilidade da existência de uma realidade que não podemos perceber, mas que podemos conceber como verdadeira através de analogias imagináveis. Trata-se de uma tentativa de percorrer o caminho descendente de “A” para “E”.

Quando os aparelhos de GPS levam em conta a dilatação do tempo dos satélites em órbita e transformam as informações recebidas em coordenadas cartesianas, este movimento descendente se completa com a mesma artificialidade das experiências mentais de Einstein. Das alturas dos satélites de comunicação à superfície da Terra, os efeitos relativísticos precisam ser considerados, mas tais efeitos são convertidos em coordenadas que permitem a descida precisa a um ponto no globo terrestre. Neste caso, o ciclo - que começou com os resultados negativos dos experimentos de Michelson e Morley para determinar a velocidade da Terra em relação ao éter e com as dificuldades de sincronização de trens - se completa.

O caminho descendente da teoria para os objetos técnicos faz-se de maneira imperceptível para o senso comum. No entanto, a maior parte das pessoas reconhece

solução estava na análise dos conceitos de tempo e espaço; ou seja, que deveria sacrificar a cinemática usual para salvar o princípio da constância da velocidade da luz, bem como o princípio de Galileu.

que Einstein é uma autoridade na ciência, que sua obra é de imensa importância para o desenvolvimento científico, embora não saibam dizer onde tal obra se manifesta no cotidiano e nem sequer compreendam o seu conteúdo. É como se o mito construído pelos meios de comunicação em torno de Einstein e de sua obra permitisse o aval das pessoas às suas teorias, como se esse mito construísse uma via de mão dupla que provoca um curto-circuito no caminho entre “A” e “E” e também entre “E” e “A”.

Benjamim percebeu o empobrecimento das experiências quando a aceleração da técnica sobrepôs-se ao homem. O que dizer, se seguirmos Benjamim, do distanciamento que a Relatividade toma em relação aos dados da experiência e de seu retorno imperceptível nos braços de um aparelho G.P.S.? O tempo do relógio e o tempo imerso no tempo parecem ter, ambos, desaparecido com a teoria: o primeiro porque o tempo do relógio é, para o senso comum, o tempo absoluto newtoniano; o segundo porque não se trata mais de um empobrecimento da experiência, mas agora da sua impossibilidade de aceder ao espaço-tempo quadridimensional.

Einstein tentará, como detalharemos posteriormente, tornar a quarta dimensão acessível aos dados dos sentidos através dos experimentos mentais que permitiriam a qualquer pessoa percorrer o caminho de “A” para “E” e vice-versa. Mas sua pretensão limita-se – e não poderia ser diferente – a convencer o leitor de que é possível *conceber* um universo a quatro dimensões; ou seja, os experimentos mentais servem para facilitar a aceitação da teoria e não para revelar uma imagem da nova geometria do espaço-tempo.

Ora, se o tempo absoluto ao qual o senso comum apega-se é dissolvido na teoria e se o tempo relativístico é inacessível aos dados dos sentidos, a experiência desaparece? Não é de se estranhar que haja, portanto, uma reação, um recuo do senso comum diante da Relatividade. Mas a experiência não pode ter desaparecido: se observarmos a diferença entre o tempo das máquinas e o tempo imerso no tempo, entre o instante e a duração, perceberemos que a experiência pode ser reencontrada no cultivo destas diferenças. No caso da Relatividade, Bergson é fundamental e sua

posição em relação à teoria de Einstein, ao invés de ser de oposição, é de revelador da experiência aparentemente perdida: ao cultivar a diferença entre o tempo matemático-inteligente e a duração intuitiva, ele reconcilia a Relatividade com o senso comum ao mesmo tempo em que a remete ao mesmo distanciamento que a inteligência tomou da intuição.

7 - Os pontos de partida e de chegada

O presente trabalho partiu da observação de um professor de física de nível Médio ao abordar com seus alunos a teoria da Relatividade. As repetidas vezes em que uma reação de espanto ou de inconformidade surgiu quando as pessoas eram tocadas pelo tema da multiplicidade temporal levantaram a suspeita de que havia uma espécie de anacronismo na concepção de tempo: cem anos após a Relatividade, o senso comum parece firmemente atado ao conceito newtoniano de tempo e, mesmo conhecendo Einstein e reconhecendo sua autoridade científica, as pessoas desconhecem as implicações de sua teoria na concepção do tempo. Interessa-nos aqui verificar como a receptividade do senso comum em relação à teoria revela este descompasso.

Tentaremos mostrar como as idéias de Einstein foram represadas no senso comum durante um século pela radical mudança que ela exigiu na concepção filosófica do tempo e, para tanto, recorreremos ao filósofo francês Henri Bergson. Contudo, não é pretensão deste trabalho ser uma tese de filosofia, tampouco de física; sobretudo, a intenção é mostrar que, no caso da Relatividade, o senso comum recoloca uma questão filosófica importante que foi recalçada pela invisibilidade da teoria no cotidiano das pessoas, pelo mito criado em torno de Einstein e pela perfeita adequação da medida do tempo newtoniano ao valor monetário.

As reações por vezes tempestivas do senso comum diante da teoria expõem a intrínseca questão filosófica do tempo. O tempo matemático newtoniano é confundido no senso comum com uma reta no espaço na qual um ponto, que ao longo dela se desloca, representa o presente. É desta maneira que as pessoas em geral

concebem o tempo. Quando a Relatividade torna esta espacialização complexa, perde-se a identificação entre o tempo matematicamente concebido e o próprio significado do tempo. Surge, então, um vazio, pois se o tempo não tem mais uma imagem exterior e absoluta, como entendê-lo? A relatividade vem mostrar que o tempo múltiplo não pode estar na reta que o representava.

Bergson percebe a oportunidade de diferenciar este tempo matemático - seja ele absoluto e confundido com a reta, antes de Einstein, ou relativo e parte de uma geometria de quatro dimensões, depois dele - da duração. Ele vê na Relatividade um abalo do misto mal analisado entre tempo e espaço e reconhece nesta teoria uma proximidade maior com a duração do que a que tinha a antiga concepção newtoniana de tempo.

Ao recolocar a questão filosófica do tempo, Bergson, recoloca a diferença de natureza entre a atividade inteligente (à qual o tempo matemático está associado) da intuição (capaz de captar a verdadeira duração em suas múltiplas contrações). Ao contrário de negar a Relatividade, ele a avaliza e estabelece as diferenciações que ajudam a explicar-nos, pelo menos em boa parte, as reações que notamos do senso comum diante da teoria de Einstein. O objetivo deste trabalho é tornar clara esta explicação.

Por tratar-se de uma tese em Ciências Sociais, creio ser necessário expor brevemente - principalmente ao leitor pouco familiarizado com as teorias da física - a idéia central da Relatividade. O capítulo seguinte é dedicado a esta exposição, situando a teoria na história da ciência e na física moderna. Embora possa parecer lugar comum para uma pessoa que tenha intimidade com as publicações de Einstein, o texto das próximas páginas recorta sua obra sob o ponto de vista que aqui nos interessa.

CAPÍTULO II

A Teoria da Relatividade e a Física do Início do Século XX

Este capítulo tem por objetivo situar a teoria da Relatividade na evolução dos conceitos da física. Primeiramente e de forma sucinta, o leitor encontrará os conflitos teóricos da virada do século XIX para o século XX; em seguida, o texto focalizará a teoria de Einstein.

1- A física no início do século XX

O final do século XIX é marcado pelo sentimento de que a física havia já desvendado todos os mistérios dos fenômenos naturais. A mecânica de Newton, o eletromagnetismo e as novas conquistas nos estudos dos gases pareciam dar conta de explicar todos os fenômenos que nos rodeiam. O princípio da conservação da energia uniu a mecânica e o estudo do calor; nas equações de Maxwell, o eletromagnetismo se juntava à óptica.

Jovens estudantes eram desencorajados a seguirem a carreira de físico, pois iriam, segundo o que se dizia, apenas “polir os corrimões do castelo” construído nos séculos anteriores: aprimorar uma medida aqui ou um experimento sem tanta importância acolá.

Lord Kelvin, professor de Maxwell, embora otimista como a maioria dos cientistas do final de um século XIX, lembrou que havia ainda alguns pequenos resultados experimentais que precisavam ser explicados. Ele se referia principalmente ao fracasso nas tentativas de Michelson e Morley de medir a velocidade da Terra no éter, à distribuição da radiação do corpo negro, ao efeito fotoelétrico e à ausência de algumas frequências no espectro da luz solar.

No entanto, acreditava-se que tais esclarecimentos viriam naturalmente com o passar do tempo. De fato, não se imaginava que a estabilidade alcançada seria em breve abalada e que novas revoluções estavam a caminho com a teoria da Relatividade e com a teoria Quântica.

1.1. A constante de Planck

Os corpos absorvem e emitem radiação: quando deixamos ao sol forte do meio dia um pedaço de ferro, sua temperatura se eleva, resultado da radiação absorvida; ao segurarmos este corpo aquecido, percebemos pela sensação térmica que o pedaço de ferro é também um emissor de calor.

Um corpo negro é considerado o melhor absorvente de calor e, por conseguinte, o melhor emissor. Um pedaço de carvão é um bom exemplo, mas considera-se uma cavidade escura - dentro da qual a energia entra e a partir da qual a radiação é também emitida – como um corpo negro *ideal*.

No século XIX, já se sabia que a radiação emitida pelo corpo negro ideal é proporcional à quarta potência de sua temperatura. Algo, no entanto, intrigava os físicos no crepúsculo daquele século: por que os corpos tornam-se rubros quando estão no ponto de incandescência?

Ao aproximarmos as mãos de uma barra de ferro quente, podemos sentir a radiação infravermelha que dela emana. Aumentando-se a temperatura, a barra torna-se enrubescida, vermelha, ou seja vê-se uma frequência mais alta que a do infravermelho. Conforme se eleva a temperatura desta porção de ferro, a frequência da radiação emitida também aumenta e uma luz visível torna-se mais clara. Observemos o comportamento do filamento de uma lâmpada incandescente: submetido a baixa voltagem, sua temperatura não fica muito elevada e sua cor é próxima de um vermelho brilhante ; submetido à sua tensão nominal, o filamento apresenta altas temperaturas e a luz emitida pela lâmpada é bem mais clara, ou seja, com frequências superiores à da luz emitida pelo filamento enrubescido.

De acordo com a física clássica, a explicação deste fenômeno levaria ao que ficou conhecido como a catástrofe do ultravioleta. Seguindo os modelos clássicos, radiações ainda mais altas deveriam ser emitidas pelo corpo aquecido, como radiações ultravioletas, raios-X e outras. Na prática, isso não é observado, já que não somos atingidos por essas radiações quando estamos, por exemplo, diante de uma fogueira.

Para ajustar as discrepâncias entre a teoria e a prática, Max Planck (1858 – 1947), um físico alemão tido como responsável pela transição entre a física clássica e a física moderna, postulou que a energia emitida por um corpo negro é proporcional à sua frequência. Em outubro de 1900, ajustando por tentativa e erro os dados experimentais com a teoria, Planck propõe que esta proporcionalidade tem uma constante :

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ kg.m}^2.\text{s}^{-1}.$$

$E = h \cdot f$, onde “h” é a constante de Planck e “f” a frequência da radiação emitida.

As implicações desta equação foram enormes e surpreenderam ao próprio Planck. De acordo com as observações de Planck, a energia só pode ser irradiada ou absorvida, em quantidades que fossem múltiplos de $h.f$: $1 \cdot h.f$, $2 \cdot h.f$, $3 \cdot h.f$, e assim por diante, de modo que:

$$E = n \cdot h \cdot f, \text{ sendo } n = 1, 2, 3, \dots$$

Isso significa que a energia só é transportada em *quantidades* definidas, ou seja, em “pacotes”. Imaginemos, a título de analogia, que só compramos manteiga industrializada em supermercado: assim como a energia só é disponível em quantidades múltiplas de $h.f$, só encontramos manteiga em *pacotes* de duzentos ou trezentos gramas, ou seja, em porções bem definidas, embora ela exista numa forma contínua.

A única maneira de explicar as discrepâncias entre a observação experimental da radiação de um corpo negro e a teoria clássica era negar que a emissão da energia se dá numa distribuição contínua e considerar esta energia como variável discreta, ou descontínua. Era preciso subverter a física clássica.

O Princípio de Equipartição de Energia foi anunciado por Planck em 14 de dezembro de 1900: qualquer ente físico com grau de liberdade cuja coordenada executa oscilações harmônicas simples pode possuir apenas energias totais que satisfaçam à relação $E = n.h.f$, sendo n um número inteiro.

Os fenômenos que observamos à nossa volta parecem dizer que a energia tem fluxo contínuo, e não discreto. Por exemplo, quando observamos um pêndulo simples

oscilando, vemos sua energia cinética oscilar de zero até um valor máximo de maneira contínua; não observamos saltos bruscos, quantizados, no movimento do pêndulo. No entanto, Planck afirma que *qualquer* ente físico emite energia de forma quantizada. Por que não observamos sempre tal quantização?

A própria equação de Planck responde à esta questão. Tomemos como exemplo um pêndulo de massa 10g preso a um fio leve de 10 cm de comprimento e oscilando com amplitude de 0,1 rad. A energia do pêndulo, segundo Planck, varia discretamente em quantidades definidas de energia. Calculemos o valor destas quantidades: A frequência de oscilação é dada por $f^{-1} = 2 \cdot \pi \cdot (l/g)^{1/2}$

Sendo $l = 10 \text{ cm}$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$, temos que $f = 0,6 \text{ Hz}$.

Como $E = h \cdot f$, temos que $E = 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 0,6 = 4,0 \cdot 10^{-34} \text{ J}$. Como se nota, é uma quantidade tão pequena que nossa percepção não consegue distinguir, e, aquilo que é emitido em discretas quantidades, julgamos ser uma variação contínua.

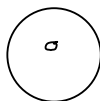
Mais adiante retomaremos este resultado, pois nos interessa neste trabalho a relação entre a verdade científica e a percepção: se percebemos de forma contínua uma energia emitida em quantidades discretas, não haveria aí um indício da aceleração da ciência em direção a um plano inacessível aos dados imediatos da nossa consciência ?

O tempo matemático e subdividido em infinitamente pequenos intervalos discretos, analogamente, é contínuo apenas para uma percepção limitada ou o uníssono do tempo consciente das nossas vidas é indivisível ?

Por hora, voltemos a Planck : por não acreditar nas implicações de sua fórmula, ele lutou durante os dez anos seguintes ao de 1900 para torná-la compatível com a física clássica; mas sua idéia da equipartição de energia seguiu seu próprio caminho e foi importante para Einstein explicar o efeito fotoelétrico e a inspiração para Bohr elaborar um novo modelo do átomo. A constante de Planck viria a desencadear uma revolução na física na qual ele próprio custava a crer.

1.2. O átomo de Bohr

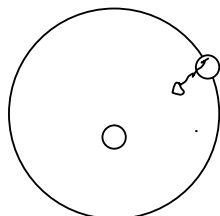
O átomo representava a menor porção de matéria, a menor partícula indivisível de qualquer substância, a menor “bolinha” de qualquer coisa, sem partes internas ou estruturas secundárias; ou seja, fiel à origem grega da palavra, o átomo era indivisível. Isso até que o físico inglês Sir Joseph John Thompson (1856 – 1940) descobrisse, através de experimentos com raios catódicos realizados no Laboratório Cavendish, em Cambridge, que os átomos possuíam partículas ainda menores chamadas, a partir de 1897, de elétrons. No modelo atômico de Thompson, o que era indivisível passou a ser constituído de elétrons (cujas cargas são negativas) espalhados numa espécie de *geléia* de carga oposta. Este modelo atômico ficou conhecido como *pudim de ameixa*.



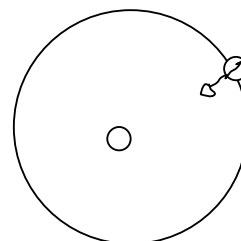
Ernest Rutherford (1871 -1937), um físico neozelandês, chegou a Cambridge em 1895 para trabalhar sob a orientação do professor Thompson. Num célebre experimento, ao bombardear com partículas alfa uma lâmina de ouro muito delgada, Rutherford observou que a maioria dessas partículas atravessava a lâmina; no entanto, algumas eram defletidas, refletidas ou ricocheteadas, ao incidirem sobre a fina folha de ouro.

O experimento de Rutherford forçou um novo modelo de átomo, diferente do de J. J. Thompson. Ao invés de uma ‘geléia’ de carga positiva, o átomo possuiria um núcleo muito pequeno onde se concentrava a carga positiva e a massa do átomo (propriedades que justificam a deflexão de uma partícula alfa). Ao redor deste núcleo muito pequeno, giram os elétrons por uma atração coulombiana.

Tal como um planeta girando ao redor do sol, o elétron executa revoluções ao redor do núcleo. Os planetas manteriam suas órbitas atraídos ao sol pela força gravitacional e os elétrons atraídos ao núcleo pela força de atração elétrica, sendo negativa a carga do elétron e positiva a do núcleo.



Modelo atômico



Modelo planetário

Havia, porém, um problema com este modelo atômico. Apesar de funcionar de acordo com as leis da mecânica da época, o modelo não se adequava às leis de Maxwell, segundo às quais o elétron, ao girar ao redor do núcleo, irradiaria energia. Assim fosse, o elétron acabaria precipitando-se sobre o núcleo à medida que fosse perdendo energia e toda a matéria seria instável, ou impossível.

O físico dinamarquês Niels Bohr (1885 – 1962) terminou seu doutorado em Kopenhagen em 1911. Passou, então, oito meses em Cambridge com o professor J. J. Thompson ao qual não agradavam as idéias de Bohr sobre a estrutura atômica. Por este motivo, Bohr muda-se para Manchester, onde permaneceu durante quatro anos com Rutherford.

Para justificar a estabilidade das órbitas dos elétrons ao redor do núcleo, Bohr introduz uma idéia radical: os elétrons poderiam existir, *sem irradiarem energia*, em órbitas cujos raios fossem múltiplos de um valor fixo, isto é, *quantizados*. Segundo a física clássica, os elétrons poderiam existir em órbitas de qualquer raio e, uma vez em movimento, sempre irradiariam energia. Para Bohr, no entanto, o elétron só irradiaria ou absorveria energia quando saltasse de uma órbita para outra, o que explicaria a estabilidade da matéria e a não precipitação dos elétrons sobre o núcleo.

Vejamos : o momento angular (L) de uma partícula em movimento circular é dado pelo produto: massa x velocidade x raio.

$$L = m.v.r$$

A unidade de medida de L é, portanto, $[L] = \text{kg.m}^2\text{s}^{-1}$

Examinando a equação de $E = h.f$, Bohr percebeu que a constante de Planck tem unidade de medida igual a de um momento angular.

$$[h] = [E].[f]^{-1} = \text{kg.m}^2\text{s}^{-1}$$

Assim, Bohr vai propor que as órbitas dos elétrons ao redor do núcleo têm momentos angulares múltiplos de $h/2\pi$ e *apenas* momentos angulares múltiplos de $h/2\pi$. A constante $h/2\pi$ ficou conhecida como “h-barra” (\hbar).

$$L = n. \hbar \text{ sendo } n = 1, 2, 3, \dots$$

A idéia de Bohr era radical e não se encaixava na física clássica.

Um aparelho recém criado na época, o espectroscópio, serviu para confirmar experimentalmente as idéias de Bohr. O aparelho é capaz de decompor a radiação que atravessa um gás e, através da análise do espectro resultante dessa decomposição, pode-se identificar o gás. As frequências do espectro do hidrogênio só puderam ser explicadas com a teoria de Bohr, segundo à qual, cada frequência seria resultado de um salto quântico do elétron. A teoria de Bohr explicava também as ausências de algumas frequências no espectro da luz solar, que seriam absorvidas pelos gases que rodeiam o Sol.

Bohr propõe que o elétron emite ou absorve uma energia num salto entre uma órbita e outra (cada uma com raios bem definidos pelo momento angular múltiplo de \hbar). A energia irradiada ou absorvida é a diferença entre as energias do elétron nas duas órbitas. $E = \text{diferença das energias nas órbitas} = h.f$. Mais uma vez, a constante de Planck aparece, agora no cerne da teoria de Bohr.

1.3. O efeito fotoelétrico

Ao incidir numa placa metálica, a radiação ultravioleta faz com que desta placa saltem elétrons. Este fenômeno, conhecido como efeito fotoelétrico, não tinha uma explicação convincente. Albert Einstein (1879 – 1955) interpretou

quanticamente o fenômeno imaginando a luz composta por ‘pacotes’ de energia quantizados, chamados fótons. A energia cinética dos elétrons ao saltarem das placas seriam dadas pela diferença entre a energia da radiação incidente e a função trabalho (Φ), isto é, a energia necessária para fazer o elétron saltar da placa.

$$ENERGIA_{cinética\ ao\ sair\ da\ placa} = ENERGIA_{incidente} - \Phi$$

A energia incidente, seguindo a fórmula de Planck, é proporcional à frequência: $E = h.f$. Sendo relativamente alta a frequência da radiação ultravioleta, há energia incidente suficiente para superar a função trabalho e, assim, destacar os elétrons da placa metálica. Frequências mais baixas, como a do infravermelho, não portariam energia suficiente para isso.

Valendo-se também da constante de Planck, Einstein explicou o efeito fotoelétrico em 1905 e suas deduções foram verificadas pelo físico norte americano Robert Millikan em 1916. Pela confirmação destas deduções, Einstein recebeu o prêmio Nobel de física em 1921.

A concepção da luz de Albert Einstein na forma de pacotes de energia recolocou um antigo problema: Isaac Newton concebia a luz como partículas, ou seja, como matéria, pequenas bolinhas que podiam ricochetear nas paredes; por volta de 1804, Thomas Young havia provado que a natureza da luz era ondulatória e não corpuscular, como pensava Newton. Einstein reacendeu a discussão propondo que a luz, no caso do efeito fotoelétrico, se comportava como corpúsculos de energia capazes de arrancar da placa os elétrons.

1.4. A dualidade onda-partícula

Retomada a discussão sobre a natureza da luz, um historiador francês, Louis De Broglie (1892- 1987), ofereceu uma nova visão sobre as ondas e as partículas. De Broglie estudou história na Sorbonne e adquiriu interesse pela ciência durante a Primeira Guerra. O doutorado de De Broglie propunha que, se a luz, que é uma onda, pode se comportar como partícula, os elétrons, que são partículas, podem se comportar como ondas.

De Broglie teve uma idéia genial: se a energia se transmite em valores definidos pela fórmula de Planck ($E = h.f$) e se a energia de um corpo pode ser expressa em termos de sua massa pela equação de Einstein ($E = m.c^2$), então é possível obter um resultado surpreendente a partir destas duas expressões :

$$h.f = m. c^2$$

Da equação fundamental das ondas, temos que $f = v . \lambda^{-1}$, onde λ representa o comprimento de onda ; então,

$$m.c^2 = h. v . \lambda^{-1}$$

Como $v = c$,

$$m.v = h \lambda^{-1}$$

ou seja,

$$\lambda = h . m^{-1} . v^{-1}$$

Aí estaria, segundo De Broglie, o comprimento de onda associado a uma partícula de massa “m” movimentando-se com velocidade “v”.

Os elétrons poderiam ser vistos como ondas que se reforçam de maneira construtiva a cada comprimento de onda. Aplicando-se a fórmula encontrada por De Broglie ao elétron, obtém-se valores de comprimentos de onda exatamente iguais aos dos raios das órbitas dos elétrons previstos por Niels Bohr.

Os elétrons podem ser partículas que giram ao redor do núcleo em órbitas de raios bem definidos ou ondas que se reforçam a cada comprimento de onda. Estes comprimentos de onda têm os mesmos valores dos respectivos raios.

O comportamento ondulatório dos elétrons foi comprovado por Sir G. P. Thompson, filho de J. J. Thompson, ao observar, em 1927, a difração (fenômeno tipicamente ondulatório) de elétrons em redes de cristal. Thompson (pai) ganhou o prêmio Nobel por descobrir que o elétron é uma partícula e Thompson (filho) ganhou o referido prêmio por confirmar que o elétron é uma onda. Assim, não só a luz tem comportamento dual, mas o elétron também.

Outro fenômeno tipicamente ondulatório é o da interferência que pode ser observado quando, por exemplo, um feixe de luz atravessa uma dupla fenda. Num anteparo colocado atrás das fendas, observam-se regiões claras e escuras, resultado de

interferências construtivas (regiões claras) e destrutivas (regiões escuras) entre as ondas após passarem pelas duas fendas. Como explicar o fenômeno do ponto de vista corpuscular?

O físico alemão Max Born (1882 – 1970) ofereceu uma interpretação probabilística para explicar as linhas claras e escuras do ponto de vista da concepção corpuscular da luz, ou seja, para explicar a interferência e também a difração de partículas (outro fenômeno tipicamente ondulatório): segundo Born, os fótons de luz são partículas cujos comportamentos são regidos por probabilidades de sofrerem interferências e difrações, como as ondas. Assim, os fótons de luz têm maior probabilidade de atingirem uma região do anteparo (clara) e menor probabilidade de atingir outra região (escura) tendo, por isso, comportamento semelhante ao de uma onda.

1.5. O Princípio da Incerteza

Como as partículas estão associadas a probabilidades de interferirem como ondas, o físico austríaco Erwin Schrödinger (1887 – 1961) propôs que, ao invés de descreverem órbitas precisas ao redor do núcleo, o elétron podia ocupar qualquer posição dentro de uma região ou orbital. No entanto, apesar de poder estar em qualquer parte dessa região, o elétron tem maior probabilidade de estar a uma distância do núcleo igual à do raio da órbita prevista por Bohr. Ao invés de afirmar que o elétron se encontra numa órbita de raio definido, Schrödinger prefere dizer que esta órbita representa a região de maior probabilidade de se encontrar o elétron.

Werner Heisenberg (1901 – 1976), aluno, discípulo e amigo de Bohr, introduziu na mecânica quântica o princípio da incerteza, segundo o qual, é impossível determinar, ao mesmo tempo, a posição e a quantidade de movimento de uma partícula. Em outras palavras, quanto mais se conhece a posição de uma partícula, menos se sabe para onde e com que velocidade ela se movimenta; por outro lado, se conhecemos a velocidade da partícula, dificilmente sabemos onde ela se encontra. Este princípio, descoberto por Heisenberg em 1927, é geralmente conhecido

na forma: $\Delta x \cdot \Delta p \geq h/4\pi$ onde “ Δx ” é a incerteza na posição da partícula, “ Δp ” é a incerteza na quantidade de movimento da partícula e “ h ” é, mais uma vez, a constante de Planck.

O átomo de Hidrogênio, por exemplo, possui um único elétron e um único próton. Aplicando o princípio da incerteza, notamos que este elétron, tendo pouca massa, precisa ocupar um espaço grande, ou seja, é grande a incerteza de sua posição. Já o próton, com bastante massa, ocupa um espaço bem menor, sendo pequena a incerteza de sua posição.

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq h/4\pi$$

para o elétron: $\Delta x \cdot m \cdot \Delta v \geq h/4\pi$ para o próton: $\Delta x \cdot m \cdot \Delta v \geq h/4\pi$

O elétron ocupa, portanto, uma larga região em que ele pode se encontrar com alguma probabilidade (grande valor de Δx), enquanto o próton tem uma posição mais definida, ou seja, uma pequena incerteza (Δx). No entanto, esta probabilidade tem um valor máximo a uma distância do núcleo que é igual ao raio da órbita do elétron do átomo de Bohr.

2 – A Teoria da Relatividade

2.1. A mecânica em contradição com o eletromagnetismo

Duas teorias coabitavam na física do século XIX: a mecânica, ciência dos objetos ditos materiais, e o eletromagnetismo, ciência da luz. Infelizmente, estas duas teorias se contradiziam em muitos pontos: a física de então era como um edifício de dois blocos – a imagem é do próprio Einstein – tendo um sido acrescentado ao outro, provocando graves fissuras na estrutura do edifício.

A mecânica construída por Galileu (1564 – 1642) e Newton (1642 – 1727) propõe-se a descrever o movimento dos corpos, quer seja de um grão de pó dançando numa nuvem de fumaça ou de um planeta em revolução ao redor do Sol. Ela se baseia “no princípio da relatividade, enunciado pela primeira vez, não por Einstein como se

costuma crer, mas por Galileu, e nas três leis da dinâmica de Newton.” (BALIBAR, 1993:31).

A idéia de que não há repouso absoluto é introduzida por Galileu e constitui o *princípio da relatividade*: quando nos encontramos fechados no interior de um trem em movimento retilíneo e uniforme, tudo se passa como se o trem estivesse em repouso; a ausência da sensação de movimento não é prova de que estamos parados. Dentro deste trem, estamos imóveis em relação às paredes do vagão, mas em movimento em relação à Terra; a própria Terra move-se ao redor do Sol que, por sua vez, movimenta-se em nossa galáxia.

Quando nos movimentamos pelos corredores do trem, nossa velocidade em relação à Terra aumenta se vamos no mesmo sentido do movimento do trem e diminui no caso contrário; se correremos dentro do trem com a mesma velocidade com que o trem se move em relação à Terra, mas no sentido oposto ao do movimento do trem, estaremos parados em relação à Terra. O repouso e o movimento são relativos ao referencial e este é o princípio no qual a mecânica se apóia.

Newton nasceu no ano da morte de Galileu e introduziu o conceito de força como agente modificador da velocidade em relação a um referencial inercial. As três leis de Newton do movimento retomam as idéias de Galileu acrescidas deste conceito. Com a lei da força de atração gravitacional, Newton sintetiza os trabalhos de seus antecessores (Copérnico, Kepler e o próprio Galileu), coroando a mecânica com este grande triunfo do pensamento ocidental: a força que atrai uma maçã para o solo é da mesma natureza gravitacional que a força que mantém a Lua ao redor da Terra, a Terra ao redor do Sol e toda a mecânica do universo.

O outro bloco do edifício da física no final do século XIX é o do eletromagnetismo, teoria elaborada durante os anos 1850 pelo físico britânico James Clark Maxwell. O eletromagnetismo, cujas arestas eram em alguns pontos conflitantes com as da mecânica, criou uma fissura nas bases do edifício.

A teoria de Maxwell descreve matematicamente a luz como uma onda que se propaga num meio (como se propagam na superfície de um lago as perturbações provocadas por uma pedra lançada na água). Para os cientistas do final do século

XIX, o meio no qual a luz se propagava era o *éter* luminoso. Maxwell imaginava o mundo repleto pelo éter, um meio incolor, sem peso, desprovido de todas as propriedades físicas e caracterizado apenas pela *imobilidade absoluta*, em flagrante contradição com o princípio da relatividade de Galileu.

Havia ainda outra dificuldade que agravava a fissura nos alicerces da física: Maxwell havia descrito a luz como algo verdadeiramente contínuo. A matéria, no entanto, é constituída de átomos, cujos movimentos eram descritos pela mecânica. Tal descrição implicava numa descontinuidade da matéria, pois deveria haver espaços vazios entre os átomos. Ora, se a luz nasce da matéria, seja quando uma substância é aquecida (como o óleo nos antigos lampiões ou o filamento de uma lâmpada), seja quando um gás é “excitado” por uma descarga elétrica (como numa lâmpada fluorescente), como imaginar então que a matéria descontínua possa transformar-se em luz contínua?

2.2. As propostas de Einstein

Preocupado com as aparentes inconsistências da física de sua época, o então funcionário do serviço de patentes de Berne, Albert Einstein, acompanhava com atenção as publicações sobre a luz e sobre as teorias do elétron (recém descoberto por J.J. Thompson).

No início da primavera de 1905, Einstein enviou uma carta a seu amigo Konrad Habicht na qual escreve:

“Prometo a você quatro trabalhos [...]. [o primeiro trata] da radiação e das propriedades energéticas da luz de uma maneira totalmente revolucionária[...]. Meu segundo trabalho é uma determinação do verdadeiro tamanho dos átomos.[...]. No terceiro, demonstro que [o movimento browniano] é provocado pela agitação térmica[...]. O quarto ainda está sendo esboçado; trata-se de uma eletrodinâmica dos corpos em movimento que repousa sobre modificações da teoria do espaço e do tempo.” (EINSTEIN, 1993: 24).

O ano de 1905 foi o *ano miraculoso* de Einstein; durante seis meses, ele conseguiu desembaraçar o novelo de contradições em que a física havia se transformado. Em março, Einstein demonstra que a oposição entre contínuo e descontínuo (luz e matéria), não existe, pois a luz também é constituída de “grãos”, como a matéria. Einstein era um atomista convicto e um defensor da mecânica estatística, a qual trata do movimento dos átomos de acordo com as leis de Newton. Mas, ao invés de estudar o movimento de cada átomo, ele toma o efeito médio num conjunto deles. Einstein percebe que a produção da luz pelo aquecimento da matéria é compreensível apenas supondo que a energia da luz é composta por “partículas” de energia (hoje denominadas *fótons*); sua idéia foi estudar a transformação da matéria em luz utilizando métodos estatísticos, mas conservando sua característica de onda contínua da teoria de Maxwell. A radiação luminosa escapava da dicotomia “contínuo-descontínuo”, o que tornava a teoria da luz compatível com a da matéria. Einstein não podia prever, no entanto, que a questão da natureza da luz e da realidade dos *quanta* luminosos iria atormentá-lo durante toda sua vida.

A teoria da Relatividade Restrita é anunciada no artigo de Junho de 1905; nela, Einstein considera supérflua a introdução do éter luminoso, resolvendo a outra contradição em que a física se encontrava: a imobilidade absoluta do éter contrariava o princípio da relatividade de Galileu, segundo o qual não há um referencial privilegiado em repouso absoluto.

A bem dizer, a teoria da relatividade de Einstein é uma teoria sobre *invariâncias*: ela busca na natureza aquilo que não varia em relação a qualquer ponto de vista do observador; em outras palavras, as leis da física devem ser as mesmas para qualquer referencial adotado, uma vez que não existe um sistema de referência que possa ser considerado imóvel.

Ao eliminar o éter, Einstein libera a luz da necessidade de um meio para sua propagação; mas ele preserva como característica fundamental uma das conclusões da teoria de Maxwell: a luz se propaga a 300.000 km/s no vácuo, seja qual for o movimento do observador. Se este valor fosse adotado em relação ao éter imóvel, ele não seria o mesmo para observadores que estivessem em movimento em relação ao

éter. Eliminando o éter, mas conservando a invariância da velocidade da luz, Einstein preserva, ao mesmo tempo, a importante conclusão de Maxwell e o princípio da relatividade de Galileu, dissolvendo a contradição entre a primeira e o segundo.

“A genialidade de Einstein foi ter abolido esta contradição suprimindo justamente a idéia segundo à qual a luz é o movimento de uma onda no éter. A luz é unicamente caracterizada, enuncia Einstein, pelo fato de que ela se propaga sempre com velocidade ‘*c*’ para todos os observadores.” (BALIBAR, 1993: 45).

A velocidade da luz é a mesma para qualquer sistema de referência: se um raio de luz se movimenta em sentido contrário ao do movimento de um trem, sua velocidade, surpreendentemente, terá o mesmo valor de 300.000 km/s para um observador dentro do trem e para outro fora dele, parado na plataforma. Esperava-se que a luz tivesse diferentes velocidades para diferentes referenciais, mas como a velocidade dos trens é muito inferior à da luz, era difícil encontrar experimentalmente as esperadas diferenças de velocidade.

Michelson e Morley tentaram detectar essas diferenças com o auxílio de um aparelho chamado interferômetro. A experiência fracassou, pois a luz parecia mover-se com a mesma velocidade, não importando os sentidos dos movimentos do aparelho e da luz em relação ao suposto éter. Acreditava-se que o resultado esperado não fora encontrado devido às deficiências dos experimentos, os quais eram realizados com grau de precisão cada vez maior, mas nunca com o desejado sucesso.

Einstein interpretou estes fracassos como experimentos bem sucedidos, pois confirmavam a tese da constância da velocidade da luz. Ele não abriu mão da constância da velocidade da luz, mas, para tornar compatível esse “estranho” comportamento da luz com a mecânica, reformulou os conceitos de tempo e de espaço absolutos ao publicar a Teoria da Relatividade Restrita no artigo de Junho de 1905.

