

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ARTES CIÊNCIAS E HUMANIDADES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTUDOS CULTURAIS

CRISTIANE JUCIARA SINISCALCHI

**O surgimento da Cronobiologia na perspectiva
do materialismo histórico e dialético**

São Paulo

2020

CRISTIANE JUCIARA SINISCALCHI

**O surgimento da Cronobiologia na perspectiva
do materialismo histórico e dialético**

Dissertação apresentada à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Filosofia pelo Programa de Estudos Culturais.

Versão Corrigida contendo as alterações solicitadas pela comissão julgadora em 24/09/2019. A versão original encontra-se em acervo reservado na Biblioteca da EACH/USP e na Biblioteca de Teses e Dissertações da USP (BDTD), de acordo com a Resolução CoPGr 6018, de 13 de outubro de 2011.

Área de concentração:

Estudos Culturais

Orientador:

Prof. Dr. Mario Pedrazzoli

São Paulo

2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Universidade de São Paulo. Escola de Artes, Ciências e Humanidades. Biblioteca)
CRB 8 - 4936

Siniscalchi, Cristiane Juciara

O surgimento da cronobiologia na perspectiva do materialismo histórico e dialético / Cristiane Juciara Siniscalchi ; orientador, Mario Pedrazzoli. – 2020
85 f : il.

Dissertação (Mestrado em Filosofia) - Programa de Pós-Graduação em Estudos Culturais, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, em 2019

Versão corrigida

1. Cronobiologia - História. 2. Ciência. 3. Materialismo histórico. 4. Materialismo dialético. I. Pedrazzoli Neto, Mario, orient. II. Título

CDD 22.ed.- 571.77

NOME: SINISCALCHI, Cristiane Juciara

Título: O surgimento da cronobiologia na perspectiva do materialismo histórico e dialético

Dissertação apresentada à Escola de Artes,
Ciências e Humanidades da Universidade de
São Paulo para obtenção do título de Mestre em
Filosofia pelo Programa de Estudos Culturais.

Área de concentração:

Estudos Culturais

Aprovado em: 24/09/2019

Banca Examinadora

Prof^ª. Dr^ª. Raquel Glezer

Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia Ciências e Letras

Prof. Dr. Luiz Gonzaga Godoi Trigo

Universidade de São Paulo. Escola de Artes, Ciências e Humanidades

Prof^ª. Dr^ª. Lúcia Rotenberg

Fundação Oswaldo Cruz. Instituto Oswaldo Cruz

Dedico este trabalho ao meu querido filho Paulo, aos meus pais, aos meus irmãos Armando e em memória ao Junior. Às minhas amigas Denise, Maris, Malu e Verônica pelo amor incondicional durante toda essa jornada. À minha amiga e professora Anna Maria Garzone Furtado por ensinar sobre a importância de pensar com autonomia. E também a todos aqueles que acreditam que o mundo ficará melhor se não desistirmos de transformá-lo.

Agradecimentos

Ao meu orientador, Mario Pedrazzoli por sua dedicação e companheirismo, ao prof.Dr. Luis Menna Barreto, a todos os colegas do Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Sono (GIPSO) e Grupo Multidisciplinar de Desenvolvimento e Ritmos Biológicos (GMDRB). À Germaine Cornelissen, por esclarecimentos e disposição de materiais e, em memória, agradeço a Serge Daan, por tanta gentileza em ceder os seus escritos. Agradeço aos professores Jorge Grespan, Angelo Segrillo, Elizabeth Canceli, João Felipe Gonçalves, Kátia Abud e João Quartim por ouvirem minhas questões e sugerir leituras. Agradeço ao Raul de Luca por sempre me socorrer nas questões técnicas, ao Hermann Erwin Hahmann, por traduzir os textos em alemão, esclarecer gráficos e se dispor a dialogar sobre a Alemanha. Às minhas tias Deyse e Wanda, às minhas primas Mônica, Clélia e Kátia, por proporcionarem o apoio e a segurança nos momentos difíceis.

Obcecado pelas árvores, não consegue ver o bosque...

(ENGELS, 1983, p.47)

RESUMO

SINISCALCHI, Cristiane Juciara. **O surgimento da cronobiologia na perspectiva do materialismo histórico e dialético**. 2020. 85 f. Dissertação (Mestrado em Filosofia) - Escola de Artes Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Versão Corrigida.

Neste trabalho o materialismo histórico–dialético (MHD) foi utilizado como base teórica e prática para investigação e explicação da história da ciência do tempo biológico, nominada por cronobiologia. Por esta base, compreende-se que o surgimento das ideias e representações da realidade, entre elas, a ciência, acontece a partir do processo histórico e dialético entre os sujeitos históricos e as condições materiais de existência (MARX; ENGELS, 2005). Para explicar como a cronobiologia foi engendrada, durante a década de 1960, foram analisados tanto os aspectos sociais e econômicos, reconhecidos como fundamentais na concepção externalista da história da ciência, como também foi considerada a dinâmica interna do fazer científico, as hipóteses e os métodos, presentes e determinantes na concepção internalista. Para superação da dicotomia entre essas interpretações da história, foi observada a relação de reciprocidade entre os fatores externos e internos na produção do saber científico. Como procedimentos metodológicos, coube a realização de leituras de artigos científicos, históricos e biográficos, consulta de documentos digitais e de bibliografia especializada em ciência e história. Nessas fontes, as evidências observadas mostraram a influência da Guerra Fria na produção científica da cronobiologia, pois a NASA e a OTAN financiaram experimentos e laboratórios para pesquisas sobre os ritmos biológicos em humanos. F. Halberg, J. Aschoff e C. Pittendrigh, cientistas fundadores dessa ciência, deixaram, em algumas narrativas históricas, relatos sobre a trajetória de suas vidas e o surgimento da cronobiologia, o que permitiu observar a relação intrínseca entre os aspectos externos e internos da história desse saber científico. Rompida a linearidade da história da ciência, se propõe uma narrativa sobre história e ciência.

Palavras-chave: História e ciência. História da cronobiologia. Relógios biológicos. Guerra-fria. Materialismo histórico-dialético.

ABSTRACT

SINISCALCHI, Cristiane Juciara. **The emergence of chronobiology from the perspective of historical and dialectical materialism**. 2020. p.85. Dissertation (Master's in Philosophy) -School of the Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo, São Paulo, 2019. Corrected version.

In this work, the historical-dialectical materialism (HDM) was used as a theoretical and practical basis for investigation and explanation of the history of the science of biological time, named chronobiology. From this basis, the emergence of ideas and representations of reality, including science, happens from the historical and dialectical process between historical subjects and material conditions of existence (MARX; ENGELS, 2005). To explain how chronobiology was engendered, during the 1960s, both social and economic aspects, recognized as fundamental in the externalist conception of the history of science, were analyzed, as well as the internal dynamics of scientific making, hypotheses and methods were considered, present and determinant in the internalist conception. To overcome the dichotomy between these interpretations of history, the relationship of reciprocity between external and internal factors in the production of scientific knowledge was observed. The methodological procedures included reading scientific, historical and biographical articles, consulting digital documents and bibliography specialized in science and history. From these sources, the observed evidence showed the influence of the Cold War on the scientific production of chronobiology, as NASA and NATO funded experiments and laboratories for research into biological rhythms in humans. F. Halberg, J. Aschoff and C. Pittendrigh, founding scientists of this field, showed in some historical narratives, reports on the trajectory of their lives and the emergence of chronobiology, which allowed us to observe the intrinsic relationship between external and internal aspects of the history of this scientific knowledge. The present approach make possible to break down the linearity of the history of science. A narrative on history and science was proposed.

Keywords: History and science. History of chronobiology. Biological clocks.
Historical-dialectical materialism.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 APRESENTAÇÃO	11
1.2. POSSIBILIDADES HISTÓRICAS ENTRE HISTÓRIA E CIÊNCIA	14
2. MÉTODO	18
3. O TEMPO BIOLÓGICO	22
4. NARRATIVAS	29
4.1 ASCHOFF	30
4.2 PITTENDRIGH	41
4.3 HALBERG	51
5. GUERRA FRIA E CIÊNCIA	61
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
REFERÊNCIAS	73

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

A minha trajetória acadêmica teve início no curso de graduação em História, PUC-SP, no final dos anos 80, momento marcado por um contexto político de conquista de direitos e uma vigorosa consciência histórica, principalmente no círculo acadêmico. Por consciência histórica, entendia-se que em todos os fenômenos/acontecimentos da humanidade havia uma historicidade perpassada por condições econômicas, sociais e políticas. Falávamos muito do contexto histórico. Contrária à história factual e personalista, buscava-se uma compreensão segundo a qual os sujeitos eram agentes de sua história, mas dentro das possibilidades que as condições históricas permitiam. O que importava era saber como as mudanças históricas ocorreram e de que maneira esse movimento histórico se traduzia na cultura material/imaterial das sociedades. Partindo do princípio de que o conhecimento histórico está sempre em construção (VILAR, 1979) e de que as questões para entender o passado surgem, indubitavelmente, do presente do historiador, segui a carreira do magistério na rede pública do município de São Paulo objetivando viver a História, não apenas estudá-la.

Depois de vários anos decidi voltar para a universidade e encontrei no programa de *Estudos Culturais na Escola de Arte Ciências e Humanidades* – USP uma disciplina que despertou interesse - *Tempos Sociais e Tempos Biológicos*. Ao ler o resumo descritivo, notei que seria discutida a relação entre o contexto social e o aspecto biológico, mas surpreendi-me quando verifiquei que constava na bibliografia um dos historiadores mais importantes na minha formação, Thompson. Apostei que seria uma abordagem inovadora e, diante de tudo o que eu havia estudado até aquele momento, atenderia minhas expectativas.

Descobri que o tempo, ferramenta primordial para pensar a história, era também para o campo da biologia, na ciência denominada cronobiologia. A compreensão dialética da realidade permitiu, paulatinamente, durante as aulas, entender a contradição entre o tempo social disciplinado e o tempo biológico, ajustável às condições da natureza. A questão do tempo estava, assim, colocada muito próxima da concepção do materialismo histórico-dialético, com a qual tinha afinidade desde a graduação. Havia, portanto, dois pontos de intersecção entre a história e a biologia: o materialismo histórico-dialético (MHD, daqui por diante) e o conceito de tempo.

Esta pesquisa é, portanto, fruto do diálogo estabelecido com os dois cientistas que ministraram a disciplina, Prof. Dr. Luiz Menna-Barreto e Prof. Dr. Mário Pedrazzoli, mas é,

especialmente, uma resposta para a questão formulada por este último: como o materialismo histórico-dialético poderia explicar a emergência da cronobiologia em meados do século XX?