Antes que se completassem quatro meses desde a publicação do artigo, Einstein enviou um *post-scriptum* aos editores do principal jornal de física da Alemanha, o *Annalen der Physik*. Datado de 27 de setembro de 1905, o *post-scriptum* traz a demonstração da célebre fórmula $E = m.c^2$, apresentada como

consequência interessante de sua teoria. Considerando um corpo que emite sob a forma de luz certa energia ' L ', Einstein demonstra, apoiado em cálculos, que a massa do corpo emissor diminui de uma quantidade L/c^2 , onde c é a velocidade da luz. A massa de um corpo, portanto, está ligada ao seu conteúdo de energia: se o corpo absorve energia, sua massa aumenta; se perde, sua massa diminui. Massa e energia são equivalentes: entre ambas existe apenas um fator de conversão (c^2), ou seja, $E = m.c^2$. Einstein, de maneira premonitória em relação à técnica de produção de energia nuclear, acrescenta ainda que “é possível que os processos radioativos, onde os conteúdos de energia dos corpos são modificados de maneira notável, possam servir para estabelecer a verdade sobre minha teoria.” (EINSTEIN, 1993: 62).

2.3. Os passos anteriores

O interesse de Einstein pela eletrodinâmica começa na sua adolescência. Durante o *boom* econômico na Alemanha dos anos 1880, particularmente na Baviera (onde residia sua família), a eletrificação proliferava. A lâmpada incandescente inventada por Edison em 1879 entrava em todos os lares e a indústria tornava-se grande consumidora de eletricidade. Um tio de Einstein havia inventado um dínamo que desejava comercializar e convenceu Hermann Einstein, pai de Albert, a formar uma sociedade numa empresa de eletricidade em escala industrial. A familiaridade com os fenômenos elétricos contribuiu para que, anos depois, Einstein percebesse que o princípio da relatividade só seria compatível com a invariância da velocidade da luz se fossem reformuladas de maneira radical as concepções de tempo e espaço: foi um passo decisivo neste caminho iniciado e já bem percorrido por Mach, Hertz, Lorentz e Poincaré.

Hendrik Lorentz, a quem Einstein muito admirava, abordou com sucesso nos anos 1890 o problema da óptica dos corpos em movimento introduzindo duas transformações de coordenadas: primeiro, a “transformação de Galileu”, ligando as coordenadas espaciais x, y, z de um ponto em relação ao éter às coordenadas x', y' e z' do mesmo ponto num referencial inercial movendo-se com velocidade v (ao longo

da direção x); em seguida, outra transformação (qualificada por Lorentz como puramente formal) ligando o tempo universal t a um tempo local t_l , permitindo restaurar as formas das equações de Maxwell para a propagação da luz no éter.

A convicção da existência do éter no final do século XIX era tal que as experiências para determinar o movimento da Terra em relação a ele se multiplicavam. Michelson - em 1881 - e Michelson e Morley - em 1887 - deveriam verificar a suposta diferença de velocidade em dois braços perpendiculares de um interferômetro, um deles colocado paralelamente à velocidade v da Terra em relação ao éter.

O resultado negativo dessas experiências é explicado por Lorentz através da contração do braço do interferômetro colocado na direção do movimento da Terra, o que, segundo ele, anularia a suposta diferença de velocidade nos dois braços. O valor desta contração era dado por um fator igual a $(1 - v^2 / c^2)^{1/2}$.

Um célebre ensaio de Lorentz¹² publicado em 1895 relaciona o processo de contração à introdução de um *tempo local* (t_l) e enuncia o importante *teorema dos estados correspondentes*: a toda experiência de óptica ou eletrostática realizada num laboratório em movimento em relação ao éter, corresponde uma experiência *fictícia* do mesmo tipo em um laboratório ligado ao éter onde todas as dimensões longitudinais se encontram dilatadas de um fator “gama” [$\gamma = 1/(1 - v^2 / c^2)^{1/2}$] e os tempos localmente retardados de $v \cdot x / c^2$.

Henri Poincaré não aceitou completamente a hipótese da contração; para ele, deveria haver uma validade geral do princípio da relatividade: Poincaré acreditava que uma experiência realizada em um laboratório em movimento uniforme em relação ao éter deveria fornecer os mesmos resultados que as realizadas num laboratório imóvel. Entretanto, as teorias do elétron propostas por Lorentz em 1904 e pelo próprio Poincaré em 1905 consolidaram os artifícios de contração de distâncias e tempo local os quais receberam o nome de *transformações de Lorentz*.

Einstein estava atento às publicações científicas de sua época:

¹² LORENTZ, H.A. *Versuch einer Theorie der electrischen und optischen Erscheinungen in bewegten Körper*. Leyde, E.J. Brill., 1895.

“Pelas cartas enviadas a Mileva Maric¹³, sabe-se que Einstein leu o tratado de Drude¹⁴ e que estava familiarizado com a apresentação de Hertz da eletrodinâmica. Einstein não teve, a princípio, acesso às teorias do elétron de Lorentz e Poincaré, mas a leitura do referido ensaio de Lorentz de 1895 foi de grande importância para ele e para o desenvolvimento da Relatividade.” (BALIBAR, 1993a: 21).

Em 1901, Einstein já havia lido um artigo de Wilhem Wein¹⁵ contendo a descrição de treze experiências sobre o “movimento do éter”, dentre as quais as de Michelson e Morley. Neste mesmo ano, escreveu com Mileva Maric um trabalho sobre o movimento relativo e discutia com seu amigo Michele Besso a separação do éter da matéria.

Os trabalhos de Ernest Mach (1838 – 1916) exerceram importante influência na obra de Einstein. Empirista convicto, Mach criticava as noções de movimento e de espaço absolutos; segundo ele, tais noções são frutos do pensamento puro, construções mentais que não podem ser produzidas pela experiência. Certamente, Einstein leu a *Mecânica* de Mach na qual este já denunciava os pontos fracos da física clássica.

Para Mach, as afirmações da física deveriam repousar em propriedades observáveis; assim, ele refutava, por exemplo, a teoria atômica porque o átomo não era observável. Einstein, no entanto, considerava o átomo como real. Como Mach, ele valorizava os experimentos observáveis em laboratório, mas estendia este valor às experiências mentais ou imagináveis. Imaginando um experimento com a troca de sinais luminosos entre dois pontos distintos, Einstein modificou o conceito de simultaneidade e, portanto, o de tempo.

¹³ Mileva Maric: primeira esposa de Einstein que, segundo alguns autores, foi injustiçada em relação aos méritos da teoria da relatividade, pois sua colaboração teria sido fundamental e imprescindível.

¹⁴ *Physik des Aethers auf elektromagnetischer Grundlage*. Stuttgart, 1894.

¹⁵ *Über die Fragen, welche die translatorische Bewegung des Lichtäthers betreffen*. Annalen der Physik und der Chemie, vol LXV, 1898).

2.4. O passo decisivo: repensar o tempo

Os anos de Einstein em Berne (1902 – 1908) foram bastante profícuos. Seu trabalho no serviço de patentes não exigia muita atenção, o que lhe permitiu dedicar-se às questões científicas que lhe interessavam.

A unificação das teorias da matéria e da luz foi um marco na reformulação da física no começo do século XX. Einstein havia percebido que o princípio da relatividade de Galileu era contraditório às conclusões de Maxwell sobre a invariância da velocidade da luz. Em 1904, ele se debruça sobre esta questão e, durante uma visita a Michele Besso, constata que a solução estava na análise dos conceitos de tempo e espaço; ou seja, que deveria sacrificar a cinemática usual para salvar tanto o princípio da constância da velocidade da luz quanto o princípio de Galileu.

“Porque estes dois princípios são contraditórios? [...] Passei quase um ano a tentar, em vão, modificar as idéias de Lorentz, com a esperança de resolver o problema. Felizmente, um de meus amigos de Berne ajudou-me a solucioná-lo. Fiz-lhe uma visita num belo dia para falar-lhe de meu problema. De saída, eu lhe disse: ‘Ultimamente tenho trabalhado num problema difícil. Eu vim aqui para que ataquemo-lo juntos’. Começamos a discutir os diversos aspectos do problema. De repente, compreendi qual era a chave da solução. No dia seguinte fui vê-lo e, sem mesmo dizer bom dia, anunciei: ‘Eu te agradeço. Resolvi completamente o problema’. A análise do conceito de tempo era a solução que eu havia encontrado. [...] Cinco semanas depois, estava terminada a elaboração da teoria da relatividade restrita.” (EINSTEIN, *in* BALIBAR, 1993a: 25)¹⁶.

A faísca provocada durante esta visita foi lançada na escuridão em que se encontrava sua consciência enquanto buscava uma solução para as aparentes contradições da física. Einstein provavelmente trabalhou o problema em sua atividade

¹⁶ EINSTEIN, Albert: conferência na universidade de Kyoto, 1922. Publicada em agosto de 1982 na *Physics Today*, vol XXXV. Minha tradução.

inconsciente, tal como fazia Poincaré¹⁷ em busca da dissolução de um impasse teórico. A importância deste lampejo de Einstein aparece nas últimas linhas do artigo de 1905 como um agradecimento:

“Em conclusão, tenho a dizer que, quando trabalhava na solução dos problemas aqui citados, jamais faltou o apoio do meu amigo e colega M. Besso e que a ele devo uma estimulação preciosa.” (EINSTEIN, 1993: 58).

Ainda que as transformações de Lorentz resolvessem em parte o problema do desacordo entre as conclusões de Maxwell e o princípio da relatividade de Galileu, elas mantinham a idéia de um referencial privilegiado: o éter imóvel. Ao abandonar o éter, Einstein não apenas conserva os princípios da relatividade e da invariância da velocidade a luz, mas elimina outras inconsistências da física como a do movimento relativo entre o condutor e o imã¹⁸ - questão que aparece no início do artigo de Junho de 1905, *Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento*¹⁹.

Abandonar o éter foi abandonar as propriedades dos conceitos newtonianos de tempo e de espaço absolutos que nos parecem familiares. Foi esta a idéia que ocorreu a Einstein em sua visita a Besso.

Einstein percebeu a radicalidade do seu pensamento e sentiu a necessidade de torná-la acessível para o senso comum. Em “*A teoria da relatividade restrita e geral, uma versão popular*”²⁰ ele explica que a mecânica clássica estuda as mudanças de posição dos corpos no espaço em função do tempo. No entanto, as noções de lugar (ou posição ou sucessão de posições) e de espaço carecem de um sistema de referência.

Tomemos um exemplo utilizado por Einstein nesta obra de divulgação científica: da janela do vagão de um trem, animado de um movimento uniforme, deixo cair uma pedra sem dar-lhe velocidade inicial. Desprezando a resistência do ar, vejo então que a pedra cai em linha reta. Um pedestre parado sobre a plataforma e

¹⁷ A este respeito, ver o capítulo *L'intuition Mathématique* in : POINCARÉ, Henri. *L'invention Mathématique*. Paris, Flammarion.

¹⁸ « a assimetria das correntes geradas pelo movimento relativo de um imã e de um condutor desaparecem. » (EINSTEIN, 1993: 48). Minha tradução.

¹⁹ *Annalen der Physik*, vol.XVII, 1905: 891 – 921.

²⁰ *Über die spezielle allgemeine Relativitätstheorie, Germeinver standlich*. 1917.

que observa o mesmo fenômeno repara que a pedra cai descrevendo uma parábola. Podemos dizer que a pedra descreve uma linha reta em relação aos eixos de coordenadas invariavelmente ligados aos eixos do vagão do trem e uma parábola relativamente aos eixos invariavelmente ligados ao solo. Este exemplo mostra que não podemos falar de trajetória simplesmente, mas apenas de trajetória relativamente a um sistema de referência.

Os sistemas de coordenadas relativamente aos quais as estrelas fixas são animadas de movimentos circulares são chamados de *sistemas de coordenadas de Galileu*. Se k é um sistema de coordenadas de Galileu (a plataforma da acima referida estação ferroviária, por exemplo), todo sistema k' em translação uniforme em relação a k (o respectivo trem que passa pela plataforma, para continuarmos no mesmo exemplo) é também um sistema de Galileu. Os fenômenos naturais devem obedecer às mesmas leis em qualquer que seja o sistema de referência, k ou k' , ao qual os relacionamos: tal é o *princípio da relatividade*.

Segundo Einstein, fomos tão persuadidos de que todo fenômeno da natureza poderia ser exposto com a ajuda da mecânica clássica que não pudemos duvidar da exatidão deste princípio. Mas, com o desenvolvimento da eletrodinâmica e da óptica, ficou cada vez mais evidente que a mecânica clássica não é uma base suficiente para toda a física. O princípio da relatividade foi colocado em questão devido à sua aparente contradição com o princípio da propagação da luz oriundo das leis de Maxwell e segundo o qual a luz se propaga com velocidade c (300.000 km/s, aproximadamente) não importa qual o referencial adotado.

Para tornarmos mais clara esta aparente contradição, insistamos no exemplo do vagão e da plataforma supondo-os no vácuo perfeito. Um raio de luz enviado ao longo da plataforma se propaga, em relação a esta, com velocidade c . Imaginemos que o vagão passa pela plataforma com velocidade v , no mesmo sentido da propagação do raio de luz. A velocidade v será naturalmente muito menor do que a da luz. De acordo com a física clássica, a velocidade w de propagação do raio luminoso em relação ao vagão será dada por: $w = c - v$.

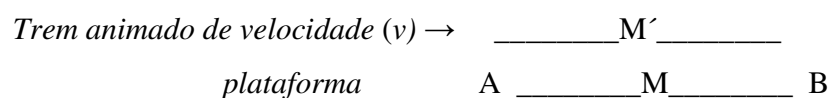
Assim, a velocidade de propagação da luz é menor do que c quando tomamos o vagão como referencial! Mas este resultado está em contradição com o próprio princípio da relatividade: a constância da velocidade da luz é uma lei da natureza e as leis da natureza, segundo esse princípio, devem ser as mesmas para todo referencial adotado e a luz deveria ter a mesma velocidade para um observador no vagão ou na plataforma.

Ficamos num dilema do qual aparentemente não podemos escapar: ou renunciamos ao princípio da relatividade ou ao princípio de propagação da luz no vácuo. Pode parecer que a solução seria renunciar ao princípio de propagação da luz e substituí-lo por outro mais complexo e compatível com o princípio da relatividade. Mas o desenvolvimento da física teórica mostrou que esta via não é possível: as fecundas pesquisas de H. A. Lorentz sobre os fenômenos ópticos e eletrodinâmicos apresentados por corpos em movimento conduzem à inevitabilidade da constância da velocidade da luz no vácuo para todo referencial. Por isso, alguns teóricos viram-se obrigados a descartar o princípio da relatividade sem jamais encontrarem na natureza algo que o contradissesse.

Uma análise profunda da teoria das noções de espaço e de tempo mostrou que, na realidade, não havia nenhuma incompatibilidade entre os princípios da relatividade e da propagação da luz. Ao contrário, ambos conduzem a uma teoria completamente lógica e isenta de objeções. Assim, era preciso rever os conceitos de tempo e de espaço; e foi o que Einstein fez, começando, como veremos a seguir, pela revisão da idéia de simultaneidade.

2.5. *Eventos simultâneos*

Imaginemos um trem extremamente longo que se move sobre uma linha de ferro com velocidade v . A figura abaixo representa a passagem deste trem diante da plataforma de uma estação.



Os passageiros deste trem preferem considerá-lo como sistema de referência (sistema de coordenadas), relacionando todos os eventos ao próprio trem. Cada evento que ocorre num ponto da plataforma tem um ponto correspondente no trem. Dois eventos simultâneos em relação à plataforma (por exemplo, dois relâmpagos que atingem pontos A e B) serão também simultâneos em relação ao trem?

Einstein responde que não: ao dizer que os dois relâmpagos são simultâneos em relação à plataforma, queremos dizer que os raios luminosos provenientes de A e B encontram-se no ponto médio da distância AB. Aos eventos A e B correspondem os pontos A e B marcados também sobre o trem; admitamos o ponto M' como ponto médio do vetor AB sobre o trem em marcha. Este ponto M' coincide com o ponto M no instante em que se produzem os relâmpagos (instante considerado em relação à plataforma); mas o ponto M' desloca-se para a direita da figura acima com a velocidade v do trem. Se um observador colocado em M' do trem não tivesse animado com esta velocidade, ele permaneceria em M e os raios luminosos o atingiriam simultaneamente, ou seja, os raios luminosos se cruzariam sobre ele; mas, ao movimentar-se em relação à plataforma, tal observador vai ao encontro da luz que vem de B, enquanto “foge” da luz que vem de A. Assim, a distância percorrida pelo raio de luz de A até M' é maior do que a distância que percorre o raio de luz que partiu de B e, como a velocidade da luz é a mesma nos dois sentidos, o observador em M' verá primeiro a luz que vem de B e depois a luz que vem de A, concluindo que o relâmpago em B foi anterior ao produzido em A.

“Dois eventos simultâneos em relação à plataforma não serão simultâneos em relação ao trem e vice-versa (relatividade da simultaneidade). Cada sistema de referência (sistema de coordenadas) tem seu tempo próprio. A física admitia que a noção de tempo é absoluta, independente do estado de movimento do sistema de referência. Após as considerações precedentes, o tempo que dura um evento determinado em relação ao vagão não pode ter, em relação à plataforma, uma duração igual.” (EINSTEIN, 1921a: 37).

2.6. A Teoria da Relatividade Restrita e Geral

As transformações de Lorentz permitem-nos dizer que as distâncias na direção do movimento de um trem contraem-se em relação à plataforma de um fator $\gamma = 1/(1 - v^2 / c^2)^{1/2}$ e que o tempo medido num relógio instalado no trem marcha mais lentamente do que quando fixo na plataforma, ou seja, dilata-se segundo o mesmo fator γ . Uma régua de um metro de comprimento animada de velocidade v em relação à plataforma medirá $(1 - v^2 / c^2)^{1/2}$ metros; um relógio que mede uma hora de duração em relação à plataforma marcará um tempo menor em relação à mesma plataforma quando instalado no trem em movimento: $(1 - v^2 / c^2)^{1/2}$ horas. Assim, a régua será tão mais curta e o relógio tão mais lento quanto maior for a velocidade v do trem que passa pela plataforma.

O papel da velocidade c como velocidade limite resulta já da transformação de Lorentz. A experiência conduziu à convicção de que o princípio da relatividade é verdadeiro e de que a velocidade da luz no vácuo é igual à c . A lei de transformações de coordenadas retangulares x, y, z e t que caracterizam um evento resulta da reunião destes dois postulados. Toda lei da natureza deve ser tal que se transforme numa lei de mesma forma quando introduzimos, no lugar das variáveis x, y, z e t (de lugar e tempo) relativos ao primeiro sistema de coordenadas K (plataforma), novas variáveis x', y', z' e t' relativas ao sistema de coordenadas K' (trem).

Em resumo, as leis da natureza permanecem invariáveis pela transformação de Lorentz. Esta é uma condição que a teoria da Relatividade impõe a toda lei da natureza. A teoria de Maxwell e de Lorentz sobre fenômenos eletromagnéticos está cristalizada na teoria da Relatividade Restrita e os resultados experimentais que sustentam a teoria eletromagnética sustentam também a teoria da Relatividade.

A teoria da Relatividade Restrita aparece nos artigos de 1905. Até aqui fiz uma breve exposição dos seus principais pontos seguindo os passos de Einstein nos dezessete primeiros capítulos de *La théorie de la relativité restreinte et généralisée mise à la portée de tout le monde* (título da versão francesa para o livro de Einstein

para a popularização da Relatividade). As ressalvas que Bergson faz à Relatividade em *Durée et simutanéité* têm como alvo principal os argumentos de Einstein nesta obra, composta de 32 pequenos capítulos. A segunda metade deste livro, que nos servirá de guia nos parágrafos seguintes, aborda a Relatividade Geral.

A lei de Newton da gravitação universal publicada em 1687 nos *Principia* equaciona a força de atração cuja intensidade varia com o inverso do quadrado da distância e representa o coroamento da ciência moderna fundada por Galileu. Os que na época se opunham ao conceito newtoniano de ação à distância argumentavam que as causas destas forças eram ocultas. A famosa frase no *Escólio Geral*, “*hypotheses non fingo*”, sintetiza a resposta de Newton aos seus adversários:

“...a gravidade deve ter por causa um agente se comportando segundo certas leis constantes; mas se este agente é material ou imaterial é uma questão que deixo à consideração dos meus leitores.” (NEWTON, 1990: 325).

A espera de um leitor à sua altura, esta questão permaneceu suspensa por mais de dois séculos. Em 1907, Albert Einstein estava em sua mesa de trabalho quando teve o que chamou de “a idéia mais feliz de sua vida”. Trata-se do *princípio de equivalência*²¹ de todas as leis da física para qualquer referencial adotado. Esta idéia ocorreu-lhe quando percebeu que “para um observador em queda livre a partir do alto do teto de uma casa, não existe durante sua queda - pelo menos em sua vizinhança imediata - campo de gravitação.” (EINSTEIN, 1993: 84).

Diz a lenda que, enquanto trabalhava, Einstein viu através da janela um homem a cair do alto do teto de uma casa e que este fato teria sido o ponto de partida da mais bela teoria do século XX; outra lenda diz que foi observando a queda de uma maçã que Isaac Newton formulou a mais bela teoria dos séculos anteriores. Mas enquanto Newton observa a queda do fruto de um ponto de vista dominador no espaço e no tempo absolutos, Einstein insere o homem com sua percepção no drama da queda; o primeiro deixou em aberto a questão das causas da força de atração e o segundo a retoma para reformular os conceitos de gravidade, tempo e espaço.

²¹ Este nome, *princípio de equivalência*, foi dado por Einstein em 1911, após quatro anos de exaustivo trabalho: trata-se de uma generalização da teoria da relatividade restrita de 1905.

A queda dos corpos é um movimento acelerado que fascinou Galileu, Newton e Einstein. O fato de todos os corpos caírem com a mesma aceleração quando em queda livre foi constatado por Galileu; Newton interpretou a queda como um caso particular da lei da gravitação universal; Einstein, na Relatividade Geral, revolucionou a visão newtoniana para dar uma explicação do fenômeno observado por Galileu.

Em 1912, numa carta a Sommerfeld, Einstein havia escrito:

“Neste momento, o problema da gravitação ocupa-me totalmente. Uma coisa está clara: em toda minha vida, nunca estive tão atormentado. Diante deste problema, a relatividade restrita é apenas uma brincadeira de criança.” (BALIBAR, 1993: 53)²².

Einstein percebeu, em 1907, que a gravidade, assim como o tempo, estava sujeita ao referencial adotado; uma pessoa em queda livre dentro de uma caixa completamente fechada pode admitir que não exista campo de gravidade em sua vizinhança, enquanto um observador fixo na Terra dirá que a caixa e o homem caem juntos e sob efeito da atração gravitacional terrestre; ou, dito de outra maneira, um corpo “flutuaria” dentro de uma caixa fechada numa região do espaço sem gravidade. No entanto, se neste espaço livre de campo gravitacional a caixa tivesse um movimento *acelerado* em determinada direção, o corpo seria empurrado por uma das paredes da caixa na direção do movimento: isso equivaleria a um campo gravitacional direcionado no sentido oposto ao do movimento acelerado da caixa. Em 1915, esta idéia vem a público como uma generalização da teoria da relatividade: as concepções de tempo e espaço revelam-se intimamente ligadas ao problema da gravitação.

Com a Relatividade Restrita, Einstein havia liberado a física do éter como um referencial privilegiado. Mas nem todos os traços do absoluto haviam sido eliminados, pois as leis da física permaneciam invariáveis apenas para referenciais animados, uns em relação aos outros, de velocidade constante e retilínea: o movimento uniforme possuía um status privilegiado. A Relatividade Geral mostra que em qualquer referencial as leis da física são invariáveis, inclusive naqueles dotados de movimento acelerado.

²² Minha tradução.

Insistamos um pouco na idéia de Einstein imaginando uma caixa fechada sobre a Terra e dentro da qual se encontra uma pessoa em pé. A caixa pode ser um elevador no andar térreo de um edifício no qual a pessoa sente seu peso pela pressão que seus pés exercem sobre o piso do elevador. No entanto, nos diz Einstein, a sensação desta pessoa seria a mesma se o elevador estivesse numa região fora do campo gravitacional terrestre e sendo puxado "para cima" através de um cabo. A força exercida pelo cabo poderia fornecer ao elevador uma aceleração igual à da gravidade e transmitir aos pés da pessoa a mesma sensação de peso que ela tinha quando o elevador estava parado sobre a Terra. A aceleração do elevador cria um campo gravitacional aparente para a pessoa nele encerrada.

Podemos tomar esta equivalência no sentido inverso: se o elevador estivesse suspenso pelo cabo no alto de um edifício, a pessoa sentiria seu peso pela força de atração newtoniana que a Terra exerce sobre ela; mas, se o cabo se rompe e o elevador cai em queda livre, a pessoa cairá junto com ele, ou seja, com a mesma aceleração, e poderá interpretar que está fora de qualquer campo de gravidade porque não sentirá seu peso, não sentirá nenhuma pressão do piso sobre seus pés. Um observador posicionado na escada do edifício dirá que a pessoa e o elevador caem com a mesma aceleração, ao passo que, do ponto de vista da pessoa cujo referencial é aquela espécie de caixa fechada, ela não se encontra em nenhum campo gravitacional.

A diferença entre estes dois pontos de vista que dão ao fenômeno da queda do elevador diferentes explicações é o ponto de partida para a formulação da teoria da Relatividade Geral: Einstein começa fazendo a massa de inércia equivaler à massa "pesante"; em seguida, concebe o espaço agindo sobre a matéria e vice-versa; substitui, então, a idéia de força de atração newtoniana por uma deformação do espaço ao redor dos corpos. Assim, os corpos caem com a mesma aceleração nas proximidades da superfície terrestre porque estão submetidos à mesma deformação no espaço-tempo que a Terra provoca ao seu redor. Einstein vai explicar o fenômeno constatado por Galileu de maneira mais precisa do que a de Newton.

De acordo com a Relatividade Geral, não apenas o espaço é modificado pelos corpos que nele se encontram, mas o próprio espaço não existiria sem os corpos. A

teoria da Relatividade Restrita sugere que o teatro do mundo é uma mistura de espaço e tempo, traduzida na concepção de Minkowski por um espaço a quatro dimensões (três de um espaço ordinário acrescido de uma dimensão temporal). Sendo assim, com a Relatividade Geral, não somente o espaço desapareceria num universo desprovido de matéria, mas também o tempo. Em outras palavras, a matéria *cria* o espaço-tempo.

A complexidade desta teoria não pode ser representada pela geometria euclidiana e os trabalhos de Riemann foram indispensáveis para expressar aquilo que é inacessível aos nossos sentidos.

Em 1908, Einstein obteve um posto na universidade de língua alemã de Praga e deixou seu trabalho no escritório de patentes de Berne. Aproximadamente quatro anos depois, ele foi nomeado professor no *Polytechnicum* de Zurich, onde havia estudado e onde reencontrou Marcel Grossmann, seu antigo colega dos tempos de estudante e que naquele momento ensinava matemática. Einstein e Grossmann escrevem, então, vários artigos em parceria, nos quais o primeiro tem a responsabilidade da física e o segundo da matemática. A ajuda de Grossmann foi fundamental para a que a teoria da Relatividade Geral ganhasse consistência matemática. Um erro cometido num dos artigos desta parceria, no entanto, levou Einstein a perseguir uma falsa pista durante três anos. Em 1915, quando já se encontrava em Berlim ocupando o posto para o qual havia sido nomeado desde 1913, ele percebeu o erro e os resultados surgiram numa espécie de avalanche.

CAPÍTULO III

A Compreensão da Teoria da Relatividade

1- O mito Einstein

Uma fotomontagem feita pela publicidade italiana para a *Carlsberg beer* no início da década de 1980 coloca Einstein e um macaco lado a lado. O macaco segura uma caneca com cerveja e sob ele está escrito: *l' instito pede birra*. Einstein, ocupando a outra metade do cartaz, tem em sua mão direita outra caneca, mas esta com a inscrição da logomarca da cerveja; logo abaixo há a legenda: “*la ragione dice Carlsberg*”. Simbolizando o ponto culminante da evolução racional, Einstein é tomado como modelo publicitário.

Os resultados previstos pela Relatividade sobre o desvio de raios luminosos ao passarem próximos ao Sol foram confirmados pela observação, o que gerou, por um lado, euforia, e, por outro, entre os que duvidavam da veracidade da teoria, reações contrárias; no entanto, o entusiasmo prevaleceu sobre os protestos. A comprovação da teoria da Relatividade Geral pelas expedições organizadas pelo britânico Arthur Eddington em 1919 é parte também do processo de construção de uma espécie de personagem heróico chamado Einstein. Este “mito” se desenvolve alimentado pelo prestígio pessoal de Einstein, pelo seu caráter pacifista e pela pouca resistência que encontrou no próprio Einstein. O ex-funcionário público do serviço de patentes de Berna tornou-se largamente conhecido como estrela internacional após a Primeira Grande Guerra e, por volta de 1920, quando as relações internacionais eram tensas, desempenhou conscientemente o papel de embaixador, visitando países próximos à Alemanha (como França e Inglaterra) e outros mais distantes (como Japão e Estados Unidos).

As novas teorias eram vistas com otimismo pelo senso comum e impressionavam por seu caráter abstrato. Além disso, durante a primeira metade do século, no momento em que a ciência - sobretudo a física - passa do estado artesanal do cientista solitário ao estado industrial do pesquisador que trabalha em equipe, no momento em que a ciência se institucionaliza e se hierarquiza ligada cada vez mais aos poderes político-econômicos e militares, ela se vê simbolizada em um homem que representa as características que está em vias de perder: “Sua figura torna-se

então representativa daquela, doravante ilusória, imagem do sábio desaparecido e sua lenda contribuirá, não pouco, durante a primeira metade do século, para obscurecer a natureza social efetiva da ciência contemporânea.” (LÉVY-LEBLOND, 1981: 165)²³.

Lévy-Leblond ainda nos chama a atenção para o outro lado deste mito: após a Segunda Grande Guerra, o pacifista Einstein será lembrado também como o pai da bomba atômica. A famosa equação, $E = m.c^2$, ao mesmo tempo em que simboliza a genialidade de Einstein, está implicitamente colada à imagem do cogumelo produzido na atmosfera pela explosão da bomba. A Relatividade manifestada na potência nuclear convence o senso comum, pelo argumento da força destruidora, sobre a veracidade das novas concepções de matéria e de energia, de tempo e de espaço.

A partir do complexo cenário sócio-político da Segunda Guerra, este revés no mito do herói propagou-se pelas décadas seguintes. Um panfleto de 1977 que divulgava um documentário sobre os perigos da manipulação genética é bastante ilustrativo, pois mostra a imagem do rosto de Einstein triplicada e sobre a frase: “*If cloning could produce several Einsteins, would you approve to use?*” (in FRIEDMAN e DONLEY, 1990: 188).

O mito oscila no contraste entre a paternidade da bomba nuclear e o comportamento simplório, pacifista e genial, entre o vilão e o herói, mas é para o lado do segundo que pende a balança.

Muitos tendem a considerar que o fardo de vilão que pesa sobre os ombros de Einstein é uma injustiça da qual ele foi vítima. Para Lévy-Leblond, “nem a genialidade científica, nem a estatura moral de Einstein, são suficientes para explicar o mito no qual ele foi e continua sendo o herói e, sem dúvida, a vítima também.” (LÉVY-LEBLOND, 1981: 162)²⁴. No entanto, é preciso levar em conta que, se por um lado Einstein teve medo de que Hitler construísse a bomba, se por um lado ele lutava contra os horrores dos campos de concentração, por outro sua contribuição para o genocídio cometido em Hiroshima e Nagasaki é inegável: ele escreveu a Roosevelt em 02 de agosto de 1939 alertando o presidente dos Estados Unidos sobre

²³ Minha tradução.

²⁴ Idem.

as implicações militares da energia atômica e sobre a iminência do domínio desta energia pelos alemães, o que acelerou a construção e o uso da bomba pelos norte-americanos nas cidades japonesas.

A questão é polêmica e não é nossa intenção resolvê-la aqui, mas corremos o risco de sermos simplistas demais ao isentarmos Einstein de toda e qualquer responsabilidade na forma de extermínio em massa criada pelo potencial de destruição da bomba atômica. Segundo Heiner Müller, “por causa de Hitler, o mal existia para Einstein. [...] Se um mal existe, então um bem deve também existir. Simplesmente a bomba atômica não é o bem, mas outro mal.” (MÜLLER, 1991: 193-94).

As teorias científicas do início do século XX exigem uma transcendência da percepção para serem compreendidas. Esta transcendência para um plano distante dos dados mais imediatos da nossa sensibilidade nos remete ao que Keith Ansell Pearson chama de *ciência do complexo*: assim, “a aceitação da teoria da relatividade aparece como uma rendição do humano ao trans-humano.” (PEARSON, 1999:31). O comentário de e.e. cummings sobre seu poema, *Space being (don't forget to remember) curved*, é bastante ilustrativo: “physical concepts have, in effect, reduced man's humanity.”²⁵

A transcendência é encarnada no próprio Einstein: leigos e cientistas cultivam uma curiosidade especulativa em torno do seu corpo (especialmente do seu cérebro) e de seu caráter, na busca de diferenças que confirmassem seu diferencial sobre-humano. “Médicos americanos colocam-no numa cama cobrindo sua cabeça com detectores e ordenam: *pense na Relatividade*, como ordenamos *diga a*, como se a Relatividade fosse objeto de um sexto sentido, de uma visão beatificada [...]” (MERLEAU-PONTY, 1960: 245).²⁶

²⁵ Minha tradução: “os conceitos físicos, com efeito, reduziram a humanidade do homem.”

²⁶ Minha tradução.

A difícil compreensão da Relatividade foi fundamental na construção do mito. O semanário *The Illustrated Weekly of India*, de março de 1978, traz em destaque a frase com que Bertrand Russell inicia seu livro, *The A B C of Relativity*: “*Todos sabem que Einstein fez algo espantoso, mas poucas pessoas sabem exatamente o que ele fez.* Após setenta e cinco anos desde a publicação da teoria da relatividade restrita de Einstein, a observação de Russell continua válida.” (in FRIEDMAN e DONLEY, 1990: 185)²⁷. O prestígio de Einstein perante o senso comum foi suficiente para dar credibilidade à sua obra, fruto de uma inteligência extraordinária. As pessoas acreditam na veracidade de suas teorias sem sentirem-se, para tanto, obrigadas a compreendê-las.

A mídia alimentava o mito fazendo sensacionalismo e consultando o gênio sobre questões estranhas ao seu domínio. Na imprensa da outra extremidade do mundo, as apreciações soviéticas sobre a obra de Einstein realçam também o ocultismo: “Condenar como ‘idealista’ ou ‘burguesa’ uma física na qual não se encontra nenhuma incoerência, nenhum desacordo com os fatos é supor um gênio maligno errante nas infra-estruturas do capitalismo e que ‘sopra’ para Einstein pensamentos suspeitos” (MERLEAU-PONTY, 1960: 245)²⁸.

A divulgação da figura legendária de Einstein transborda nos jornais e revistas (científicas e populares) e logo atingiu a publicidade. Em 1977, para convencer o público da simplicidade das faturas de eletricidade da *Allied Chemical Corporation*, um panfleto mostra uma caricatura de Einstein segurando uma dessa faturas bem próxima dos seus olhos; a legenda diz: “Você não precisa ser um físico nuclear para entender uma conta de energia elétrica”²⁹.

Os publicitários apropriam-se da credibilidade de Einstein associando sua imagem aos produtos que pretendem promover. Uma propaganda de 1975 da *Data General* mostra a foto de um *doublé* de Einstein voltado de costas e escrevendo num quadro negro repleto de fórmulas; a foto é acompanhada da seguinte legenda: *Com*

²⁷ Idem.

²⁸ Idem.

²⁹ Idem.

*Array Processing Minis, Albert teria descoberto a Relatividade e ainda teria tempo de explicá-la.*³⁰

Hoje, ainda há campanhas publicitárias com o mesmo apelo das anteriormente citadas e não é difícil constatar o prestígio de que Einstein goza junto à opinião pública que desconhece o conteúdo de sua obra, mas avaliza suas idéias. Einstein é lembrado sempre que buscamos um exemplo de pessoa muito inteligente, sempre que precisamos nos referir a um expoente da humanidade, a um gênio, ou à imagem de um cientista. Estes agenciamentos atuais se efetuam na *máquina-abstrata-Einstein*³¹ em diferentes graus de tensão do mito.