Foi um desafio lançado e, naquele momento, sentia-me responsável por explicar historicamente um fenômeno, a partir da matriz teórica postulada do marxismo. Assim, das discussões entre uma historiadora e dois consagrados pesquisadores, entre o saber da biologia e o da história, surgiu esta investigação. A importância intelectual dessa corrente me inspirou a revisitar textos e recuperar alguns conceitos para nortear esta pesquisa, entre eles, *história* e *ciência*. A ideia contida no trabalho de K.Marx de que periodizações e cronologias são também uma construção histórica e podem ser interpretadas de várias formas se refletiu fortemente em minha pesquisa, pois permitiu a abordagem crítica à linearidade temporal, permitiu estabelecer novos recortes para operação histórica (CERTEAU, 1995) e refletir sobre diferentes formas de organização do tempo histórico para além de fatos e datas (GLEZER, 1989).

Antes de avançar no caminho em direção às fontes, percebi a necessidade de localizar, dentro da produção historiográfica, como o objeto histórico das *ciências naturais* tem sido compreendido. Observa-se que quase sempre está colocado numa instância diferenciada da história geral, por ter como objeto o conhecimento científico e este, constituído de técnicas próprias, como o uso de instrumentos e laboratórios, exigiria uma especificidade na abordagem investigativa. Cumpre lembrar que o historiador E. Hobsbawm, ao analisar a ciência do século XIX e XX, respectivamente nas obras *A Era dos Impérios e a Era dos Extremos*, foi inspirador para este trabalho.

É razoável afirmar que a cronobiologia é um campo científico ainda pouco divulgado, causando certo estranhamento quando as pessoas ouvem a palavra cronobiologia. Entretanto, somos rapidamente capturados por uma curiosidade sobre como o tempo se manifesta em nós, expressando-se de forma invisível nas experiências do nosso cotidiano, como o sono ou a fome.

Esta dissertação está estruturada, além da explicação do método, em três capítulos. No primeiro apresento uma reflexão sobre o conceito de *tempo biológico*, cerne do estudo da cronobiologia, e sua metamorfose em relógio. A bibliografia visitada no campo da antropologia permitiu perceber como diferentes formas de apreender e expressar o fenômeno do *tempo* foram representadas, em especial a geometrização. Desse modo, a reflexão se aproximou da representação do tempo na sociedade capitalista, da valorização de um objeto –o *relógio*- como instrumento.

O segundo trata das narrativas dos cientistas C. Pittendrigh, F. Halberg e J. Aschoff que aparecem em artigos científicos, com caráter biográfico (ASCHOFF, 1990; PITTENDRIGH, 1993; HALBERG, 2003). Após a consulta das fontes secundárias¹, foi possível situa-los entre os principais cientistas da cronobiologia, na década de 1960, pois F. Halberg cunhou o termo *circadiano* e J. Aschoff desenvolveu o conceito *zeitgeber*, ambos de grande importância na área (ARAUJO; MARQUES, 2002; CAMBROSIO; KEATING, 1983; CHANDRASHEKARAN, 1998; GOLOMBEK; ROSENSTEIN, 2010; MORENO, 2015). Além disso, C. Pittendrigh popularizou o conceito de relógios biológicos². Apresento, assim, como as narrativas desses cientistas mostraram os diferentes caminhos percorridos, por cada um, até o encontro com a noção de tempo biológico, culminando no marco histórico, em 1960, o Simpósio *Cold Spring Harbor – Biological Clocks* (Simpósio, daqui por diante). Isto possibilitou desconstruir a ideia de linearidade factual das descobertas e questionar a ordem do discurso do presente para o passado (FOUCAULT, 1996). Os relatos apresentaram evidências sobre a história do desenvolvimento da ciência e, ao mesmo tempo, evidências sobre o contexto histórico de produção do relato. No terceiro capítulo exponho e analiso algumas evidências de fontes secundárias e primárias que se relacionavam à Guerra Fria e permitiram elaborar uma explicação histórica que compreende aspectos econômicos e políticos e encerro com as considerações a respeito do que foi possível apreender com a experiência dessa pesquisa e as possibilidades que podem ser exploradas neste campo.

¹ Grosso modo, a fonte secundária se caracteriza por ser produzida posteriormente ao episódio investigado e também por não ter sido diretamente ligada ao evento como, por exemplo, a bibliografia, filmografia e qualquer outro registro produzido, a partir de fontes primárias, sobre um fato histórico. Como fonte primária, se define todos os vestígios ligados diretamente ao episódio que se investiga, seja visual, sonoro, escrito ou objetos. É preciso considerar, ainda, que uma fonte secundária pode vir a ser definida como primária, caso o seu uso seja para a investigação do período em que foi produzida (KARNAL; TATSCH, 2012). Em nosso caso, por exemplo, as fontes primárias são os artigos científicos e registros produzidos por volta da década de 1960 e as secundárias, tudo o que foi produzido a respeito após 1970, de acordo com o recorte estabelecido nesta pesquisa. Cabe ressaltar que os três artigos históricos, aqui selecionados por serem relatos autobiográficos dos cientistas envolvidos, podem ser considerados como fonte primária, pois testemunham quem protagonizou os acontecimentos, mas devem ser também apreciados como fonte secundária, por terem sido produzidos e estarem num portador de texto (revista) distante dos acontecimentos. Sobre fontes históricas ver: Cardoso (1982, 2005), Le Goff (1990) e Pinsky (2008). Sobre o método e pesquisa histórica ver: Cardoso (1982, 2005). Também pode ser encontrada uma abordagem geral sobre a produção historiográfica, diferentes métodos e objetos, nas obras organizadas por Cardoso; Vainfas (1997, 2012).

² Na *Academia Nacional de Ciências* dos EUA, em sua biografia, C. Pittendrigh é descrito como “pai” dos relógios biológicos: <http://www.nasonline.org/member-directory/deceased-members/51611.html>. No seu artigo intitulado *On temperature Independence in the clock system controlling emergence time in drosophila*, publicado em 1954, o termo se tornou mais conhecido no meio científico. Em entrevista, o cientista admite que o termo já havia sido utilizado na Alemanha, na década de 1930 (McCLERRY, 1968).

1.2 POSSIBILIDADES HISTÓRICAS ENTRE HISTÓRIA E CIÊNCIA

O conhecimento de história da ciência teve, ao longo do século XX, um debate complexo que envolveu a filosofia, a história e, mais recentemente, a antropologia. Grosso modo, a história do conhecimento científico é geralmente apresentada a partir de duas correntes interpretativas distintas. Uma de ordem internalista, como uma sucessão de descobertas científicas individuais, resultados de investigações ou de acasos, e outra, de ordem externalista, que atribui ao contexto social o avanço científico.

Impossível não listar nessas vertentes, a historicidade do discurso científico, que separa o objeto da história do objeto da ciência, com a epistemologia de Canguilhem (1968) e Foucault (1958), a crítica à concepção externalista de Koyré (1958), a teoria do *pensamento científico* de Fleck (1935), resgatada por T. Kuhn, os conceitos de *revolução científica*, *paradigma* e *anomalia* com Kuhn (1962) e os conceitos de *híbrido*, *rede*, *atores e controvérsias* na antropologia de Latour (1991)³. São conceitos que, de certa forma, servem como balizas para qualquer estudo na temática da ciência e nesta pesquisa, ainda que de forma implícita, estão presentes.

Cabe ressaltar, também, que o conceito de ciência acolhe em sua historicidade diferentes concepções. O surgimento da palavra cientista, ocorrida no século XIX (RONAN, 1987), evidenciou uma ruptura na concepção de ciência até aquele momento. Se na antiguidade ocidental a ciência (do latim *scientia*, conhecimento) significava também o saber filosófico, na era contemporânea passou a ter um sentido prático e, cada vez mais, se aprofundou a especialização do conhecimento, o que permitiu o surgimento de novas disciplinas e áreas das ciências naturais e humanas, como a genética, a antropologia e a sociologia.

Associado às transformações da industrialização, o conhecimento, muitas vezes, passou a ser produzido com um fim prático como, por exemplo, a produção de mercadorias, solução de transportes e comunicação. Como consequência, a própria visão de ciência acabou por se aproximar do conceito de tecnologia e, durante o século XX, se caracterizou por se tornar cada vez mais especializada, indispensável e onipresente com objetos eletrônicos, medicamentos ou máquinas. Porém, por ser incompreensível para grande maioria das

³ Ver em Pestre (1996) uma importante análise sobre a historiografia da História da ciência, na qual apresenta as diferentes vertentes que tratam do tema. Sobre Bruno Latour (1995, 2000) e a sua influência na historiografia, ver Colacios (2009). Cabe ressaltar que aqui foram utilizadas as edições brasileiras das obras dos autores citados: Fleck (2010), Canguilhem (2012), Koyré (1986), Foucault (1996), Kuhn (2003) Latour (1994).

pessoas, gerou desconfiança e medo para os leigos, além de um sentimento de impotência e, por outro lado, para quem detém a produção, se tornou fonte de poder (HOBSBAWM, 1995).

O conceito de ciência, portanto, é histórico e a cronobiologia, surgida em meados do século XX, carrega a própria identidade científica com as marcas de seu tempo, que veremos ao longo desta dissertação, através dos artigos científicos que serão analisados.

Numa outra chave para análise da história da ciência, encontra-se, na sociologia, a concepção de *campo* científico (BOURDIEU, 2004), definido como um *universo intermediário*, entre o mundo social e o mundo no qual se dá a produção científica. Um espaço social onde os agentes e instituições produzem e reproduzem a ciência num *microcosmo*, e que tem sua força medida pela fundação de uma disciplina ou um *subcampo*, que funciona como uma estaca que prende em torno de um novo objeto científico seus objetivos, métodos e resultados. Nesse sentido, a cronobiologia, como disciplina científica, significou uma demarcação institucional no universo científico, onde os agentes “jogaram”, competindo para legitimar autoridade dentro do campo e atuaram como *capitalistas científicos* distribuindo capitais, exercendo autoridade e legitimando saberes (CAMBRÓSIO; KEATING, 1983).

Sobre a história da ciência, alguns historiadores, como Le Goff, reconheceram a necessidade de pensar a especificidade de sua produção, porém as explicações históricas para compreensão do desenvolvimento de diversas ciências estão mais centradas nos estudos de cientistas e filósofos (SERRES, 1976; ALMEIDA, 2016). Diante da circunscrição do objeto da história da ciência, no âmbito da filosofia/epistemologia, a história da cronobiologia, aqui, se localizará marginalmente, na história geral (PESTRE, 1996).

A história, como disciplina, sabemos que se iniciou no século XIX. Diferentes abordagens historiográficas e maneiras de se produzir o conhecimento histórico se desenvolveram desde seu início (ARÓSTEGUI, 2006) e, dentro do paradigma chamado racionalista, emergiu o método materialista histórico dialético, com Karl Marx e Friedrich Engels (CARDOSO; VAINFAS, 1997). Este, ao longo do século XX, esteve muitas vezes reduzido ao entendimento do determinismo econômico (infraestrutura) como chave para explicar todos os eventos sociais, políticos ou culturais. Enclausurado numa visão teleológica da luta de classes como inexorabilidade humana ou nas divisões “estanques” da economia/política imposta por alguns pensadores, o marxismo deixou de ser método de investigação e tornou-se, muitas vezes, um dogma. Entre os historiadores, o marxismo assumiu também diferentes interpretações e aqui se buscou aproximar da concepção de E.P.Thompson, explicado mais adiante. De fato, assistimos durante o século XX uma

apropriação, como que patológica, do marxismo que o direcionou para práticas de verdades inquestionáveis, tal como os seus desdobramentos políticos na ex-União Soviética, com o stalinismo. No entanto, K. Marx tem um “admirável êxito póstumo”, pois continua muito presente no ambiente intelectual, visto desde os partidos criados por inspiração de suas obras, às inúmeras visitas ao seu túmulo ou uma simples busca no *Google* (HOBSBAWM, 2011).

Na obra *Ideologia Alemã*, produzida entre 1845-1846, por K.Marx e F.Engels⁴, a ideia fundamental aparece na arguição de K.Marx sobre os *pressupostos reais* de que parte para compreender a ideologia como produto da história humana. Para ele, toda historiografia deve partir dos indivíduos reais, de suas condições materiais de vida, de suas condições naturais e pela ação dos homens no decorrer da história. Em síntese, a seguinte máxima expressa a concepção de indissociabilidade entre os conceitos de história e ciência:

Conhecemos uma única ciência, a ciência da história. A história pode ser examinada de dois lados, dividida em história da natureza e história dos homens. Os dois lados não podem, no entanto, ser separados; enquanto existirem homens, história da natureza e história dos homens se condicionarão reciprocamente. A história da natureza, a assim chamada ciência natural [...] (ENGELS; MARX, 2007, p. 86).

O reconhecimento desse caráter indissociável foi determinante para entender, no caso da cronobiologia, a ciência como *objeto* produzido historicamente. Nesse sentido, a história da ciência é compreendida, aqui, como história e ciência, em reciprocidade. O saber científico, portanto, representa a história de seu tempo, assim como a história de seu tempo o representa.⁵ Assumimos, assim, a renúncia à falsa problemática entre infraestrutura e superestrutura (LE GOFF, 1990) e, também, consideramos que a dicotomia entre a explicação externalista e internalista pode ser superada por uma história compreendida em sua relação de reciprocidade com a ciência⁶.

Ainda que se encontrem autores que versem sobre o surgimento da cronobiologia, as explicações diferem pouco, pois apresentam a história de observações feitas sobre o fenômeno temporal biológico desde a antiguidade grega até o evento do Simpósio, situam questões conceituais e disputas na constituição da disciplina, porém sem problematizar com o contexto histórico diretamente (CAMBRÓSIO; KEATING, 1983; MARQUES; MENNA-BARRETO, 2003; ARAUJO, 2002; MORENO, 2015). Considerando que há muito a ser

⁴ Obra editada pela primeira vez em 1846, aqui será utilizada a edição traduzida pela editora Boitempo, em 2007.

⁵ Esta questão é analisada por Marx, em sua crítica à Feurbach ao mencionar “segredos que só se mostram aos olhos do físico e do químico; mas onde estaria a ciência natural sem a indústria e o comércio? Mesmo essa ciência natural “pura” (grifo do autor) obtém tanto sua finalidade como seu material apenas por meio do comércio e da indústria, por meio da atividade sensível dos homens” (MARX, 2007, p.31).

⁶ Sobre a epistemologia da produção em história da ciência e MHD. Ver em Arcanjo (2018).

explorado, busquei realizar a minha investigação e explicar a história da cronobiologia a partir do MHD, pois não há análise sob essa perspectiva.

A cronobiologia é um ramo da ciência que foi nominado por F. Halberg, em 1969, nos Estados Unidos e define-se, a partir da ligação remota com a língua grega (crono= tempo e biologia= estudo da vida), como um campo de estudo voltado para entender a expressão temporal dos seres vivos. Atualmente a produção científica abrange um leque amplo de questões que se relacionam com os ritmos de funções biológicas dos organismos, tais como o sono e seus distúrbios, os ritmos biológicos diante de atividades sociais como trabalho noturno, horários escolares, viagens para diferentes fusos horários, necessidade de adaptação e, muitas vezes, a não adaptação, com consequentes patologias.

É uma ciência que se traduz como conhecimento que permite desvelar contradições temporais entre o caráter biológico e social dos seres vivos -atritos temporais- e, ao mesmo tempo, pode favorecer o controle artificial dos ritmos naturais, com a indústria farmacêutica (BIRTH, 2007) e proporcionar a eficácia de medicamentos com a administração em horários determinados.

Colombo viu e registrou uma estranha iluminação no mar que o deixou impressionado, em 1492, antes da descoberta das terras do Novo Mundo, que se repetia no horário das 22 horas. Séculos depois, através da cronobiologia foi possível compreender essa regularidade como parte do fenômeno da bioluminescência de algas (WARD, 1971). Também para a agricultura e agropecuária, o saber sobre a organização temporal de animais e plantas se revelou essencial para os estudos de ecossistemas agrícolas (MARQUES; MENNA-BARRETO, 2003).

Bem mais recente, a cronobiologia se tornou uma ciência presente nos estudos que analisam a relação entre a expressão temporal dos genes e a posição espacial e movimento de rotação da Terra (PEDRAZZOLI, 2010). Considerando que os ritmos estão presentes em todos os organismos (ANOKHIN, 1974), mesmo em nível celular, podemos compreender a amplitude do conhecimento sobre o tempo biológico.

2 MÉTODO

Em virtude de seu recente surgimento, a história da cronobiologia foi pouco explorada, quando comparada à história de outras ciências, o que trouxe algumas dificuldades para pesquisa. Encontrei inicialmente uma bibliografia esparsa, factual e linear, sem problematização com o contexto histórico do período. Por isso, neste estudo, a emergência da cronobiologia, em meados do século XX, para ser explicada a partir do MHD exigiu, como primeira etapa, coletar, selecionar e organizar as fontes históricas.

No desenvolvimento desta pesquisa foram considerados os conceitos de *evidência e lógica histórica* (THOMPSON, 1981) para o levantamento de hipóteses e análise, assim como a relação dialética entre fontes e historiador para produção do conhecimento histórico denominado como síntese. Nesta perspectiva, são considerados todos os vestígios das experiências vividas pelos sujeitos do passado como evidência histórica. Ela é a testemunha de um passado real, com suas propriedades e características determinantes. Cabe lembrar que ela não revela seu próprio significado, mas precisa "ser interrogada por mentes treinadas numa disciplina de desconfiança sempre atenta" (THOMPSON, 1981, p.38) e, através deste diálogo, desta prática interrogatória, chamada de lógica histórica, temos o conhecimento histórico que se caracteriza por ser provisório, incompleto e seletivo, mas nem por isso inverídico (THOMPSON, 1981).

Admitindo a ousadia e os riscos em trabalhar nesta perspectiva (VIEIRA et al., 1989), o objetivo foi elaborar uma explicação que não respondesse a um modelo hipotético, a priori, mas que ao longo da pesquisa, através do diálogo estabelecido entre historiador e fontes, se concretizasse o conhecimento histórico.

O diálogo foi pautado nas recomendações inerentes ao ofício do historiador, na crítica externa e interna do documento, considerando a subjetividade de todo o conhecimento e, principalmente, as condições de registro, quando, como, quem o produziu e perguntas para esclarecer o que cada um representa das experiências do passado (CARDOSO, 1982).

Saliento que o “método histórico só pode ser um método inexato” (RICOEUR⁷, 1961, p.226 apud LE GOFF, 1990, p.21) e destaco a importância desse reconhecimento como parte de um ofício que exige reconfigurar o que se passou à distância do tempo. É plausível afirmar, ainda, que a narrativa do resultado da investigação revela a competência em sorver e abstrair a inteligibilidade histórica a partir de fragmentos. Assim, “o caráter ‘único’ dos eventos

⁷RICOEUR, P. *Historie de la philosophie et historicité*. In: em R. Aron (org.). **L'histoire et ses interprétations. Entretiens autour d'Arnold Toynbee**. Paris - La Haye: Mouton, 1961.p. 214-27.

históricos, a necessidade do historiador de misturar relato e explicação fizeram da história um gênero literário, uma arte ao mesmo tempo que uma ciência” (LE GOFF, 1990, p.12).

Neste trabalho a subjetividade está presente e evidente, contrariando uma visão de neutralidade científica, herdeira do positivismo (SAMARA, 2007; FUNARI; GLAYDSON, 2008). Portanto, assumindo-se que a pesquisadora não é um ser neutro, as escolhas e recortes expressam a forma de pensar, a ideologia e a cultura da mesma. O exame de fontes históricas, análise, formulação de hipóteses sucessivas e produção de sínteses provisórias foi considerado um procedimento científico, numa relação dialética entre a fonte e teoria, mediada pela pesquisadora.⁸

Para fins práticos, dois procedimentos foram aplicados para execução deste trabalho. O primeiro foi uma investigação que chamaremos de fase empírica da pesquisa. Nesta fase foi feito o levantamento de fontes históricas tanto primárias como secundárias, em duas etapas. A primeira foi a consulta ao acervo que se encontra na sala de cronobiologia da EACH-USP e a bibliografia da disciplina Tempos Sociais e Tempos Biológicos do curso de Pós-Graduação da EACH. Neste acervo encontramos os anais do Simpósio ocorrido no ano de 1960, em *Cold Spring Harbor*, o qual a bibliografia especializada apontou como a gênese dessa ciência. Este material forneceu algumas pistas importantes, como nomes de cientistas participantes, patrocinadores e os temas de pesquisa.

A segunda etapa se deu através da busca digital, realizada em sites de pesquisa geral, como o Google Acadêmico, Scielo Brasil, Teses USP, Teses PUC, com as seguintes palavras chave: história da cronobiologia, ritmos biológicos, relógios biológicos, cronobiologia e com as mesmas palavras em inglês: history of chronobiology, biological rhythms, biological clocks e chronobiology nos bancos de artigos científicos, ISIS, Pubmed, Scopus e Web of Science. Foram usados também como termos de busca os nomes dos cientistas; J. Aschoff, C. Pittendrigh, F. Halberg. E nesta etapa também foi feita a busca em sites de instituições ligadas à ciência: Cold Spring Harbor, Max Planck Institute for Ornithology, Halberg Chronobiology Center, Universidade Princeton. E, ao longo da pesquisa, foi obtido acesso à International Society for Chronobiology, Society Biological Research on Biological Rhythms, com as mesmas palavras e nomes.