2- A relatividade incompreensível

“É confusa a questão de a contração de Lorentz existir ou não. Não existe ‘realmente’, na medida em que não existe para um observador que se move [com a régua]; existe ‘realmente’ no sentido em que pode, em princípio, ser demonstrada por um observador em repouso.” (EINSTEIN, *Phys. Zeitschr*, 1911. in PAIS, 1995: 165)

Encontramos em Einstein a crença de que existe um mundo objetivo independente de qualquer subjetividade; por outro lado, este mundo objetivo é traduzido em leis físicas a partir de uma observação, ou seja, Einstein insiste na diferenciação entre a essência da realidade e a sua aparência:

“A crença num mundo externo independente da percepção subjetiva é a base natural da ciência. No entanto, uma vez que a percepção apenas fornece informações da ‘realidade física’ de maneira indireta, a compreensão desta só nos é possível num sentido especulativo”. (EINSTEIN, 1979: 60).

Poincaré afirmou que “aquilo que chamamos de realidade objetiva é o que é comum a vários seres pensantes. [...] Esta parte comum só pode ser a harmonia expressa por leis matemáticas.” (POINCARÉ, 1995: 84). Analogamente, podemos dizer que as transformações de Lorentz eram, aos olhos de Einstein, mais do que

³⁰ Idem.

³¹ Expressão cunhada em DELEUZE e GUATTARI (1980), p.637.

simples relações matemáticas convenientes ao eletromagnetismo: elas expressavam relações que *existiam fisicamente* entre as coordenadas espaços-temporais de dois observadores euclidianos. Em outras palavras, Einstein retira o caráter fictício que Lorentz atribuía às suas transformações e lhes confere existência real.

Henry Margenau foi preciso ao dizer que há “vários indícios de que, para Einstein, realidade significa realidade física.” (*in*: SCHILPP, 1951: 249). A realidade física é sondável pelo intercâmbio constante entre a experiência e a análise: as experiências realizadas em laboratório ou os resultados de observações astronômicas revelam a veracidade de um modelo que nos permite traduzir o mundo real. Mas se estas experiências e observações podem confirmar uma teoria cuja compreensão vai além da nossa capacidade imaginativa, não são suficientes para nos dar a perceber aquilo que escapa de nossa percepção imediata.

“Quando alguém nos pergunta se o universo a quatro dimensões não pode ser considerado simplesmente como uma ilustração do método matemático, devemos imediatamente pensar que nosso interlocutor tem provavelmente um sério motivo para nos colocar esta questão. Ele crê no universo euclidiano a três dimensões e ele espera que nós o autorizemos a não sacrificar sua crença. Neste caso, nossa resposta deve ser clara: o universo *real* a três dimensões caiu em desuso; deve ser substituído por um espaço tempo quadridimensional com propriedades não euclidianas. Neste livro, recorreremos algumas vezes a imagens que certamente não correspondem a nenhuma realidade física - o tempo imaginário ou uma quinta dimensão que jamais perceberemos. O universo a quatro dimensões não é uma simples imagem; é o universo real do físico, ao qual ele chegou pelo método bem conhecido que a física tem sempre seguido em sua pesquisa sobre a realidade.” (EDDINGTON, 1921: 224).

O trecho acima foi extraído do prefácio do livro de divulgação científica de Arthur Eddington sobre a teoria da Relatividade, a partir da qual a concepção de um espaço absoluto torna-se uma criação do pensamento que está em desacordo com a realidade. Para Eddington, o que concebíamos como real até então era apenas uma invenção que, como seres lógicos, havíamos criado:

“A percepção direta do universo com um só olho é uma aparência bidimensional; nossos dois olhos fornecem uma combinação dos aspectos que tomam o universo para um observador que pode ocupar todas as posições possíveis das regiões conhecidas do espaço. A fase seguinte é a combinação de todos os aspectos do universo para um observador que possa adotar todas as velocidades uniformes possíveis. O resultado é a adição de uma dimensão suplementar ao universo que se torna, assim, um universo a quatro dimensões. Depois, a síntese continua tomando-se todos os movimentos variáveis possíveis do observador: não podemos adicionar uma nova dimensão, mas o universo torna-se não euclidiano e uma nova geometria, a de Riemann, é adotada.” (EDDINGTON, 1921: 224).

Assistimos, assim, à passagem do que conhecíamos por mundo real para o de uma geometria descolada da experiência sensível. Neste sentido, Eddington afirma que a complexidade da geometria implica na simplificação da física, e que “parece mesmo que a geometria terminará por absorver a física.” (EDDINGTON, 1921:225).

De uma perspectiva lógico-matemática, o início do século XX é marcado por uma desvinculação entre a noção de verdade e a realidade sensível. É neste contexto que Einstein percebe a potência da criação de uma verdade científica: seguindo os rastros de Kant, ele privilegiará a *invenção* (que cria o que não existe) sobre a *descoberta* (pela qual alguém se dá conta de algo que já existia). É também neste contexto que se insere a geometria de Riemann, inacessível à experiência imediata dos nossos sentidos e fundamental na formalização da teoria da Relatividade.

Poincaré, na França, e H.G. Wells, na Inglaterra, difundiam, cada um a seu modo, a idéia de uma nova dimensão do espaço. O psiquiatra suíço Carl Gustav Jung, ao fazer a oposição entre causalidade e sincronicidade, argumentava que: “da mesma forma que a introdução do tempo como quarta dimensão na física moderna implica o postulado de um contínuo espaço-tempo irrepresentável, assim também a idéia de sincronicidade com seu caráter próprio de significado produz uma imagem do mundo de tal modo também irrepresentável.” (JUNG, 2000: 77-8).

Durante a primeira década do século XX, a noção de “quarta dimensão” se espalhou por centenas de jornais, revistas, artigos e romances. “Quando a Scientific

American patrocinou um concurso de ensaios em 1909 para *a melhor explicação popular da quarta dimensão*, competidores acorreram de todas as partes do mundo.” (TOMKINS, 2005: 69). Ao longo da primeira década desse século, apenas alguns leigos tinham uma leve compreensão da geometria não-euclidiana, cujo desenvolvimento, durante a segunda metade do século anterior, proporcionou o surgimento de noções sobre um *continuum* espaço-tempo.

O público em geral parecia perceber que estavam ocorrendo enormes mudanças na compreensão do mundo físico e muitos artistas deixaram-se levar pelo impulso de tentar captar o “imperceptível”. O cubismo de Picasso e Braque era acima de tudo uma arte conceitual, uma tentativa de pintar o que não se vê, mas que se sabe que está lá. Como muitas pessoas da época, os cubistas ficaram interessados no conceito teórico de quarta dimensão. Marcel Duchamp foi o pintor que tomou mais descompromissadamente o rumo do anti-retiniano.

Quando a verdade geométrica tornou-se mais complexa e independente daquilo que concebemos como realidade sensível, a física alcançou novas possibilidades de tradução do real. A geometria de Riemann, na medida em que supera em complexidade a geometria euclidiana, impulsiona a física à superação dos conceitos newtonianos.

A mecânica de Newton apóia-se na geometria euclidiana, ou seja, em noções fundamentais - como ponto, plano e reta - que estão relacionadas aos objetos que percebemos no mundo exterior e com as quais constroem-se os axiomas ditos *verdadeiros*.

“No entanto, a idéia expressa pela palavra *verdade* não convém às afirmações da geometria pura porque temos o hábito de designar esta palavra àquilo que corresponde aos objetos reais. [...] É fácil explicar porque somos levados a considerar as proposições da Geometria como verdades: existem na natureza objetos que correspondem mais ou menos exatamente às noções da geometria e que certamente são sua origem.” (EINSTEIN, 1921:02).³²

³² Minha tradução.

“*Newton, verzeh’mir*” (Newton, perdoe-me), escreveu Einstein em 1949 e assim prosseguiu:

“...a via que você abriu era a única que um homem dotado de uma inteligência brilhante e de um espírito criador poderia encontrar naquela época. Os conceitos que você elaborou guiam ainda hoje os raciocínios físicos, ainda que saibamos ser necessário doravante substituí-los por outros conceitos que, mais distantes da experiência direta, nos permitirão chegar a uma compreensão mais profunda da realidade das coisas.” (EINSTEIN, 1980: 76)³³.

Einstein reconhece o distanciamento que os novos conceitos de tempo, espaço e gravidade tomam em relação às experiências diretas e mostra sua clara consciência de ter destruído o admirável edifício elaborado por seus predecessores, Galileu e Newton. A Relatividade nos remete à formulação matemática que permite sua consistência teórica, mas que escapa da identificação do tempo com a linha, da tridimensionalidade do espaço e da atração gravitacional que varia com o inverso do quadrado da distância; escapa, enfim, da simplicidade com que atribuíamos aos antigos conceitos um lastro na nossa experiência direta com os objetos reais. Como escreveu De Broglie, Einstein “nos obriga a abandonar a visão tradicional, desde Newton, da absoluta natureza do espaço e do tempo, estabelecendo entre estes dois elementos do esquema, nos quais nossas percepções estão ordenadas, uma inesperada relação totalmente contrária aos dados imediatos das nossas intuições.” (DE BROGLIE, 1949: 147)³⁴.

Einstein impressionou a imaginação de sua época sugerindo a transcendência de uma visão ordinária do senso comum para um plano matemático imperceptível. O editorial do *New York Times* de 28 de Janeiro de 1928, *A Mystic Universe*, deixa transparecer um pouco deste fascínio e um pouco de protesto em relação às novas teorias:

“A nova física está perigosamente no ponto de provar o que a maioria de nós não pode crer. [...] A boa e velha física newtoniana, bem mais simples, já não era

³³ Minha tradução.

³⁴ Idem.

compreensível ao senso comum. Aparentemente, compreender a nova física é apenas para *la crème de la crème* dos matemáticos. Não podemos captá-la com um pensamento contínuo.” (in HOLTON, 1996: 179).

Em 1939, na *première* de *Limelight*, Charles Chaplin e Einstein estavam lado a lado sendo aplaudidos por uma multidão; Chaplin diz então a Einstein: *eu sou aclamado porque todos me compreendem e você é aclamado porque ninguém lhe compreende.*

No período entre guerras, quando Einstein visitou Paris para uma série de conferências a convite do *Collège de France*, “os jornais franceses enfatizaram em suas manchetes que, pela primeira vez, compreendemos que existe algo que não podemos compreender.” (BIEZUNSKI, 1991:167)³⁵. Nas palavras de Coret, a Relatividade Restrita “é de uma grande simplicidade, [...] mas é incompreensível se esperamos dela deduzir uma concepção realista do espaço e do tempo. [...] Ora, o tempo pertence decididamente a este real que nos escapa.” (CORET, 1997: 177)³⁶.

O próprio Einstein reconheceu a necessidade de transpor o fosso que se abria entre a nova física e o senso comum: ao comentar a geometria esférica do espaço a três dimensões e a insuficiência da geometria euclidiana para representá-la, ele escreveu:

“É aqui o ponto onde a intuição do leitor se revolta: '*nenhum homem pode representar algo parecido*', exclama ele todo indignado. '*Podemos dizer coisas assim, mas não pensá-las*'. Trata-se de romper esta barreira do pensamento: o leitor paciente verá que isso não é algo difícil.” (EINSTEIN, 1921b: 16).

É através das experiências mentais que Einstein facilita o rompimento desta “barreira” no pensamento do seu leitor.

Richard Barbrook, em *Imaginary Futures*, afirma que vivemos com o imaginário de futuro que tínhamos na década de 1950: “o presente é entendido como um futuro embrionário – este futuro iluminando o potencial do presente” (BARBROOK, 2005: 6). Apesar dos cem anos da Relatividade comemorados em

³⁵ Idem.

³⁶ Idem.

2005, o imaginário do senso comum parece considerar que a revolução einsteiniana é ainda iminente, como se Einstein houvesse dado um recado à humanidade que, quando compreendido, nos libertaria de um tempo ao qual somos submetidos.

O anacronismo aplica-se à própria concepção de tempo, pois, apesar de 1905, nosso cotidiano nos faz mais newtonianos do que einsteinianos; o tempo de Einstein é mitificado como se pertencesse a um futuro no qual poderemos aceder à complexidade da “nova” teoria da Relatividade.

3- Experiências mentais

O espaço-tempo quadridimensional pode ter um significado matemático, mas percebemos apenas três dimensões do mundo em que habitamos. Parecendo invocar Platão, Einstein acredita ser possível uma compreensão desta realidade que nos escapa: “estimo verdadeiro e possível para o pensamento puro apreender a realidade como veneravam os antigos.” (EINSTEIN, 1979: 134). O método de Einstein é o das *experiências mentais*, que permite ao homem, se não a contemplação do belo e do verdadeiro, ao menos uma aproximação bastante satisfatória da apreensão inteligente do espaço-tempo.

Os experimentos mentais, além de germinarem uma teoria complexa posteriormente verificável em laboratório, podem conduzir à satisfatória compreensão da mesma. A teoria da Relatividade teve origem em experimentos mentais que Einstein realizou quando ainda era um estudante adolescente. Aos dezesseis anos, ele imaginou-se com a mesma velocidade de um raio de luz e concluiu que, assim, perceberia em repouso as oscilações do campo eletromagnético da luz, o que seria incompatível com as equações de Maxwell.

A partir deste experimento mental, Einstein percebeu sua crença na invariância das leis da física para qualquer observador, a qual, mais tarde, resultaria na teoria da Relatividade. Em 1919, Einstein chegava aos quarenta anos e o britânico Arthur Eddington organizou duas expedições com o objetivo de observar, durante um eclipse solar, o desvio provocado pelo Sol na luz proveniente das estrelas. As

observações comprovaram os valores de desvio previsto pela teoria da Relatividade, em oposição aos previstos pela física newtoniana. Quando Eddington enviou a Einstein um telegrama dizendo que o eclipse solar observado em Sobral (Brasil) havia confirmado a validade da teoria da Relatividade Geral, Einstein reagiu com indiferença, pois o resultado não o surpreendeu: sua confiança nas experiências mentais que originaram suas teorias era tão forte quanto a que depositava nos experimentos científicos organizados por Eddington.

Ernest Mach, que exerceu forte influência sobre Einstein, acreditava que as afirmações da física deveriam repousar apenas em propriedades observáveis. Para Mach, o primeiro dado essencial concerne o espaço psicológico, o espaço da intuição dos nossos sentidos quando nossa consciência está totalmente desperta. A diferença entre Mach e Einstein é que, para o primeiro, uma teoria que foge da realidade dos dados imediatos da nossa consciência não pode manter a conexão com o senso comum e, para o segundo, é possível, pela experiência mental, tornar acessível à consciência aquilo que é impossível de ser capturado pelos sentidos. Com esta prática, Einstein acredita conduzir seu leitor a uma intuição daquilo que lhe escapa aos sentidos. O termo intuição é empregado por Einstein para designar esta capacidade de captar o significado subjacente à formulação matemática e à complexidade geométrica.

Einstein confere especial valor às experiências mentais. A palavra experiência tem aqui um significado que vai além da prática laboratorial herdada da alquimia medieval. A atividade experimental aliou-se à especulação matemática dando origem à ciência moderna no Renascimento, mas Einstein considerava que um experimento meramente imaginário é capaz de traduzir o mundo real e de aproximar o senso comum à sua compreensão.

“Para Einstein deve existir uma estreita conexão entre a ciência e o senso comum.” (FEYRABEND, 1989: 227); tanto ele quanto Mach preocupavam-se em preservar o fio desta conexão e acreditavam que “os cientistas não podem trabalhar sem considerar de uma maneira crítica um problema bem mais difícil [do que a

análise das idéias científicas]: a análise do pensamento ordinário e de sua transformação quando ela se faz necessária.” (EINSTEIN, 1933: 79).

As trocas de sinais luminosos entre referenciais no trem e na plataforma (referidas no capítulo anterior) são um destes experimentos mentais que Einstein utiliza já na revisão do conceito de simultaneidade. Para retirar o caráter absoluto que a simultaneidade de eventos tem para o senso comum, ele nos leva a um raciocínio que se constrói quando imaginamos trens com velocidades próximas à da luz. Este foi o primeiro passo na reformulação do tempo newtoniano:

“Após sete anos de vã reflexão (1898 –1905), a solução apareceu-me repentinamente com a idéia de que nossos conceitos e leis do espaço e do tempo só têm valor quando estabelecem uma relação clara com nossa experiência; e que a experiência pode muito bem conduzir a uma alteração destes conceitos e leis. Pela revisão do conceito de simultaneidade [...] cheguei então à teoria da relatividade restrita.” (EINSTEIN, 2001: 131).

As experiências mentais podem ser empregadas também em especulações matemáticas para tornar acessível ao leitor aquilo que parece fugir da experiência sensível. A geometria riemanniana da qual se serve a Relatividade é bem mais distante da nossa sensação da realidade do que a tradicional geometria de Euclides, mas os experimentos mentais nos fazem intuir (no sentido de Einstein) sua realidade física.

No início de um discurso pronunciado na Academia de Ciências de Berlim em janeiro de 1921, Einstein coloca as seguintes questões: “como é possível que a matemática, sendo um produto do pensamento humano e independente de toda experiência, possa se adaptar de maneira tão admirável aos objetos da realidade? A razão humana seria capaz, sem recorrer à experiência, de descobrir apenas pelo pensamento as propriedades dos objetos reais?” (EINSTEIN, 1921b: 03).

O próprio Einstein vai responder estas questões ao longo do seu discurso, defendendo que a Relatividade não se limita a um esquema simbólico-matemático, mas possui lastro no que ele chama de intuição, referindo-se à possibilidade de se captar através da especulação mental um conceito que esbarra nos limites da nossa

percepção. O título deste pronunciamento de 1921 pode ser traduzido por *A Geometria e a Experiência*. No mesmo ano, Einstein publica sua versão “popular” da Relatividade à qual nos referimos em capítulo anterior e cuja finalidade é também levar o leitor pela via dos experimentos mentais que conduzem à compreensão dos conceitos e, assim, manter a conexão entre a teoria e o senso comum.

4 - Infinito ou finito e ilimitado?

Para termos uma idéia melhor de como Einstein constrói a ponte que liga o senso comum às teorias científicas, tomemos a anteriormente referida versão popular da Relatividade - mais precisamente o capítulo XXXI, cujo título é: “*A possibilidade de um universo finito e, no entanto, ilimitado*”.

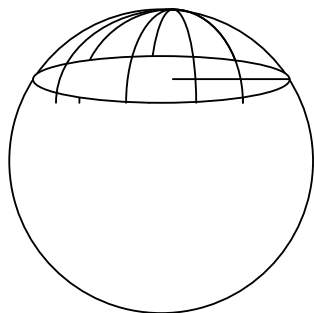
Einstein pede que imaginemos um universo plano onde os seres que o habitam são também planos e cujas percepções limitam-se a apenas duas dimensões: de acordo com a nossa maneira de perceber o espaço, podemos dizer que estes seres têm a noção de comprimento e de largura, mas falta-lhes a percepção da altura - a terceira dimensão que, junto com as outras, nos permite conhecer o volume dos objetos no espaço. Neste universo imaginário, consideremos uma pequena régua rígida que serve como unidade de medida e com a qual podemos construir quadrados unitários que preenchem indefinidamente o plano. Se tomarmos dois pontos consideravelmente afastados um do outro, podemos certamente uni-los por uma linha reta; portanto, teríamos neste universo, uma geometria euclidiana.

Imaginemos agora que ao invés de plano, este universo a duas dimensões é a superfície de uma enorme esfera cujo raio, em relação ao tamanho da régua unitária, é muito grande. As criaturas que habitam este universo curvo limitam-se à sua superfície e não podem perceber sua esfericidade porque não têm a noção de volume. Apenas nós, que concebemos este universo de um ponto de vista exterior, podemos notar seu volume esférico. “Podem estas criaturas considerar a geometria de seu mundo euclidiana a duas dimensões e suas régua unitárias como construtoras de uma distância em linha reta?” (EINSTEIN, 1921: 95).

A resposta a esta questão é negativa, pois a linha reta, observada do nosso ponto de vista tridimensional, será uma curva que une os dois pontos bem afastados um do outro. O que aparenta ser uma reta para os seres planos é, do nosso ponto de vista privilegiado, uma linha curva que acompanha a curvatura da esfera.

A intenção de Einstein é mostrar que as criaturas deste universo restrito à superfície esférica concluirão que se encontram num universo com mais dimensões do que as duas que percebem:

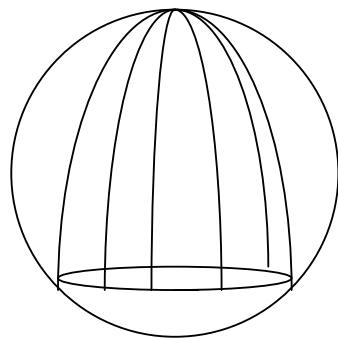
“As criaturas sobre a esfera podem concluir que habitam um mundo não euclidiano: elas traçam a partir de um ponto, em todas as direções, ‘linhas retas’ (as quais do nosso ponto de vista são arcos de circunferência) de mesmo comprimento. A linha que une as extremidades livres destas ‘linhas retas’ será um círculo. De acordo com a geometria euclidiana, o comprimento desta circunferência dividido pelo seu diâmetro é igual a π . Mas as criaturas encontrarão um valor *inferior* a π !” (EINSTEIN; 1921: 96). Se, ao invés de esférico, a superfície fosse plana, o valor obtido seria π .



As linhas curvas - de comprimentos iguais - partem de um ponto da esfera e divergem para que suas extremidades definam uma circunferência cujo raio aumenta à medida que crescem os comprimentos das linhas. Ou seja, as linhas partem de um ponto que podemos chamar de “pólo” da esfera, determinam em suas extremidades uma circunferência cujo raio será proporcional ao comprimento das linhas e menor que ele. Isto ocorrerá porque o raio da circunferência é menor do que o comprimento das linhas que foram traçadas; é como se tomássemos o raio da circunferência

formada pelas pontas das varetas de um guarda-chuva aberto: estando as varetas curvadas por uma força tensora, os pontos de sua extremidade conjugam uma circunferência de raio menor do que o comprimento das varetas.

A diferença em relação ao valor esperado (π) é tão maior quanto maiores forem os comprimentos das linhas traçadas pelas criaturas da esfera e será desprezível quando estes comprimentos forem muito pequenos. Apesar de sempre menor que o comprimento das linhas, o valor do raio da circunferência cresce até que as linhas curvas atinjam a metade “equatorial” da esfera; a partir daí, o raio desta circunferência começa a diminuir.

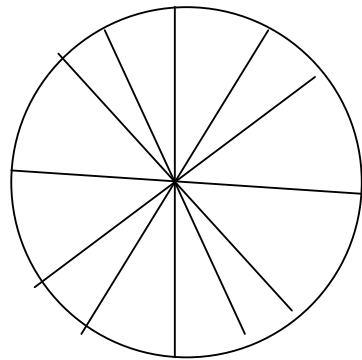


As criaturas poderão então concluir que seu mundo é finito, mas ilimitado; poderão, ainda, calcular o raio R da esfera que habitam (que será o raio da maior circunferência conjugada pelas extremidades das linhas curvas, ou seja, o raio do “equador” da esfera) e conceberem uma terceira dimensão que escapa às suas percepções bidimensionais de espaço.

Assim como as criaturas desse mundo imaginário têm a possibilidade de concluir que há uma espécie de deformação esférica do universo plano que percebem, podemos proceder de maneira análoga para chegarmos à esfericidade do universo a três dimensões que a geometria de Riemann fundamenta:

“Tracemos, a partir de um ponto qualquer e em todas as direções, linhas retas que tenham o mesmo comprimento r . As extremidades livres destas linhas encontram-se sobre a superfície de uma esfera cuja superfície, de acordo com a geometria euclidiana, deveria ter área igual a $4 \pi \cdot r^2$. Mas como o nosso universo a três

dimensões possui uma esfericidade, o valor encontrado é inferior a $4 \pi.r^2$.” (EINSTEIN, 1921: 97).



A área da esfera determinada pelas extremidades livres das linhas cresce à medida que aumenta o valor de r . Quando a área atinge um valor máximo, determinado pelo “raio do mundo”, ela começa a diminuir progressivamente, ainda que o valor de r continue crescendo. Para valores muito pequenos de r , a diferença acima mencionada por Einstein é desprezível. Assim, “o espaço esférico a três dimensões é totalmente análogo àquele de duas dimensões. *Ele é finito (de volume finito) sem ter limites*” (EINSTEIN, 1921:98)³⁷.

Einstein nos leva a apreensão do real pela mentalização de um universo finito e não limitado ao propor que o espírito humano é capaz de aceder a esta realidade. O próprio espírito é, por assim dizer, finito e ilimitado, pois o homem pode transcender o limite de sua percepção e conceber um universo além de sua sensibilidade imediata.

Em *Foucault*, Gilles Deleuze mostra que o surgimento do “super-homem” - ao qual Foucault se refere - é a superação do caráter infinito da forma Deus para o surgimento da finitude ilimitada do homem. Durante o século XVII, as forças no homem entram em relação com as forças de elevação ao infinito: “estas são, justamente, forças de fora, já que o homem é limitado e não pode dar conta desta potência mais perfeita que o atravessa; por isso, o composto das forças no homem, por um lado, e, por outro, das forças de elevação ao infinito que elas enfrentam, não é mais uma forma-Homem, mas a forma-Deus.” (DELEUZE, 1988: 135).

³⁷ Meu grifo.

No século XIX, Kant vem substituir o infinito originário pela *finitude constituinte* das forças externas, como a Vida, o Trabalho e a Linguagem. Foucault, num passo adiante, introduz dois momentos distintos: primeiro, é preciso que a força do homem enfrente a finitude como força exterior e, segundo, que ela a reconheça como sua própria finitude. A mutação da relação da força do homem com o infinito para com a finitude é a passagem da forma-Deus para a forma-Homem.

Invocando o que Nietzsche chamava de “super-homem”, Foucault não lamenta a morte do homem, mas vê surgir, na formação das forças no homem pela relação com as forças do lado de fora, uma nova forma que não é nem Deus nem Homem. Deleuze aponta que essa transcendência de formas é a passagem do espírito para um plano de consciência finito-ilimitado:

“Foi preciso que a biologia saltasse para a biologia molecular, ou que a vida dispersa se reunisse no código genético. Foi preciso que o trabalho dispersado se reunisse nas máquinas de terceira geração, cibernéticas ou informáticas. Quais seriam as forças em jogo com as quais as forças do homem entrariam em relação? Não seria mais a elevação ao infinito, nem a finitude, mas um finito-ilimitado, se dermos este nome a toda situação de força em que um número finito de componentes produz uma diversidade praticamente ilimitada de combinações.” (DELEUZE, 1988: 141).

Enquanto a biologia saltou para o nível molecular, o tempo da física perdeu seu caráter absoluto para tornar-se múltiplo na Relatividade e sublimado no espaço-tempo quadridimensional. Com as experiências mentais, Einstein nos faz trocar o infinito do plano euclidiano pela relação do espírito com o universo exterior à percepção; o efeito de tal permuta foi a conclusão de que habitamos um finito ilimitado.

É evidente que não podemos considerar um espaço a quatro dimensões como acessível aos sentidos, mas, em *A Geometria e a Experiência*, Einstein afirma que a faculdade da intuição do homem não está de forma alguma obrigada a capitular diante da geometria não euclidiana. Esta intuição é conduzida por um ou vários raciocínios,

graças aos quais, diz Einstein³⁸, “não podemos admitir que os resultados de Riemann sejam considerados pura especulação.” (EINSTEIN e BESSO, 1972:141).

É preciso cautela com o significado do termo intuição em Einstein, pois é diferente dos atributos que Bergson dá a esta faculdade da consciência e sobre os quais nos demoraremos em breve. A intuição da realidade de que fala Einstein é justamente esta capacidade do pensamento de conceber o real expresso numa formulação matemática, ainda que esta nos remeta para além dos limites de nossa sensibilidade e de nossa compreensão ordinária; assim, ela está mais próxima das propriedades que Bergson atribui à *inteligência*. Em Einstein, as representações visuais das experiências mentais são obtidas por uma reconstrução racional da nossa intuição.

As experiências mentais nos convencem de que o mundo real vai além dos limites da nossa percepção e de que somos capazes de admitir a realidade de uma quarta dimensão, mesmo sem percebê-la; é como se uma via de acesso a um plano sobrenatural, transcendental ou sobre-humano fosse aberta: talvez aí resida o fascínio que o Einstein mitificado exerce sobre as pessoas há mais de um século.

A transcendência nos limites da percepção que o espírito opera é, em Einstein, uma operação mental e o finito-ilimitado de Deleuze dá-se no espírito, na relação das forças no homem com as forças da vida, do trabalho e da linguagem. A Relatividade ou as agramaticalidades de Cummings, por exemplo, operam numa *superdobra*, num perpétuo retorno sobre si, como o ser bidimensional que habita a superfície esférica e, caminhando sempre na mesma direção e no mesmo sentido, retorna ao ponto de partida.

Bergson faz o espírito humano se arvorar no universo finito-ilimitado, mas, diferentemente de Einstein que utiliza a via da inteligência, Bergson aposta na intuição capaz de captar um tempo que é, a uma só vez, múltiplo e único, finito e ilimitado. A transcendência inteligente para uma realidade inacessível aos sentidos é a intuição einsteiniana de um universo finito-ilimitado a quatro dimensões. Intuir,

³⁸ Em trecho extraído de carta de Einstein a Michele Besso de setembro de 1918.

aqui, significa apreender intelectualmente; em Bergson, como veremos mais adiante, intuir é coincidir por simpatia, é compreender a realidade de dentro dela.

5 - Intuição da realidade física segundo Einstein

Physics and Reality é o título de um artigo de Einstein publicado em *The Journal of the Franklin Institute*³⁹. Segundo o autor, a ciência é o refinamento do pensamento cotidiano em conexão com as experiências dos sentidos: “Em contraste com a psicologia, a física trata diretamente apenas das experiências sensíveis e da *compreensão* de suas conexões. Mas mesmo o conceito de *mundo real exterior* do pensamento cotidiano fica exclusivamente nas impressões sensíveis.” (EINSTEIN, 1954: 290)⁴⁰.

Para Einstein, os significados dos conceitos e as relações mentais que estabelecemos entre eles podem nos orientar no labirinto das impressões dos nossos sentidos; ele crê que a construção do “mundo real exterior” é a formação do conceito dos objetos corpóreos pela superação da multiplicidade das nossas sensações; mas o conceito deve sua justificativa exclusivamente à totalidade das sensações a ele associadas. “Em nosso pensamento, atribuímos a este conceito de objeto corpóreo um significado independente das impressões dos nossos sentidos, que originalmente foram sua raiz. Isto é o que queremos dizer quando atribuímos ao objeto corpóreo uma existência real.” (EINSTEIN, 1954: 291)⁴¹.

Como na carta a Maurice Solovine⁴², Einstein mostra que uma teoria científica parte das vivências sensitivas para sublimar-se em conceitos e, em seguida, retornar ao plano sensorial, seja embarcada nos objetos tecnológicos, seja pela compreensão destes conceitos. Os conceitos que postulam a existência do mundo real estão mentalmente conectados às experiências sensíveis pelo que Einstein chama de *intuição*: “Estes conceitos e suas relações, a postulação dos objetos reais e,

³⁹ The Journal of the Franklin Institute, Vol. 221, número 3, Março de 1936.

⁴⁰ Minha tradução.

⁴¹ Idem.

⁴² Ver final do capítulo I, p. 40.

genericamente falando, a existência do ‘mundo real’ justificam-se tanto quanto estão conectados com as impressões dos sentidos por uma conexão mental. [...] A conexão dos conceitos elementares do pensamento cotidiano com complexas experiências dos sentidos são compreendidas apenas intuitivamente.” (EINSTEIN, 1954: 291-292).⁴³

A intuição para Einstein é o que permite a criação de um método de pensamento capaz de chegar a um sistema lógico coerente. Assim, o conhecimento é mais criativo do que descobridor, sendo a criação dada no ato intuitivo que conecta o conceito formal à experiência dos sentidos. “A intuição física, sem a qual não haveria atividade criadora na pesquisa, é essencialmente uma atitude em relação à experiência (mas uma experiência já iluminada pela razão), e constitui uma compreensão profunda desta.” (PATY, 1993: 458)⁴⁴.

A princípio, Einstein considera que uma teoria científica composta de um sistema de conceitos é desprovida de qualquer caráter intuitivo. Mas esses conceitos se prestam a colocar em relação uma multiplicidade de experiências sensíveis, *reais ou imaginárias*. O papel da intuição é o de alcançar um grande número de experiências sensíveis codificadas no arranjo esquemático fornecido pela teoria.

A teoria da Relatividade nos remete a um plano que ultrapassa o alcance da nossa percepção, mas a intuição einsteiniana é exercitada através das experiências mentais que fazem a conexão entre o esquema conceitual incompreensível e o mundo perceptível.

“Com Newton, tínhamos, para além da representação matemática, uma representação sensível das coisas: é sempre possível constatar que o movimento é o estado natural dos objetos quando os atritos são reduzidos ao mínimo. Com Einstein, a representação sensível não é mais possível e precisamos nos contentar com a representação matemática.” (CORET, 1997: 196)⁴⁵.

Para Einstein, no entanto, a representação pode tornar-se “sensível” na relação intuitiva com os conceitos. Coret afirma que a necessidade que Einstein tem em

⁴³ Minha tradução.

⁴⁴ Idem.

⁴⁵ Idem.

tornar clara a teoria da Relatividade está relacionada com suas convicções deterministas, ou seja, apenas o que é compreensível garantiria a validade da relação entre causa e efeito matematicamente previsível. No entanto, antes disso, Einstein parece atribuir à intuição física os papéis de geradora de uma teoria e de tradutora (para uma linguagem intelectualmente apreensível) daquilo que é inatingível aos sentidos.

Em seu texto de 1918, sobre “*os princípios da pesquisa*”, Einstein deu uma sugestiva definição à intuição: “Não há caminho lógico que leve [às leis elementares e mais gerais], exceto o da intuição, apoiada sobre a penetração profunda na experiência.” (EINSTEIN, 1954: 219)⁴⁶. Para ele, a intuição é, num primeiro momento, uma operação intelectual pela qual a inteligência se esforça para penetrar em profundidade na experiência física e dela impregnar-se. Como diz Michel Paty, “Einstein fala de ‘simpatia’ pela experiência e compreendemos que se trata de uma espécie de empatia.” (PATY, 1997: 458)⁴⁷. Num segundo momento, cabe também à intuição encontrar os caminhos que permitem a codificação da experiência física em proposições gerais que expressem seu sentido profundo para, em seguida, fazer o conceito descer de suas alturas e dar-se a ver a uma consciência que o apreende.

A intuição não é um dado sensorial imediato, mas algo que procede por etapas nos vãos das relações lógicas; não é uma operação descritível analiticamente, mas uma verdadeira “experiência vivida” do pensamento, psicológica e subjetiva que está apoiada em elementos intelectuais. O surgimento de uma nova idéia, por exemplo, não se dá de uma maneira lógica e consciente, mas é possível retrazar os rastros do processo que a fizeram surgir no centro do trabalho inconsciente da razão: isto revela a natureza racional da intuição.

Uma vez indescritível com uma lógica formal, a intuição demanda sua aprendizagem pelo hábito e foi assim resumida por Einstein: “A intuição não é outra coisa que o resultado das experiências intelectuais acumuladas anteriormente”⁴⁸. A

⁴⁶ Idem.

⁴⁷ Idem.

⁴⁸ Carta a H. L. Gordon datada de 03 de maio de 1949 (citada em STACHEL, 1982). Minha tradução.

criação da teoria da Relatividade remeteu a memória de Einstein às suas próprias experiências, como a do pensamento que lhe ocorreu quando tinha dezesseis anos e à qual nos referimos há pouco: um observador viajando na mesma velocidade de um raio de luz teria diante de si um campo eletromagnético em repouso, o que contraria as leis do eletromagnetismo. Esta “intuição” - que o levou ao princípio da equivalência - foi o fio condutor de suas experiências mentais. Ao referir-se a este episódio, Einstein revela seu caminho ao formalismo teórico da Relatividade Restrita:

“Como, então, podemos encontrar um princípio universal? Após dez anos de reflexão, o princípio resultou de um paradoxo com o qual eu já havia me deparado aos dezesseis anos: se eu perseguir um raio de luz com velocidade c (velocidade da luz no vácuo), eu poderia observar tal feixe de luz como um campo eletromagnético oscilatório espacialmente em repouso. No entanto, tal coisa parece não existir, seja nas bases da experiência ou de acordo com as equações de Maxwell. Desde o início, pareceu-me *intuitivamente claro* que, considerado o ponto de vista deste observador, tudo deveria ocorrer de acordo com as mesmas leis para um observador que, relativamente à terra, estivesse em repouso.” (EINSTEIN, in SCHILPP, 1951: 204)⁴⁹.

A intuição de Einstein o levou ao universo finito e ilimitado. Com a Relatividade Geral, a realidade inimaginável da curvatura do espaço-tempo quadridimensional é acessível ao senso comum através de novas experiências mentais, como as que Einstein propõe em seu livro de popularização da teoria. A construção da teoria da Relatividade começa no ato intuitivo e, depois de formalizada, retorna a uma consciência capaz de intuir (no sentido de Einstein) um universo finito e não limitado.

A aventura do espírito em Einstein é intuitiva, mas intuitiva segundo o significado que ele atribui ao termo, ou seja, mergulhada no raciocínio. O que Einstein chama de intuição é o uso da inteligência num elevado grau de refinamento que racionaliza uma atividade mental inconsciente e alinhava experiências anteriormente acumuladas. Em suma, podemos dizer que a intuição em Einstein é

⁴⁹ Meu grifo e minha tradução.

muito próxima da inteligência e é, portanto, pela via inteligente que o espírito se arvora na multiplicidade do tempo relativístico e na curvatura do universo finito-ilimitado. É a inteligência que dá ao espírito o mesmo caráter do universo que ele cria.

Tomando-se o significado bergsoniano do termo, a intuição de Einstein praticamente coincide com a inteligência. Para Bergson, a intuição (sobre a qual nos debruçaremos mais adiante) tem um papel na consciência bastante diferente do atribuído por Einstein: “Chamamos aqui de intuição a simpatia pela qual nos transportamos ao interior de um objeto para coincidir com aquilo que ele tem de único e, portanto, inexpressável.” (BERGSON, 1999a: 181)⁵⁰.

Bergson utiliza a palavra “simpatia” para designar aquilo que permite passar ao interior da realidade e captá-la de dentro, enquanto Einstein a emprega como parte do processo criativo de um raciocínio lógico-formal: “O que há de essencialmente original na matéria é a criação de um método de pensar para chegar a um sistema logicamente coerente.” (EINSTEIN, in MOSZKOWSKI, 1972: 96). Para Bergson, especialmente no primeiro capítulo de *Matéria e Memória*, o espírito “simpatiza” com a matéria ao captá-la, não como massa ou coisa, mas como puro movimento indivisível. Podemos dizer, sob certo ponto de vista, que, tratando-se de simpatia ou intuição, a tríade *tempo cronológico - matéria - razão* está para Einstein, assim como *duração - memória - espírito* está para Bergson.

O universo ilimitado de Einstein é o captado pelo espírito porque a inteligência é parte da atividade do espírito. No entanto, Einstein parece considerar a atividade inteligente suprema e a intuição uma espécie de artifício. Para transpor a barreira que impede que o senso comum compreenda a Relatividade, ele propõe experiências mentais que abrirão caminho a uma intuição do universo finito-ilimitado, mas essa intuição é essencialmente racional.

O campo que se abre pela via da intuição bergsoniana é complementar ao de Einstein e o filósofo francês parece ter percebido esta complementaridade. O espírito

⁵⁰ Minha tradução.

não encontra limites ao simpatizar-se com qualquer contração da duração bergsoniana ou com qualquer dilatação relativística do tempo de Einstein, mas preserva seu caráter finito seja na unidade do tempo em Bergson ou no espaço-tempo quadridimensional einsteiniano. Pela via inteligente, Einstein levou o espírito humano além dos limites da percepção: a multiplicidade do tempo na relatividade é um exemplo desta transposição. Mas Bergson chega à multiplicidade dentro da duração, o que complementa a aventura do espírito finito e sem limites neste universo.

É hora de recorrermos a Bergson.

CAPÍTULO IV

Einstein, Bergson e a Questão do Tempo

1 - Einstein em Paris

O filósofo francês Henri Bergson acompanhava com bastante atenção a efervescência científica de sua época. Ele percebeu o salto que a ciência esboçava no que diz respeito ao nível de complexidade: comentando⁵¹ a então recente obra de Haldene, *The philosophy of humanism*⁵², ele escreveu: “parece-me que este livro é um prolongamento importante de *The reign of relativity*⁵³. Os problemas são bem colocados e aprofundados: o mais importante de todos parece-me ser o da relação do concreto com o abstrato e, conseqüentemente, da realidade com a ciência.” (BERGSON, 2002a: 976).

Bergson teve acesso ao anteriormente referido livro de divulgação científica da Relatividade que Einstein escreveu. A leitura motivou-o a escrever *Durée et Simultanéité*: publicado em 1922, este polêmico livro do filósofo não contesta o valor da teoria da Relatividade para a ciência; mas Bergson percebe a necessidade de repensar o significado do tempo na filosofia. Podemos brevemente dizer que a principal objeção que Bergson faz à teoria de Einstein em *Durée et Simultanéité* é a da ausência de um significado do tempo na Relatividade. Apesar de utilizar alguns argumentos confusos, Bergson percebe que, na nova teoria, o tempo é (como antes dela, mas agora de maneira radical) confundido com o espaço. A Relatividade, ao invés de dar ao tempo um significado, nos remete a um plano que escapa dos dados imediatos dos nossos sentidos. Para Bergson, a *duração* é captada pela intuição, mas intuição aqui tem, como veremos, um sentido diferente daquele que Einstein a ela atribui.

Em meados de 1922, Einstein e Bergson encontram-se em Paris onde realizam um rápido e fundamental debate que será o pano de fundo deste capítulo e servirá de fio condutor para esclarecermos os encontros e os mal-entendidos entre o físico e o filósofo.

⁵¹ Carta a Richard B. Haldene datada de 30 de junho de 1922.

⁵² HALDENE, Richard B. (1922) *The philosophy of humanism and others subjects*. Londres, Murray.

⁵³ HALDENE, Richard B. (1921) *The reign of relativity*. Londres, Murray.

O físico francês Paul Langevin, amigo de Einstein desde 1910, foi o principal divulgador da teoria da Relatividade entre os cientistas franceses. Em 1914, Langevin convidou Einstein pela primeira vez para uma visita a Paris, mas um imprevisto impediu que este projeto se realizasse: a primeira guerra mundial fora declarada. “Em fevereiro de 1922, quando os ânimos ainda não estavam apaziguados, Langevin, corajosamente, voltou à carga: o avanço da física exigia o choque de idéias que seria provocado pela visita de Einstein.” (BIEZUNSKY, 1991: 11). No dia 18 daquele mês ele escreveu a Einstein:

“Meu caro amigo,

Em sua última reunião, a assembléia dos professores do *Collège de France* decidiu, sobre minha proposição, convidá-lo para a série de conferências *Michonis* que vem fazer em Paris, a cada ano, um cientista estrangeiro. [...] O interesse científico pede que as relações sejam restabelecidas entre os cientistas de língua alemã e nós. Nisto, você pode ajudar mais do que ninguém: você presta um enorme serviço a seus colegas da Alemanha e da França e, acima de tudo, ao nosso ideal comum ao aceitar. Aqui, você encontrará a melhor acolhida; aqui, sua obra e sua pessoa são igualmente simpáticas. Você encontrará também uma platéia de estudantes preparada a segui-lo, além do grande público desejoso de conhecê-lo. Há vários anos que meu ensino no *Collège de France* trata exclusivamente da teoria da relatividade.” (in EINSTEIN, 1989a: 165)

A princípio, Einstein recusou o convite. Com o objetivo de arrecadar fundos para a Universidade Hebraica, ele havia feito no ano anterior uma viagem aos Estados Unidos na qual fora surpreendido pelo excessivo número de jornalistas que fizeram a cobertura do evento. As múltiplas obrigações sociais e políticas que sua celebridade impunha eram outro incômodo que ele queria evitar. Einstein respondeu a Langevin recusando o convite:

“Quando recebi sua carta convite, experimentei uma grande e pura alegria; mas hoje, passado uma semana, seguro a caneta com hesitação e tristeza. Pois, para mim, é impossível aceitar o convite, apesar de todo o prazer que teria.” (EINSTEIN, 1989a: 166)

Walter Ratheneau, ministro da República de Weimar e amigo de Einstein, o fez mudar de idéia, convencendo-o de que seria a ocasião de restabelecer as relações intelectuais franco-alemãs interrompidas durante a primeira guerra. Tendo concordado com os argumentos de Ratheneau, Einstein enviou nova carta a Langevin, datada de 6 de março de 1922 ⁵⁴:

“Caro amigo,

Novas reflexões e um encontro que tive por acaso com Ratheneau levaram-me à convicção de que eu deveria aceitar seu convite, apesar de todas as dúvidas expressas em minha carta.

Quando temos a preocupação de reparar pouco a pouco o mal causado pela guerra, não podemos ceder às considerações mesquinhas - e você e seus colegas não se deixaram levar.

Eu me declaro, portanto, pronto a ir, se você ainda não escolheu alguém. [...] Terei certamente dificuldades com a língua [francesa], mas prefiro improvisar a ler algo já escrito anteriormente. As fórmulas ajudam bastante e um dos amáveis colegas ajudará a retirar de minha garganta as palavras que me faltarem. Todavia, será talvez mais agradável e mais frutífero que façamos à maneira de um colóquio sobre a Relatividade, no curso do qual eu apenas responderei a questões.” (EINSTEIN, 1989a: 167).

Langevin preocupou-se com a discricção do evento pedindo ao governo que aconselhasse os órgãos de imprensa a evitarem notícias sobre a visita de Einstein. Mas, em nome da liberdade de informação, os jornais ignoraram o pedido e divulgaram amplamente a vinda a Paris do “sábio mais célebre do mundo”. Desculpando-se, Langevin escreve:

“Apesar do nosso desejo, foi impossível evitar que uma indiscrição chegasse à imprensa e sua visita foi anunciada pelos jornais. Os comentários são unicamente simpáticos...” (EINSTEIN, 1989a: 169).

⁵⁴ Ratheneau foi assassinado três anos depois, tendo sido uma das primeiras vítimas dos sobressaltos da extrema direita alemã.

Embora a maioria dos jornais destacasse o caráter pacifista e democrático da visita, polêmicas acaloradas também se revelaram estampadas nos cotidianos parisienses.⁵⁵ Einstein ainda escreve uma carta a Langevin antes de sua ida a Paris na qual mostra-se preocupado com o alarde da imprensa, mas anuncia a previsão de sua chegada para a noite de 28 de março:

“Eu não desejo nada mais ardentemente que a maior tranqüilidade e o maior recolhimento que se possa esperar nas circunstâncias difíceis que conhecemos atualmente. Além das quatro conferências no *Collège de France* e da noite-debate na *Société de Philosophie*, eu não quero comparecer a nenhuma outra reunião pública. [...] Em segundo lugar, peço não aceitar por mim nenhum convite particular...” (EINSTEIN, 1989a: 177).

Einstein chega a Paris na data anunciada de uma maneira rocambolesca: Langevin e Charles Nordman foram se encontrar com Einstein, já quase à meia-noite, em Jéumont - cidade francesa situada na fronteira com a Bélgica - a fim de facilitar sua chegada à capital⁵⁶.

Paul Langevin fez uma conferência sobre a Relatividade no dia 30 de março na qual foi calorosamente aplaudido. Ele falou sobre o *paradoxo dos gêmeos idênticos*, o qual já havia proposto desde 1911: dois irmãos gêmeos são separados de modo que um deles parte numa viagem em uma cápsula que trafega com velocidade próxima à da luz. O outro permanece na Terra, seu sistema inercial de referência. Como o tempo do gêmeo que viaja é dilatado em relação ao do que permanece imóvel, quando ele voltar terá envelhecido menos que seu irmão. Bergson, em *Durée et Simultanéité* tentará dissolver este “paradoxo” argumentando que ele só tem valor na linguagem simbólica da matemática. No entanto, Bergson comete alguns erros que, a princípio, comprometeram seus argumentos.

⁵⁵ Sobre a cobertura jornalística da visita de Einstein a Paris, ver BIEZUNSKI, Michel, 1991: *Einstein à Paris*.

⁵⁶ A mesma estratégia foi usada por Hitler na segunda Guerra Mundial para invadir Paris, surpreendendo os franceses que defendiam a fronteira com a Alemanha.

A grande conferência ocorreu no dia seguinte, 31 de março, às 17 horas, na sala 8 do *Collège de France*, cuja capacidade de 350 lugares estava largamente ultrapassada.

“Einstein começou por mencionar o papel instrumental da matemática em relação à física. Após ter distinguido a relatividade restrita da relatividade geral, ele abordou cinco pontos: o primeiro tratava dos dois principais fundamentos que governam toda a física, a invariância da velocidade da luz para todos os observadores - consequência das equações de Maxwell e do princípio da relatividade (a saber, a equivalência entre sistemas em movimento retilíneo uniforme). O segundo ponto era sobre a impossibilidade de distinguir a massa inerte da massa ‘pesante’ (equivalência massa-energia). O terceiro ponto concernia o espaço e o tempo: *é a matéria que dá o conhecimento do espaço; é o processo de medida do tempo que dá o conhecimento do tempo*. O quarto ponto era uma consequência do precedente: não podemos precisar a simultaneidade de dois eventos que se produzem em lugares diferentes sem recorrer às fórmulas de Lorentz: Por fim, Einstein abordou o problema cosmológico.” (BIEZUNSKY, 1991: 19)⁵⁷.

As três reuniões entre especialistas ocorreram no *Collège de France* nos dias 3, 5 e 6 de abril: os cientistas franceses puderam fazer objeções à Relatividade e obter informações complementares. Estas audiências tinham um público mais restrito e seletivo, estando presentes, no dia 6, Henri Bergson e Marie Curie. Logo adiante veremos o teor do debate entre Einstein e Bergson no dia 6.

2 – Inteligência e intuição segundo Bergson

O filósofo francês Jean Guitton - que conheceu Bergson pessoalmente na condição de seu discípulo - perguntou certa vez a seu mestre: *“pourriez vous résumer dans quelques mots l'essentiel de votre pensée?”* Guitton conta que Bergson ficou alguns instantes em silêncio e em seguida respondeu-lhe: *“Je dirais: le tout existe*

⁵⁷ Meu grifo

avant les parties".⁵⁸ Podemos encontrar esta idéia central do pensamento bergsoniano já em seu primeiro trabalho: "a duração pura é a forma que a sucessão dos nossos estados de consciência adquire quando o nosso eu deixa de viver, quando não se estabelece uma separação entre o estado presente e os anteriores. [...] Pode, portanto, conceber-se a sucessão sem a distinção, como penetração mútua, uma polaridade, uma organização íntima de elementos, em que cada um, representativo de todos, dele não se distingue nem se isola a não ser por um pensamento capaz de abstração." (BERGSON, 1988: 72-73)

"O universo dura", diz Bergson, e "quanto mais aprofundarmos a natureza do tempo, melhor compreenderemos que duração significa invenção, criação de formas elaboração contínua do absolutamente novo." (BERGSON, 2001: 21). A duração distende-se na matéria e contrai-se na vida que cria constantemente maneiras de vencer as resistências que a matéria lhe impõe:

"O *élan vital* de que falamos consiste, em suma, numa exigência da criação. Não pode criar absolutamente porque encontra diante de si a matéria, ou seja, o movimento inverso ao seu.[...] Toda a vida, animal e vegetal, naquilo que tem de essencial, aparece como um esforço para acumular energia e para deixá-la fluir nos canais flexíveis, deformáveis, na extremidade dos quais realizará trabalhos infinitamente variados. Eis o que o *élan vital*, atravessando a matéria, pretendia obter de uma só vez. Poderia consegui-lo, sem dúvida, se seu poder fosse ilimitado ou se pudesse receber algum auxílio exterior. Mas o *élan* é finito, e foi dado de uma vez por todas. Ele não pode ultrapassar todos os obstáculos. O movimento que suscita é ora desviado, ora dividido, sempre contrariado, e a evolução do mundo organizado não é senão o desenrolar desta luta". (BERGSON, 2001: 228).

Graças à sua capacidade inventiva, a vida dividiu-se em vegetal (especializada em captar energia) e animal (responsável pela locomoção e pelo espalhamento da vida):

⁵⁸ Ver o relato de Guitton em LILENSTEIN, 1978. "O senhor poderia resumir em algumas palavras o essencial de vosso pensamento?" ... "Eu diria que o todo existe antes das partes".

“A primeira grande cisão que se deve ter efetuado foi a dos dois reinos, vegetal e animal, que são mutuamente complementares, porém sem que se tenha estabelecido um acordo entre eles. Não é para o animal que a planta acumula energia, é para o seu próprio consumo; mas a sua despesa é menos descontínua, menos condensada e menos eficaz, por conseqüência, da que teria exigido o *élan inicial* da vida, orientado essencialmente para os atos livres: o organismo não poderia agüentar com igual força as duas funções ao mesmo tempo, acumular gradualmente e utilizar bruscamente. É por isso que, por si mesmos, sem qualquer intervenção externa [...] uns organismos tomaram a primeira direção, e outros a segunda. A esta cisão sucederam-se muitas outras.” (BERGSON, 2001: 228).

Além da divisão da vida em animal e vegetal, outra bifurcação ocorreu no reino animal: a inteligência desenvolveu-se nos vertebrados com o aprimoramento do sistema nervoso e do cérebro, mas entre os invertebrados foi o instinto que teve um desenvolvimento maior. A inteligência atingiu o maior grau de seu desenvolvimento no homem e tornou-se a principal faculdade para a ação sobre a matéria; nos invertebrados, evoluiu o instinto e, dentre eles, Bergson considera que as abelhas atingiram o grau mais elevado desta evolução. Enquanto o homem planeja suas ações inteligentemente, as abelhas organizam-se guiadas pelo instinto.

Como seres inteligentes, aquilo que percebemos da realidade à nossa volta e o recorte que dela fazemos está impregnado de nosso interesse numa ação. Pois a inteligência tem por função preparar esta ação e analisar as relações que permitem remover as dificuldades que a matéria impõe à vida. A inteligência se destina a *calcular*; enquanto a inteligência lida com relações entre coisas, o instinto, como diz Bergson⁵⁹, é o conhecimento inato de uma coisa.

Apesar da cisão, instinto e inteligência conservam um caráter indiviso, pois “quando a vida se divide em planta e animal, quando o animal se divide em instinto e inteligência, cada lado da divisão, cada ramificação, traz consigo o todo sob certo aspecto, como uma nebulosidade que acompanha cada ramo, que dá testemunho de sua

⁵⁹ Ver: BERGSON, 2001: 139.

natureza indivisa. Daí haver uma auréola de instinto na inteligência, uma nebulosa de inteligência no instinto, um quê de animado nas plantas, um quê de vegetativo nos animais.” (DELEUZE, 1999: 76).

A consciência do ser vivo é definida em Bergson como uma diferença aritmética entre a atividade potencial e a atividade real; é a diferença entre a representação e a ação na qual “a inteligência estará voltada para a consciência e o instinto para a inconsciência.” (BERGSON, 2001: 135). A inteligência anda ao redor da vida, observando de fora o maior número possível de perspectivas sobre ela, atraindo-a para si, em vez de entrar nela. Mas é ao interior da vida que nos conduzirá a intuição, ou seja, o instinto desinteressado, consciente de si próprio, “capaz de refletir sobre seu objeto e de alargá-lo indefinidamente.” (BERGSON, 2001: 162).

Intuição e inteligência representam duas direções opostas do trabalho consciente: a intuição caminha no mesmo sentido que a vida, enquanto a inteligência desloca-se na direção contrária, naturalmente regulada pelo movimento da matéria. Para Bergson, uma humanidade completa e perfeita seria aquela em que as duas formas de atividade consciente atingissem seu pleno desenvolvimento.

“ [...] de fato, na humanidade da qual fazemos parte, a intuição é quase inteiramente sacrificada à inteligência. Parece que, ao conquistar a matéria e ao reconquistar-se a si própria, a consciência teve que esgotar o melhor da sua força. Esta conquista, nas condições particulares em que se realizou, exigiu que a consciência se adaptasse aos hábitos da matéria e concentrasse neles toda sua atenção, enfim, que se determinasse mais especialmente em inteligência. No entanto, a intuição está presente, mas vaga e sobretudo descontínua. É uma lâmpada quase apagada, que se reaviva apenas de vez em quando, e apenas por alguns instantes. Mas reaviva-se, em suma, quando um interesse vital está em jogo. Sobre a nossa personalidade, sobre a nossa liberdade, sobre o lugar que ocupamos no todo da natureza, sobre a nossa origem e talvez mesmo sobre o nosso destino, ela projeta uma luz vacilante e fraca, mas que não deixa de iluminar a escuridão da noite em que nos deixa a inteligência.” (BERGSON, 2001: 240).

Bergson atribuía à intuição uma identidade espiritual e, num certo sentido, uma identificação com a própria vida, na qual a inteligência se destaca através de um processo imitador daquele que engendrou a matéria. Assim surgiria a unidade da vida mental e a filosofia nos introduz na vida espiritual mostrando a relação da vida do espírito com a vida do corpo. A unidade da vida mental só pode ser reconhecida quando nos instalamos na intuição para ir até a análise, pois da análise nunca se passa à intuição⁶⁰.

3 - O tempo inteligente

O murmúrio constante de nossa vida interior nos faz reconhecer nossa própria duração, da qual nos servimos para reconhecer outras durações. O ato intuitivo em Bergson é o movimento pelo qual saímos da nossa própria duração para afirmarmos a existência de outras durações, mais e menos contraídas que a nossa. Coincidir intuitivamente com o fluxo de um rio ou com o lento desgaste de uma rocha é captar o tempo que a inteligência só pode conceber enquanto uma medida.

A organização de quase toda a vida cotidiana acomoda-se no caráter absoluto e exterior do fluxo uniforme do tempo newtoniano, já que as velocidades com que lidamos no dia a dia são desprezíveis em relação à velocidade da luz. Imaginado pelo senso comum numa linha reta, este tempo pode ser dividido em tantos instantes quanto uma reta pode ser dividida em pontos. “Em se tratando do espaço, pode-se levar a divisão tão longe quanto se queira; com isso, não se altera em nada o que se divide. É que o espaço nos é exterior.” (BERGSON, 1999b: 242).

O tempo newtoniano absoluto, exterior e que flui por si só, pode ser representado no espaço sobre uma reta cujos pontos representam instantes(t) e os quais servem para medir um intervalo de tempo(Δt). Mas como preencher com pontos uma linha reta? Esta pergunta atormentou os matemáticos pelas suas implicações na formulação topológica do conjunto infinito. Georg Cantor apresentou a não

⁶⁰ Diz Bergson: “de l'intuition on peut passer à l'analyse mais non pas de l'analyse à l'intuition.” (BERGSON, 1999: 202).

enumerabilidade da reta como um problema insolúvel para a lógica padrão e esta questão atormentou-o durante toda sua vida: o conjunto de pontos situados, por exemplo, entre os números 1 e 2 da reta Real é infinito, apesar de limitado nos dois extremos e, no entanto, este infinito não é enumerável. Ainda que novas lógicas paraconsistentes tenham tratado de domesticar as incoerências das provocações do conceito de infinito, o problema da continuidade da reta é inquietante até os nossos dias. Em *O Livro de Areia*, o escritor argentino Jorge Luis Borges usou o bom humor para reproduzir a questão de Cantor: ele cria na imaginação do leitor um livro de tamanho finito que contém infinitas páginas e do qual jamais se pode tomar uma única página porque esta sempre se dividirá em várias outras.

Bergson percebe que os instantes são cortes artificiais no fluxo contínuo da duração e subvertem a natureza do jorro contínuo criador de formas. Com a Relatividade, tempo e espaço perderam a familiar representação da geometria euclidiana, mas a duração excluída da representação newtoniana do tempo continua ausente na teoria de Einstein.

A “espacialização” do tempo na Relatividade tornou-se complexa e inacessível à experiência imediata dos sentidos. Pouco presente na vida cotidiana, o tempo concebido por Einstein é desconsiderado pelo senso comum, que permanece atado à reta do tempo recortada em instantes ; tais como fotogramas estáticos de uma fita cinematográfica, estes instantes são imobilidades que dão ao senso comum a ilusão de um fluxo contínuo.

O mecanismo do conhecimento inteligente é análogo, segundo Bergson, ao funcionamento do cinematógrafo. Em *A Evolução Criadora*, ele escreveu:

“Suponhamos que queiramos reproduzir uma cena animada numa tela, o desfile de um regimento, por exemplo. [...] (Isto) consiste em tirar uma série de fotografias ao regimento que passa, e projetar instantâneos numa tela, de maneira que substituam muito rapidamente uns aos outros. É assim que funciona o cinematógrafo. Com fotografias que representam o regimento numa atitude imóvel, reconstitui a mobilidade do regimento que passa. É verdade que, se tivéssemos apenas fotografias, por mais que se olhasse para elas, nunca as veríamos animadas: com a imobilidade, mesmo

indefinidamente justaposta a si própria, nunca faremos movimento. Para que as imagens se animem, é preciso que haja movimento em algum lado. O movimento existe aqui, com efeito, no aparelho. É porque a fita cinematográfica se desenrola, fazendo com que, uma a uma, as diversas fotografias da cena se sucedam umas às outras, que cada ator desta cena readquire a sua mobilidade: integra todas as suas atitudes sucessivas no movimento invisível da fita cinematográfica. O procedimento consistiu, em suma, em extrair de todos os movimentos próprios a todas as figuras um movimento impessoal, abstrato e simples, *o movimento geral*, por assim dizer, em colocá-lo no aparelho, e em reconstituir a individualidade de cada movimento particular pela composição deste movimento anônimo com as atitudes pessoais. Este é o artifício do cinematógrafo. E este é também o do nosso conhecimento. Em vez de ligarmos-nos ao devir interior das coisas, colocamo-nos fora delas para recompor artificialmente o seu devir. Tiramos fotografias da realidade que passa, e, como elas são características desta realidade, basta-nos fazê-las desfilar ao longo de um devir abstrato, uniforme, invisível, situado no fundo do aparelho do conhecimento, para imitar o que há de característico neste mesmo devir. Percepção, intelecção e linguagem procedem geralmente assim. Que se trate de pensar o devir, ou de exprimi-lo, ou mesmo de percebê-lo, não fazemos mais do que acionar uma espécie de cinematógrafo interior. Podemos resumir tudo isso dizendo que o mecanismo do nosso conhecimento usual é de natureza cinematográfica.” (BERGSON, 2001: 271).

O cinematógrafo reconstitui o movimento do desfile do regimento projetando vinte e quatro fotografias imóveis a cada segundo, frequência que não permite à retina humana fixar uma imagem e, assim, ilude a nossa percepção com o movimento da imagem. Se o cinematógrafo projetasse, por exemplo, uma imagem por segundo, nós perceberíamos uma série de fotografias individuais, cada qual muito parecida com a anterior e com a seguinte. O movimento que a imagem projetada parece ter está, de fato, no aparelho, no deslocamento da fita diante do feixe luminoso.

Como no cinematógrafo, o tempo imaginado numa linha reta composta de *pontos-instantes* tem seu fluxo reconstituído artificialmente pela nossa inteligência. Os instantes são imobilizações do tempo cujo fluxo é reconstituído por nossa imaginação.

O fluir do tempo é uma ilusão necessária à segmentação da duração, assim como é necessário que o motor do aparelho faça passar os fotogramas pelos raios de luz. Quando olhamos os algarismos num relógio sem ponteiros, quero dizer, um relógio digital, notamos que o tempo não *passa*, apenas *muda* em saltos repentinos; se estes saltos ocorrerem a cada minuto (como é comum nos relógios instalados em vias públicas) teremos que admitir uma continuidade do fluxo exterior entre um dígito e o seu seguinte, concessão semelhante à que faríamos se víssemos um fotograma do desfile projetado por segundo; mas se o mostrador digital tem uma precisão de centésimos de segundo, estes saltos repentinos ocorrerão a uma razão superior a vinte e quatro por segundo e o fluxo decomposto do tempo readquire seu movimento graças a um limite da nossa percepção.

Os instantes são recortes que, por menor que seja o intervalo entre eles, retiram a essência da duração, o fluxo contínuo. Em outras palavras, “no que diz respeito ao tempo, a ciência conta os instantes, marca as simultaneidades, mas segue sem apreciar o que se passa durante os intervalos.” (BERGSON, 1998: 57).

É este tempo, recortado em pedacinhos, tão menores quanto se queira, que baliza nossa vida cotidiana, que serve de parâmetro para o senso comum permitindo o acordo entre relógios distantes e cujo fluxo está no movimento da Terra ao redor de si e ao redor do sol; dividindo destes movimentos no espaço criamos inteligentemente instantes entre os quais medimos o tempo, com os quais calculamos futuras posições de móveis, através dos quais temos sensação de que vivemos. A princípio, a teoria da Relatividade parece ameaçar este precioso tempo, pois, se os eventos simultâneos são colocados em questão, como sincronizar horários de trens, investir capital no mercado futuro, planejar uma viagem ou contar os anos que já vivemos?

Cotidianamente, com as baixas velocidades dos fenômenos que nos interessam, não nos damos conta da multiplicidade de medidas do tempo que a Relatividade anuncia e “usamos” o tempo único newtoniano de corrimão para nossas ações. Ao deparar-se com as implicações da idéia de Einstein na concepção de tempo, o senso comum perde o corrimão que o guia e parte em seu resgate reagindo contra a teoria. Assim, permanecemos atados ao tempo representado numa linha reta sem transcender

para a multiplicidade relativística, embora nem um nem outra escapem do domínio da medida do tempo tomado pelo espaço.

O tempo homogêneo é uma ficção, um ídolo da linguagem criado pela inteligência; o tempo múltiplo da Relatividade é uma ficção sofisticada: “Devemos a esta teoria a primeira idéia de um meio a quatro dimensões englobando o tempo e o espaço. [...] uma quarta dimensão do espaço é sugerida por toda espacialização do tempo: ela tem sido, portanto, sempre implicada por nossa ciência e por nossa linguagem.” (BERGSON, 1998: 149).

Como ficará mais claro ao longo deste capítulo, nem o tempo homogêneo, nem o tempo relativo contemplam o tempo captado pela intuição, mas Bergson viu que o tempo de Einstein expressava em linguagem inteligente a multiplicidade de durações que a intuição pode captar.

4 - O encontro de Einstein com Bergson

Em *A Geometria e a Experiência*, Einstein recorre a experimentos mentais para conduzir o leitor à apreensão intuitiva⁶¹ da cosmologia relativística.

“Poderíamos representar de maneira intuitiva um universo a três dimensões, finito e, no entanto, ilimitado? [...] Antes uma observação de natureza epistemológica: uma teoria física e geométrica é, a princípio, necessariamente desprovida do caráter intuitivo, sendo apenas um sistema de conceitos. Mas estes conceitos servem para estabelecer uma conexão lógica entre a multiplicidade de fenômenos sensíveis reais ou imaginados. Tornar uma teoria *intuitiva* significa, portanto, que é preciso representar esta plenitude de fenômenos no qual o grupamento esquemático é realizado pela teoria”. (EINSTEIN, 1921b: 13).

Einstein, como vimos anteriormente, associa a intuição à apreensão inteligível de um sistema de conceitos que escapam aos dados imediatos dos sentidos. Trata-se, portanto, de uma intuição intelectualizada, pois ele acreditava que a Relatividade seria

⁶¹ No sentido de Einstein.

acessível a qualquer pessoa graças às experiências mentais capazes de conduzir à *compreensão do incompreensível*. Para Einstein, este “acesso” à teoria é o próprio ato intuitivo.

A proposta de Bergson era inclusiva: não se tratava de combater a Relatividade, mas de torná-la parte de uma humanidade completa, na qual a intuição (que capta a duração) e a inteligência (capaz de criar artifícios para medir o tempo) se interpenetrariam. O que ele parece reprovar na teoria de Einstein é a pretensa vocação de expressar, apenas pela via inteligente, o significado filosófico do tempo.

Poucos meses antes do encontro com Einstein, Bergson publicou *Durée et Simultanéité*, obra conhecida como uma crítica discordante da Relatividade. Mas, por um lado, a fama é injusta, pois o foco da crítica é a tomada da medida do tempo pelo próprio tempo, e não a validade da teoria; por outro lado, “Bergson desejava encontrar o solo comum que compatibilizaria a noção de duração com a visão einsteiniana do tempo, mas ele apresentou este encontro de maneira confusa.” (PEARSON, 2002: 55).

Durée et Simultanéité é a resposta, ou melhor, é a *reação* de Bergson ao ler a obra de Einstein de popularização da Relatividade. Pierre e Paul são os personagens de Einstein na versão popular da teoria, e representam os gêmeos idênticos do conhecido *paradoxo de Langevin*: Pierre permanece na Terra enquanto Paul tem seu tempo dilatado por viajar numa nave espacial com velocidade considerável em relação à da luz. Bergson argumenta em seu livro que só há um *tempo real* e que o tempo dilatado do viajante de Langevin é um tempo “fantasmagórico”, sugerindo um monismo do tempo do qual falaremos um pouco adiante:

“Se a velocidade da nave espacial é aquela que supusemos, Pierre só pode expressar esta persistência de relações atribuindo a Paul um tempo cem vezes mais lento que o seu, como vimos após as equações de Lorentz. [...] Mas este é um tempo atribuído, este não é um tempo vivido. O tempo vivido por Paul será o tempo de Paul referente e não mais referido: este será exatamente o tempo em que se encontrará Pierre.” (BERGSON, 1998: 79).

Para o filósofo francês, o problema não está na validade científica da relatividade, ou seja, que duas medidas de um mesmo intervalo de tempo sejam

diferentes. O que o aflige é a identificação entre o tempo e a sua medida (ou às suas medidas). Por isso ele vai dizer que há um só tempo vivido, uma única duração, ainda que esta, como veremos, possa apresentar múltiplas contrações.

No que diz respeito ao tempo, Einstein elege a inteligência para “relativizar” a simultaneidade; como esta reformulação remete o espaço-tempo a um plano inacessível aos dados imediatos da nossa consciência, ele chamará de intuição a nossa possibilidade de aceitar, através de experimentos mentais, o esquema analítico que traduz a realidade supra-sensível. Visto do ponto de vista bergsoniano, Einstein radicaliza no uso da inteligência e não penetra no domínio da intuição. Bergson parte do ato intuitivo para instalar-se de início na duração, dispensando os símbolos, pois “a duração é o próprio estado da realidade.” (BERGSON, 2001: 243).

Mesmo caminhando em sentidos opostos, um pela inteligência e outro pela intuição, os caminhos de Einstein e Bergson tendem, de certo ponto de vista, a se encontrarem. A multiplicidade de tempos prevista na Relatividade tem ressonância com as diferentes contrações da duração que podem ser captadas pela intuição.

Bergson percebeu a ousadia da Relatividade, a sua força de mostrar o giro falso do tempo newtoniano e o quanto isso chocaria o senso comum. Ele viu na teoria de Einstein a possível via de acesso à multiplicidade do tempo único e desejou construí-la, incorporando a nova teoria científica no corpo da filosofia e revelando na Relatividade uma auréola metafísica. Ele viu, na aparição da Relatividade, o tempo concebido pela inteligência se aproximar do tempo captado no ato intuitivo.

O debate entre Einstein e Bergson na França de 1922 foi o início deste encontro entre a física e a metafísica, o início de um diálogo que, no decorrer do século XX, se perdeu na poeira do avanço tecnológico, mas que permaneceu latente até os nossos dias nas reações do senso comum diante da Relatividade.

Os dias de Einstein em Paris geraram longos debates através da imprensa⁶² local: as publicações oscilavam entre reações contrárias à incompreensível teoria do

⁶² Ver BIEZUNSKI, Michel, 1991 *Einstein à Paris*.

cientista estrangeiro e manifestações apaixonadas pelo teor revolucionário de suas idéias. As discussões mais acaloradas giravam em torno da questão do tempo.

“As concepções do espaço e do tempo vão atingir o grande público através do jornalismo de maneira violenta, como um choque terrível: a física nos diz que o espaço e o tempo não são o que acreditamos. Trata-se, no entanto, de um terrível mal-entendido porque, de fato, há três séculos a ciência age assim, e o que o público sente como o choque de Einstein é na realidade o choque galileano que se manifesta três séculos mais tarde.” (LÉVY-LEBLOND, 1981: 169.)