Ainda na fase empírica, se estabeleceu o diálogo com as fontes conforme concepção de E. P Thompson, a partir da seleção das evidências sobre as experiências vividas pelos agentes e instituições que estiveram ligadas ao processo de constituição dessa ciência. Deste

⁸ Sobre o assunto ver também a importante análise sobre o método histórico de Jorge Grespan (2006).

modo, para compreender como se deu o surgimento da cronobiologia, as primeiras interrogações foram feitas para saber onde ela teria surgido, quando teria acontecido, como teria sido e quem teria participado. Desta primeira abordagem obtivemos as primeiras evidências de que a cronobiologia, com esta denominação, surgiu na década de 1960, nos EUA. Esta localização espaço-temporal permitiu relacionar o contexto histórico desse período caracterizado, a grosso modo, por uma efervescência cultural, um desenvolvimento tecnológico, uma bipolaridade política entre EUA e União Soviética, formação de regimes ditatoriais na América Latina, processo de descolonização da África e Ásia (HOBSBAWM, 1995).

Foram selecionados os três artigos históricos e biográficos das narrativas dos cientistas F. Halberg, C. Pittendrigh e J. Aschoff (HALBERG, et al., 2003; ASCHOFF, 1990; PITTENDRIGH, 1993) e que também serviram para recuperar a trajetória individual e a história da cronobiologia. A seleção teve como critério os seguintes indicadores: relato histórico do próprio cientista sobre a sua trajetória na cronobiologia, publicação em revista científica da área, distanciamento temporal dos fatos narrados, em pelo menos duas décadas, publicação do artigo durante a vida do cientista. Os critérios para seleção foram elaborados com objetivo de comparar elementos semelhantes ou diferentes na narrativa como, por exemplo, interesses científicos, experimentos, descobertas, literatura consultada. Avaliamos que a publicação em vida dos três cientistas era importante, pois teriam condições de correções, alterações e contestações, caso quisessem.

O segundo procedimento foi a exposição dos elementos encontrados na investigação. Nesta fase a análise das fontes se constituiu numa síntese interpretativa. Para tanto, utilizamos como base teórica a concepção de E.P Thompson de *lógica histórica*, recuperando o movimento histórico, no sentido do processo histórico. O conceito de concatenação foi norteador, pois ao contrário de ver a emergência da cronobiologia como fato isolado no mundo da ciência, os elementos aparecem articulados de forma a se perceber o todo social. Engels, ao expor sobre a dialética, na obra *Do Socialismo Utópico ao Socialismo Científico*, em 1880, já advertia que o metafísico ao ficar “obcecado pelas árvores, não consegue ver o bosque” (ENGELS, 1983, p.47) e nesta pesquisa foi essencial enxergar o bosque.

No caso da cronobiologia, a reunião de elementos isolados como os apoiadores do Simpósio, a imigração de cientistas, a construção de laboratório, acontecimentos políticos e econômicos assumiram um sentido explicativo. As concepções de *arranjo configurante* (trama histórica) e *pôr em intriga* (enredo) acontecimentos que parecem distantes no tempo

e no espaço ajudaram a pensar na narrativa para exposição desse sentido explicativo (RICOEUR, 2012).

3 O TEMPO BIOLÓGICO

Historicamente os ritmos sempre existiram na natureza como, por exemplo, na alternância entre sono e vigília em função do ciclo dia e noite, nas plantas que abrem e fecham as suas flores de acordo com a hora do dia, nas estações do ano e no período de plantar e colher. Eles fazem parte da história da humanidade e foram narrados desde a antiguidade.

É praticamente impossível listar todos os naturalistas e pesquisadores que, de algum modo, fizeram as primeiras observações ou estudaram sobre o tema. Na bibliografia especializada estão presentes notícias de achados arqueológicos na Bulgária (KOSTOVA; DIMITROV, 1999), relatos de observações de antigos gregos, registros de Andróstenes, quando acompanhou Alexandre Magno, nas expedições, em 325 a.C., e notou o movimento das folhas de tamarindo, fechando à noite e abrindo ao amanhecer. Hipócrates (460 a.C. - 370aC) observou a periodicidade de doenças em relação aos ciclos da natureza. Galeno (127-199?), romano e Avicena (980-1037), persa, também descreveram sobre o ciclo de 7 dias, entre sintomas de doenças, morte ou recuperação (HALBERG, et al., 2003).

Já no século XIV, Sanctorius de Padua (1561-1636) se ocupou por registrar valores de peso corporal e suas variações ao longo do dia e da noite e inventou um termômetro para medir a temperatura corporal. Próximo à era contemporânea, sabemos que o sueco Carl von Linné, (1707-1778), naturalista e pioneiro na taxonomia de plantas e animais, desenhou um extraordinário relógio floral, com plantas que abrem e fecham suas flores em determinadas horas, indicando para o observador qual seria a hora do dia. O tempo da natureza, por analogia ao relógio, ficou traduzido nas flores em uma organização configurada no dia de 24 horas e, talvez, paradoxalmente, a sociedade urbana e industrializada tenha se despedido aí, de forma simbólica, do tempo natural.

Outro pesquisador, um pouco posteriormente, Julien-Joseph Virey (1775-1846), farmacêutico francês, em sua tese de doutorado, em 1814, *Ephémérides de ses phénomènes dans la santé et les maladies*, tratou sobre a temática das doenças e a periodicidade, e afirmou que o fenômeno era uma espécie de “relógio vivo” (VIREY⁹, 1814 apud SMOLENSKY; REINBERG, 2001, p.177).

O astrônomo francês, Jean Jacques d’Ortous de Mairan (1687-1771), em 1729, fez um registro na Academia Real, sobre a planta *mimosa pudica* que, ao observar as suas folhas, que sempre se fechavam a noite, resolveu colocar numa caixa fechada e demonstrou que,

⁹ VIREY, J. *Éphémérides de la vie humaine, ou recherches sur la révolution journalière et la périodicité de ses phénomènes dans la santé et les maladies*. Paris: Faculté de Médecine de Paris, 1814.

apesar de não receber luz solar, as folhas mantinham o movimento na mesma periodicidade. Dois séculos mais tarde, ficou entendido que se tratava do caráter endógeno dos organismos e este experimento tem sido referência na história da cronobiologia como o primeiro realizado nessa ciência. Temos, então, um longo percurso de descobertas que revelaram essa característica como propriedade inerente aos seres vivos (BÜNNING, 1960).

Contudo, antes do século XX, nota-se que os registros mostram a descrição do fenômeno, porém poucos apresentam a utilização da matemática para descrever, levantar hipóteses ou mesmo aproximar as oscilações percebidas com o dia de 24 horas (LEMMER, 2009). O que se vê são notificações de pesquisadores buscando uma compreensão a respeito de como os seres vivos mantinham as oscilações ou agiam nos mesmos momentos do dia, fossem abelhas, pássaros, plantas ou humanos. A ideia central da cronobiologia, o tempo de 24 horas interno de um ser vivo, era raramente cogitado e, se fosse, raramente era aceito pela comunidade científica.

O desenvolvimento científico na área prosperou de tal forma que, em 2017, os cientistas Jeffrey Hall, Michael Rosbash e Michael Young foram laureados com o prêmio Nobel, “por seus trabalhos que desvendaram os mecanismos moleculares do funcionamento do relógio biológico interno” (BAIMA, 2017), numa abordagem do universo micro do fenômeno, o DNA. Esse evento popularizou a cronobiologia no cenário científico internacional e para o público leigo. O anúncio foi, sobretudo, emblemático da representação do relógio, nos dias atuais, como temporalidade biológica da vida.

Por uma breve retrospectiva, se encontram documentos que indicam o termo *relógio fisiológico* utilizado, em 1939, com experimentos em camundongos (JOHNSON¹⁰ apud ASCHOFF, 1990, p.181), em 1957, por La Mont C. Cole, zoólogo, com o modelo matemático de séries de medidas de um imaginário unicórnio (COLE, 1957) e, em 1958, com a publicação do livro *O Relógio Fisiológico*, de Bünning, com as informações históricas que se tornaram clássicas nas citações de estudiosos no tema (BÜNNING, 1963). Esta obra tem a especificidade de reunir informações de diferentes áreas e apresentar resultados de experiências que mostraram o fenômeno como fato científico.

Gustav Kramer (1910-1959) realizou experimentos, durante a década de 1950, sobre a orientação espacial de pássaros e descobriu, por serendipidade, que havia uma

¹⁰JOHNSON, M.S. Effect of continuous light on periodic spontaneous activity of White-footed mice (*Peromyscus*). **Journal Experimental Zoology**, New Jersey, vol.82, n° 2, p. 315-328, 1939.

temporalidade, à qual a ideia do relógio foi associada. Esse estudo foi um marco para cronobiologia e difusão do termo relógio biológico (RITCHIE, 1971).

A partir de 1960, C. Pittendrigh popularizou os relógios biológicos, organizou e foi o anfitrião do Simpósio denominado *Biological Clocks*, ocasião em que o conceito *relógio*, como metáfora, foi institucionalizado. Os cientistas envolvidos nesse encontro apresentaram resultados e métodos de pesquisa usando a matemática como linguagem para explicar os fenômenos que envolviam a questão do tempo e o relógio se tornou o instrumento para medida e entendimento da expressão rítmica nos seres vivos. Os dados recolhidos foram transformados em actogramas (gráficos) ¹¹e surgiram termos próprios para descrever as oscilações e intervalos que, conseqüentemente, definiram e normatizaram os estudos posteriores nesta área¹². O conceito *relógio biológico*, apresentado no Simpósio, se tornou o pilar para geometrização do tempo biológico, em sua representação simbólica e em sua quantificação. A temporalidade da vida, portanto, passou a ser investigada com acurácia científica.

O tempo biológico das excreções, do batimento cardíaco, do dormir e do acordar, da fome e até da tristeza (a depressão sazonal) foi aprisionado no inescapável círculo do relógio. Neste objeto, que oculta a diversidade temporal das experiências reais, os ciclos são dominados por uma geometria que se desenha, na mais rica matemática, na linearidade e na circularidade, um modo de ser através do discurso científico.

O relógio, antes indicado apenas como analogia por Carl von Linné e Virey, passou a ser considerado, após o Simpósio, como o tempo real do fenômeno biológico. Convém lembrar que na história das sociedades industrializadas o tempo do relógio derivou da experiência da transformação histórica (THOMPSON, 1998; ELIAS, 1998). Aos poucos penetrou nas vidas das pessoas, culminou no tempo das fábricas, causou uma ilusão em relação ao tempo marcado pelos fenômenos da natureza e, por fim, promoveu a *ilusão dos relógios* (PEDRAZZOLI, 2015).

Embora no referido Simpósio o termo circadiano, do latim “circa diem”, criado e oficializado na década de 1950, por F. Halberg, tenha sido firmado para designar a periodicidade em torno de um dia, conceito fundamental para cronobiologia e amplamente utilizado por todos os cientistas, o termo *relógio biológico* suplantou a todos. Não há dúvidas que o termo circadiano contempla, em sua própria designação, as variações da periodicidade

¹¹ Importante lembrar que já haviam registros de gráficos desde 1860 (LEMMER, 2009), mas não a linguagem matemática relativa aos actogramas, tal como acontece a partir do Simpósio.