Leblond nos lembra de que a física modifica nossas concepções de tempo e de espaço desde os primeiros passos da ciência moderna. A revolução copernicana, por exemplo, já mostrou um desacordo entre a percepção do senso comum e a ciência. No entanto, é preciso cautela quanto à simplicidade com que Leblond desloca as manifestações reativas do senso comum do período galileano para a época de Einstein.. Embora a verdade científica seja flexível, o impacto da Relatividade sobre o senso comum é especial: foi ele que despertou de seu estado dormente o choque galileano e, pela primeira vez, a ciência remeteu a realidade física para um plano inacessível aos sentidos, a um espaço-tempo quadridimensional inimaginável. A revolução copernicana nos convenceu de que, apesar de vermos todos os dias o Sol girar ao redor da Terra, ocorre o contrário num período anual e a descoberta do elétron nos confirmou a existência de algo que não podemos ver; no entanto, tanto a inversão copernicana quanto as partículas subatômicas podem ser imaginadas e representadas esquematicamente. O mesmo não ocorre com as propostas quadridimensionais de Minkowsky, para quem “dos conceitos de tempo e espaço restarão apenas sombras.” (MINKOWSKY; 1989: 93). Na teoria de Einstein, tempo e espaço são remetidos às formulações puramente matemáticas. Não é por acaso ou por um simples mal-entendido que o senso comum manifesta suas reações a Einstein e não a Galileu, pois a Relatividade colocou a distância que separa a ciência dos dados dos nossos sentidos numa escala muito maior.

As questões que Bergson levantou no encontro do dia 6 de abril de 1922 foram consideradas apenas como mais uma reação contrária à Relatividade por parte daqueles

que não puderam compreendê-la. Um olhar mais atento revela que Bergson, apesar dos erros⁶³ que cometeu em *Durée et Simultanéité*, além de compreender o alcance das idéias de Einstein, percebeu as inquietações filosóficas a elas subjacentes e apontou questões que atormentariam o cientista futuramente, como a crítica ao determinismo, tão caro a Einstein: “O futuro só pode ser discutido em termos de probabilidades e esta hesitação só termina quando este futuro torna-se presente. Bergson desafiou o determinismo clássico de uma maneira muito próxima da que o fariam Heisenberg e Bohr alguns anos mais tarde.” (FRIEDMAN e DONLEY, 1990: 124). Também De Broglie, que espontaneamente reconheceu sua dívida com Bergson, foi particularmente marcado pela leitura de *Essay sur les données immédiates de la conscience*, onde Bergson defende que o efeito não será dado pela causa, mas residirá em estado de possibilidades:

“O que faz da esperança um prazer tão intenso é que o futuro está à nossa disposição, nos surge ao mesmo tempo sob uma imensidão de formas, igualmente risonhas, igualmente possíveis. Ainda que a mais desejada se realize, é preciso sacrificar todas as outras, e teremos perdido muito. A idéia do futuro preenche uma infinidade de possíveis, sendo, pois, mais fecunda que o próprio futuro, e é por isso que há mais encanto na esperança do que na posse, no sonho do que na realidade.” (BERGSON, 1988: 16).

A força com que a Relatividade chega à comunidade científica e ao senso comum foi tal que a fez transbordar os domínios da física. O tempo repensado por Einstein derrama-se sobre a filosofia e reforça a tendência anteriormente anunciada por Kant de supremacia da ciência sobre a especulação filosófica, tendência que se acelera durante o século XX na medida em que a primeira avança aliada à tecnologia e ao capital.

⁶³ Por exemplo, Bergson considerou que a percepção dos sinais luminosos seria simultânea para o observador em repouso na plataforma e também para o observador fixo no trem em movimento: “*Une philosophie qui se place au point de vue de la voie et au point de vue du train, qui note alors comme simultanéité dans le train ce qu'elle note comme simultanéité sur la voie, n'est plus mi-partie dans la réalité perçue et mi-partie dans une construction scientifique; elle est tout entière dans le réel, et elle ne fait d'ailleurs que s'approprier complètement l'idée d'Einstein, qui est celle de la réciprocité du mouvement.*” (BERGSON, 1998: 103).

A aura mítica que envolve a figura de Einstein e que faz propagar com euforia suas idéias recalçou o incipiente debate de 1922. Apesar de já tê-lo citado no primeiro capítulo, reproduzirei aqui um pequeno trecho deste debate para que retomemos as direções em que caminham os pensamentos de Einstein e de Bergson .

Bergson : “ [...] O que eu quero estabelecer é simplesmente o seguinte: uma vez admitida a Relatividade como teoria física, nem tudo está terminado. Resta determinar o significado filosófico dos conceitos que ela introduz. Resta descobrir até que ponto ela renuncia à intuição e até que ponto ela permanece atada à intuição: resta fazer a parte do real e do convencional nos resultados aos quais ela chegou, ou, principalmente, nos intermediários que ela estabeleceu entre a posição e a solução do problema. Ao fazer este trabalho no concernente ao Tempo, perceberemos, creio, que a teoria da Relatividade nada tem de incompatível com o senso comum.” (BERGSON, 1972: 1342 - 1345).

Ao que *Einstein* respondeu: “A questão se coloca então assim: o tempo do filósofo é o mesmo tempo do físico? [...] Ora, o tempo físico pode ser derivado do tempo da consciência. Primitivamente os indivíduos têm a noção da simultaneidade de percepções; eles podem se entender entre eles e concordarem sobre qualquer coisa que percebem; esta seria uma primeira etapa em direção ao tempo objetivo. Mas existem eventos objetivos independentes dos indivíduos e, da simultaneidade das percepções, nós passamos às dos eventos propriamente ditos. E, de fato, aquela simultaneidade não conduziu a nenhuma contradição durante longo tempo devido à grande velocidade da luz. [...] Não há, portanto, um tempo dos filósofos; apenas existe um tempo psicológico diferente do tempo dos físicos.” (*in*: BERGSON, 1972: 1345).

Ao responder à intervenção de Bergson, Einstein foi perspicaz em não refutar diretamente os argumentos de Bergson; suas dificuldades com a língua francesa e a diferença de gerações⁶⁴ foram propícias ao seu comportamento refratário diante das inquietações bergsonianas. Mesmo assim, ele negou o tempo dos filósofos, atribuindo à física a capacidade de esgotar o significado do tempo e ao tempo psicológico apenas

⁶⁴ Einstein era 20 anos mais jovem em relação a Bergson e suas idéias afloram no momento em que Bergson já é um filósofo reconhecido.

uma forma primitiva deste significado. Em outras palavras, é a medida do tempo que, para Einstein, expressa seu significado e sua natureza.

Segundo Merleau-Ponty, a rejeição de Einstein às considerações de Bergson indica uma crise da razão:

“É apenas à ciência que se deve perguntar sobre o tempo e sobre todo o resto. A experiência do mundo percebido com suas evidências é apenas um balbucio diante da palavra clara da ciência. Seja. Mas esta recusa nos remete diante da crise da razão. O cientista consente apenas reconhecer a razão da física, é a ela que ele se refere desde o tempo da ciência clássica. [...] Ao contrário, o vigor da razão está ligado ao renascimento de um senso filosófico que certamente justifica a expressão científica do mundo, mas em sua ordem, em seu lugar no todo do mundo humano.” (MERLEAU-PONTY, 1960: 248).

A teoria física é pretensamente suficiente para expressar o significado do tempo, pois Einstein desqualifica a abordagem filosófica. Bergson concebe uma multiplicidade temporal que a intuição pode captar e que é análoga à construção inteligente da multiplicidade temporal na Relatividade. Mas Bergson, como veremos pouco adiante, vai mais longe, diferenciando os tipos de multiplicidades que se confundem na teoria e, assim, restaura o papel da filosofia que Einstein havia rebaixado a segundo plano.

Einstein “insiste sobre o fato de que sua teoria tem a pretensão de exprimir em equações os fatos físicos e os fenômenos sensíveis do mundo exterior.” (NORDMANN, 1922: 17). Bergson, contrariamente à submissão da filosofia ao pensamento científico, percebe que a Relatividade não é suficiente para atribuir ao tempo um significado filosófico e, não obstante, reconhece que, mais do que a concepção newtoniana, ela se aproxima, pela linguagem científica, à *durée* intuitiva. Enquanto Bergson pretere a força de expressão dos símbolos elegendo a intuição como método, Einstein parte da capacidade de abstração do pensamento para atingir a realidade codificada matematicamente. Mais do que isso, o filósofo percebe que os caminhos não são necessariamente antagônicos, mas possivelmente complementares, sendo um percorrido pela via da inteligência e o outro através da intuição.

Infelizmente, a efemeridade e os mal-entendidos do encontro de Paris esconderam que, mesmo em sentidos opostos, os caminhos, sob certo ponto de vista, convergiam. Einstein introduz a idéia de tempo local e opõe o tempo múltiplo ao tempo absoluto newtoniano; de sua parte, Bergson elege a intuição como a faculdade de captar as diferentes contrações da duração que coexistem num tempo único, o qual a física posterior a Einstein veio a admitir⁶⁵. Einstein instaura a medição do tempo a partir do referencial do observador⁶⁶ e Bergson toma a percepção da multiplicidade *durée* a partir do murmúrio interno da vida interior do sujeito.

Apesar das divergências, Einstein e Bergson encontram-se na multiplicidade do tempo: ambos percebem que o tempo newtoniano gira em falso quando, para o primeiro, a *velocidade* coloca em cheque o conceito de simultaneidade e, para o segundo, a *imobilidade* dos instantes desnatura a duração. Do ponto de vista da filosofia bergsoniana, a Relatividade foi um avanço em relação ao tempo absoluto de Newton. Por isso, Bergson vai dizer que a Relatividade não tem nada de incompatível com o senso comum; por isso, ele vai tentar mostrar a afinidade entre as multiplicidades de medidas do tempo que a teoria prevê com as diferentes contrações da duração que podemos experimentar, seja em sonhos, seja quando coincidimos por simpatia intuitiva com outros seres ou com objetos inanimados.

“Este pretense tempo homogêneo, como tentamos demonstrar em outra parte, é um ídolo da linguagem, uma ficção cuja origem é fácil de encontrar. Em realidade, *não há um ritmo único da duração*; é possível imaginar muitos ritmos diferentes, os quais,

⁶⁵ A existência de processos dinâmicos instáveis reabilita na física a idéia de um tempo universal defendida por Bergson. Ver: (PRIGOGINE, 1984: 210).

⁶⁶ É possível encontrar aqui traços da influência de Kant sobre sua obra: embora Kant tenha permanecido atado ao tempo absoluto newtoniano, ele o considerava uma condição *a priori* do sujeito epistêmico. Kant, no entanto, não era um subjetivista, pois concebia um sujeito transcendental: o tempo é único porque é o mesmo para todos os sujeitos (intersubjetividade). Para ele, o tempo não é ontológico, mas uma limitação que nos é imposta quando, através da ciência, ordenamos os fenômenos naturais na temporalidade. Em *Critique de la raison pure* (Paris, PUF, 1944), Kant ressalta a importância do sujeito na ciência, o que provavelmente despertou a atenção de Einstein. Não é de se surpreender que Einstein tenha dito a Bergson que há apenas o tempo dos físicos e que o dos filósofos simplesmente não existe: assim como Kant, ele parece crer que a filosofia deve submeter-se à ciência.

mais lentos ou mais rápidos, mediriam o grau de tensão ou de relaxamento das consciências, e deste modo fixariam seus respectivos lugares nas séries dos seres. Essa representação de durações com elasticidade desigual é talvez *incômoda para o nosso espírito* que contraiu o *hábito útil* de substituir a duração verdadeira vivida pela consciência por um tempo homogêneo e independente; mas em primeiro lugar é fácil, como dissemos, desmascarar a ilusão que torna a representação incômoda, e em segundo, essa idéia conta, no fundo, com o consentimento tácito da nossa consciência. Não nos acontece perceber em nós mesmos, durante o sono, duas pessoas contemporâneas e distintas, sendo que uma dorme alguns minutos enquanto o sonho da outra dura semanas?” (BERGSON, 1999b: 244)⁶⁷.

A multiplicidade do tempo é proposta por Einstein e por Bergson em dois movimentos de sentidos opostos que, num espaço curvo, convergem no encontro entre física e metafísica. Entretanto, no confronto com a Relatividade, Bergson finca pé na unicidade do tempo. A insistência de Bergson no monismo do tempo levantou a suspeita de que ele se posicionava contra a Relatividade, mas, para ele, o tempo é, a uma só vez, múltiplo e único.

5- A multiplicidade do tempo único

“Se, ao invés de pretender analisar a duração (ou seja, no fundo, de fazer a síntese com conceitos) nela nos instalamos de início por um esforço da intuição, temos o sentimento de certa tensão bem determinada, na qual a própria determinação aparece como uma escolha entre uma infinidade de durações possíveis. Quando percebemos durações tão numerosas quanto queiramos, todas bem diferentes umas das outras, bem como cada uma delas, reduzida em conceitos, ou seja, considerada exteriormente de dois pontos de vista opostos, se conduz sempre à mesma indefinível combinação entre o múltiplo e o uno.” (BERGSON, 1999a: 208).

⁶⁷ Os grifos são meus.

Desde *Essay Sur les Donnés Immédiates de la Conscience*, Bergson definia a *durée* (o tempo real) como múltipla, sendo duração psicológica, a nossa duração, um caso entre uma infinidade de outros. Em *Matière et Mémoire*, ele vai mais longe ao falar sobre a pluralidade de ritmos da duração. Deleuze, em *Bergsonismo*, afirma que “conforme *Matéria e Memória*, a psicologia é tão somente uma abertura à ontologia, o trampolim para uma ‘instalação’ no ser. Mas, apenas instalados, percebemos que o ser é múltiplo, que a duração é muito numerosa, estando a nossa encravada entre durações mais tensas, mais intensas.” (DELEUZE, 1999a: 60).

A percepção de numerosas durações, tantas quantas quisermos, múltiplas de acordo com nossa vontade, é uma extensão da idéia de coexistência virtual de todos os níveis do passado ao conjunto do universo. Bergson considera o passado coexistente com seu próprio presente, este sendo, portanto, a forma mais contraída do passado. A percepção, por mais instantânea que seja, consiste numa incalculável quantidade de elementos rememorados e, “para falar a verdade, toda percepção já é memória. Nós só percebemos, praticamente, o passado, o presente puro sendo o inapreensível avanço do passado a roer o futuro.” (BERGSON, 1999b: 175).

Segundo Deleuze⁶⁸, a contração do passado no presente significa a relação de todas as coisas com o ser; tudo se passa como se o universo fosse uma formidável memória. O movimento pelo qual saímos da nossa própria duração, o movimento pelo qual nós nos servimos de nossa duração para afirmar e reconhecer imediatamente a existência de outras durações acima e abaixo de nós, é o movimento do que Bergson chama de *método da intuição*. Vejamos um trecho importante a este respeito extraído de *La Pensée et le Mouvant*:

“A rigor, poderia existir apenas a nossa duração, como poderia haver somente a cor laranja, por exemplo. Mas mesmo que uma consciência à base de cor, que simpatisasse interiormente com o laranja ao invés de percebê-lo exteriormente, se sentisse presa entre o vermelho e o amarelo, pressentisse mesmo talvez, abaixo desta última cor, todo um espectro no qual se prolonga naturalmente a continuidade que vai

⁶⁸ Ver: *Bergsonismo*, op cit. , pág. 60.

do vermelho ao amarelo, assim, a intuição da nossa duração, bem longe de deixar-nos suspensos no vazio como faria a pura análise, nos coloca em contato com toda uma continuidade de durações que devemos tentar seguir, seja por baixo, seja pelo alto: nos dois casos nós podemos dilatar indefinidamente por um esforço cada vez mais violento; nos dois casos, nós mesmos nos transcendemos. No primeiro, nós marchamos a uma duração cada vez mais espalhada cujas palpitações mais rápidas que as nossas, dividem nossas sensações simples, diluem a qualidade em quantidade: no limite, seria o puro homogêneo, a pura *repetição* pela qual nós definiríamos a materialidade. Marchando no outro sentido, iremos a uma duração que se contrai, se estreita, se intensifica, cada vez mais: no limite, seria a eternidade. [...] Eternidade viva e conseqüentemente ainda movente, na qual a nossa duração a nós reencontra como as vibrações na luz, e que seria a concretização de toda duração como a materialidade é no espalhamento. Entre esses dois limites extremos a intuição se move e este movimento é a própria metafísica.” (BERGSON, 1999: 210).

A via metafísica de Bergson permite ao espírito um desdobramento que o faz transcender os limites da percepção do corpo em ilimitadas contrações da duração. Analogamente, Einstein, através da inteligência, transcende esses limites postulando um universo finito-ilimitado no qual a medida do tempo pode contrair-se ou dilatar-se, dependendo do referencial adotado. Deslizando entre os extremos da duração, a consciência capta intuitivamente o caráter múltiplo do tempo que Einstein expressa em linguagem matemática. As diferentes contrações da *durée* bergsoniana relacionadas a uma duração que as percebe são traduzidas analiticamente na concepção de *tempo próprio* para cada *linha do universo*.

“O indivíduo é um objeto a quatro dimensões de forma bastante alongada; em linguagem ordinária, diríamos que há uma extensão considerável no tempo e negligenciada no espaço. Praticamente, podemos representá-lo por uma linha, sua linha do universo. [...] Quando o mundo é relacionado a este indivíduo, sua própria dissimetria intervém nas relações; e a sucessão de eventos tomada paralelamente à sua linha do universo, ou seja, paralelamente a ele mesmo, mostra-se como profundamente diferente de todas as outras ordens de eventos.” (EDDINGTON, 1921: 70). Segundo

Milic Capek, “o que Bergson chama de ‘unidade do tempo real’ é apenas a igualdade entre o tempo próprio e o tempo local.[...] O tempo próprio, separando dois eventos em seu sistema de referência, permanece intacto; *parece* ser dilatado apenas para um observador externo, o qual se move com certa velocidade.” (CAPEK, 1971: 242).

Capek observa que, mesmo não tendo desejado um confronto entre seu pensamento e o de Einstein, Bergson falhou ao não estabelecer a conexão entre a idéia de diferentes ritmos sugerida pela teoria da relatividade e o espírito do tempo múltiplo de *Matéria e Memória*. Com efeito, A Relatividade coloca o senso comum diante do desafio de admitir tempos que, como no *paradoxo dos gêmeos* de Langevin, se manifestam diferentemente para referenciais distintos; mas a experiência de sonhar durante o sono é familiar às pessoas do senso comum e mostra a naturalidade com que aceitamos, num sonho que dura segundos, o desenrolar de horas, dias ou semanas.

Para Capek, as diferenças de contração no tempo psicológico experimentadas em sonhos são análogas às imaginadas por Langevin. Uma pessoa que sonha experimenta um “subjetivamente longo intervalo que permanece contemporâneo ao subjetivamente muito mais curto intervalo de uma pessoa acordada, com o normal lapso do seu presente psicológico. A analogia com o paradoxo relativístico de diferentes envelhecimentos de pessoas é óbvia. Temos apenas que substituir os diferentes relógios psicológicos de duas pessoas, uma acordada e a outra sonhando, pelos diferentes relógios biológicos do viajante espacial e do seu irmão que permanece na Terra. Assim, o aparente paradoxo relativístico perde muito de sua misteriosa aparência.” (CAPEK, 1971: 249).

Apesar de não ter explorado esta analogia, Bergson ressaltou a diferença entre o tempo dos sonhos e o tempo de vigília ao citar, na conferência feita no *Institut Général Psychologique* em 26 de março de 1901, o relato de Alfred Maury⁶⁹ como exemplo de um instantâneo que se desdobra em horas. Maury relata que estava deitado em seu quarto tendo sua mãe à cabeceira de sua cama. Ele sonha que assiste a cenas de massacres, comparece diante do tribunal revolucionário, vê Robespierre, Marat e

⁶⁹ MAURY, Alfred. *Le sommeil et les rêves*.

Fouquier-Tinville. Em seu sonho, Maury discute com eles, é julgado, condenado à morte e conduzido de charrete até a *Place de la Révolution*. Antes de ser executado, ele escuta a guilhotina a cair e, depois, sua cabeça a separar-se do seu tronco. Neste instante, ele acorda e surpreende-se ao perceber em seu pescoço um pedaço da cabeceira de sua cama que havia se desprendido e caído sobre suas vértebras cervicais, como se fosse a faca da guilhotina com a qual sonhava. Isto ocorreu no exato instante em que acordou, como lhe confirmou sua mãe. No entanto, por mais paradoxal que pareça, esta sensação foi o ponto de partida e o final do sonho em que tantos fatos se sucederam. “Em alguns segundos, o sonho pode nos apresentar uma série de eventos que ocupariam dias inteiros durante a vigília.” (BERGSON, 2003: 105).

O tempo concebido pela relatividade e os diferentes tempos dos sonhos foram aqui colocados como extremos opostos ou aventuras complementares do espírito humano. Mas será que a experiência do sonho realmente acompanha a teoria da relatividade em todas as suas implicações? É necessário perguntar aqui se esta complementaridade entre intuição e inteligência é capaz de alcançar um alto domínio técnico das experiências extáticas do sonho a ponto de controlar os processos do mundo onírico e de interpretar os sonhos de maneira extremamente inteligente e prática. Não seria a teoria de Einstein apenas uma hipertrofia da inteligência e não a contrapartida de um processo intuitivo?

No capítulo seguinte retomaremos a questão dos sonhos e da Relatividade, mas reconhecamos, de saída, que não existe uma correspondência biunívoca entre o tempo na Relatividade de Einstein e a multiplicidade de tempos dos sonhos; no entanto, devemos considerar que houve uma sinergia entre intuição e inteligência no próprio Einstein: aos dezesseis anos, como vimos no Capítulo III, ele realizou um experimento mental no qual viajava num raio de luz, e, anos mais tarde, interpretou de maneira inteligente na Relatividade este experimento que, como um sonho inesquecível, o acompanhou durante sua vida.

6 – O monismo do tempo múltiplo

A multiplicidade temporal da Relatividade não é o equivalente da *durée* com vários graus de tensão, mas poderia haver ressonância entre a primeira, fruto da inteligência, e a segunda, revelada no ato intuitivo. No entanto, em sua confrontação com a Relatividade, na necessidade de diferenciar a análise inerente à teoria do método intuitivo, Bergson vai sustentar a existência de um só tempo, universal e impessoal, diferenciando a multiplicidade virtual da atual. Neste ponto, o que parecia simplesmente análogo nos pensamentos do cientista e do filósofo, torna-se complexo. A Relatividade, devido à sua intrínseca reciprocidade dos pontos de vista, não diferencia a visão real das visões virtuais, mas ao filósofo coube introduzir a distinção.

Em *A Evolução Criadora*, Bergson compara a vida a uma memória correspondendo os gêneros ou as espécies a graus coexistentes dessa memória virtual. Segundo Deleuze, aí está “uma visão ontológica que parece implicar num pluralismo generalizado. Mas, precisamente em *A Evolução Criadora*, uma restrição importante é marcada: se dizemos que as coisas duram, é menos por si mesmas ou absolutamente do que em relação ao Todo do universo do qual elas participam, dado que suas distinções são artificiais.” (DELEUZE, 1999: 61).

A artificialidade das distinções a que se refere Deleuze é expressa no famoso exemplo da pedra de açúcar que se dissolve na água dentro de um copo:

“Este pequeno fato está repleto de ensinamentos. Pois o tempo por que tenho que esperar já não é o tempo matemático que se aplicaria de igual modo ao longo de toda a história do mundo material, mesmo que se estendesse de repente no espaço. Ele coincide com minha impaciência, ou seja, com uma certa porção da minha própria duração, que não é extensível nem redutível à nossa vontade. Já não é o pensado, é o vivido, já não é uma relação, trata-se do absoluto. O que significa isto senão que o copo de água, o açúcar e o processo de dissolução do açúcar são, sem dúvida, abstrações, e que o todo do qual foram recortados pelos meus sentidos e pelo meu entendimento progride, talvez, como uma consciência?” (BERGSON, 2001: 20).

Assim, a porção de açúcar só nos faz esperar porque ela, apesar do seu recorte artificial, abre-se ao universo em seu conjunto. Diferentemente da multiplicidade radical do tempo de *Matéria e Memória*, na perspectiva de *A Evolução Criadora*, nenhuma coisa tem duração própria. “Teriam uma duração somente os seres semelhantes a nós (duração psicológica), depois os viventes, que formam naturalmente os sistemas fechados relativos e, finalmente, o Todo do Universo. Trata-se, portanto, de um pluralismo restrito, mas não generalizado.” (DELEUZE, 1999: 61).

Em *Durée et Simultanéité*, Bergson recapitula todas as suas hipóteses anteriores e ainda acrescenta outra: primeiro, o pluralismo generalizado de *Matéria e Memória*, onde haveria uma coexistência de ritmos totalmente diferentes, durações distintas e multiplicidade radical do tempo; depois, o pluralismo restrito de *A Evolução Criadora*, ou seja, fora de nós, as coisas materiais se distinguiriam por uma certa maneira relativa de participar da nossa duração; e ainda acrescenta que (hipótese considerada por ele como a mais satisfatória), sem abrir mão da multiplicidade, é suposta a existência de um só tempo, universal e impessoal, do qual tudo participaria, inclusive as nossas consciências, os viventes e todo o mundo material.

A predileção por um monismo do tempo em *Duração e Simultaneidade*, explica-se, segundo Deleuze, pelo confronto com Relatividade. A teoria de Einstein a propósito do espaço e do tempo invoca conceitos tais como expansão e contração que Einstein recolhia de Riemann e que Bergson havia já utilizado em *Ensaio Sobre os Dados Imediatos da Consciência*. No entanto, ele viu-se obrigado a distinguir a multiplicidade do tempo na Relatividade da sua própria idéia de um tempo múltiplo, afastando-se, como afirma Pearson⁷⁰, dos argumentos que encontramos em *Matéria e Memória* e em *A Evolução Criadora*.

“Contração, dilatação, relatividade do movimento, todas essas noções são familiares a Bergson. Ele as emprega por sua conta. Que a duração, isto é, o tempo, seja essencialmente uma multiplicidade, é uma idéia à qual Bergson jamais renuncia. O problema, porém, é o seguinte: que tipo de multiplicidade? Lembremos-nos de que

⁷⁰ Ver: PEARSON, 2002: 56

Bergson opunha dois tipos de multiplicidade, as multiplicidades atuais, numéricas e descontínuas, e as multiplicidades virtuais, contínuas e qualitativas. É certo que, na terminologia de Bergson, o Tempo de Einstein é da primeira categoria. O que Bergson reprova a Einstein é ter confundido os dois tipos de multiplicidade e, com isso, ter reposto a confusão do tempo com o espaço. É só aparentemente que a discussão incide sobre o seguinte: o tempo é uno ou múltiplo? O verdadeiro problema é este: *qual a multiplicidade própria do tempo*⁷¹?" (DELEUZE, 1999: 63).

Durante o século XX, assistamos à introdução da multiplicidade que escapa da oposição abstrata entre o múltiplo e o uno. Deleuze recupera a duração bergsoniana como um tempo único que pertence a um conjunto que deve ser virtual e este é o tempo único que a Relatividade de Einstein presume. Bergson concebe a duração como “coexistência virtual de todos os graus em um só e mesmo tempo.” (DELEUZE, 1999: 68). Talvez Deleuze tenha seguido a crítica de Simondon⁷² que visa generalizar a intuição bergsoniana sem os privilégios que Bergson atribui à duração sobre o tempo esquemático, sem os privilégios do real sobre o virtual.

É, portanto, na hipótese de um tempo único que Bergson situa as multiplicidades virtuais simultâneas à nossa própria duração: “Quando estamos sentados a beira de um rio, o escoamento da água, o deslizamento de um barco e o murmúrio ininterrupto de nossa vida profunda são para nós três coisas diferentes ou uma só, como se queira ...” (BERGSON, 1998: 75).

Para Bergson, é a simultaneidade dos fluxos do movimento do barco e do vôo do pássaro que se mantêm na duração do nosso fluxo e que nos conduz à duração real, à coexistência virtual de todos os graus em um só e mesmo tempo. Einstein, segundo ele, apenas inventou uma nova maneira de “espacializar” o tempo, pois confundiu a multiplicidade atual, simbólica e numérica, com a multiplicidade virtual, contínua e qualitativa.

⁷¹ Meu grifo.

⁷² SIMONDON, 1989: 156.

As objeções que Bergson faz à teoria da Relatividade em *Durée et Simultanéité* levaram-no a defender a idéia da unidade de um tempo real, no qual as múltiplas contrações da duração coexistem. Embora aos olhos de Einstein e dos físicos da época tal idéia fosse um indício de que Bergson havia se perdido nas teorias científicas, a física de hoje demonstra a existência de processos dinâmicos instáveis que reabilitam a idéia de um tempo universal defendida por Bergson, pois permitem reconciliar a idéia fundamental de Einstein de um tempo múltiplo atado a diferentes observadores com a existência de um devir universal defendida por Bergson. Assim, Bergson se concilia também com o caráter universal do tempo newtoniano. “Existem, como desejava Bergson, outros tempos além do medido por relógios, mas estes tempos passam ‘juntos’ para definir um devir universal.” (PRIGOGINE, 1986: 343).

O tempo múltiplo da Relatividade seria, então, uma expressão matemática da reciprocidade ideal de pontos de vista sobre o universo. Para Bergson, a teoria de Einstein ao invés de contradizer, confirma sua própria teoria da duração.

“A pluralidade abstrata dos pontos de vista remeteria, segundo Bergson, à pluralidade concreta das consciências, de onde se deduz a pluralidade não mais espacial, mas temporal do universo que as consciências comunicam às coisas. Da duração interna de cada consciência viva, passaríamos ao ‘tempo das coisas’ por uma projeção a cada instante renovada. A consciência que percebe o mundo lhe transmite, por esta própria percepção e de uma só vez, ‘duração’ e ‘simultaneidade’.” (SOULEZ e WORMS, 2002: 190).

A passagem da consciência aos objetos e a dos objetos à consciência é, segundo Philippe Soulez, justamente o ponto no qual Einstein rejeita o trabalho de Bergson. E é justamente nesta rejeição que Merleau-Ponty aponta os indícios de uma crise da razão à qual nos referimos ainda há pouco. À medida que a ciência foi se descolando do plano sensível, à medida que ela vem, já desde a física clássica, se tornando complexa e à medida que esta complexidade se acentua a partir do início do século XX numa progressão vertiginosa, o vigor da razão pretensamente se desliga do senso filosófico.

Einstein sequer deu ouvidos ao problema bergsoniano e, seguindo seu exemplo, os cientistas de hoje acusam Bergson de não haver compreendido a teoria da Relatividade, desprezando por esta razão suas idéias. No colóquio *Bergson et la Science*, realizado em maio de 2004 na Universidade de Nice (França), a atualidade desta questão revelou-se com clareza, pois os filósofos presentes tendiam a avalizar a visão dos físicos segundo a qual *Durée et Simultanéité* foi o resultado de um momento pouco brilhante do filósofo francês: o físico francês Lévy-Leblond, reproduzindo a postura de Einstein no debate de 1922, criticou duramente neste colóquio as objeções de Bergson à Relatividade, ignorando, em tom que beirava o deboche, o cerne das observações bergsonianas. Vê-se, assim, que a crise da razão à qual Merleau-Ponty se refere está longe de ter sido dissipada.

CAPÍTULO V
O Anacronismo do Tempo

1 –Tempo capital

As cidades, em geral, nascem da expansão de um vilarejo, cujas ruas, vielas e avenidas surgem na imanência de um processo que evolui e se transforma, e no qual emergem indistintamente caminhos e caminhantes. Há também as cidades planejadas que, a princípio, diferenciam-se das outras pelo fato dos caminhos terem sido construídos antes que os caminhantes neles existissem. Um exemplo clássico e próximo de nós é Brasília: passear pelas ruas da capital é sentir-se a alguns centímetros do chão, como se nos separasse do solo o fato de percorrer o cenário concebido pelo arquiteto ao invés de confirmar os caminhos forjados por nossos ancestrais. Levitar na cidade cujo céu é sempre paralelo ao chão é estar em ressonância com um plano piloto que tem forma de um avião⁷³.

Planejar é recortar, prever, parar. A ciência moderna triunfou conjugando estes verbos e introduziu em nossa consciência uma espécie de incômodo semelhante àquele inerente às cidades planejadas. A ciência é fruto da inteligência, caracterizada pelo poder de decompor e de recompor. “Quando [a inteligência] substitui o movimento por imobilidades justapostas, ela não pretende reconstituir o movimento tal como ele é; substitui-o simplesmente por um equivalente prático. [...] *A nossa inteligência apenas representa claramente a imobilidade.*” (BERGSON, 2001: 144).

O sucesso da ciência moderna foi impulsionado pela eficácia da transformação do fluxo do tempo em instantes imóveis, método que permite prever deterministicamente a posição de um móvel no futuro e explicar seu passado, conversão que nos habituou a privilegiar o tempo quantitativo em detrimento da duração qualitativa. Mesmo a ciência contemporânea de ponta, que trocou a certeza pela probabilidade, restringe a natureza do tempo às medidas de valores de uma grandeza.

⁷³ Sobre a relação entre Brasília e a imagem do avião e sobre o desaparecimento das cidades, ver o ensaio de Laymert Garcia dos Santos intitulado “O Veículo e a Máquina de Morar”, in SANTOS (1989): pp. 123-136.

A artificialidade do imóvel substituindo a mobilidade - inerente à ciência moderna - se irradia até viciar nosso olhar sobre a natureza num ponto de vista dominador capaz, por exemplo, de transformar o sol em uma luminária científica pendurada no pano de fundo da nossa vida pessoal⁷⁴, capaz de nos impedir de perceber a gravidade como encarnação.

Por ser enumerável, o tempo artificial feito de fragmentos instantâneos permeia a aliança cada vez mais estreita da ciência e da tecnologia com o capital, possibilitando a correspondência entre tempo e dinheiro. Capital para o senso comum, o tempo é linear, absoluto e exterior, sendo traduzido nos calendários, nos mostradores dos relógios, nos horários que regulamentam o trabalho, o lazer e os trens; transformado em coordenada capitalista, o tempo do relógio se apresenta também codificado nos extratos das contas bancárias, nos investimentos de longo prazo, no cronograma de pagamento de dívidas, nos preços dos planos de saúde e de previdência privados.

A monetarização do tempo se instaura em nosso cotidiano com intensidade suficiente para camuflar seu caráter. Movidos pela voltagem entre a carência e o consumo, temos a sensação – semelhante à que se tem na cidade planejada - de estarmos percorrendo os caminhos traçados pelo capital, este arquiteto oculto: o tempo matemático-financeiro determina as cenas que os atores sociais executam no teatro capitalista. O ato criativo parece não existir, pois é rapidamente territorializado pelo sistema, de modo que, o que pensamos tratar-se de nosso livre arbítrio revela-se mero movimento das cordas invisíveis que fazem de nós marionetes representantes do capital. Sem percebermos claramente, o dinheiro se apresenta como escravo para ser, de fato, nosso mestre.

Os muito pobres, os mendigos, os moradores de rua⁷⁵ e todos os “dispensáveis” para o sistema também não escapam da força exercida pelo desejo de

⁷⁴ Sobre a perda nossa relação reativa com o cosmo, ver o ensaio de D.H. Lawrence: “Apocalipse”. In LAWRENCE (1990): pp. 11-122.

⁷⁵ Sobre moradores de rua e o modo como vivem, ver: KASPER (2006: *Habitar a rua*).

suprir as carências que o sistema cria⁷⁶. Entretanto, os miseráveis experimentam um tipo de leveza inacessível aos seriamente comprometidos com as coordenadas capitalistas: se o incluído vê sua condição de cidadão reduzir-se à de consumidor, o dispensável herda a própria cidade, encarnando o espaço público abandonado pelos que se isolaram na fornicção consumista. Os dispensáveis ficam a alguns centímetros do solo, não por ausência da grave encarnação, mas pela libertação da linha do tempo capitalista que lhes confere a leveza de um planador.

O aparato montado para nos incluir no tempo “monetizado” é poderoso. As quatro estações do ano, por exemplo, são apropriadas pelo capital que se antecipa a elas pela via da moda, da venda de derivativos de clima, da padronização de comportamentos de inverno e de verão, da poesia pasteurizada das propagandas. Os jornais, as revistas, as datas festivas que pontuam o ciclo anual, etc. estão a serviço da “vampirização” da duração para nos engatar no tempo do calendário.

O canal GNT, que faz parte do conjunto de emissoras por assinatura da Rede Globo, apresenta em sua programação uma vinheta bastante ilustrativa: *quando você desliga a tevê, o GNT continua passando em você*. Mesmo quando estamos longe das emissões televisivas, nosso espírito permanece por elas engatado no tempo capitalista. A lógica do consumo pontua nossa vida cotidiana com uma força que é bem conhecida aqui no Brasil, onde um “tempo global” determina a vida do senso comum. Em muitos outros países, guardadas as diferenças, o tempo da mídia que nos magnetiza na direção das forças do capital é similar ao nosso.