¹² Glossário de cronobiologia disponível em: <http://www.chronobiology.ch/glossary/>

e, por isso, derivam dele os conceitos infradiano (frequência com período maior que 24h) e ultradiano (frequência com período menor que 24h). Entretanto, a emblemática imagem do relógio foi insuperável.

Parece relevante observar a quase simultaneidade, ao longo do século XX¹³, entre os estudos sobre o *tempo* na botânica, fisiologia, zoologia, biologia (ASCHOFF, 1990), na história (BRAUDEL, 1965) e antropologia (PRITCHARD, 1940; WHORF, 1950; LEACH, 1961), além do estudo do tempo na física, com Einstein (1879-1955) e a fundação da Sociedade Internacional do Estudo do Tempo, em 1966, composta por pessoas de diferentes campos de saber¹⁴.

Alguns estudos antropológicos demonstraram uma variedade de formas de representação do tempo e até mesmo a ausência. Na cultura Kachin, da Birmânia, por exemplo, a marcação do tempo se utiliza de representações da vida, morte, arranjos matrimoniais e gerações antepassadas, gerando um zig-zag mental, extrapolando o limite apenas geométrico, considerando um fluxo contínuo do tempo (LEACH, 1961). Inexiste uma matemática do tempo, embora a sua percepção seja notada e experienciada.

No mundo Hopi, o modelo de universo extrapola a dicotomia espaço/tempo, inexistindo o tempo linear e, curiosamente, inexistindo em sua linguagem advérbios como *antes* e *depois* da categoria tempo, assim como a distinção entre passado, presente e futuro. Existe um fluxo contínuo da vida, como eles entendem indicar o Cosmos. Uma representação simbólica que resulta de uma visão social coletiva, que prescinde da marcação do tempo (WHORF, 1950). Entre os Nuers, o calendário é marcado por uma ecologia e por atividades dos indivíduos, inexistindo também a palavra tempo (PRITCHARD, 1974).

As diferentes culturas apontadas ilustram como a representação simbólica (DURKHEIM, 1996) se configura de acordo como vivem e produzem as suas existências, como pensam sobre o mundo. A inexistência de uma representação simbólica do tempo na linguagem dessas culturas possibilita, por alteridade, olhar para nossa sociedade e ver a demasiada existência. A concepção de realidade coletiva transfigurada em *totem*, de Durkheim, é útil para pensarmos no tempo como objeto totêmico, o relógio, em nossa cultura e no caso da cronobiologia, para representar o tempo biológico. Entretanto, essa abordagem

¹³ Em 1984, numa obra bastante conhecida, *Sobre o Tempo*, o autor, Norbert Elias, contextualiza que um dos pontos decisivos na história da mensuração do tempo foi aquele em que a cronologia centrada no homem se separou da cronologia centrada no mundo físico. No longo *processo civilizador*, estaria a ruptura entre o mundo natural e o humano, entre natureza e humanidade, entre sujeito e objeto. Nesse processo se explica a organização de calendários, dias, horas. Em sua proposição, é a partir de Galileu que o tempo começa a ser matematizado, interpretado de forma isolada, sob leis e conceitos de escalas e padrões de medida.

¹⁴ Sobre essa sociedade ver: <http://www.studyoftime.org/>

tem como premissa o caráter permanente do totemismo e aqui se buscou entender a transformação.

Entre os gregos, num esboço geral, o tempo é representado na mitologia por três diferentes deuses. Cronos, Kairós e Aion. O primeiro, como tempo cronológico da sucessão dos eventos, o segundo, como o tempo da oportunidade ou do acontecimento e o terceiro, como o instante eterno, divino, no qual as horas não passam, é o tempo da contemplação e criação (SOUZA, 2015).

Curiosamente em nossa cultura, fora do âmbito acadêmico, raramente se encontram referências a Kairós e menos ainda a Aion. A riqueza e complexidade da concepção e representação simbólica grega foi reduzida, em nossa sociedade, a uma única figura, a uma única forma de experiência do tempo. Cronos imperou em nossa herança cultural tanto na organização de como, por exemplo, na linguagem, com as palavras derivadas que sintetizam uma concepção secular de tempo sucessivo cronologia, cronometria e cronobiologia. Considerando o que foi exposto sobre o relógio como sinônimo de “tempo” que penetrou paulatinamente nas fábricas e nas sociedades industrializadas, Kairós e, principalmente, Aion seriam um desconcerto simbólico.

A normatização do uso do relógio, como sinônimo de tempo, oculta uma concepção dominante e não expressa a diversidade de experiências culturais que a humanidade produziu. É pertinente lembrar, aqui, sobre o conceito de *agência* do tempo. De forma sucinta, este conceito expressa um mecanismo de poder, alcançando por diferentes instâncias sociais, emergindo do Estado como uma forma política de institucionalização do tempo. Para tanto, as instituições servem como instrumentos da legitimação da noção tempo e, por conseguinte, de poder. A linearidade temporal se torna naturalizada, por uma governabilidade do tempo, na esfera jurídica, do trabalho, da escola, do cotidiano (GREENHOUSE, 1996).

É plausível afirmar que, através da *agência* de poder no âmbito científico institucional, uma concepção de tempo geométrico alcançou a biologia e se traduziu no relógio como tempo biológico, numa metamorfose. Ainda que existam diferentes correntes interpretativas na cronobiologia (MENNA-BARRETO, 2005) que valorizam mais ou menos a expressão relógio biológico e façam permanecer o debate, a metáfora do relógio tem se sobressaído, como visto na premiação do Nobel.

Não obstante, além da geometrização do tempo do relógio, vale pensar a imagem de mecanização consignada em suas engrenagens, em seus ponteiros e em seu funcionamento. O tempo biológico, representado como máquina, é compreendido como objeto. Numa sociedade industrializada, a metáfora do relógio pode representar, simbolicamente, no caso

da cronobiologia, um corpo coisificado (BASSANI; VAZ, 2008). Se o relógio é o instrumento que captura a geometria do tempo mensurável, o corpo o é também. Ao longo da história, existiram inúmeras representações do corpo (REVEL; PETER, 1995; PORTER, 1992; LE GOFF; TRUONG, 2006) e por elas se revelam as características das sociedades nas quais foram configuradas. As metáforas das doenças como manifestação de Deus ou diabo, do corpo como abrigo do pecado ou templo divino, mostram uma sociedade na qual o caráter religioso se fazia presente intensamente. Portanto, o corpo objeto-relógio apresenta elementos simbólicos de uma realidade na qual o tempo é compreendido, sobretudo, como o instrumento de medida.

A sociedade do século XX, como bem advertiu Walter Benjamin (1892-1940), se estruturou sobre o *tempo homogêneo e vazio*, traduzido na ideia de progresso através da exploração do trabalho e do desenvolvimento técnico como uma norma histórica. Bem sabemos que sua crítica se fazia ao fascismo da época e às consequências vividas por ele durante a guerra, levando-o ao suicídio. Essa crítica sinalizou, ao mundo contemporâneo, a necessidade de pensar sobre o sentido do tempo vivido e remete ao MHD.

O tempo foi um conceito basilar na obra de K. Marx, ao desvendar a mais-valia como o tempo de trabalho não pago ao trabalhador, revertendo-se em lucro ou renda. O salário por tempo é resultado de uma relação de exploração na qual o operário, despossuído de qualquer propriedade vendia a única coisa que lhe restava, a sua força de trabalho, ocultando a mais-valia, justamente, no valor não pago das horas trabalhadas, revertidas em lucro da mercadoria produzida (MARX, 1988)¹⁵. A organização do trabalho por períodos de tempo, semanal, diário e, por horas, explica porque o relógio paulatinamente penetrou nas fábricas, em toda sociedade e porque é tão valorizado (HOBSBAWM, 2000, THOMPSON, 1998). A intensificação da industrialização exigiu, cada vez mais, o controle do tempo e a tão necessária geometrização.

Além disso, os relógios controlam o tempo de circulação das mercadorias, entre fábricas e consumidores, uma organização que requer uma sincronização entre tempos de chegada e partidas de trens, navios, aviões e também entre lugares. Atualmente, o controle das horas entre fusos horários, com o mundo virtual acentuou ainda mais a valorização do relógio. Ninguém estranha chegar num hotel ou aeroporto e ver relógios com a hora local de três ou quatro lugares diferentes. O século XX, como visto, foi cenário de vários estudos

¹⁵ Ver especialmente vol II, cap. 15 a18, da obra *O Capital* (MARX, 1988, 1ª edição 1897)

sobre o tempo porque, antes de tudo, o mundo se produz e se reproduz numa lógica temporal do lucro.

A valorização do tempo, na cultura do século XX, perpassa por todas as instâncias sociais, e na ciência não será diferente. A metáfora do relógio biológico é, portanto, uma alusão ao mundo no qual a materialidade da existência não pode prescindir do controle do tempo. No entanto, a realidade, sempre contraditória e, em movimento, engendrou a crítica ao uso da metáfora. Encontramos cientistas que preferem usar termos como ritmos biológicos, expressão temporal, temporizadores diante do fenômeno que observam. C. Pittendrigh deixou um último documento, *The Letter to Friends*¹⁶ escrita pouco antes de morrer, no qual apresenta uma reflexão sobre a metáfora do relógio, sugerindo rever o conceito, que veremos mais adiante.

A crítica extrapola o mundo da ciência e alcança intelectuais que se arriscam na crítica aos relógios biológicos e a padronização do tempo no mundo capitalista (BIRTH, 2007) ou mesmo ao tempo como experiência social (LEVINE, 1997). A metáfora, em discussão, expõe uma contradição presente no mundo real. O reconhecimento de sua insuficiência para representar o fenômeno é também a sinalização que, o mundo ao qual representa, na atualidade, tende a referenciar o tempo em simultaneidade, intensamente acelerado, em presenteísmo, diante das mudanças cada vez mais rápidas, principalmente em relação à tecnologia, solapando o passado e a ideia de futuro. O tempo passa tão rápido que a experiência real de viver é cada vez menos consciente (SEVCENKO, 2001).

A *crise*¹⁷ da metáfora do relógio expõe, apenas, a crise existente na experiência do tempo no mundo real, ao qual representa. Em resumo, o tempo biológico, elaborado como categoria investigativa na ciência na década de 1960, será visto, aqui, dentro do contexto histórico que o engendrou.

¹⁶ Disponível em: <https://www.clocktool.org/>. Último acesso em 10/11/2019.

¹⁷ Aqui se atribui para a palavra crise o mesmo significado da obra de N. Sevcenko (2001).

4 NARRATIVAS

Como apontado anteriormente no método, foram selecionadas as narrativas de C. Pittendrigh, F. Halberg e J. Aschoff, publicadas nas revistas especializadas *Chronobiology International* (1984), *Annual Review of Physiology* e *Journal of Circadian Rhythms*, pois aparecem informações biográficas que podem ser consideradas fontes importantes do processo histórico no qual emergiu a cronobiologia como uma ciência do século XX. Para leitura destas biografias se faz necessário pontuar duas observações amparadas na obra *História e Memória* (LE GOFF, 1990).