2 – A ilusão da simultaneidade

Dia 30 de Junho de 2002, domingo, bilhões de pessoas espalhadas pelo planeta assistiam ao jogo final da Copa do Mundo de Futebol. No rádio, o narrador da

⁷⁶ “Deleuze e Guattari já advertiam que o capitalismo vive da carência, que a falta é constitutiva do seu sistema de produção e consumo. Mas eles não estavam se referindo à carência por necessidade, que escraviza os pobres, e sim à carência no âmbito do desejo, que move o impulso do consumidor ocidental. Como se à miséria material dos pobres correspondesse a miséria libidinal dos ricos, habilmente manipulada pelas forças do mercado”. (SANTOS, 2000)

partida anunciou o primeiro gol do Brasil antes que a imagem da tevê o mostrasse, antecipando o final da trajetória da bola que o espectador da televisão acompanhava. Os ouvintes do rádio festejaram o gol antes dos telespectadores.

A defasagem nas transmissões é um fato que nada tem de raro, mas provocou nos brasileiros que acompanhavam *simultaneamente* a imagem pela televisão e o áudio pelo rádio um sentimento de frustração: eles acreditavam estar assistindo a partida em *tempo real*, mas o duplo gol provocou um desgosto semelhante ao que se tem quando nos fitam convictamente os olhos de uma pessoa que sabemos estar mentindo.

O descompasso entre o som e a imagem teve que ser desconsiderado para preservar a emoção do gol, relaxamento natural da tensão do torcedor. Mesmo sabendo que as ondas eletromagnéticas se propagando com velocidade da luz levam um tempo para irem do local do evento à tela do aparelho televisor, a imagem vista na tela é aceita como simultânea ao acontecimento, assim como as estrelas do céu são atuais para nós - embora saibamos que podem estar há milhares de anos luz daqui. Mas a diferença entre as velocidades das transmissões pelo rádio e pela televisão - flagrada pelo torcedor que utilizava os dois veículos de comunicação para assistir ao jogo -, dividiu o momento único do gol em dois instantes igualmente verdadeiros e, portanto, igualmente falsos. A divisão do instantâneo retirou o espectador do tempo do jogo (o qual ele concebia como tempo *real*) e precipitou-o na sua própria presença diante do aparelho televisor, recolocando a distância que o separava do evento transmitido.

É sabido que tudo o que vemos está defasado pelo tempo gasto pela luz para percorrer a distância que nos separa dos objetos cujas imagens são formadas em nossas retinas. No entanto, fazemos a natural concessão de considerar que os eventos são simultâneos àquilo que nossos sentidos captam. Mesmo no caso da observação da estrela distante, aceitamos sua presença atual no momento em que a vemos e, só por um esforço “supra-sensível”, conseguimos considerar que o que vemos é uma imagem do passado. Quando vemos o relâmpago e aguardamos o trovão, aceitamos o intervalo de tempo entre a visão do primeiro e a audição do segundo, mesmo sem

pensar na discrepância entre as velocidades do som e da luz; isto porque esta ordem nos parece natural e até esperamos o ruído como confirmação do que o clarão anunciava. Porém, no caso da voz do narrador que anuncia o gol antes que a imagem o confirme, não ocorreu apenas uma inversão na ordem natural com que nossos sentidos captam a realidade (primeiro a imagem, depois o som), mas, principalmente, a quebra do engate do espectador no tempo televisivo que, ao girar em falso, revela seu mecanismo de ilusão. Como que atingido por um raio, o torcedor percebeu a trinca na ilusão de estar no distante Japão, local do referido evento transmitido.

“A verdade não mais mascarada, mas abolida, é a da imagem real, a *imagem do espaço real do objeto*, da máquina observada que dá lugar a uma imagem televisiva ‘ao vivo’ ou, mais exatamente, em tempo real. O que é falso aqui não é mais exatamente o espaço das coisas, mas o tempo.....o passado da representação contém uma parte deste presente midiático, desta ‘telepresença’ em tempo real, com a gravação do ‘ao vivo’ conservando, como um eco, a presença real do acontecimento.” (VIRILIO, 1994: 95).

Em benefício da autenticidade da sua explosão diante do instante (duplo) do gol, o telespectador reage fazendo “vistas grossas” ao flagra. Assim como as pessoas diante da Relatividade se apegam ao tempo newtoniano apropriado pelo capital, o torcedor ignora o caráter ilusório do tempo televisivo e aferra-se à ilusão que tinha quando considerava simultâneos a imagem da tela e o evento distante. Ao anunciar o gol antes que a imagem o mostrasse, o narrador dissolve a função bijetora que os pontos ocupados pela bola no espaço estabeleciam com os instantes sucessivos ritmados pela voz do narrador, provocando a *derrocada da simultaneidade* dos eventos.

Não há simultaneidade entre os eventos transmitidos “ao vivo” e a nossa recepção destes eventos. O que chamamos de “tempo real” quando nos referimos à transmissão de informação através de satélites é uma aproximação. Há sempre uma defasagem que nos é camuflada em nome da abstração de estarmos *on line* com lugares distantes de nós. Quando este tempo único se fragmenta, percebemos o

quanto nossa percepção está vinculada a uma ilusão que é tão mais eficaz⁷⁷ quanto menor for a defasagem que a denuncia. Em nosso exemplo, o tempo “real” mostrou-se condicionado à eficiência da máquina: foram limites técnicos que revelaram a insuficiência do rádio e da televisão no mecanismo de produção conjunta daquela ilusão.

Paralelamente, podemos dizer que a medida única do tempo newtoniano mostrou-se ineficiente diante de velocidades próximas à da luz, desfazendo a ilusão do tempo absoluto. No entanto, ao invés de fazer concessões semelhantes à do torcedor desiludido, ao invés de se conformar com a explosão do tempo em múltiplos tempos provocada pelo problema da necessária sincronização de relógios no início do século XX, Einstein reformulou o conceito de simultaneidade e este foi o seu ponto de partida para a elaboração da teoria da Relatividade.

Com a ampliação da malha ferroviária européia no início do século XX, viagens de trem entre cidades com horários locais diferentes sugeriam na uma espécie de patinação do tempo absoluto sobre o qual o senso comum se apóia. Einstein mergulhou no problema da sincronização de trens, tomando provavelmente a multiplicidade de horários como mote para a teoria que viria subverter o tempo único.

Por que, no entanto, a exemplo do torcedor que assistia ao jogo, o senso comum opta por ignorar os fatos que desfazem uma ilusão e reage contra este aspecto subversivo da Relatividade? Por que as linhas de fuga que nos tiram do tempo ilusório são desconsideradas? O que elas ameaçam?

Embora a resposta a tais questões seja uma pretensão fora do alcance deste trabalho, podemos aqui nos lembrar de um instante em que elas vieram à tona, um instante que se prolonga até os nossos dias, um instante em que a ciência deu as costas à metafísica desdenhando seu papel no conhecimento humano. Trata-se, obviamente, do já referido debate entre Einstein e Bergson, que ocorreu há quase um

⁷⁷ Sobre a eficácia dos meios tecnológicos produtores da ilusão de simultaneidade na sociedade capitalista contemporânea, ver: MACKENZIE: 2001, *The Technicity of Time* in: *Time & Society*. London and New Delhi, SAGE, Vol 10 (2/3), pp. 235-257.

século, mas que é atual, pois ele se trava ainda hoje quando o imaginário do senso comum é estimulado pela Relatividade.

3- Sonhos e Relatividade: ilusão?

Inteligência e matéria têm, em Bergson, estreita relação: a consciência humana não se restringe à atividade cerebral, mas a inteligência é parte importante da atividade consciente e desenvolveu-se na matéria, na dança de moléculas, átomos e elétrons de que o cérebro é feito e cujas reações eletroquímicas processam o recebimento de estímulos vindos da parte periférica do corpo e o envio dos respectivos impulsos reativos. No outro sentido, Deleuze aponta que a própria matéria é um princípio da inteligência. “A matéria é justamente, no ser, aquilo que prepara e acompanha o espaço, a inteligência e a ciência. É graças a isso que Bergson faz coisa totalmente distinta de uma psicologia, uma vez que, mais do que ser a simples inteligência um princípio psicológico da matéria e do espaço, a própria matéria é um princípio ontológico da inteligência.” (DELEUZE, 1999: 126).

Em *L'âme et le corps*, Bergson defende que a consciência não se restringe às reações entre átomos e moléculas no interior do cérebro, ou seja, há mais na vida consciente do que atividade cerebral⁷⁸. Segundo o filósofo, o cérebro é o ponto em que o espírito se insere na matéria, mas identificá-lo ao espírito seria um erro tão grosseiro quanto o cometido se confundíssemos o prego onde se pendura uma peça de roupa com a própria roupa.

⁷⁸ Bergson demonstra como a perda da memória nos casos de afasia dá-se em ordem bem definida: primeiramente, os nomes próprios são esquecidos; em seguida, os substantivos, depois os adjetivos e, por último, os verbos. Segundo ele, esta ordem é sempre verificada, pois os verbos indicam uma ação que se liga ao movimento do corpo e os nomes próprios estão mais distantes desta ação do que os substantivos e estes mais do que os adjetivos. No entanto, o cérebro não é o lugar onde as palavras se armazenam: mesmo aquelas que pareciam perdidas são recuperadas por um estímulo emocional ou sensorial; o cérebro é, portanto, o órgão capaz de invocar na memória as palavras, sendo os nomes próprios as mais difíceis. Assim, a memória não se encontra fisicamente armazenada no cérebro que a invoca, mas no espírito, sendo este a própria memória. Mais ainda, o cérebro, antes de ser o órgão da lembrança, é o órgão do esquecimento, ou seja, sua função é de selecionar na vastidão das lembranças, aquelas úteis à ação imediata ou planejada.

O dualismo alma-corpo de Bergson é especial, pois não é um dualismo entre um corpo no espaço físico e um espírito num espaço espiritual, mas entre um corpo no espaço físico e um espírito numa duração desse espaço. Em outras palavras, “o espírito não é algo que se sobrepõe ao corpo, algo que vem de fora dele como uma instância transcendente que o captura, mas uma dimensão imanente do próprio corpo, uma dimensão temporal: o espírito é a dimensão temporal do corpo e o corpo é a dimensão espacial do espírito. Estamos aqui na imanência de um processo corpo-alma que existe na medida em que evolui e se transforma e não diante da relação entre um corpo e uma alma que existem independentemente de sua própria relação”⁷⁹.

O cérebro é o órgão que prepara a ação do corpo; a inteligência é a faculdade da consciência que se assenta sobre ele. A alma, em Bergson, está associada ao cérebro naquilo que dele transborda, ou seja, à consciência, cujo presente coexiste com o passado.

“A consciência de um ser vivo depende de seu cérebro, no sentido em que uma faca pontiaguda depende da sua ponta: o cérebro é a ponta aguçada por meio da qual a consciência penetra no tecido compacto dos acontecimentos, mas não é mais coextensivo à consciência do que a ponta à faca.” (BERGSON, 2001: 235).

Grosso modo, a *duração*, o fio condutor da filosofia bergsoniana, está para o *espírito (memória)* que, por sua vez, está para a *intuição*; assim como o *tempo matemático* está para o *corpo (cérebro)* que, por sua vez, está para a *inteligência*.

O recorte que a inteligência opera sobre o real, buscando invariâncias e repetições, pode levar ao automatismo que liberta o espírito da ação imediata e permite seu passeio desinteressado pela memória. Bergson faz uma analogia entre os efeitos de um salto técnico na máquina a vapor e o grau de liberdade que a consciência atingiu graças ao automatismo permitido pelo cérebro humano.

“A máquina a vapor primitiva, tal como Newcomen concebeu, exigia a presença de uma pessoa exclusivamente encarregada de manobrar as torneiras, quer para introduzir o vapor no cilindro, quer para lançar nele água fria destinada à

⁷⁹ Pedro Peixoto Ferreira (integrante do grupo de pesquisa CTeMe – IFCH /UNICAMP), e-mail enviado em setembro de 2006.

condensação. Conta-se que um rapaz encarregado deste trabalho, e farto por ter de fazer isto, teve a idéia de ligar as manivelas e as torneiras, com cordões, ao balancim da máquina. Assim, era a própria máquina que abria e fechava as suas torneiras; funcionava sozinha. Agora, um observador que comparasse a estrutura desta segunda máquina à da primeira, sem ter em conta os dois rapazes encarregados da vigilância, apenas encontraria entre ambas uma ligeira diferença de complexificação. É tudo o que podemos ver, com efeito, quando observamos apenas máquinas. Mas se olharmos para os dois rapazes, vemos que um está absorto na vigilância, e o outro está livre para se divertir à vontade, e que, desta perspectiva, a diferença entre as duas máquinas é radical: a primeira prende a atenção, a segunda dispensa-a e liberta-a. É uma diferença do mesmo gênero, pensamos nós, que se encontraria entre o cérebro do animal e o cérebro humano.” (BERGSON, 2001: 168).

Tomemos outro exemplo: analogamente à liberdade conquistada pelo rapaz da máquina à vapor, o piloto de um avião bem equipado poderá até dormir, pois o automatismo da aeronave o liberta de sua função. Se olharmos apenas para o mecanismo do avião, veremos que praticamente não há diferenças entre os funcionamentos automático e “manual”; mas se observarmos o piloto, a diferença entre o que dorme e o que pilota é radical. O piloto que dorme, mais do que o perspicaz operador da máquina de Newcomen, está livre de sua concentração no presente: durante o sono, com a atividade inteligente retraída, seu espírito pode se expandir pela memória.

Quanto maior for a retração da inteligência, mais a consciência deixa-se guiar pela intuição, cujos caminhos não têm finalidade prática; e, quanto maior a tomada da consciência pela intuição - seja durante a vigília, seja enquanto sonhamos - mais apreendemos a duração e nos afastamos do tempo homogêneo espacializado.

“O que demonstra perfeitamente que a nossa concepção ordinária da duração se deve a uma invasão gradual do espaço no domínio da consciência pura, é que para tirar ao eu a faculdade de perceber um tempo homogêneo, basta destacar dele a camada mais superficial dos fatos psíquicos que utiliza como reguladores. O sonho coloca-nos precisamente nestas condições; porque o sono, ao afrouxar o jogo das

funções orgânicas, modifica, sobretudo, a superfície de comunicação entre o eu e as coisas exteriores.” (BERGSON, 1988: 88).

Ao dissolver a fronteira que isola o tempo do sujeito do tempo histórico, a intuição nos permite captar a essência do tempo. Se estivermos acordados, o ato intuitivo pode fazer com que reconheçamos nossa própria duração em simpatia com outras contrações da pura duração. Durante um sonho, com a inteligência relaxada, é também a intuição que nos abre à experiência do tempo.

Quando sonhamos, “não medimos já, pois, a duração, mas sentimo-la; de quantidade, retorna ao estado de qualidade; a apreciação matemática do tempo decorrido já não se verifica; mas é substituída por um instinto confuso [...]. Mesmo no estado de vigília, a experiência diária deverá ensinar-nos a distinguir entre a duração-qualidade, a que nossa consciência atinge imediatamente, a que o animal percebe provavelmente, e o tempo, por assim dizer, materializado, o tempo tornado quantidade por um desenvolvimento no espaço.” (BERGSON, 1988: 89).

Temos, porém, o hábito profundamente enraizado de tomar o tempo pela medida de um movimento no espaço. Fragmentando o movimento em pontos imóveis, fragmentamos o tempo em instantes; depois, em pensamento, reconstituímos o movimento a partir dos pontos e a duração a partir dos instantes, operações que podemos resumir como uma conversão de qualidade em quantidade. O tempo que a inteligência do senso comum quantifica é linear, exterior e absoluto, uma invenção matemática conveniente ao planejamento de nossas ações no mundo material⁸⁰.

Newton concebe o tempo como entidade absoluta, exterior a todas as coisas e de fluxo constante e independente. Ele diferencia este tempo absoluto do tempo relativo que é associado a um movimento no espaço:

⁸⁰ O tempo que a inteligência quantifica não é necessariamente absoluto, pois é concebido sem este caráter - pela mesma inteligência - na teoria da Relatividade. No entanto, quando o senso comum apreende inteligentemente o tempo, é com as características newtonianas que ele o concebe.

“O tempo absoluto, verdadeiro e matemático, por si mesmo e da sua própria natureza, flui uniformemente sem relação com qualquer coisa externa e é também chamado de duração; o tempo relativo, aparente e comum é alguma medida de duração perceptível e externa (seja ela exata ou não uniforme) que é obtida através do movimento e que é normalmente usada no lugar do tempo verdadeiro, tal como uma hora, um dia, um mês, um ano.” (NEWTON, 1990: 07).

É no tempo que Newton chama de relativo, no tempo associado a um movimento no espaço, que o senso comum encontra o lastro do seu cotidiano. O mito do progresso, da noção herdada do Iluminismo de que o acúmulo do conhecimento objetivo traz benefícios crescentes para a humanidade, valorizou o caráter utilitário do tempo identificado pela mecânica clássica com a medida de um movimento. A unidade de medida do tempo presta-se também ao avanço do capital que a converte em valor monetário e, assim, o falso “tempo relativo” ao qual Newton se refere, o tempo matemático e utilitário, foi sendo assimilado pelo senso comum como capital e verdadeiro.

Ao contrair e dilatar valores de medidas de grandezas tidas até então como absolutas, como tempo e espaço, a Relatividade de Einstein desorganiza esta concepção de tempo exterior que flui uniformemente e por si só, ou seja, subverte as concepções newtonianas de duração e de tempo relativo. A multiplicidade do tempo quantitativo da Relatividade confunde a associação entre valores de tempo e de dinheiro, mas não nos remete ao tempo qualitativo, pois permanece a confusão entre tempo e espaço na substituição de *uma* por *várias* medidas do tempo.

Bergson tenta mostrar que o senso comum não está tão distante das implicações desta teoria física, pois, nos sonhos, o entrelaçamento dos múltiplos tempos nos parece familiar. Para ele, as idéias de Einstein sobre o tempo não deveriam causar controvérsias: se elas são inimagináveis a uma inteligência fincada na experiência antropométrica, a via intuitiva nos aproxima da multiplicidade temporal que a Relatividade introduz, seja quando captamos por coincidência ou simpatia as diferentes contrações da duração, seja na experiência da descontinuidade

temporal dos sonhos, onde durações muito aceleradas se instauram em meio a outras menos contraídas.

Ainda que a Relatividade trate de múltiplas *medidas* do tempo e, portanto, sua natureza inteligente e racional seja distinta da duração qualitativa, não seria difícil associar estas diferentes quantidades à multiplicidade temporal das experiências oníricas. Por que, então, a teoria física mostra-se hermética e inacessível ao senso comum? Se nos sonhos podemos ter a vivência de um tempo desordenado que se manifesta em nosso espírito, por que o senso comum reage com indignação diante das idéias de Einstein?

As idéias científicas do início do século XX são tomadas pelo senso comum como um prolongamento da ciência moderna coroada por Newton. O nome de Einstein parece, antes de tudo, avalizar a continuidade da ciência determinista anterior a ele. Por exemplo, um pequeno grupo de praticantes de yoga na cidade de Campinas criou um informativo semanal para divulgação de suas atividades; o nome do periódico é “Zen”, mas não vale a pena fazer mais referências, pois apenas nos interessa um fato ilustrativo que chama a atenção: numa das edições do informativo, a frase famosa de Isaac Newton, “Se vi mais longe, é porque estive apoiado sobre ombros de gigantes”⁸¹, estava atribuída a Einstein! Embora Einstein tivesse convicções deterministas, embora suas idéias não sejam consideradas como ruptura radical com o passado - comparadas com as de Bohr que embasaram a física quântica -, a confusão entre ele e Newton é grosseira, pois os conceitos einsteinianos de tempo, espaço, gravidade, matéria e energia são radicalmente diferentes dos de Newton em muitos aspectos. Mas, para o senso comum, os cientistas famosos gozam de igual prestígio, sucedem-se uns aos outros na manutenção da autoridade científica e, assim, a troca de Einstein por Newton no ato falho do informativo indica que o senso comum vê mais continuidade do que ruptura, não apenas entre eles, mas também na concepção do tempo.

⁸¹ Esta frase aparece numa carta de Newton de 1676 endereçada a Robert Hooke, que havia elogiado seu trabalho sobre a natureza da luz. In GJERTSEN (1986: 231).

Como o caráter revolucionário das teorias de Einstein é apenas uma caricatura para o senso comum, as pessoas reagem contra a Relatividade quando esta coloca o tempo matemático e absoluto em cheque, quando esta expõe os limites do tempo newtoniano espacializado que regulamenta a vida em sociedade. Numa atitude semelhante a do telespectador que desconsiderou o lapso de tempo entre a imagem televisiva e a transmissão radiofônica, as revelações da teoria de Einstein são colocadas sob o tapete. É na tentativa de salvar o tempo como coordenada capitalista que o senso comum prefere ignorar as implicações da Relatividade; o tempo que o senso comum preserva é o que se instaura em seu espírito pelas pressões da sobrevivência no sistema, pelos apelos de consumo que o capital opera “fetichizando” e “monetarizando” a duração.

Há, no entanto, algo de extraordinário na Relatividade, algo que a aproxima do senso comum não pela aura mítica do seu autor, tampouco pela compreensão distorcida que a reduz ao “tudo é relativo”, nem pela “autoridade” das ciências duras, mas pela sua contrapartida na multiplicidade temporal do tempo que a intuição pode captar.

A via inteligente mostra-se insuficiente para o conhecimento completo do tempo relativístico, pois, remetido a um amálgama quadridimensional com o espaço, ele torna-se inacessível à experiência antropométrica e pode apenas parcialmente ser apreendido através das experiências mentais de Einstein; assim, a relativização do tempo, ao radicalizar na espacialização, sublima qualquer imagem que permita ao senso comum tomar o tempo pelo espaço; ora, sem a imagem da linha reta que suportava o tempo, desaparece a ilusão do antigo misto com o espaço unidimensional, o que leva, forçosamente, o senso comum ao problema da natureza do tempo cuja solução não será completa enquanto restrita ao domínio da inteligência. O que a radical espacialização do tempo na Relatividade ironicamente invoca é a intuição capaz de “curto-circuitar” o significado do tempo metafísico com sua contrapartida na ciência.

O desaparecimento do tempo ordinário diante dos olhos do senso comum causa espanto, mas Bergson parece querer mostrar que, por trás desse espanto que

causa reações adversas à teoria, há mais intimidade do tempo na Relatividade com o senso comum do que deste com o tempo newtoniano; no entanto, para que esta intimidade se evidencie, é necessário que, seguindo o método da intuição – do qual falaremos mais adiante – o problema não seja colocado em termos de espaço, mas em função do próprio tempo.

A multiplicidade do tempo relativístico - inacessível ao senso comum pela via da inteligência ordinária - torna-se banal nas experiências dos sonhos se consideremos que elas são carregadas de descontinuidade, de planos que se entrelaçam e de multiplicidades que se interpenetram. Durante a vigília, o ato intuitivo nos leva também a múltiplas contrações da duração que, tal como nos sonhos, não são o equivalente da multiplicidade dos tempos de Einstein, mas nos tiram da linearidade do tempo da qual a atividade inteligente e planejadora se vale, e da qual a capitalização do tempo se nutre.

O senso comum, por mais paradoxal que possa parecer, se aproxima da Relatividade mais pela via intuitiva do que pela inteligente: a multiplicidade de tempos nas vivências oníricas (quando a atividade inteligente se retrai) pode dar ao tempo ininteligível da teoria um lastro na experiência. Evidentemente, a Relatividade é obra da inteligência e sua compreensão não é intuitiva; no entanto, quando o senso comum percebe que o tempo é vazio de significado, quando a Relatividade desmonta a ilusão do tempo linear e absoluto, é a ausência de significado no tempo concebido inteligentemente que se precipita diante das pessoas. Neste sentido, a teoria de Einstein empurra o senso comum para a busca do tempo verdadeiro que só a intuição pode captar; neste sentido, ainda, o senso comum seria conduzido à metafísica pelos braços da física. Mas este empurrão que a teoria dá não se completa na condução à metafísica porque o senso comum esbarra nas mesmas arestas que feriram o discurso de Bergson em seu debate com Einstein em 1922 - tais como o mito em torno do físico, o desdém pelo tempo dos filósofos e a capitalização do tempo.

Bergson percebeu por volta de 1922 que a Relatividade continuava a lidar com o tempo fantasmagórico e espacial da ciência moderna, apenas acrescentando o requinte da multiplicação dos fantasmas que, como se equivalem, nenhum deles

poderia ser tomado como o tempo real. O contato com a Relatividade fez Bergson retornar à hipótese de um tempo único, mas não a do tempo newtoniano e sim a da pura duração.

Bergson, em obras anteriores ao embate com a teoria de Einstein, defende a multiplicidade do tempo, a duração que se contrai e se dilata em vários graus; para ele, o tempo pode ser único ou múltiplo, como se queira.

A importância de *Durée et Simultanéité* vai além de uma crítica oposicionista à Relatividade, ponto que por vezes é motivo de constrangimento para muitos filósofos bergsonianos. Nas entrelinhas desta obra, entretanto, o que transpira não é um retorno ao monismo newtoniano do tempo, mas a ambição de uma ciência completa na qual física e metafísica se interpenetrariam, na qual intuição e inteligência se complementariam no método do conhecimento humano. Um pouco mais adiante, retornaremos a esta questão. Por hora, constatamos que a questão bergsoniana da ausência do significado filosófico no tempo relativístico era pertinente e que ela reacende a cada vez que a Relatividade toca o senso comum ou, em nossa própria experiência, a cada vez que acordamos de um sonho.

4 – Duração e Simultaneidade

A teoria da Relatividade é uma teoria sobre *invariâncias*, pois ela busca na natureza aquilo que não varia em relação a qualquer ponto de vista do observador: se tempo e espaço dependem do referencial, o que Einstein preserva como absoluto é, como vimos no Capítulo II, o valor da velocidade da luz, igual para qualquer sistema de referência. A constância da velocidade da luz e a relativização do espaço-tempo dissolveram o conflito entre a mecânica e o eletromagnetismo no início do século XX. Os inexplicáveis fracassos de Michelson e Morley para medir os efeitos sobre a luz do movimento da Terra através do éter foram interpretados por Einstein como conseqüências da redução do comprimento de um dos braços do interferômetro - preservando o valor da velocidade da luz idêntico em relação aos dois braços, tanto o que tinha velocidade perpendicular ao movimento da Terra, quanto o que estava

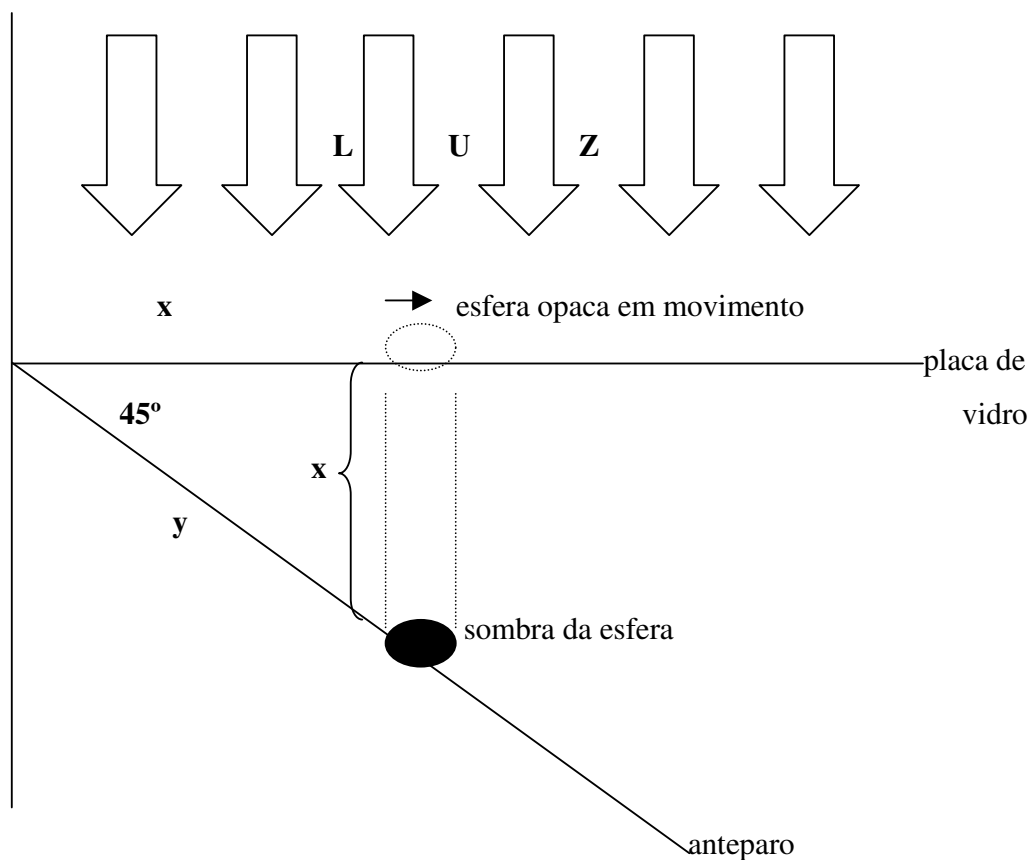
alinhado com ele. Einstein, seguindo os rastros de Lorentz, descartou a existência do éter e adotou a velocidade da luz como uma constante universal.

Como vimos no Capítulo I e retomamos há pouco, Einstein partiu de necessidades práticas existentes em seu tempo para reformular os conceitos que fizeram a física desencilhar do pântano de contradições em que havia caído. Voltemos, então, ao conceito de simultaneidade, cuja faísca detonou o processo de reviravolta na física clássica.

“Temos que ter em conta que todas as nossas apreciações em que intervém o tempo são sempre apreciações sobre acontecimentos simultâneos. Quando eu digo, por exemplo: aquele comboio chega aqui às sete horas, isto significa que a indicação dada pelo ponteiro pequeno do meu relógio e a chegada do comboio são acontecimentos simultâneos. [...] Quando se pretende estabelecer uma relação temporal entre séries de acontecimentos que se desenvolvem em lugares diversos, as dificuldades aparecem. [...] Poderíamos, é certo, contentar-nos com uma ordenação temporal dos acontecimentos, feita por meio de um observador colocado num relógio na origem das coordenadas de um sistema de referências e munido de um relógio. Este observador receberia os sinais luminosos enviados através do espaço vazio por cada um desses acontecimentos e os ordenaria segundo as indicações dadas pelo relógio à chegada dos respectivos sinais.” (EINSTEIN, 1989a: 49).

Assim, quando se leva em conta o observador e o tempo que a luz leva para percorrer as distâncias entre este e vários eventos, a ordem com que tais eventos ocorreram depende do referencial adotado: o que é simultâneo para um observador pode não ser para outro. Podemos, seguindo o exemplo de Einstein, criar aqui uma experiência mental semelhante às que vimos no Capítulo III para ilustrar a importância da velocidade da luz na concepção da simultaneidade de eventos.

Imaginemos uma esfera opaca deslizando em movimento retilíneo e uniforme numa placa horizontal, plana e transparente. Sobre a placa, perpendicularmente a ela, incide um feixe de luz. A sombra da bola é projetada num anteparo inclinado de 45° em relação à placa, conforme a figura abaixo.



A princípio, temos o impulso de dizer que a sombra da esfera está num ponto do anteparo que fica na mesma vertical que passa pela esfera, ou seja, embaixo dela. Assim, a esfera e a sombra estão sempre *simultaneamente* na mesma vertical. Concluímos que, como a sombra se desloca num plano inclinado, ela percorre, no mesmo intervalo de tempo, uma distância (y) maior do que a (x) percorrida pela própria esfera: a velocidade da sombra é, portanto, *maior* do que a da esfera.

Até aqui, aparentemente, nada de anormal; mas forcemos a imaginação para considerar uma situação limite, na qual a esfera opaca se movimenta à velocidade da luz: somos imediatamente levados a admitir, seguindo o raciocínio do parágrafo anterior, que a sombra se movimenta com velocidade superior à da luz, o que contraria a premissa maior da Relatividade.

O problema se resolve se examinarmos mais atentamente o movimento da esfera e de sua respectiva sombra: percebemos que, de fato, para grandes velocidades da esfera, ela e a sombra não estão *simultaneamente* na mesma vertical.

Acontece que a sombra gasta um tempo maior para percorrer a distância y do que a esfera para percorrer a distância x . Assim é porque a luz (ou a falta de luz), a interrupção no feixe luminoso que provoca a sombra, leva um tempo para percorrer a distância entre a esfera e o local do anteparo onde a sombra aparece. O mesmo aconteceria se um corpo opaco fosse colocado num ponto equidistante entre a Terra e o Sol: durante um intervalo de tempo (4 minutos, aproximadamente), a Terra ainda seria banhada pelos raios do Sol que já haviam passado pelo referido ponto, até que sombra do corpo fosse projetada sobre o nosso planeta.

No exemplo da figura anterior, a distância entre a esfera opaca e o anteparo é igual à distância que ela percorreu (x), já que a inclinação do anteparo é de 45° . Portanto, há que se considerar uma defasagem entre o tempo que a esfera gasta para percorrer a distância x e o tempo que a sombra leva para percorrer a distância y , sendo maior o último. Em outras palavras, a sombra e a esfera não estão simultaneamente sobre a mesma reta vertical.

Esta defasagem não pode ser desprezada quando imaginamos a bola com velocidade próxima à da luz. Se a esfera se movimentar à velocidade da luz, ela gastará um tempo t para percorrer a distância x . No entanto, a sua sombra gastará o dobro deste tempo, $2t$, para percorrer a distância y , ou seja, o mesmo t que gasta a esfera opaca somado a outro t que a sombra leva para ser projetada. Assim, como y é a diagonal de um quadrado de lado igual a “ x ” e, portanto, tem comprimento igual a x multiplicado pela raiz quadrada de dois (algo próximo de $y = 1,4 \cdot x$), a velocidade da sombra dada por $y/2t$ é *menor* do que a da esfera, dada por x/t . A velocidade da sombra será de aproximadamente setenta por cento do valor da velocidade da esfera, quando esta estiver à velocidade da luz.

Para velocidades pequenas em relação à da luz, a sombra está simultaneamente na mesma vertical da esfera e, assim, percorre uma distância (y) maior do que x . *Para pequenas velocidades, a velocidade da sombra é maior do que*

a da esfera; quando, no entanto, a velocidade da esfera opaca se torna próxima do valor da velocidade da luz, torna-se considerável o tempo que a sombra demora para atingir o anteparo, de modo que a sombra se atrasa e não consegue estar simultaneamente na mesma vertical que a esfera. No limite, quando a sombra tiver percorrido a distância y , terá gasto um tempo dobrado em relação ao gasto pela esfera para percorrer x . Como y não chega a ser o dobro de x , concluímos que, *para velocidades próximas à da luz, a velocidade da sombra é menor do que a da esfera*.

Imaginemos que nossa percepção fosse ampliada de modo a percebermos fenômenos tão rápidos quanto o movimento da luz; imaginemos que, ao acionarmos o interruptor que acende a lâmpada de um ambiente da casa, víssemos a luz preencher “lentamente” o cômodo desde o lustre instalado no teto até os rodapés. Neste caso, teríamos a nítida visão de que a sombra da esfera vai mais devagar do que ela. Como nossa percepção limitada nos induz a pensar que a esfera e sua respectiva sombra estão na mesma vertical, somos levados a acreditar que a sombra da esfera do nosso experimento mental tem maior velocidade, pois percorre uma distância maior no mesmo intervalo de tempo.

A experiência mental que acabamos de fazer serve como argumento para que possamos aceitar que um ponto material (representado neste caso pela sombra) não pode atingir uma velocidade maior que a da luz. A princípio, podemos considerar incompreensível a idéia de que não se encontra no mundo real uma velocidade maior do que trezentos mil quilômetros por segundo; mas a experiência mental nos mostra que, tomando como referencial um ponto fixo no plano formado pela placa transparente e pelo anteparo, a sombra apenas aparentemente supera aquele valor, engano que se desfaz quando levamos em conta que a formação da sombra não é simultânea à chegada da luz à esfera opaca. Uma hipótese inicialmente incompreensível, mas que pode ser em parte apreendida através de um argumento elaborado numa experiência mental.