Na primeira o relato é concebido como uma ordenação da memória, uma síntese dialética entre a lembrança e o esquecimento do vivido, uma operação mental dos sujeitos históricos. Como *mentira* e não como verdade, o relato é compreendido como a narrativa elaborada pelos indivíduos, apoiada em reminiscências. De forma voluntária ou não, imagens, biografias, fatos são apagados ou perpetuados. Assim, os três cientistas, ao descreverem as suas trajetórias profissionais, acabaram por produzir um recorte único em suas versões históricas da ciência que praticaram.

A segunda observação é a concepção de *documentos/monumentos* na qual a distinção entre monumento (escultura, lápide) e documento (texto, registro oficial) não existe. Ambos são compreendidos como produtos de uma construção e, portanto, revelam escolhas, seleção de memória, intencionalidade do que se quer perpetuar. O artigo histórico de Lemmer (2009) sobre a cronobiologia, por exemplo, não faz qualquer menção a C. Pittendrigh, ainda que a temática seja voltada para a história das descobertas de funções rítmicas em humanos. Nesse sentido, o documento não resiste ao tempo por acaso, mas como um produto fabricado, guardado e organizado a partir das relações de forças que detém o poder e de escolhas pessoais ou coletivas.

No artigo científico, em especial quando de caráter histórico, podemos encontrar as “esculturas” erigidas através das notas biográficas, obituários, citações etc. Isto implica dizer que vimos as publicações dos artigos, em revistas científicas, como materialização da intencionalidade de preservação de uma memória, de uma imagem a ser deixada para o futuro; o grande feito do cientista, a descoberta, a ideia inusitada. Assim, os artigos científicos tanto abrigaram os testemunhos de uma história como representaram o ambiente no qual foi produzido¹⁸.

¹⁸ Sobre a narrativa como a escrita da história existem diferentes correntes teóricas no assunto, ver Peter Burke (1992).

4.1 ASCHOFF

No artigo intitulado *Sources of Thoughts From temperature Regulation to Rhythms Research (1990)*, publicado em 1984 na revista *Chronobiology International*¹⁹, referência entre os pesquisadores desse campo, Jürgen Aschoff expôs o percurso de suas descobertas científicas e experimentos numa narrativa que, situada no espaço de intersecção entre a ciência e a biografia, permitiu observar a relação entre alguns fatos históricos e o desenvolvimento da cronobiologia. Também é necessário advertir que se trata de um texto arriscado, do ponto de vista histórico, pois nele se apresenta um recorte cronológico que atravessa diretamente o período do nazismo, exigindo cautela diante da análise, por motivar facilmente juízos de valor, interpretações equivocadas e controversas.

Para análise, consideramos, como recurso leitor, três dimensões neste artigo; a histórica, a informativa e a conceitual. Intrinsecamente ligadas, aqui se separam apenas para favorecer o estudo. A dimensão histórica é o aspecto do artigo como produto histórico de seu tempo, como se relaciona com os acontecimentos ao redor, sejam políticos, sociais ou econômicos²⁰. A segunda, diz respeito aos dados que tratam da formação da cronobiologia, autores, lugares, instrumentos. A conceitual é reveladora da concepção de ciência que o autor traduz através de suas afirmações, recomendações.

A dimensão histórica do artigo se revela através do cenário político de crise do bloco socialista da União Soviética e do Leste Europeu, com a Queda do Muro de Berlim, em 1989, marcada pela reunificação da Alemanha acompanhada por uma forte crise econômica e pelo ressurgimento de ideologias de matizes nazistas, os chamados movimentos neonazistas, com jovens ativistas da violência e do ódio (BRENER, 1998; HOBBSAWM, 1995, p.446). Nesse período também são retomadas as questões jurídicas no âmbito do Direito Internacional, os tratados e convenções internacionais sobre os direitos humanos, tortura e prática médica com experimentos humanos e a revisão do Código de Nuremberg e da Declaração de Helsinque, com as Diretrizes Éticas Internacionais formuladas pelo Conselho das Organizações Internacionais de Ciências Médicas (CIOMS), revistas duas vezes, em 1983 e 1989²¹.

¹⁹ Revista Científica, revisada por pares, abrange assuntos relacionados aos ritmos biológicos. Teve seu primeiro exemplar publicado em 1984 e está na online desde 2006. Cabe lembrar que J. Aschoff era membro honorário. A revista, editada por *Taylor&Francis*, tem disponibilizado o seu conteúdo em: <https://www.tandfonline.com>. ISSN: 0742-0528 (impresso); 1525-6073 (web). É parte do grupo *Academic Publishing Division of Informa PLC* (empresa multinacional de publicações, sede em Londres).

²⁰ Também aqui a leitura é mediada pela obra de Le Goff (1990), em especial ao que se refere às condições históricas de produção, ao *inconsciente cultural*.

²¹ A questão jurídica internacional sobre as práticas médicas como crime foram retomadas com maior ênfase após o fim da Guerra Fria. Diversos relatórios e investigações denunciam as atrocidades médicas justificadas,

É neste contexto que uma revisão historiográfica sobre o Holocausto foi iniciada e novos documentos foram estudados, assim como a exploração de acervos materiais, lugares de memória, relatos orais e escritos, principalmente após a Unificação Alemã²². Na história da medicina nazista várias publicações ocorreram sobre pesquisas realizadas no campo de concentração em Dachau e uma delas, em maio de 1990, no *The New England Journal of Medicine* é o artigo sobre os experimentos nos quais, entre 1942-43, prisioneiros foram utilizados para determinar o tempo de sobrevivência em pressão de ar reduzida ou em água congelada, em condições de hipotermia (BERGER, 1990)²³.

Durante o nazismo, como sabemos, professores e intelectuais que não obedeceram aos preceitos do regime, além da questão judaica, foram presos nos campos de concentração ou se exilaram. Permaneceram aqueles que assumiram compromisso com o Terceiro Reich e Hermann Rein (1898-1953), importante médico e professor, foi um deles. O seu trabalho no Ministério da Força Aérea, como médico pesquisador e professor na Universidade de Göttingen, foi intocável até o fim da guerra, embora nunca tenha sido membro do Partido Nazista. Desenvolveu importantes pesquisas e teve seu nome várias vezes indicado para o prêmio Nobel, porém nunca o recebeu (DAAN; HANSSON 2014).

A narrativa de J. Aschoff se inicia, justamente, com o convite do professor Hermann Rein, em 1938, diretor do Instituto de Fisiologia na Universidade de Göttingen, para estudar sobre a regulação de temperatura e do sistema circulatório nos indivíduos²⁴. Nessa dimensão,

muitas vezes, por um combate ao comunismo e ao terrorismo, evidenciando que *maleficências* médicas estão presentes na sociedade contemporânea, apesar da legislação em vigor desde 1947 (ARAUJO, 2012). Sobre as atuais Diretrizes Éticas, ver versão digital em: <https://cioms.ch/wp-content/uploads/2018/11/CIOMS-final-Diretrizes-Eticas-Internacionais-Out18.pdf> (acesso em 30/06/2019).

²² Na perspectiva do trauma coletivo, existe um artigo que situa essa produção historiográfica e o ensino sobre o Holocausto, no contexto do fim da Guerra Fria, como uma necessidade social (SILVA; SCHURTES, 2016). Estudos Ibero-Americanos, Porto Alegre, v. 42, n. 2, p. 744-772, maio-ago. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15448/1980-864X.2016.2.23192>. É possível acessar várias publicações no *Museu sobre o Holocausto* dos Estados Unidos que dedica um link sobre os experimentos médicos nazistas. Disponível em: <https://encyclopedia.ushmm.org/content/en/article/nazi-medical-experiments?series=19222> Ver também :

²³ Neste artigo o autor discute sobre os objetivos e resultados dos experimentos que nunca ficaram claros, tendo, para ele, todos os “ingredientes” de fraude científica. É apresentado também o responsável ligado diretamente aos experimentos como projeto da força aérea, Sigmund Rascher, aprovado por Himmler (BERGER, 1990). Ver também: ALEXANDER, L. *The Treatment of Shock from Prolonged Exposure to Cold. Especially in Water*. Combined Intelligence Objectives Sub-Committee. Item No. 24. File No. XXVI-37. p I - 218. (July) 1945. Em 1985 é também publicado um artigo que discute se os dados de pesquisa produzidos durante o nazismo deveriam ser citados/utilizados, colocando este tema em debate. MOE, K. *Should the Nazi Research Data Be Cited ?*The Hastings Center Report, vol. 14, no. 6, 1984, p. 5-7. JSTOR www.jstor.org/stable/3561733.

²⁴ Sobre os estudos desenvolvidos por Hermann Rein e J.Aschoff na Universidade de Göttingen , é possível encontrar informações na coleção digital da *Biblioteca Nacional de Medicina* dos EUA. Aqui foi consultado o relatório produzido pelo CIOS (Combined Intelligence Objective Sub-Comite) entre 18 e 27 de abril de 1945. Acesso online disponível em <http://resource.nlm.nih.gov/101709600>. A relação com o Ministério da Aeronáutica/SS e a sua intocável atuação científica é justificada, também, por ser especialista no estudo de

já informativa, ele descreve que os experimentos objetivavam compreender a regulação da temperatura humana e os efeitos nos vasos sanguíneos nas extremidades do corpo. Para isso era necessário a submersão em água gelada e a medição regular da temperatura retal e da pele. Ele explica que foi o sujeito de seu próprio experimento e destaca que também contou com o auxílio de sua esposa: “I was my own subject and my wife assisted as technician, taking care of the recording instruments” (ASCHOFF, 1990, p.179).

Os resultados apontaram, segundo sua expressão, para uma variação, que já era razoavelmente conhecida, de 24 horas da temperatura retal e, ao mesmo tempo, para constatação de uma sistemática variação na perda de calor que ainda não havia sido descrita. Entender a causa desse ritmo o levou a procurar informações na literatura sobre fisiologia. Encontrou publicações sobre o assunto, porém, para ele, não havia uma investigação mais profunda a respeito. Afirmou que em alguns trabalhos não havia qualquer explicação e, em outros, as causas apontavam para o metabolismo relacionado ao modo de vida dos indivíduos como o trabalho e descanso (REIN²⁵, 1943; ROSEMANN²⁶, 1935; FULTON²⁷, 1946; EVANS²⁸, 1941 apud ASCHOFF, 1990, p. 179).

Determinado a encontrar respostas, buscou informações nos trabalhos de especialistas que haviam feito estudos experimentais e encontrou o artigo de revisão do médico Arthur Jores²⁹, no qual o fenômeno da variação de temperatura é explicado como dependente do tempo local e não do modo de vida dos indivíduos (JORES³⁰, 1935 apud ASCHOFF, 1990, p.179). J. Aschoff destacou em suas memórias que uma inversão rítmica da temperatura estava notificada em experimentos feitos em indivíduos na condição de trabalho noturno e, outros, expostos à constante escuridão no inverno ártico. Eles mantinham os mesmos ritmos de 24 horas inicialmente e, após cinco ou seis dias, passaram para o ritmo local. Os registros

altíssimo interesse do governo nazista, hipóxia, para a medicina da aviação garantir a sobrevivência de pilotos em voos mais altos e velozes (ECKART, 2006).