A Relatividade, a princípio, parece propor algo inimaginável e mesmo contrário ao bom-senso. Como pronunciou Minkowski em conferência no Octogésimo Congresso dos Naturalistas e Médicos Alemães de Colônia, “daqui em

diante, os conceitos de espaço e tempo, considerados como autônomos, vão desvanecer-se como sombras e somente se reconhecerá existência independente a uma espécie de união entre os dois.” (MINKOWSKY; 1989: 93).

Para Einstein, porém, “os nossos conceitos e leis do espaço e do tempo podem ter validade somente enquanto estiverem em uma relação clara com as nossas experiências.” (EINSTEIN, 2001: 131). Torna-se, então, imprescindível para o sucesso da teoria que os conceitos não se limitem a uma formulação matemática, mas que sejam compreendidos em suas essências. “Se quisermos perceber o movimento de um ponto material, não teremos mais que dar o valor das suas [três] coordenadas em função do tempo. Mas devemos agora ter atenção que tal descrição matemática só tem sentido físico se definirmos o que se entende por tempo.” (EINSTEIN, 1989a: 49).

Através dos experimentos mentais descritos no Capítulo III, Einstein encontra os argumentos que, se não nos levam à compreensão sensível de um espaço-tempo quadridimensional, nos fazem acessar pela via inteligente o mundo real que a complexidade da teoria expressa.

Voltemos-nos, agora, para Bergson: notamos que a experiência da simultaneidade é intuitiva, não no sentido de Einstein (o das experiências mentais que nos fazem intuir o conceito inapreensível), mas no sentido em que opera uma virtualização diferente da proposta por Einstein. A proposta de Bergson para a simultaneidade, tal como citada no capítulo IV, nos leva aos eventos simultâneos pela via da coincidência destes eventos com o nosso espírito: “Quando estamos sentados à beira de um rio, o escoamento da água, o deslizamento de um barco e o murmúrio ininterrupto de nossa vida profunda são para nós três coisas diferentes ou uma só, como se queira ...”. (BERGSON, 1998: 75).

Segundo o filósofo francês, a simultaneidade se dá na relação instantânea entre duas realidades primitivas: espaço e tempo. Assim, o instante, mais do que um limite abstrato do tempo, é esta própria relação que só pode se dar numa consciência através da intuição. Para Bergson, “a simultaneidade seria precisamente a possibilidade de dois ou mais eventos entrarem numa percepção única e instantânea”,

ou ainda, “duas percepções instantâneas captadas num só e mesmo ato do espírito...” (BERGSON, 1998: 43 e 50).

Precisamente, não há oposição entre a teoria física de Einstein e o olhar metafísico de Bergson, mas há que se marcar a diferença de natureza entre o tempo matemático e o tempo da consciência: se o primeiro explica melhor os resultados que brotaram no terreno experimental da simultaneidade de eventos, ele não pode ser tomado pelo filósofo como substituto da pura duração. Da mesma forma, a multiplicidade atual e numérica do tempo na Relatividade não pode ser confundida com a multiplicidade virtual e qualitativa do tempo real.

Bergson compreendeu os caminhos traçados por Einstein nos experimentos mentais de *A Geometria e a Experiência* e da *Versão Popular* da Relatividade; sua crítica não se dirige à medição do tempo através dos raios luminosos, mas à primazia da notação matemática das articulações de um espaço-tempo sobre o tempo psicológico.

“Ao Tempo do senso comum, que pode sempre ser convertido em duração psicológica [...], a teoria da Relatividade substitui um Tempo que apenas pode ser convertido em duração psicológica no caso da imobilidade do sistema. Em todos os outros casos, este tempo, que era a uma só vez linha de luz e duração, é apenas linha de luz, - linha elástica que se estica à medida que a velocidade atribuída ao sistema cresce. Ele não pode corresponder a uma nova duração psicológica, já que continua a ocupar esta mesma duração. Mas pouco importa: a teoria da Relatividade é uma teoria física; ela toma a decisão de negligenciar toda duração psicológica, tanto no primeiro caso quanto em todos os outros, e de não reter do tempo mais do que a linha de luz.” (BERGSON, 1998: 134-5).

O tempo vivido e percebido, o tempo da consciência, é, para Bergson, o tempo do senso comum. Antes da Relatividade, este tempo já havia sido transformado em movimento no espaço, pois tivemos o interesse em tomar o “decorrer do tempo” por um movimento independente do movimento do nosso próprio corpo: adotamos o movimento de rotação da Terra como marcador do tempo, possibilidade permitida por nosso espírito capaz de captar duas percepções instantâneas. Mas se assim o

fazemos, se compreendemos este movimento como tempo e não somente como espaço, é “porque uma viagem do nosso próprio corpo está sempre ali, virtual, e que poderia ser para nós o decorrer do tempo” (BERGSON, 1998: 50).

Com a teoria de Einstein, o tempo do senso comum sofreu uma espacialização radical, a ponto de não poder mais ser identificado com uma linha no espaço. Se a duração já havia sido tomada pelo espaço, agora é o próprio espaço que desaparece dos olhos do senso comum. *É a percepção de que o tempo é confundido com o espaço e a conseqüente constatação de seu significado vazio que se precipitam no imaginário do senso comum diante da Relatividade.*

Na patinação do tempo linear, Bergson vê a possibilidade de resgatar a duração como (único) tempo real e de mostrar o misto mal analisado entre tempo e espaço. A introdução dos múltiplos tempos da teoria de Einstein implicava na derrocada da imagem do tempo newtoniano, formada por instantes imóveis de uma reta infinita, e demandava um significado para o tempo diferente do ilusório misto com o espaço. O argumento de Bergson - divergente em relação ao credo dos físicos - era que, ao invés de supor equivalentes todos os tempos (referentes e referidos), a Relatividade *exigia* a existência de um único tempo real. Indiretamente, a teoria de Einstein revelaria que todos os tempos tomados por suas medidas são meras representações numéricas e isso “forçaria” o senso comum a procurar o tempo verdadeiro fora dos limites da codificação, ou seja, através do ato intuitivo que pressupõe a duração pura.

Em *Durée et Simunanéité* (obra que é claramente uma reação imediata de Bergson à *Versão Popular* da Relatividade), quando ele afirma que o tempo do viajante de Langevin é fantasmagórico, ou seja, um tempo referente e não referido⁸², um tempo matemático e não um tempo vivido, muitos físicos vêm aí uma crítica do filósofo aos fundamentos da teoria. No colóquio internacional *Bergson et la Science* realizado em Nice durante o mês de maio de 2004, o físico francês Jean-Marc Lévy-Leblond fez exatamente esta crítica ao referido livro, no qual, segundo ele, Bergson

⁸² Conforme citação do capítulo anterior.

“se lambuzou” com a teoria de Einstein. De fato, do ponto de vista da física, as medidas de tempo tomadas em diferentes sistemas de referência não têm nada fantasmático, pois são verificadas experimentalmente e estão de acordo com a realidade dos fenômenos físicos. O significado metafísico do tempo não tem relevância num conjunto de medições do tempo capaz de descrever os fenômenos. O próprio Einstein, como vimos no Capítulo I, disse que o tempo dos filósofos não existe. Bergson, no entanto, tenta mostrar a diferença entre o tempo e sua codificação científica; por isso ele vai insistir num tempo único diferente das suas representações simbólicas: haveria muitas possibilidades matemáticas para o tempo, mas todas estas representações diferem do tempo real *em natureza*.

A questão do filósofo está além dos sistemas representativos; mesmo a linguagem é insuficiente para exprimir o tempo real - com sua multiplicidade contínua e virtual. A estratégia de Bergson de penetrar no terreno da geometria e do cálculo para combater a indiferença de Einstein à questão filosófica do tempo talvez não tenha sido a melhor: os argumentos de *Durée et Simunanéité* são fundamentados em representações de trens, raios de luz e equações para denunciarem, em linguagem codificada, a própria codificação. É possível que esta tenha sido sua única opção diante da euforia com que a Relatividade alardeava a confusão entre tempo e espaço

Alguns trechos desta polêmica obra de Bergson, no entanto, nos dão a impressão de que ele acusa a Relatividade de ser uma teoria descolada da realidade, como se o tempo que ela propõe fosse cientificamente falso.

“Eu sou pintor, e tenho a representar dois personagens, Jean e Jacques, sendo que um deles está perto de mim, enquanto o outro está a duzentos ou trezentos metros de distância. Desenharei o primeiro em tamanho natural e reduzirei o outro à dimensão de um anão. Um de meus colegas, que estará perto de Jacques e que queira igualmente pintar os dois, fará o inverso; ele mostrará Jean bem pequeno e Jacques em tamanho natural.” (BERGSON, 1998: 75).

Bergson usará este exemplo para argumentar que, apesar de ambos os pintores estarem corretos, não podemos concluir, a partir de suas telas, que Jean ou Jacques têm tamanhos naturais ou o de anões: na perspectiva da pintura, a altura de cada um

deles será tão menor quanto maior for a distância que os separam do pintor, ou seja, quanto menor for a possibilidade do pintor de tocá-los e de medi-los. Analogamente, diz Bergson,

“[...] no interior do sistema onde me encontro, e que imobilizo pelo pensamento tomando-o como sistema de referência, meço diretamente um tempo que é o meu e o do meu sistema. [...] Mas, ao imobilizar meu sistema, mobilizei os outros e os mobilizei diversamente. Eles adquiriram velocidades diferentes. Quanto maiores forem suas velocidades, mais *longes* eles estão de minha imobilidade. É essa maior ou menor *distância* entre suas velocidades e minha velocidade nula que exprimo em minha representação matemática dos outros sistemas quando meço seus tempos mais ou menos lentos, aliás todos mais lentos que o meu, assim como é a maior ou menor distância entre mim e Jacques que exprimo reduzindo mais ou menos seu tamanho.” (BERGSON, 1998: 75).

A duração real – que pode ser representada com diferentes valores dependendo da velocidade do referencial móvel - é análoga ao tamanho real de Jacques, não à *medida real*, mas ao próprio Jacques, sendo seu tamanho uma grandeza abstrata, uma invenção - a qual pode ser representada sobre a tela com diferentes alturas. Nada indica que as *medidas* (do tempo e das alturas de Jacques) estejam incorretas, mas estas não podem ser confundidas com o tempo real ou com o personagem que serve de modelo ao pintor. Para Bergson, só há um Jacques e um Jean que são reais: ele argumenta que, para o físico, não há distinção entre o Jean de carne e osso e suas representações, ou seja, o modelo e seus corpos pintados na tela possuem medidas e estas medidas são tomadas pelo físico por igualmente reais.

A Relatividade mostra justamente a *equivalência* das leis em diferentes sistemas de referência e consegue explicar melhor a realidade desta forma. O tempo do méson- μ ⁸³ que atinge a atmosfera terrestre e não se desintegra até chegar à

⁸³ O méson- μ é uma partícula elementar que atinge a atmosfera terrestre com grande velocidade. Observado da Terra, ele se desintegraria antes de chegar à superfície, mas, devido à sua velocidade, seu tempo é dilatado em relação ao que medimos na Terra. Assim, para um referencial fixo na superfície do planeta, o tempo para o méson- μ percorrer a atmosfera é suficiente para sua

superfície do planeta é tão real quanto o tempo do observador fixo na Terra. Apenas a medida do tempo da partícula é diferente quando tomada num referencial fixo na Terra e isso em nada afeta a realidade dos tempos.

O problema para Bergson é que a multiplicidade de medidas apenas aprofundou a confusão entre tempo e espaço. Porém, reivindicando a dissolução deste misto mal analisado, ele clama por um tempo único real e seu grito de protesto ecoou como um retorno ao monismo do tempo. Bergson não questiona a teoria movido por uma oposição entre a duração real e o tempo fantasmagórico da Relatividade, mas pela necessidade de desfazer a confusão entre uma e outro. Generalizando, o “protesto” é contra a equivalência entre um objeto e sua representação.

Bergson nos dá a impressão de ter se aferrado ao tempo newtoniano; no entanto, como vimos anteriormente, a multiplicidade do tempo está presente em sua obra desde *Ensaio sobre os Dados Imediatos da Consciência*, seja na de contração e de dilatação da duração que o ato intuitivo pode captar, seja na constante referência ao tempo dos sonhos. Foi o encontro com a Relatividade que o fez retomar o monismo do tempo, mas sem abrir mão da multiplicidade qualitativa e virtual, ou seja, uma duração em que outros tempos coexistem para definirem um devir universal; mais tarde, esta hipótese, segundo Prigogine⁸⁴, se mostrou conciliável com a idéia fundamental de Einstein nos processos dinâmicos instáveis.

A questão bergsoniana, no entanto, não estava no terreno da física, mas da metafísica, e talvez esta seja a fonte de toda a confusão gerada por *Durée et Simultanéité*, confusão para a qual talvez o próprio Bergson tenha contribuído ao colocar sua questão no platô científico.

As experiências mentais de Einstein têm a finalidade de conduzir o senso comum à complexidade da espacialização do tempo de medidas múltiplas para

desintegração, mas no “relógio interno” da partícula, seu percurso durou um tempo menor, o que explica sua incidência no solo da Terra.

⁸⁴ Segundo Prigogine, os processos dinâmicos instáveis estão no cerne do debate entre Einstein e Bergson. “O desfecho deste debate foi desastroso para Bergson: é unicamente admitido que este último se equivocou quanto à interpretação da Relatividade Restrita de Einstein. Apesar de tudo, como iremos demonstrar, a existência dos processos dinâmicos instáveis reabilita até certo ponto a idéia de um tempo universal defendido por Bergson.” (PRIGOGINE e STENGERS, 1990: 235).

diferentes referenciais. Toda a filosofia bergsoniana, por outro lado, se apresenta “em decorrência da simples constatação da passagem do tempo, do simples *fato* de que o tempo *passa*.” (WORMS, 2004: 73). Paralelamente ao tempo da Relatividade que foge do alcance de nossa experiência antropométrica, a duração de Bergson não cabe em qualquer análise, sendo, portanto, intraduzível. Como Einstein, cujos *experimentos mentais* nos levam a “intuir” o universo finito e ilimitado, Bergson nos conduz pela via da *experiência intuitiva* à apreensão dos significados de duração e de simultaneidade.

Podemos ler no verbete *Bergson* do *Dicionário Oxford de Filosofia* que “apesar do alcance da filosofia bergsoniana, o aspecto espiritual, e até poético, que caracteriza sua obra não resistiu à prova do tempo, o mesmo acontecendo à interpretação espiritual da evolução, que não resistiu aos desenvolvimentos modernos.” (BLACKBURN, 1997: 41). Poderíamos completar dizendo que suas contestações à teoria da Relatividade no plano científico mostraram-se ingênuas diante das evidências experimentais e matemáticas da física. Em todos estes casos, no entanto, parece haver um erro na colocação do problema, erro às vezes (como em *Duração e Simultaneidade*) cometido pelo próprio Bergson: seu protesto era contra o misto entre o tempo atual e o tempo virtual, contra a tomada do tempo matemático pelo tempo real, contra a falta de lugar para a *durée* no corpo da ciência. A pura duração é um pressuposto da intuição e, por isso mesmo, inexprimível analiticamente com o rigor científico que os cientistas esperam.

O método da intuição, como veremos, nos permite aceder ao conhecimento completo defendido por Bergson. A poesia que transpira de sua obra não é um demérito, mas algo inerente aos textos cujos significados transcendem a própria linguagem. Como disse Heiner Müller⁸⁵, o pensamento é sempre mais lento do que a escritura poética.

⁸⁵ Palavras de Heiner Müller a Jean-François Peyret em 1983. in SANTOS, 2003: 247.

5 – Códigos do tempo

“Em que contexto, a qual preço (em todos os sentidos da palavra *preço*), há uma tradução dos tempos?” (GUATTARI, 1983: 05).

O pesquisador australiano Adrian Mackenzie nos mostra como “a existência do tempo enquanto medida é um artefato social de numeração ou de ordenação de seqüências [sociais] em relações sincronizadas.” (MACKENZIE, 2001: 240). Nesse sentido, um mostrador digital de relógio representa uma seqüência simbólica de repetição para as seqüências sociais não repetíveis.

A evolução tecnológica dos marcadores de tempo - desde o pêndulo adaptado por Huyghens em 1658, passando pelos atômicos de 1950 – foi conferindo aos relógios níveis de precisão que superam em muitas vezes nossa capacidade de percepção. Nos mostradores digitais, largamente difundidos a partir da década de 1970, o tempo não “passa”, apenas muda em saltos repentinos; nós, como um cinematógrafo devolvendo aos fotogramas o movimento usurpado, restabelecemos o fluxo nos instantes imobilizados.

O néon de quatro grandes números colocados no alto do edifício brilha no início da noite. Para quem passa pela movimentada avenida, os números servem de relógio: são dezenove horas e quinze minutos. Uma lata de cerveja vazia rola bêbada no colo do vento. Os carros estão represados no sinal vermelho e na tela suja - tevê suspensa num bar - passa o desfile de carnaval. Os olhos de um passageiro estão a chorar o fluxo de um rio que lhe salga a boca, como água do mar.

Bashô a tempestade!⁸⁶

O universo dura!

Mas o relógio ainda marca dezenove e quinze; e assim permanece, até que o último dígito salte para o minuto seguinte.

Quanto menor for a precisão do relógio, quer dizer, quanto mais dura o intervalo entre os saltos dos dígitos, mais evidente fica a imobilidade do tempo que

⁸⁶ Referência ao *haiku* de Bashô: *Por que esta letargia?/Mal conseguiram me acordar/Pancada de chuva primaveril*. In: TARKOVSKI, 1990: 124.

ele conta. Um mostrador que marcasse apenas horas inteiras revelaria mais claramente esta imobilidade do que outro que tivesse a precisão de centésimos de segundo; neste último, os intervalos entre os saltos escapam da nossa percepção e temos a ilusão de um fluxo contínuo. Se, como diz Bergson⁸⁷, “perceber significa imobilizar”, os saltos de centésimos de segundo nos escapam⁸⁸, mas se revelariam igualmente imóveis se nossa percepção fosse, por algum motivo, “ampliada”.

Uma ampliação da percepção que nos permitisse perceber eventos que ocorrem com velocidades próximas à da luz poderia tornar a relatividade dos eventos simultâneos acessível à nossa experiência antropométrica. Levada ao extremo, esta percepção nos faria como o Deus de Pascal⁸⁹, um ponto infinitamente pequeno que percorre todo o mundo e tudo o que existe numa velocidade infinita, sendo assim ao mesmo tempo indivisível, único e onipresente.

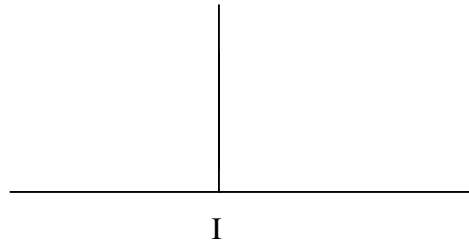
Nossos limites, no entanto, nos fazem “pontos” que, ao invés de onipresentes, deixam um rastro ao “percorrer o mundo”. Nossa percepção nos limita aos objetos que estão próximos de nós, embora admitamos a realidade atual de todos aqueles que estão simultaneamente no espaço e não são percebidos.

Em *Matéria e Memória*, Bergson usa a imagem de duas linhas perpendiculares para representar nossas percepções atuais e virtuais: uma reta horizontal contendo todos os *objetos* simultâneos no espaço e uma semi-reta vertical onde se dispõem nossas *lembranças* escalonadas no tempo. O ponto de interseção (I) das duas linhas é o presente de nossa consciência.

⁸⁷ BERGSON, 2001: 244.

⁸⁸ Como nossa percepção visual não distingue mais do que vinte e quatro imagens por segundo, tomamos o intervalo de tempo de imobilidade dos dígitos que saltam cem vezes por segundo por um fluxo contínuo.

⁸⁹ Sobre o Deus de Pascal ver: PASCAL, Blaise (1984). *Pensamentos*. Coleção *Os Pensadores*. Tradução Sérgio Milliet. São Paulo: Abril Cultural.



O senso comum não hesita em afirmar a realidade da linha horizontal inteira (objetos no espaço) e que, contrariamente, o presente *I* atualmente percebido é o *único* ponto verdadeiro da linha vertical (lembranças).

Segundo Bergson, trata-se de uma ilusão que se deve ao fato dos objetos situados ao nosso redor representarem as ações que iremos realizar sobre eles ou que deles sofreremos. Os objetos mais distantes também representam estas ações em graus menores, mas gozam da mesma atualidade que é transmitida, numa velocidade infinita⁹⁰, dos objetos próximos aos mais distantes.

“Se não vejo nenhum inconveniente em supor dada a totalidade dos objetos que não percebo, é porque a ordem rigorosamente determinada destes objetos lhes dá o aspecto de uma cadeia, da qual minha percepção presente não seria mais do que um elo: este elo comunica então sua atualidade ao restante da cadeia”. (BERGSON, 1999b: 170).

Quanto à semi-reta vertical, Bergson mostra que a ilusão de que só o presente *I* é real é atribuída ao hábito de buscarmos no passado apenas o que interessa à ação imediata. A lembrança se adere ao presente pelo esquecimento de todas as outras que não são úteis para determinada situação.

Mas todo nosso passado está latente em nosso presente e a aderência de uma lembrança do passado a nosso presente é comparável à realidade da cadeia dos

⁹⁰ Cabe aqui mencionar uma importante diferença entre os níveis energéticos e informacionais de qualquer processo (sobre isso, ver Ferreira 2006: 284-5). Esta diferença “faz diferença”, pois se um sinal energético não pode se propagar com velocidade superior à da luz, o mesmo não se aplica necessariamente à mensagem simbólica por ele transmitida. Um argumento parecido, embora não elaborado desta maneira, era utilizado também pelo professor César Lattes, que via com olhar crítico a teoria de Einstein: em suas aulas no Instituto de Física da Unicamp, ele costumava dizer - não sem uma dose de mau gosto chulo em seu exemplo - que quando a mulher do “Sr. José” o traía, imediatamente ele é “corno”.

objetos não percebidos: “veremos que nossas lembranças formam uma cadeia do mesmo tipo e que nosso caráter, sempre presente em todas as nossas decisões, é exatamente a síntese atual de todos os nossos estados passados. [...] O mesmo instinto, em virtude do qual abrimos indefinidamente diante de nós o espaço, faz com que fechemos atrás de nós o tempo à medida que ele passa.” (BERGSON, 1999b: 170-171).

Os limites de nossa percepção do espaço podem ser ampliados por máquinas, como o aparelho de televisão, os satélites de comunicação, o telescópio, o telefone, etc. Nestes casos, como a atualidade dos objetos distantes é transmitida pelas máquinas à velocidade da luz, pode ocorrer uma estranheza em nossa percepção como a que teve o telespectador de futebol anteriormente referido.

Da mesma forma, quando uma lembrança nos toca involuntariamente, sem que fôssemos buscá-la para utilizá-la na situação presente, somos estranhamente surpreendidos pela revelação de que o presente não é desconexo do passado.

Quatorze anos era minha idade. O meu destino era o restaurante universitário, onde, eu ouvia dizerem, pagava-se um cruzeiro por uma refeição. O que me levou até lá foi isso: almoçar por um cruzeiro - ou por três cruzeiros, se incluirmos o preço das conduções de ida e de volta. Não que eu passasse fome: ao contrário, comia bem e gostava da comida lá de casa. No entanto, a possibilidade de se obter o sustento com tão pouco dinheiro era inédita para mim. Eu tinha comigo um capital considerável: quatro cruzeiros que teriam sido gastos no intervalo de aulas do colégio para comprar um “pão-na-graxa” e uma coca-cola.

Cheguei ao restaurante e fiquei na fila dupla que dava acesso à venda de tíquetes para aqueles que ainda não os tinham. Apesar de grande, a fila andava bem e eu passara despercebido até então. A senhora que ficava na caixa registradora usava um tipo de chapéu branco - parte do seu uniforme - e seus olhos bastante azuis me flagraram, pois certamente eu não era aluno, nem professor, nem funcionário. Pedi meu documento de identificação e eu disse que o havia esquecido. Com um sorriso que se espalhou por duas ou três pessoas da fila, ela fingiu acreditar e permitiu a minha entrada.

Ao lado do caixa, letras de plástico brancas e amarelas, caprichosamente encaixadas nos trilhos horizontais de um quadro preto, anunciavam o cardápio: arroz, feijão, carne de panela, farofa, salada, banana, pão, suco, leite e café.

Passado o susto na compra do tíquete, eu parecia estar novamente invisível: ninguém reparava mais na minha presença. Agora, era a fila da comida: dividia-se em duas num corredor suspenso de onde se podia observar o saguão do restaurante. Era possível ver as compridas mesas onde dúzias de pessoas comiam sem pensar, como frangos numa granja. Cada ramo da fila descia por uma rampa diferente que dava acesso a uma espécie de linha de montagem, na qual uma bandeja metálica e subdividida ia sendo preenchida pelos funcionários uniformizados do restaurante. Quando o último componente - o pãozinho - completou a bandeja, me virei para o imenso salão. Saí em busca de um lugar disfarçando a salivação e um sorriso similar ao de um felino carregando sua presa ainda quente.

Sou filho único e almoçava sempre só: meu pai saía cedo e só voltava à noite; minha mãe tinha o hábito de comer enquanto cozinhava, de modo que se sentia farta na hora de servir o almoço e dedicava-se a outros afazeres enquanto eu comia. Sentar-se e comer com milhares de pessoas era uma festa na qual meu espírito se soltava e comungava, na mastigação coletiva, a libertação dos limites do corpo, a dissolução do ego, o nirvana.

A comida era boa e a aventura já havia despertado meu apetite. Minha atenção se dividia entre o colorido da comida e as pessoas à minha volta: rapazes, novos-donos de seus narizes, e moças de saias translúcidas percorriam o salão; um homem vestido como um operário comia com a certeza de uma betoneira que recebe uma pá de areia ou brita.

O som metálico das bandejas e dos talheres espetava o macio murmúrio das gentes a comer. Este mesmo som que ouço agora, após tantos anos, quando volto ao mesmo restaurante universitário. Algo em minha memória se movimentou e me fez viver, ao reconhecer o som, sensações que estão fora daquilo que concebemos por tempo linear, sensações em que passado e presente são contemporâneos.

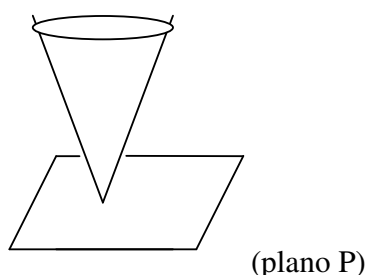
A obra de Proust, fortemente influenciada pela filosofia bergsoniana, evidencia a coexistência entre passado e presente. Para Marcel Proust, a chave da busca do tempo está no embate entre a evocação consciente da memória e a erupção inconsciente ou involuntária. *Em Busca do Tempo Perdido* traz a descoberta de uma memória inconsciente que permite que o narrador reviva o passado com uma apreciação mais profunda do seu significado.

“Se ao menos me fosse concedido um tempo para terminar minha obra, eu não deixaria de lhe imprimir o cunho desse Tempo cuja noção se me impunha hoje com tamanho vigor, e, ao risco de fazê-los parecer seres monstruosos, mostraria os homens ocupando no Tempo um lugar muito mais considerável do que o tão restrito a eles reservado no espaço, um lugar, ao contrário, desmesurado, pois, à semelhança de gigantes, tocam simultaneamente, imersos nos anos, todas as épocas de suas vidas, tão distantes – entre as quais todos os dias cabem – no Tempo.” (PROUST, 1988: 214)

O cenário dessas memórias é Combray, pequena cidade originalmente chamada de Illiers, mas que ganhou o nome de Combray por causa da obra. O que as famosas sensações das pedras desniveladas, da goma do guardanapo ou do som da colher de chá despertam no personagem não tinham ligação com aquilo que ele freqüentemente tentava se recordar de Balbec, Veneza ou Combray, com a ajuda de uma memória indiferenciada. Um ser desfrutava essas impressões porque elas tinham algo em comum com seu longo passado e com o presente; porque, de alguma maneira, estavam fora do determinismo do tempo linear em que a atividade inteligente se apóia, fora da ilusão da eternidade que sustenta a frivolidade dos personagens da obra.

Tanto na transmissão da atualidade para os objetos distantes do nosso redor imediato quanto na coexistência do passado no presente, nosso inconsciente desempenha um papel do mesmo tipo. Segundo Bergson⁹¹, podemos representar num cone a totalidade das lembranças acumuladas na memória de uma pessoa.

⁹¹ BERGSON, 1999b: 177 – 193.



A base do cone e seu vértice são abstrações e representam o passado puro e o presente puro, respectivamente. A ponta do cone avança sem cessar e sem cessar também toca o plano P que representa a atualidade do universo para tal pessoa. No ponto em que o vértice do cone toca o plano, concentra-se o presente. Fazendo parte do plano P , essa imagem limita-se a receber e a devolver as ações emanadas de todas as outras imagens do plano.

“A memória do corpo, constituída pelo conjunto dos sistemas sensório-motores que o hábito organizou, é portanto uma memória quase instantânea à qual a verdadeira memória do passado serve de base. Como elas não constituem duas coisas separadas, como a primeira não é, dizíamos, senão a ponta móvel inserida pela segunda no plano movente da experiência, é natural que essas duas funções prestem-se mútuo apoio. [...] O que caracteriza o homem de ação é a prontidão com que convoca em auxílio de uma situação dada todas as lembranças a ela relacionadas; mas também é a barreira insuperável que encontram nele, ao se apresentarem ao limiar da consciência, as lembranças inúteis ou indiferentes. Viver no presente puro, responder a uma excitação através de uma reação imediata que a prolonga, é próprio de um animal inferior: o homem que procede assim é um *impulsivo*. Mas não está melhor adaptado à ação aquele que vive no passado por mero prazer, e no qual as lembranças emergem à luz da consciência sem proveito para a situação atual: este não é mais um impulsivo, mas um *sonhador*.” (BERGSON, 1999b: 178).

Diferentemente do “ponto-Deus” onipresente de Pascal, devido aos limites das nossas percepções, nosso “ponto” traça um cone dentro do qual o espírito passeia livremente quando há um relaxamento da atenção à vida; no entanto, quando a *ação*

exige, o espírito executa um vai-e-vem entre a ponta e a base do cone em busca de lembranças que se adequam à situação presente. O presente puro representado pelo vértice é o avanço do passado a roer o leque de possibilidades do futuro e seu rastro deixa no volume do cone as lembranças que coexistem com ele, assim como todos os pontos do plano P são atuais em relação a ele.

O murmúrio de nossa vida interior, a nossa própria duração, tem seu limite marcado pelas linhas do cone do qual o espírito é cativo. Proust descreve o movimento pelo qual a memória voltada para a ação se funde com a memória involuntária. O espírito, no entanto, pode transcender estes limites e coincidir com outras durações e mesmo com uma duração universal; em outras palavras, nossa memória pode entrar em simpatia com a memória universal da qual faz parte e com a qual, na verdade, não há fronteiras.

O unísono da nossa duração interior pode ressoar com durações múltiplas da única e não limitada pura duração. A pura duração de Bergson não é o tempo absoluto de Newton, mas, se ela tem uma contrapartida na natureza da representatividade da ciência, é com o tempo múltiplo da Relatividade que devemos estabelecê-la.

Mas a Relatividade é fruto da inteligência e, assim, puramente simbólica; por isso todas as medições do tempo que nela se diferenciam numericamente, se equivalem em significado, ou ainda, se equivalem pela ausência e pela independência de um significado; já a multiplicidade de contrações da duração assenta-se num significado do tempo que está fora do alcance dos símbolos, pois nos remete ao extremo da intuição.

Duas vias permitem o acesso àquilo que está além dos limites da nossa percepção: a da intuição e a da inteligência. A primeira, segundo Bergson, supõe a duração e nos revela múltiplas contrações da mesma que podem ser distintas da nossa própria; a segunda nos permite “compreender” um sistema espaço-temporal sublimado numa geometria quadridimensional: é a via que Einstein utiliza em seus experimentos mentais para nos tornar “familiares” os conceitos que não possuem lastro em nossa experiência antropométrica.

Entre dezenove horas e quinze minutos e dezenove horas e dezesseis minutos, houve apenas o salto de um dígito no mostrador do relógio. Entre uma marcação e outra, o universo dura.

6 – O método da intuição aplicado ao nosso problema

O senso comum recebe a Teoria da Relatividade e suas implicações relativas ao tempo de forma curiosa: percebe que a ciência transcendeu para um plano inacessível à inteligência ordinária e à sua experiência; percebe ainda que o vínculo que tinha com o tempo representado numa linha reta – imagem que ancorava a “compreensão” do tempo – desaparece e, ao desaparecer, revela-se inapropriada para dar ao tempo um significado, fazendo precipitar imediatamente uma questão filosófica: o que é o tempo?

A reação do senso comum é ponto chave neste trabalho: não porque seja o alicerce empírico da tese, nem por ser algo tão evidente - ao contrário, é preciso estar atento a ela, pois é intimidada pelo mito de Einstein. A reação do senso comum é capital aqui porque foi o nosso ponto de partida: o descompasso entre o tempo newtoniano mais familiar para as pessoas e o tempo de múltiplas atualidades da Relatividade foi a centelha que revelou um anacronismo na concepção de tempo: somos mais newtonianos do que einsteinianos porque o tempo de Newton é facilmente *representável* e, no mundo em que vivemos, não apenas o tempo é tomado pela sua representação, mas tudo o que nos cerca.

Não vemos a *essência das coisas* porque estamos com os óculos da inteligência que filtram tudo o que não seja útil para a ação ou para as articulações nas seqüências sociais. Nesse sentido, o tempo absoluto de Newton fornece a imagem de uma reta que nos supre da necessária representatividade do tempo sobre a qual agimos, enquanto o tempo relativístico nos deixa sem o privilégio de um referencial.

A ciência moderna e o capitalismo devem muito de seus sucessos ao privilégio da inteligência sobre a intuição e do tempo espacializado sobre a duração. Não foi pretensão deste trabalho investigar o que aqui aparece apenas como uma

suspeita: a codificação *capital* em nossas vidas é a do tempo em valor monetário. Podemos - como já fizemos anteriormente – suspeitar que a reação do senso comum diante da Relatividade pode ser em boa parte causada pela vertigem do desaparecimento deste código onipresente, já que a teoria desterritorializa a correspondência entre tempo e dinheiro ao introduzir múltiplos valores – todos verdadeiros e atuais – no tempo monetarizado.

O mais importante aqui, no entanto, é a náusea que o senso comum sente quando percebe a transcendência do tempo absoluto para o espaço-tempo de quatro dimensões. Diante do fosso que se abre em seu imaginário, o senso comum recua, mitifica Einstein e permanece atrelado ao tempo que lhe fornece uma imagem. No entanto, Bergson vai dizer - como vimos no capítulo I - que a Relatividade não é estranha ao senso comum! Se há um apego do senso comum ao tempo linear e absoluto pelos hábitos e pela necessidade de solução de problemas que a vida impõe, há, por outro lado, uma intimidade do senso comum com a multiplicidade do tempo quando esta é apreendida pela intuição. Se a Relatividade desmascara a mera representatividade do tempo espacializado, ela invoca, como resposta à questão filosófica que fica no ar, o ato intuitivo pelo qual o senso comum apreende o tempo múltiplo.

Como traduzir, então, o ato intuitivo que permite captar o tempo da duração pura em suas múltiplas contrações?

Para Bergson, a intuição é um método no qual ela já supõe a duração e designa um conhecimento imediato, um ato simples que não exclui uma multiplicidade qualitativa e virtual. Sua intenção é abrir-nos à superação dos limites do humano, já que nossa condição nos condena a viver entre os mistos mal analisados e a sermos, nós próprios, um misto mal analisado.

“Bergson distingue essencialmente três espécies de atos, os quais determinam regras do método: a primeira espécie concerne à posição e à criação de problemas; a segunda à descoberta de verdadeiras diferenças de natureza; a terceira à apreensão do tempo real.” (DELEUZE, 1999: 08).

Segundo Deleuze, a primeira regra do método consiste em *denunciar os falsos problemas*: o nosso falso problema aqui é pensarmos que Bergson era contrário à Relatividade; sua questão, seu “problema”, era com a persistência do misto tempo-espaço na teoria. Em outras palavras, Bergson percebeu que havia uma diferença de grau entre o tempo newtoniano e o tempo einsteiniano e não uma diferença de natureza. No imaginário do senso comum, a Relatividade viria dar ao tempo um significado filosófico, ou seja, diferenciá-lo do tempo newtoniano em natureza; quando percebe que a diferença é apenas de grau, recoloca de maneira confusa o problema bergsoniano.