²⁵REIN, H. **Einführung in die Physiologie des Menschen**. Berlin:Springer,1943.

²⁶ROSEMANN, R. **Landoi's Lehrbuch der Physiologie des Menschen**. Berlin: Urban&Schwarzenberg,1935.

²⁷FULTON, J.F. (ed). **Howell's textbook of Physiology**. Philadelphia: Saunders, 1946.

²⁸EVANS, C.L. (ed).**Starling's Principles of Human Physiology**. London: Churchill, 1946.

²⁹ Arthur Jores (1901-1982), prof. Emérito da Universidade de Hamburg, é reconhecido por seu pioneirismo no campo da medicina psicossomática, porém inicialmente o foco de suas pesquisas era direcionado para a temática da Endocrinologia e ritmos biológicos através do prof. Dr. Leopold Lichtwitz (1876-1943) que foi obrigado a emigrar para os EUA, no contexto do nazismo. Sobre o Dr Leopold Lichtwitz ver: Wise TN, Freyberger H (eds): *Consultation-Liaison throughout the World*. Adv Psychosom Med. Basel, Karger, 1983, vol 11, p. 1-10. Online: <https://doi.org/10.1159/000407976> .

³⁰JORES, A. **Physiologie und Pathologie der 24-Stunden-Rhythmik des Menschen**.Berlin: Erg inn Medizin, 1935.

mostravam mudanças nos ritmos, mas era certo para os pesquisadores que eram causadas por fatores externos (LINDHART³¹, 1917; RUDDER³², 1948 apud ASCHOFF, 1990, p.180).

A. Jores foi uma exceção entre os pesquisadores que havia lido, por ter sido o único que apontou experimentos com animais demonstrando ritmos de temperatura que se alternavam. Ele buscou a leitura de zoologistas e se surpreendeu com as notificações de que os ritmos se mantinham em condições constantes, mas viu que a hipótese do controle externo na Terceira Conferência Internacional da Sociedade de Pesquisa sobre Ritmos Biológicos, em 1949, em Hamburg, era dominante, assim como no encontro em Basel, em 1953³³. Mesmo assim o conjunto dos resultados dos seus próprios experimentos e a escassa literatura, que trazia opiniões como a de A. Jores, levou J. Aschoff a elaborar a possibilidade de que se o ritmo se mantinha em condições constantes, deveria haver um ritmo interno, endógeno.

Na *Terceira Conferência Internacional da Sociedade de Pesquisa sobre Ritmos Biológicos* conheceu E. Bünning (1906-1990)³⁴, botânico que já havia constatado em plantas o caráter endógeno e que, além de encorajá-lo a continuar as pesquisas em animais, fez uma retrospectiva histórica sobre os achados na botânica, desde o século XIX. Os exemplos que foram citados se apresentam, ainda hoje, como a história da cronobiologia, indicando o início de uma demarcação unificadora do conhecimento, pois em todas as ocasiões, as referências seguirão a mesma ordem, acrescentando outras citações posteriormente descobertas. Nessa primeira “linha do tempo da cronobiologia” aparece De Candolle (1832), Sachs (1862), Pfeffer (1915), Kleinhoonte (1929) e o próprio Bünning (1932) (figura 1). É destacada a seguinte afirmação de Bünning em 1932: “I see no reason any more to doubt the autonomous character of movements that occur at constant temperature in darkness” (BÜNNING³⁵, 1932 apud ASCHOFF, 1990, p.182).

³¹ LINDHART, J. Investigations into the conditions governing the temperature of the body. **Meddelelser on Greenland**, Vol.44, p.3-53. 1917.

³² RUDDER, B. **Über sogenannte “kosmische” Rhythmen beim Menschen**. Stuttgart: Thieme, 1948.

³³ Esta Sociedade que foi fundada em 1937, em Ronneby, Suécia (KALMUS, 1988) e, em 1971, assumiu uma nova fundação sob a denominação de Sociedade Internacional de Cronobiologia, nos EUA.

³⁴ E. Bünning (1906-1990), considerado um dos pioneiros nos estudos dos ritmos biológicos, realizou estudos sobre o fotoperiodismo, além de sua formação intelectual abrangente nos campos da filosofia e matemática. Destaca-se que W. Pfeffer (1845-1920) teve grande influência em sua formação, assim como Goethe (BÜNNING, 1977). Em sua obra, *Relógio Fisiológico*, publicada em 1958, organizou os achados sobre os ritmos biológicos nas diversas áreas como da zoologia, botânica e medicina, como um tema único. Certamente a sua trajetória e o conhecimento histórico que possuía, determinou ser escolhido para fazer o discurso de abertura do Simpósio, no qual marcou uma organização histórica dos fatos científicos no campo dos ritmos biológicos. Sobre a sua biografia ver Bünning (1977), Chandrashakaran (1998, 2006).

³⁵ BUNNING, E. Untersuchungen über die autonomen tagesperiodischen Bewegungen der Primärblätter von *Phaseolus multiflorus*. **Jahrb wiss Botanik** v. 75, p. 439-480, 1932.

No campo da botânica a questão estava clara, mas o que está evidenciado no relato é que J. Aschoff não partiu das hipóteses ou observações do passado, citadas na narrativa “clássica” da cronobiologia, para chegar até o fenômeno da ritmicidade. Quando o percebeu, em 1938, partiu em busca das causas e somente quando conheceu Bünning, em 1953, soube dos registros mais antigos e afirma “Remember: its was not until 1960 that De Mairan’s[...] initiating role was pointed out to us by Bünning [...], and only in 1974[...] that we learned of Virey[...], who used the term “l’horloge vivant”. (DE MAIRAN³⁶, 1729; BÜNNING³⁷, 1960; VIREY³⁸, 1819, p. 419 apud ASCHOFF, 1990, p. 182).

É possível constatar, portanto, que não houve um percurso linear do conhecimento, uma vez que os primeiros acontecimentos registrados na literatura só foram conhecidos depois de 1960. Saber que De Mairan antecedeu em mais de cem anos De Candolle faz notar, portanto, que J. Aschoff não se utilizou desses conhecimentos para construir o seu.

A leitura científica explorada por J. Aschoff proporcionou o contato com diferentes visões sobre o mesmo fenômeno e, após 1945, no Instituto de Fisiologia de Göttingen fez experimentos com camundongos, registrando suas atividades num quimógrafo, destoando de todos os seus colegas que mediam a pressão sanguínea em cães. O seu “*destino solitário*” em busca de um tempo endógeno, como afirmou, mudou no ano de 1954, quando encontrou com Gustav Kramer (1910-1959), o mesmo ornitólogo que pesquisava sobre a orientação espacial de pássaros (referido no capítulo Tempo Biológico desta dissertação) e, em 1958, com Konrad Lorenz (1909-1989), zoólogo no campo da etologia, no Departamento de Fisiologia Comportamental do Instituto de Göttingen, situado no sul da Bavária, ganhador do prêmio Nobel em 1973. Foi nesse momento que sua formação em medicina foi direcionada para o campo da biologia, o que permitiu descobrir como os pássaros se orientavam através de um ritmo.

A última informação que aparece sobre a sua trajetória científica é a viagem para os EUA, em 1958, que em suas palavras foi “[...] where I met, among others, with Woody Hastings (then at Urbana), Curt P. Richter, and Colin Pittendrigh (then at Princeton). This adventure, opened to me new avenue which lead straight into *Cold Spring Harbor*” (ASCHOFF, 1990, p.182).

³⁶ DE MAIRAN, J.J. Observation Botanique. In: **Histoire de l’Academie Royale des Sciences**. Paris:1729, p.35.

³⁷ BUNNING, E. Open Adress: biological clocks. In: COLD SPRING HARBOR SYMPOSIA ON QUANTITATIVE BIOLOGY, 25.,1960, New York. Cold Spring Harbor Laboratory Press. New York: 1960. p. 1-9.

³⁸ VIREY. J.J. Periodicité. In: **Dictionarie des Sciences Médicales**. Paris: Panckoucke, 1819. p.419-425.

A trajetória descrita neste artigo autobiográfico se encerra exatamente neste ponto, com a *aventura* que abriu um caminho direto para o Simpósio *Cold Spring Harbor: Biological Clocks*. Não há referência, no seu relato, sobre o que apresentou nesse evento ou o resultado de suas investigações e nada mais é acrescentado sobre as suas atividades científicas, embora trinta e dois anos tenham se passado até a escrita do artigo, em 1990³⁹. A importância dessa aventura pode ser compreendida como a oportunidade de participar de um “centro científico” que, naquele momento, se traduzia por uma produção que recebia financiamento do governo e de grandes empresas, pouco importando questões políticas ou ideológicas (HOBSBAWM, 1995).

De um lado, o conjunto das informações permite observar que J. Aschoff partiu solitariamente de uma hipótese e fez um percurso singular em busca de suas respostas. A riqueza de suas leituras e experiências possibilitaram vivenciar a explicação da descoberta do ritmo endógeno nos indivíduos, o que pode ser considerado a visão internalista do desenvolvimento dessa ciência. Por outro, as informações também mostram aspectos externos, os *pressupostos reais*. Um deles foi o fato de estar na Universidade de Göttingen, entre 1938 e 1945, e trabalhar com Hermann Rein. Isto significava estar no centro do mundo científico na Alemanha, numa atmosfera de ciência moderna, com destaque para matemática e ciências naturais, com uma produção científica de ponta (BÜNNING, 1977), com todas as condições favoráveis para ser um cientista.

Quando em 1939, durante a invasão da Polônia, acompanhou o exército como médico voluntário por um mês (o que não deixa dúvidas sobre a sua ideologia)⁴⁰, teve seu destino mudado por influência de Hermann Rein, que diretamente solicitou que ficasse em Göttingen para o treinamento de outros médicos, o que proporcionou a continuidade de suas pesquisas sobre a temperatura e a variação rítmica observada, alvo de interesse para medicina da aviação, no cenário da guerra mundial.

Outro dado da realidade que deve ser considerado é a sua formação em medicina, como filho do patologista Ludwig Aschoff. Em 1938, trabalhando com seu pai, fez sua primeira publicação sobre o prazo de dissolução do álcool no organismo, utilizando coelhos em seus experimentos (ASCHOFF⁴¹, 1938 apud DAAN, 2001, p.18). A herança cultural

³⁹ Uma retrospectiva sobre o Simpósio havia sido publicada por ele em 1981, com o título *Twenty years on*, por ocasião do Simpósio *Biological Clocks in Seasonal Reproductive* (ASCHOFF, 1981).