A segunda regra é *lutar contra a ilusão* e reencontrar as verdadeiras diferenças de natureza. Como seres mistos que somos, “damo-nos do tempo uma representação penetrada de espaço. O deplorável é que não sabemos distinguir em tal representação os dois elementos componentes que diferem por natureza, as duas puras presenças da duração e da extensão.” (DELEUZE, 1999: 14). É a ignorância das diferenças de natureza que gera os falsos problemas: o senso comum reage contra a Relatividade porque, como dissemos, coloca o problema de uma mudança de natureza quando só há mudança de grau no tempo que ela introduz.

A terceira espécie de ato do método da intuição nos leva à seguinte regra: uma vez colocados os problemas e reconhecidas as diferenças de natureza, devemos *resolvê-los mais em função do tempo do que do espaço*.

Em *Matéria e Memória*, Bergson recomenda que “as questões relativas ao sujeito e ao objeto, à sua distinção e à sua união, devem ser colocadas mais em função do tempo do que do espaço.” (BERGSON, 1999b: 75).

De acordo com esta terceira regra, o método da intuição consiste em pensar em termos de seu pressuposto: a duração. A intuição, afirma Deleuze, não é a própria duração, mas “é sobretudo o movimento pelo qual saímos da nossa própria duração, o movimento pelo qual nós nos servimos de nossa própria duração para afirmar e reconhecer imediatamente a existência de outras durações acima ou abaixo de nós.” (DELEUZE, 1999: 23).

Na filosofia de Bergson, a matéria é conhecida pela ciência e o espírito penetrado pela metafísica. Ele afirma, no entanto, que “a física moderna revela-nos cada vez melhor as diferenças de número atrás das nossas distinções de qualidade.” (BERGSON, 1999a: 61). Assim, é improvável que ele tenha sido contrário à Relatividade: para ele, a multiplicidade de durações acima e abaixo da nossa têm *natureza diferente* das múltiplas medições do tempo que a Relatividade estabelece. A ordem da inteligência - que tem uma afinidade natural com o espaço - nos remete a um tempo relativístico ilusório (fantasmagórico, mas apenas no sentido em que é confundido com o espaço, ou seja, vazio de significado real); a intuição, noutra vertente, supõe a duração, a qual “nos propicia diferenças de natureza que *correspondem em última instância* às diferenças de proporção tal como aparecem no espaço e, antes, na matéria e na extensão.” (DELEUZE, 1999: 25). As duas vertentes fazem parte do conhecimento dos seres misto que somos.

Einstein provavelmente não compreendeu a chave da complementaridade entre física e metafísica que Bergson propôs. Na medida em que projetamos uma vertente sobre a outra, a ilusão do falso problema do tempo desaparece. Bergson “não recusa direito algum ao conhecimento científico, e nos diz que esse conhecimento não nos separa simplesmente das coisas e de sua verdadeira natureza, mas que apreende pelo menos uma das duas metades do ser, um dos dois lados do absoluto, um dos dois movimentos da natureza, aquele em que a natureza se distende e se põe ao exterior de si. Bergson irá mesmo mais longe, uma vez que, em certas condições, a ciência pode unir-se à filosofia, ou seja, ter acesso com ela a uma compreensão total.” (DELEUZE, 1999: 127).

Apesar da mal entendida posição de Bergson que tentamos ratificar, não podemos negar que ele confundiu-se com os fundamentos teórico-matemáticos da Relatividade⁹²; mas sua questão, como vimos, não dizia respeito à validade da teoria física e sim suas implicações filosóficas. Talvez, em *Duração e Simultaneidade*, ao

⁹² O próprio Bergson reconheceu seus limites para discutir os fundamentos matemáticos da teoria. Na carta de 29 de setembro de 1953 endereçada à Sra. Rose-Marie Mossé-Bastide, Édouard Le Roy escreveu: “Eu poderia responder a Einstein que ele mesmo não entende bem a posição de Bergson.

tentar rebater a Relatividade no plano teórico-matemático, Bergson tenha caído na armadilha do falso problema.

É preciso lembrar ainda que, se Bergson não compreendeu Einstein, o físico também não compreendeu o filósofo cujas premonições científicas, mais tarde, superariam algumas das convicções do cientista alemão: “A idéia fundamental de Bergson era a de um tempo orientado. Ora, Einstein não aceitava um tempo orientado. E visto que Bergson insistia na irreversibilidade do tempo, ele voltou-se para a metafísica porque não havia nada na física da sua época que permitisse considerar um tempo orientado.” (PRIGOGINE, 2002: 24).

7 – Buckminster-Fuller e a sinergia entre intuição e inteligência

O tempo matemático e a duração são próprios da inteligência e da intuição, respectivamente; a primeira, essencial para vencer os obstáculos que a matéria impõe à vida e a segunda imprescindível para orientar e limitar⁹³ a atividade da primeira. Assim, a complementaridade entre as concepções quantitativa e qualitativa do tempo implica na complementaridade entre física e metafísica.

Para Bergson, numa humanidade completa, os lampejos que a intuição lança da periferia da consciência devem nortear a atividade inteligente. Como já vimos, não se trata de uma espécie de conversão religiosa, mas de um método no qual a inteligência está a serviço da intuição. De certa forma, seguimos aqui o método de Bergson, pois este trabalho partiu de uma faísca que lançou a suspeita de que havia algo que merecia ser inteligentemente investigado na reação do senso comum perante a teoria da Relatividade. É possível dizer que o próprio Einstein também partiu de um lampejo que teve quando era adolescente e pôs sua inteligência a serviço desta

Mas é preciso conhecer esta última plenamente; conversei longamente a este respeito com Bergson, que não fez objeção à minha observação, mas acrescentou com insistência que as lacunas em seus conhecimentos matemáticos não lhe permitiam acompanhar com o detalhamento necessário o desenvolvimento da relatividade geral e que, conseqüentemente, considerava mais sensato de sua parte deixar de lado a questão. Daí a sua recusa a permitir a reimpressão de *Duração e Simultaneidade*”. (in BERGSON, 2006: nota para a sétima edição).

⁹³ Por exemplo, para Bergson, “a religião é uma reação defensiva da natureza contra a representação, pela inteligência, da inevitabilidade da morte.” (BERGSON, 2003b: 137).

“intuição”; mas para os nossos objetivos aqui, um exemplo importante da sinergia entre estas duas atividades da vida consciente é o de Buckminster-Fuller.

Richard Buckminster-Fuller nasceu no estado de Massachusetts, Estados Unidos, a 12 de Julho de 1895. Começou a estudar na Universidade de Harvard, mas foi expulso da instituição. Aos 32 anos de idade, viu-se desempregado e vivendo em condições precárias em Chicago onde sua jovem filha, Alexandra, morreu de pneumonia durante o inverno de 1927. Na iminência de suicidar-se, uma centelha lançada em sua consciência o fez emergir das cinzas: se o universo criou a humanidade para ser sua mente, o sucesso da humanidade é o sucesso do próprio universo; se sua própria vida não fizesse sentido, o universo também não faria sentido. Assim, ao invés de optar por fazer dinheiro, Fuller aposta em *fazer sentido*.

Debruçando-se principalmente sobre as obras de Leonardo Da Vinci e de Einstein, decidiu colocar sua inteligência a serviço da humanidade e presenteou o mundo com um largo espectro de idéias, projetos e invenções, que visavam essencialmente a eficiência e o baixo custo de habitações e transportes.

Fuller percebe que a ciência torna-se cada vez mais inacessível àquilo que percebemos, seja pelo seu mergulho no nível microscópico, seja pela complexidade matemática das teorias que se desenvolveram no século XX.

“Na era vitoriana, *realidade* era tudo o que podíamos ver, ouvir, cheirar, provar e tocar [...] Quando eu tinha três anos de idade, o elétron foi descoberto. A ciência dizia que o elétron era um fenômeno não conceitual. Porque era invisível, e não podia ser fotografado [...]. O elétron, no entanto, era bem real, porque poderia provocar um choque ou mesmo eletrocutar você. Sendo a nova realidade invisível, aproximadamente 99,9 por cento da ciência do século vinte conduziu o dia-a-dia da tecnologia industrial, trabalhando com a realidade ultra e infra invisível[...]. E 99,9 por cento destas atividades reais não são diretamente apreendidas pelo limitado sensorio humano.” (FULLER, 1981: 161).

Diante da transição da ciência para o platô inacessível à percepção, Fuller redefine o verbo *acreditar* com o significado de *aceitar* a explicação de um fenômeno físico sem qualquer evidência para os nossos sentidos. Mas há uma

diferença entre a aceitação incontestada da autoridade científica e o reconhecimento de Fuller da realidade invisível: para o arquiteto, designer e inventor norte-americano, o voo da ciência só faz sentido se nossa percepção for ampliada, não por um aprimoramento do cérebro, mas pela faculdade da intuição. A intuição em Fuller aproxima-se, por um lado, da intuição de Bergson - no sentido em que é a faculdade capaz de dar à inteligência um ponto de partida e um direcionamento; por outro lado, aproxima-se do sentido que Einstein atribui a esta palavra, ou seja, o da capacidade que temos de aceitar a apreensão de um conceito que escapa à nossa percepção.

“A intuição abre as portas conceituais e perceptivas. Com estas portas pessoalmente abertas, as faculdades inatas frequentemente combinam e empregam o científico, artístico, filosófico e idealístico imaginário individual em articulações práticas, fisicamente lógicas, talentosas e avançadas.” (FULLER, 1981: 26).

O ato intuitivo em Fuller consiste em *sentir* para captar a essência das coisas, antes de pensá-las ou conhecê-las. Ele não esconde sua admiração pela maneira como o poeta americano e. e. cummings valoriza a experiência pessoal. Em *A Poet's Advice*⁹⁴, cummings diz:

*...whenever you think or you believe, or you know, you are a lot of other people: but the moment you feel, you are nobody-but-yourself...*⁹⁵

A experiência pessoal que parte da intuição é capital para Fuller; sua obra é permeada por uma subjetividade intuitiva que conduz aos resultados objetivos de suas invenções. No prefácio de *Critical Path* ele escreve: “Explorando, experimentando, sentindo, e – para o melhor de minha capacidade – agindo estritamente e somente em minha intuição individual, fui impelido a escrever este livro”. (FULLER, 1981: xiii).

O legado de Fuller é imenso. Seu interesse em captar a realidade *por dentro* demonstra presença da intuição em seu método de investigação. Ele percebeu, por exemplo, que todas as visões cartográficas que tínhamos da Terra não nos permitiam ter uma visão total do planeta. Após ter inventado os *Dymaxions maps* (que corrigem

⁹⁴ *In*: FULLER, 1981: xii.

⁹⁵ Tradução: “...sempre que você pensa ou acredita ou sabe, você é muitas outras pessoas: mas no momento em que você sente, você é ninguém-senão-você...”

as distorções típicas das figuras planas que representam superfícies esféricas), criou o *Geoscope*, uma estrutura esférica de aproximadamente 60 metros de diâmetro que representa a Terra. O *Geoscope* permite uma visão simultânea de toda a superfície terrestre sem nenhuma distorção de tamanho ou forma dos continentes e mares.

Como o eixo da miniatura da Terra é colocado paralelamente ao eixo do planeta, (de modo que executa uma órbita ao redor do Sol idêntica à terrestre) o *Geoscope* torna-se um planetário real para quem se posiciona em seu centro. Buckminster Fuller introduz um ponto de vista que amplia a realidade e corrige distorções de perspectiva; ele vai mais longe, concebendo um sistema informacional com pontos luminosos instalados ao longo da estrutura que permitiriam monitorar os recursos do planeta e os problemas a serem resolvidos para tornar a existência humana sustentável sobre a superfície da Terra.

Fuller inventou o *Geoscope* com a finalidade de informar à humanidade - fisicamente e metafisicamente - todas as tendências de seus desafios evolucionários para que fosse possível antecipar soluções de eventos inexoráveis.

“Há duas realidades em nosso Universo - a física e a metafísica. Físicos identificam todos os fenômenos como exclusiva manifestação de energia: energia associativa, como *matéria*, ou dissociável, como comportamento eletromagnético, *radiação*. [...] Metafísica consiste apenas em ausência de peso e de medida, pensamentos e princípios matemáticos que não podem ser acusados pelos ponteiros nos mostradores dos instrumentos físicos.” (FULLER, 1981: 109).

A metafísica tem amplo sentido para Fuller: seguindo os passos de Newton⁹⁶, ele acredita que “o amor é gravidade metafísica⁹⁷”; no âmbito da realidade invisível da ciência do século XX, ele considera que o *know how* é metafísico. Para Fuller, o *know how* assume o sentido instintivo da necessidade de soluções para os problemas da humanidade. Ao perceber que os estrategistas das bolsas de valores apostavam suas fichas no conhecimento científico e tecnológico, Fuller considerou que a

⁹⁶ Para conceber a gravidade como força atrativa, Newton parte das noções de amor e ódio de origem hermética egípcia e as interpreta forças de atração e repulsão, respectivamente. Sobre a metafísica de Newton, ver: SCHEMBERG, 1984: pp. 19 -37 e BARRETO, 1995.

⁹⁷ FULLER, op. cit. p.156.

metafísica estava *dando as cartas* e que era através dela que a humanidade se viabilizaria.

Para Fuller, a física e a informática possibilitariam uma administração dos recursos em nosso planeta. A ciência deveria estar conectada com um instinto de sobrevivência da nossa espécie e da própria Terra; tal instinto nos leva a um princípio segundo o qual prevaleceria o “eu e você” no lugar do “eu ou você”.

No entanto, “o progresso tecnocientífico, que no entender de Buckminster-Fuller permitiria a definitiva superação do *ou eu ou você* pelo *eu e você*, ampliou - em vez de diminuir - as distâncias entre as classes e entre os países. A lógica da sobrevivência se aguçou mais do que nunca com o acirramento da competição pelos recursos, pelo desenvolvimento tecnológico, pelos postos de trabalho que a reestruturação produtiva foi tornando cada vez mais escassos. O darwinismo social legitimou e naturalizou o “ou eu ou você”, intensificando a luta pela sobrevivência, agora ainda mais perversa com a introdução da questão da competência tecnológica.” (SANTOS, 2000).

Buckminster-Fuller sente a sublimação da ciência para um plano metafísico imperceptível aos sentidos e incompreensível à inteligência ordinária e aposta nela em benefício da humanidade; mas a aliança entre a tecnociência e o capital apropriou-se desta sublimação em benefício do sistema capitalista.

Embarcado na lógica do sistema que leva tudo de roldão, o senso comum submeteu o tempo subjetivo da consciência ao tempo matemático exterior, cujo modelo é o da concepção newtoniana. Ao defrontar-se com a Relatividade de Einstein, o senso comum vê-se diante da sublimação deste tempo linear que lhe é caro e familiar e, uma vez borrada a linha do tempo, emergem a tensão entre o tempo do sujeito e o tempo histórico e a conseqüente questão do significado do tempo.

Bergson percebe que a transcendência do tempo linear que a Relatividade opera desloca o senso comum da sua imersão no tempo matemático; Bergson vê neste deslocamento a oportunidade de desfazer o misto entre tempo e espaço e de recolocar a duração livre dos símbolos que a representam. Mas o tempo da consciência está comprometido demais com as coordenadas capitalistas e com o tempo linear por elas

apropriado, de modo que o senso comum inibe o vôo que se esboça diante da teoria de Einstein e recalca a questão filosófica que ela impõe.

Apesar de estar comemorando o centenário da Relatividade Restrita, o senso comum permanece atado ao tempo dos *Principia* de Newton, concebido há trezentos e vinte anos. Tal é o anacronismo do tempo como ele se manifesta nas reações do senso comum, quando os ecos do debate entre Einstein e Bergson reverberam na intuição das pessoas.

As invenções de Fuller brotaram da sinergia entre intuição e inteligência, da transcendência do tempo de uma consciência que se abre para a duração de um universo que passa a fazer sentido à medida que a própria consciência dura. Fuller realiza a síntese pretendida por Bergson e, de certa forma, ignorada por Einstein. Mas enquanto a opção da humanidade for fazer dinheiro ao invés de fazer sentido, as idéias e os inventos de Buckminster Fuller permanecem também anacrônicas, pois são projetos abandonados, mas urgentes para um mundo que sonhamos ser viável. O capital apropriou-se do tempo linear convertendo instantes em valor monetário: talvez esta tenha sido a chave do seu sucesso e, quiçá, de sua derrocada.

BIBLIOGRAFIA

- AICHELBURG, Peter e SEXL, Roman.(1979). *Albert Einstein. His Influence in Physics, Philosophy and Politics*. Braunschweig, Vieweg.
- ARISTOTE. (1995). *Physique, Livre IV: Traite du Temps*. Paris, Éditions Kimé.
- BAIERLEIN, Ralph (1992). *Newton to Einstein: the trail of light: an excursion to the Wave-particle duality and the special theory of relativity*. Cambridge, Cambridge University Press.
- BALIBAR, Françoise (1993a). *Einstein. La joie de la pensée*. Paris, Gallimard.
- _____ (1993b). *Oevres Choisies: Relativité I*. Paris, Éditions du Seuil.
- _____ (2002a). *Galilée, Newton lus par Einstein*. Paris, Presses Universitaires de France.
- _____ (2002b). *Albert Einstein. Physique, Politique, Philosophie*. Paris, Éditions du Seuil.
- BARBARAS, Renaud. (1994). *La perception*. Paris, Haitier.
- BARBROOK, Richard. (2005). *Imaginary Futures. From thikings machines to Intergalactic*. Willesden, London. <www.imaginaryfutures.net>
- BARDEAU, Hervé. (1996). *Le temps*. Colleciton "Que sais-je?" Paris, Presses Universitaires de France.

- BARRETO, Márcio. (1995). **Newton e a Metafísica**. Dissertação de Mestrado. UNICAMP, Faculdade de Educação.
- BENJAMIN, Walter. (1985). *Magia e técnica, arte e política. Ensaio sobre literatura e história da cultura*. São Paulo, Editora Brasiliense.
- BERGSON, Henri. (1959). *Ouvres*. Paris, Presses Universitaires de France.
- _____ (1972). *Mélanges*. Paris, Presses Universitaires de France.
- _____ (1988). *Ensaio sobre os Dados Imediatos da Consciência*. Lisboa, Edições 70.
- _____ (1998). *Durée et Simultanéité*. Paris, Quadrige/P.U.F..
- _____ (1999a). *La Pensée et le Mouvant*. Paris, Quadrige/P.U.F..
- _____ (1999b). *Matéria e Memória*. São Paulo, Martins Fontes.
- _____ (2001). *A Evolução Criadora*. Lisboa, Edições 70.
- _____ (2002a). *Correspondances. Textes publiés et annotés par André Robinet*. Paris, Presses Universitaires de France.
- _____ (2002b). *Le rire*. Paris, Presses Universitaires de France.
- _____ (2003a). *L'énergie Spirituelle*. Paris, Presses Universitaires de France.

- _____ (2003b). *Les Deux Sources de la Morale et de la Religion*. Paris, Presses Universitaires de France.
- _____ (2006). *Duração e Simultaneidade*. São Paulo, Martins Fontes.
- BIEZUNSKI, Michel. (1991). *Einstein à Paris. Le temps n'est plus*. Paris, Presses Universitaires de France.
- BLACKBURN, Simon (1997). *Dicionário Oxford de Filosofia*. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor.
- BOHR, Niels. (1995). *Física atômica e conhecimento humano*. Rio de Janeiro, Contraponto.
- BORGES, Jorge Luis (1995). *El libro de Arena*. Madrid, Alianza Editorial.
- BOUANICHE, KECK e WORMS (2004). *Les deux sources de la morale et de la religion: Bergson*. Paris, Ellipses.
- BRAGUE, Rémi. (1982). *Du temps chez Platon et Aristote*. Paris, Presses Universitaires de France.
- BREITHAUPT, Jim. (2000). *Understanding physics*. Cheltenham, Stanley Thornes.
- BROCKMAN, John. (1989). *Einstein, Gertrude Stein, Wittgenstein e Frankenstein*. São Paulo, Companhia das Letras.

- BROGLIE, Louis de. (1949). *A General Survey of the Scientific Work of Albert Einstein*. in: CAPEK, Milic. (1971).
- CAPEK, Milic. (1971). *Bergson and Modern Physics*. Edited by Robert S. Cohen and Marx W. Wartofsky. Dordrecht, D. Reidel Publishing.
- CASSIRER, Ernest. (2000). *La théorie de la Relativité d'Einstein*. Paris, Éditions du C.E.R.F.
- CLOSETS, François. (2004). *Ne dites pas à Dieu ce qu'il doit faire*. Paris, Éditions du Seuil.
- CORET, André. (1997). *L'appréhension du réel*. Amsterdam: Overseas Publishers Association.
- COSTA, Newton da. (1999). *O conhecimento científico*. São Paulo, Discurso Editorial.
- DAVIES, Paul. (2000). *About Time. Einstein's Unfinished Revolution*. London, Viking.
- DELATTRE, Floris e GOUHIER, Henri. (1948). *Les Études Bergsoniennes: Bergson et Proust*. Paris, Éditions Albin Michel.
- DELEUZE, Gilles. (1980). *Différence et Répétition*. Paris, Presses Universitaires de France.

_____ (1985). *L'image-temps*. Paris, Les Éditions de Minuit.

_____ (1988). *Foucault*. São Paulo, Brasiliense.

_____ (1999). *Bergsonismo*. Rio de Janeiro, Editora Nova Fronteira.

_____ (2000). *Conversações*. São Paulo, Editora 34.

_____ (2006). *Cinema*.

http://www.univparis8.fr/deleuze/article.php3?id_article=75

DELEUZE, Gilles. e GUATTARI, Félix. (1980). *Mille Plateaux. Capitalisme et Schizophrénie*. Paris, Éditions de Minuit.

_____ (1992). *O que é a filosofia?* Rio de Janeiro, Editora 34.

DUPONT, Paul. (1921). *La Notion du Temps d'Après Einstein*. Paris, Librairie Felix Alcan.

EDDINGTON, Arthur S. (1921). *Espace, Temps et Gravitation. La théorie de la relativité généralisée dans ses grandes lignes*. Paris, Librairie Scientifique J. Hermann.

_____ (1939). *The Philosophy of Physical Science*. Cambridge, Cambridge University Press.

- EINSTEIN, Albert. (1905). *Elektrodynamik bewegter Körper*. Annalen der Physik, ser.4, XVII, 891-921. Trad. francesa: Maurice Solovine. Paris, Gauthier Villars.
- _____ (1921a). *La Théorie de la Relativité restreinte et généralisée (mise à la portée de tout le monde)*. Paris, Gauthier - Villars.
- _____ (1921b). *La Géométrie et l'expérience*. Paris, Gauthier Villars.
- _____ (1926). *Observações sobre a situação atual da teoria da luz*. Revista da Academia Brasileira de Ciências, número 1, abril de 1926, pp. 1-3.
- _____ (1933). *On the Method of Theoretical Physics*. Oxford, Herbert Spencer Lecture.
- _____ (1954). *Ideas and Opinions by Albert Einstein*. Editado por Carl Seelig. New York, Crown Publishers.
- _____ (1976). *Quatre Conférences sur la théorie de la relativité*. Paris, Gauthier-Villars.
- _____ (1979). *Comment je vois le monde*. Paris, Flammarion.
- _____ (1980). *Autoportrait*. Paris, Inter-Éditions.
- _____ (1982). *Conferência na Universidade de Kyoto*. Publicada em *Physics Today*, volume XXXV, agosto de 1982.

_____ (1984). *The meaning of Relativity*. Princeton, Princeton University Press.

_____ (1989a). *Oevres Choisies - 4: Correspondences Françaises (Lettres choisies par Michel Biezunsky)*. Paris, Éditions du Seuil.

_____ (1989b). *Sobre a Eletrodinâmica dos Corpos em Movimento. in: O Princípio da Relatividade*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian.

_____ (1993). *Oevres Choisies - 2*. Paris, Éditions du Seuil.

_____ (1994). *Escritos da maturidade: artigos sobre ciência, educação, religião, relações sociais, racismo*. Rio de Janeiro, Editora Nova Fronteira.

_____ (1997). *The collected papers of Albert Einstein. The Berlin Years: Writings, 1914-1917*. Princeton, New Jersey, Princeton University Press.

_____ (2001). *O ano miraculoso de Einstein*. Organização John Stachel. Rio de Janeiro, Editora da U.F.R.J.

EINSTEIN, Albert. e BESSO, Michele. (1972). *Correspondance 1903-1955*. Paris, Hermann.

EINSTEIN, Albert e BORN, Max. (1972). *Correspondance 1916-1955*. Paris, Éditions du Seuil.

- d'ESPAGNAT, Bernard. (1989). *Reality and the physicist*. Cambridge, Cambridge University Press.
- ÉVORA, Fátima Regina. (1995). *Espaço e tempo*. Campinas, Unicamp, Centro de Lógica Epistemologia e História da Ciência.
- FAROUKI, Nayla. (1993). *La Relativité*. Paris, Flammarion.
- FERREIRA, Pedro Peixoto. (2006). *Música eletrônica e xamanismo: técnicas Contemporâneas do êxtase*. Tese de doutoramento: Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas.
- FEYERABEND, Paul (1989). *Adieu la raison*. Paris, Éditions du Seuil.
- _____ (1999). *Une connaissance sans fondements*. Paris, Éditions Dianóia.
- FRASER, J. T. (1996). *The voices of time*. Amherst, The University of Massachusetts Press.
- FRIEDMAN, Alan e DONLEY, Carol. (1990): *Einstein as Myth and Muse*. Cambridge, Cambridge University Press.
- FULLER, R. Buckminster (1981). *Critical path*. New York, St. Martin's Press.
- GOTT, J. Richard (2001). *Viagens no tempo*. Rio de Janeiro, Ediouro.
- GALISON, Peter. (2005). *Os Relógios de Einstein*. Ciência e Ambiente/Universidade Federal. Santa Maria, número 30. Jan-jun/2005. pp.7 -34.

- GHINS, Michel. (1991). *A inércia e o espaço-tempo absoluto: de Newton a Einstein*. Campinas, UNICAMP, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência.
- GIBERT, Armando. (1982). *Origens históricas da física moderna*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian.
- GJERTSEN, Derek.(1986). *The Newton Handbook*. London and New York, Routledge & Kegan Paul.
- GUATTARI, Félix. (1983). *Les temps du rêve*. Les séminaires de Félix Guattari: <http://www.revue-chimeres.org/pdf/830322.pdf>
- HAWKING, Stephen. (2001). *O universo numa casca de nós*. São Paulo, Editora Mandarim.
- HOLTON, Gerald (1996). *Science en Glorie, Science en Procès. Entre Einstein et aujourd'hui*. Paris, Gallimard.
- JESPERSEN, James e FITZ-RANDOLPH, Jane. (1982). *From sundials to atomic clocks*. New York, Dover Publications.
- JUNG, Carl Gustav. (2000). *Sincronicidade*. Petrópolis, Editora Vozes.
- KAEMPFER, Wolfgang. (1998). *Le double jeu du temps*. Paris, L'Harmattan.
- KANT, Immanuel. (2002). *Critique de la raison pure*. Paris, Hatier.

- KASPER, Christian Pierre. (2006). *Habitar a rua*. Tese de doutoramento:
Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências
Humanas.
- LANGEVIN, Paul (1923). *La physique depuis vingt ans*. Paris, Doin.
- LAWRENCE, David Herbert. (1990) *Apocalipse- seguido de- O Homem que
morreu*. São Paulo, Companhia das Letras.
- LÉVY, Pierre. (2001). *O que é o virtual?* São Paulo, Editora 34.
- LÉVY-LEBLOND, Jean-Marc. (1981). *L'esprit de sel*. Paris, Librairie Arthème
Fayard.
- LILENSTEIN, Nat. (1978). *Henri Bergson. Images animées*. Produção: Denis
Huisman et Marie-Agnès Malfray. Paris, TF1 productions. Première
diffusion: France, 19/07/1978. Avec: Jean Guilton, Henri Gouhier,
Jean Mistler, Hervé Barreau et Jean-Jacques Barrère.
- MACKENZIE, Adrian. (2001) *The Technicity of Time*. in: *Time & Society*. London
and New Delhi, SAGE, Vol 10 (2/3), pp. 235-257.
- MARTINS, Roberto. (2005). *Física e História*. *Revista Ciência e Cultura*– SBPC –
Ano 57 – número 3, pp. 25-28.
- McCREADY, Stuart (2001). *The discovery of time*. Naperville, Sourcebooks.

- MEHLBERG, Henry (1980a). *Time, Causality and the Quantum Theory. Volume One*. Dordrecht, D. Reidel Publishing Company.
- _____ (1980b). *Time, Causality and the Quantum Theory. Volume Two*. Dordrecht, D. Reidel Publishing Company.
- MERLEAU-PONTY, Jacques. (1994). *Albert Einstein. Vida, obra y filosofía*. Madrid, Alianza Editorial.
- MERLEAU-PONTY, Maurice. (1960). *Signes*. Paris, Gallimard.
- MINKOWSKI, Hermann. (1989). *Espaço e Tempo*. In: LORENTZ, EINSTEIN E MINKOWSKI. *O princípio da relatividade*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian.
- MOREIRA DE CASTRO, Ildeu e VIDEIRA, Antonio. (1995). *Einstein e o Brasil*. Rio de Janeiro, Editora UFRJ.
- MOREIRA, Ildeu de Castro e STUDART, Nelson. (2005). *Einstein e a Divulgação Científica*. *Revista Ciência e Ambiente/Universidade Federal de Santa Maria*, número 30. Jan-Jun/2005. pp. 125-142.
- MOSZKOWSKI, Alexander. (1972). *Conversations with Einstein*. New York, Horizon Press.
- MOURÃO, Ronaldo de Freitas. (1997). *Explicando a teoria da relatividade*. Rio de Janeiro, Ediouro.

- MULLARKEY, John. (1999a). *The New Bergson*. Manchester and New York, Manchester University Press.
- _____ (1999b). *Bergson and Philosophy*. Edinburgh, Edinburgh University Press.
- MÜLLER, Heiner.(1991). *Fautes d'impression. Textes et entretiens*. Paris, L' Arche.
- NEWTON, Isaac. (1987). *Principios matemáticos de la filosofía natural*. Madrid, Alianza Editorial.
- _____ (1990). *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*. São Paulo, EDUSP.
- _____ (1996). *Óptica*. São Paulo, EDUSP.
- NIETZSCHE, Friedrich. (1998). *Genealogia da moral*. São Paulo, Companhia das Letras.
- NISHITANI, Keiji. (1983). *Religion and nothingness*. Berkeley and Los Angeles, University of California Press.
- NORDMANN, Charles. (1929). *Notre maitre le temps*. Paris, Hachette.
- PANTALEO, Mario. (1955). *Cinquant'anni di Relatività. 1905-1955*. Firenze, Editrice Universitaria.

PAIS, Abraham. (1995). “*Sutil é o senhor...*”: a ciência e a vida de Albert Einstein. Rio de Janeiro, Editora Nova Fronteira.

PASCAL, Blaise. (1984). *Pensamentos*. Coleção *Os Pensadores*. Tradução Sérgio Milliet. São Paulo, Abril Cultural.

PATY, Michel. (1993). *Einstein Philosophe*. Paris, Presses Universitaires de France.

PEARSON, Keith Ansell. (1999). *Germinal Life*. London, Routledge.

_____ (2002). *Philosophy and the adventure of the virtual*. London, Routledge.

POINCARÉ, Henri. (1993). *L'invention Mathématique*. Paris, Éditions Jacques Gabay.

_____ (1995). *O valor da ciência*. Rio de Janeiro, Contraponto.

PRIGOGINE, Ilya. (1991). *O nascimento do tempo*. Lisboa, Edições 70.

_____ (1996). *O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza*. São Paulo, Edusp.

_____ (2002). *Do ser ao devir*. São Paulo, Editora Unesp.

PRIGOGINE, Ilya e STENGERS, Isabelle. (1984) *A Nova Aliança*. Brasília, Editora da UnB.

_____ (1986). *La Nouvelle Alliance*. Paris, Gallimard.

_____ (1990). *Entre o Tempo e a Eternidade*. Lisboa, Gradiva.

PROUST, Marcel. (1988). *O tempo redescoberto*. Rio de Janeiro, Globo.

_____ (1995). *No caminho de Swann*. Rio de Janeiro, Globo.

PYENSON, Lewis. (1985). *The young Einstein: the advent of relativity*. Oxford, Oxford University Press.

RAHMAN, Shahid e SYMONS, John. (2004). *Logic, Epistemology and the Unity of Science*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.

REIS de ARAÚJO, Hermete (1998). *Tecnociência e cultura: ensaios sobre o tempo presente*. São Paulo, Estação Liberdade.

RAO, Narahari. (1994). *A semiotic reconstruction of Ryle's Critique of Cartesianism*. Berlin, New York, Walter Gruyter.

RIVAL, Michel. (1997). *Os grandes experimentos científicos*. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor.

RYLE, Gilbert. (1970). *The Concept of Mind*. Middlesex, Penguin Books.

SANTOS, Laymert Garcia dos. (1989). *Tempo de Ensaio*. São Paulo, Companhia das Letras.

- _____ (2000). *Consumindo o futuro*. São Paulo: Folha de São Paulo, 27 de março de 2000.
- _____ (2003). *Politizar as novas tecnologias*. São Paulo, Editora 34.
- _____ (2005) **Politizar as Tecnologias**. Entrevista publicada na revista *Nada* (número 05) publicada em Junho de 2005. Lisboa, Urbanidade Real.
- SANTOS, KEHL, KUCINSKI e PINHEIRO. (2003). *Revolução tecnológica, internet e socialismo*. São Paulo, Editora da Fundação Perseu Abramo.
- SCHENBERG, Mário. (1984) *Pensando a Física*. São Paulo, Editora Brasiliense.
- SCHILPP, Paul Arthur. (1951). *Albert Einstein, Philosopher-Scientist*. New York, Tudor Publishing Company.
- SCHWINGER; Julian. (1989). *L'Héritage d'Einstein*. Paris, Pour la Science.
- SIMONDON, Gilbert. (1989). *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris, Aubier.
- SOULEZ, Philippe. et WORMS, Frédéric. (2002). *Bergson*. Paris, Presses Universitaires de France.

STACHEL, John (1982). *Einstein and Michelson. The context of discovery and the context of justification*. Astron, Nachtschrift.

STANFORD ENCYCLOPEDIA OF PHILOSOPHY. <http://plato.stanford.edu>

TARKOVSKI, Andrei. (1990). *Esculpir o tempo*. São Paulo, Martins Fontes.

TOMKINS, Calvin (2005). *Duchamp, uma biografia*. São Paulo, Cosac Naify.

TRUNGPA, Chögyam. (1973). *Além do materialismo espiritual*. São Paulo, Cultrix.

TULKU, Tarthang. (1977). *Time, space and knowledge*. Berkley, Dharma Publishing.

TURETZKY, Philip. (1998). *Time*. London and New York, Routledge.

VEILLARD-BARON, Jean. (1991). *Bergson*. Paris, Presses Universitaires de France.

VIRILIO, Paul. (1993). *O Espaço Crítico*. Rio de Janeiro, Editora Nova Fronteira.

_____ (1994). *A máquina de visão*. Rio de Janeiro, José Olympio.

_____ (1999). *A bomba informática*. São Paulo, Editora Estação Liberdade.

_____ (2000). *A velocidade de libertação*. Lisboa, Relógio d'Água.

WALLERSTEIN, Immanuel et al. (2002). *Para abrir as Ciências Sociais. Relatório da Comissão Gulbenkian sobre a restauração das Ciências Sociais*. Mem Martins, Publicações Europa-América.

WEISSKOPF, Victor. (1989). *A revolução dos quanta*. Lisboa, Terramar.

WORMS, Frédéric. (1997). **L'intuition et l'intelligence**. Communication présenté à l'Institut Henri Poincaré, le 19/06/97.

_____ (1998). *Introduction à Matière et Memoire*. Paris, Presses Universitaires de France.

_____ (2001). *L'Intelligence gagnée par l'intuition?* in: Les Études Philosophiques, n. 4 / 2001.

_____ (2004) *La conception bergsonienne du temps*. *Philosophie*, número 54, pp. 73-91. Tradução: Débora Morato Pinto.

YAM, Philip. (2004). *Einstein no dia-a-dia*. *Scientific American Brasil*, número 29, Outubro de 2004. pp. 90-95.