⁴⁰ Importante lembrar que a ideologia nazista, matizada nos diferentes grupos sociais, teve forte penetração nas camadas médias. Sobre isso ver o documentário *Arquitetura da Destruição* (1989).

⁴¹ ASCHOFF, J. Blutalkohol und Gewöhnung. *Zeitschrift Für Die Gesamte Experimentelle Medizin*, Berlin, v. 103, p. 350-362, 1938.

recebida não pode ser esquecida como um fator fundamental para a escolha e sucesso na carreira de qualquer indivíduo (PASSERON; BOURDIEU, 2014) e no caso J. Aschoff não foi diferente. A importância de seu pai pode ser percebida no relatório *Combined Intelligence Objective Sub-Committee* (CIOS) produzido pelos Aliados, em 1945, no qual primeiro se descreve J. Aschoff como o filho do “bem conhecido” patologista Ludwig Aschoff e depois seguem as suas atividades científicas (ALEMANHA, 1945).

Ainda na dimensão das informações, há uma apresentação biográfica, como nota inserida na primeira página, na qual aparecem referências que fazem erguer um verdadeiro *monumento*⁴² para J. Aschoff:

Jürgen Aschoff was born in Freiburg/Br, on the 25 January, 1913, as fifth child of the Pathologist Ludwig Aschoff and his wife Clara née Dieterichs (...) Both parents and Prussian sprinklings are recognizable in Jürgen's imprint from the Black Forest. Spoiled by three older sisters, and sometimes beaten by a much-admired skillful brother, he was lively but timid child, eventually gaining some vigour when he became a boy scout. At humanistic gymnasium he received only medium or lower marks, especially in Mathematics and Latin, but was second-best in sports. Once, he tried to grow cacti, but otherwise his biological interests were minimal. For three years he practiced the violin, with modest success for want of an inclination to any specific profession, he began studying Medicine in 1931, in Bonn, where he joined the “Burschenschaft Alemannia”, and obtained his MD in Freiburg, in 1938. Much of his time he spent reading novels, Joseph Conrad being his favourite author (ASCHOFF, 1990, p.179).⁴³

Pouco comum nas apresentações dos autores nos artigos científicos, aparecem dados que se relacionam à temas como a infância, o percurso escolar, relações familiares e o gosto pessoal. A imagem escultural está materializada por elementos que remetem à nacionalidade, à Floresta Negra, tradicional produtora de relógios-cuco, à cidade de Freiburg, ao grupo de escoteiros, à *Burschenschaft*⁴⁴, ao violino e ao autor de *No Coração das Trevas*, livro inspirador do filme *Apocalypse Now* (1979). É notável que são elementos que certificam mais sobre os aspectos da personalidade do cientista do que sobre o seu percurso profissional e, portanto, a identidade de J. Aschoff é firmada por características pessoais, além de sua produção acadêmica. Considerando o contexto do ano da publicação, é plausível compreendê-lo na dimensão histórica, diante da recém Unificação Alemã e de questões emergentes sobre o nacionalismo.

⁴² De acordo com a concepção de documento como monumento (LE GOFF, 1990, p.288 289).

⁴³ No texto não consta a autoria dessa nota biográfica. É presumível, portanto, que seja dos editores Alain Reinberg e Michael Smolensky.

⁴⁴ É uma expressão que significa sociedade dos jovens. Bursche significa jovem e schaft, corporação (CAMPOS NETO, 2003). Trata-se de uma corporação estudantil que, fundada em 1815, defendia os conceitos de honra, liberdade, união e pátria, além de ajuda para os estudantes pobres. Esses ideais liberais fizeram parte da constituição original e, após a dissolução em 1935 pelo partido nazista, em 1950 foram retomados. Consta no site oficial da instituição a informação que o pai de J. Aschoff também foi membro.

Com todos os atributos acima, expressou também para os leitores a sua concepção de ciência. Nessa dimensão, entendida como conceitual, a ciência aparece como resultado de um espírito curioso, de determinação e investigação. Sobre o desenvolvimento das descobertas, desde De Mairan, em 1729, ele pondera que, durante os anos de 1950 e 1960, houve o dobro de pesquisas e opina:

In other words: we have been neither unusually fast nor slow. It seems to me that the history of the search for the biological clock offers a unique opportunity to understand some the roles by wich sciences proceeds, and in particular to become aware of the traps which are set for us on our way. From wrong tracks as much as from successful attempts we can learn that what we need in science is (apart from having ideas) the courage to speculate, even if wildly, but on the other hand to be continuously on one's guard against drawing premature conclusions based in too few data [as I did by fabrication..] [...] (ASCHOFF, 1990 p.183)

Por esse argumento, é possível inferir que para a ciência se desenvolver tão rapidamente, em pouco tempo, faltava apenas coragem para especular e se proteger de conclusões baseadas em poucos dados. Ao concluir o artigo, expõe duas citações que representam o seu pensamento. A primeira trata do fazer científico como um conflito:

One of the important and rarely discussed stresses inherent in the activities of scientists is the conflict between the imaginative, creative impulse that underlies the formulation of interesting hypotheses and the cold, hard skepticism that is required in testing hypotheses rigorously. (ENRIGHT⁴⁵,1989 apud ASCOFF, 1990, p. 184)

A segunda, apresenta a lição que aprendeu para resolver esse conflito, entre o ceticismo e o impulso criativo, quando leu a carta de Darwin para Anton Dohrn e destacou que “*As Demosthenes said ‘action, action, action’ was the soul of eloquence, so is caution almost the soul of science*”(GROEBEN⁴⁶, 1982 apud ASCHOFF, 1990, p.184). Em sua concepção, portanto, a ciência é feita por hipótese e comprovação rigorosa, não aparecendo, em suas reflexões, o mundo ao redor e a sua relação com a ciência. O salto no conhecimento é explicado pela fabulosa coragem de alguns cientistas em especular, elaborar hipóteses e apresentar resultados comprovados. Cabe aqui lembrar da visão de ciência no século XX, como pragmática, tecnológica, realizada dentro do laboratório, incompreensível e invisível ao mundo (HOBSBAWM, 1995).

Para encerrar essa retrospectiva, salienta-se que da narrativa foi possível depreender elementos que evidenciam uma periodização organizada *a posteriori* dos acontecimentos científicos, além de ter sido observado que as condições históricas favoreceram o

⁴⁵ ENRIGHT, J.T. The parallaxive view, statistical testing and circular reasoning. **Journal Biological Rhythms**, Austin v. 4, n. 2, p. 295-304, 1989.

⁴⁶ GROEBEN, C. (ed). **Charles Darwin-Anton Dohrn: Correspondence**. Napoli: Macchiaroli 1982. Obs: o autor não citou a página.

desenvolvimento científico de J. Aschoff e a sua concepção em relação ao conceito de ciência. Resta, no entanto, entender a lacuna deixada entre 1958 e 1990.

Para tanto, foram observadas outras evidências sobre a sua produção científica. A primeira é a sua participação no Simpósio, em 1960. No artigo J. Aschoff discutiu sobre o caráter endógeno e exógeno da periodicidade circadiana dos organismos (ASCHOFF, 1960). Apoiado numa vasta bibliografia, expõe o resultado de suas pesquisas realizadas em conjunto com três pessoas.⁴⁷ De início, fez observações sobre o conceito *relógio biológico*, advertindo que o tempo biológico é diferente do instrumento relógio, pois os organismos possuem formas diferentes de medir os intervalos de tempo. O termo *circadiano* foi por ele considerado mais adequado para expressar as diferentes temporalidades dos organismos. Além disso, o conceito de *Zeitgeber* (doador de tempo) é por ele proposto, se consolidando em um dos conceitos principais na cronobiologia.

Durante a década de 1960 a produção científica de J. Aschoff se concentrou na busca minuciosa para compreensão dos ritmos endógenos no homem e sua regulação, seu feito notável foi estabelecer em Andechs, Alemanha, o centro de pesquisas⁴⁸ sobre os ritmos biológicos que se tornou a Meca dos cientistas neste campo (DAAN, 2001). Ligado ao Instituto Max Planck, como diretor do departamento de Fisiologia Comportamental, J. Aschoff teve parte dos experimentos patrocinados pela Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (NASA), Força Aérea dos Estados Unidos e Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) (ASCHOFF, 1964, 1965a, 1965b, 1966, 1967a, 1967b). Este apoio financeiro garantiu a continuidade de seus estudos científicos, uma vez que o interesse desses órgãos se concentrava na medicina da aviação, tanto para viagem à Lua como para os pilotos em missão.⁴⁹

Entre 1962 e 1967, J. Aschoff escreveu uma série de artigos voltados a estudos da aeronáutica e da exploração do espaço (ASCHOFF, 1960, 1964, 1967). Neles, é notável a preocupação em explicar conceitos, hoje pertencentes à cronobiologia, para um público que não era familiar com o assunto. Esforçou-se por demonstrar a ritmicidade circadiana no homem, apesar de citar experimentos com animais. Elucidou questões sobre o ambiente periódico e os “timegivers” (doadores de tempo), sobre relações de fase dos ritmos do

⁴⁷ Ursula Gerecke, Iwan Diehl e Rüter Wever. Não foi encontrado biografias ou obituários durante a pesquisa sobre os dois primeiros cientistas, encontra-se apenas referências em alguns trabalhos publicados (ASCHOFF, 1960, 1967; WEVER, 1979) e sobre R. Wever ver: Wirz-Justice et al, 2005.

⁴⁸ Existe um documentário, *The Andechs Interviews* 2011, com o depoimento de diversos pesquisadores que trabalharam neste local. Disponível em: <https://www.clocktool.org/>

⁴⁹ Relatório disponível em : https://archive.org/details/DTIC_AD0754707/page/n1

ambiente e sobre os ritmos do corpo. Em 1965, na Escola de Verão, em Feldafing, Alemanha, financiado pela OTAN, utilizou o termo alemão *Zeitgeber* em vez de *timegiver*, que se tornou um conceito chave na cronobiologia.

Ainda em 1965, o periódico *Bioastronautics and the Exploration of Space* (1964) contém os estudos apresentados no evento *The Proceedings of the Third International Symposium*, em 1964, que aconteceu em San Antonio, Texas. Entre eles, consta o artigo de J. Aschoff, *Significance of Circadian Rhythms for Space Flight* (1964) no qual escreve diretamente sobre o significado do entendimento dos ritmos circadianos para voos espaciais. Assim, os conceitos e as interpretações dos ritmos dos corpos são colocados com clareza:

Entrainment by a Zeitgeber provides not only a species specific phase-relationship of the organism to the periodic environment, but also a temporal order in the organism itself. This order, and hence the circadian rhythmicity on which it is based, can scarcely be looked upon as mere byproducts which may be manipulated (or even destroyed) at will if they interfere with our intentions. Scheduling a work-rest cycle for an astronaut or crew includes the problem of keeping the circadian system going and making the right use of it. (ASCHOFF, 1964, p. 482)

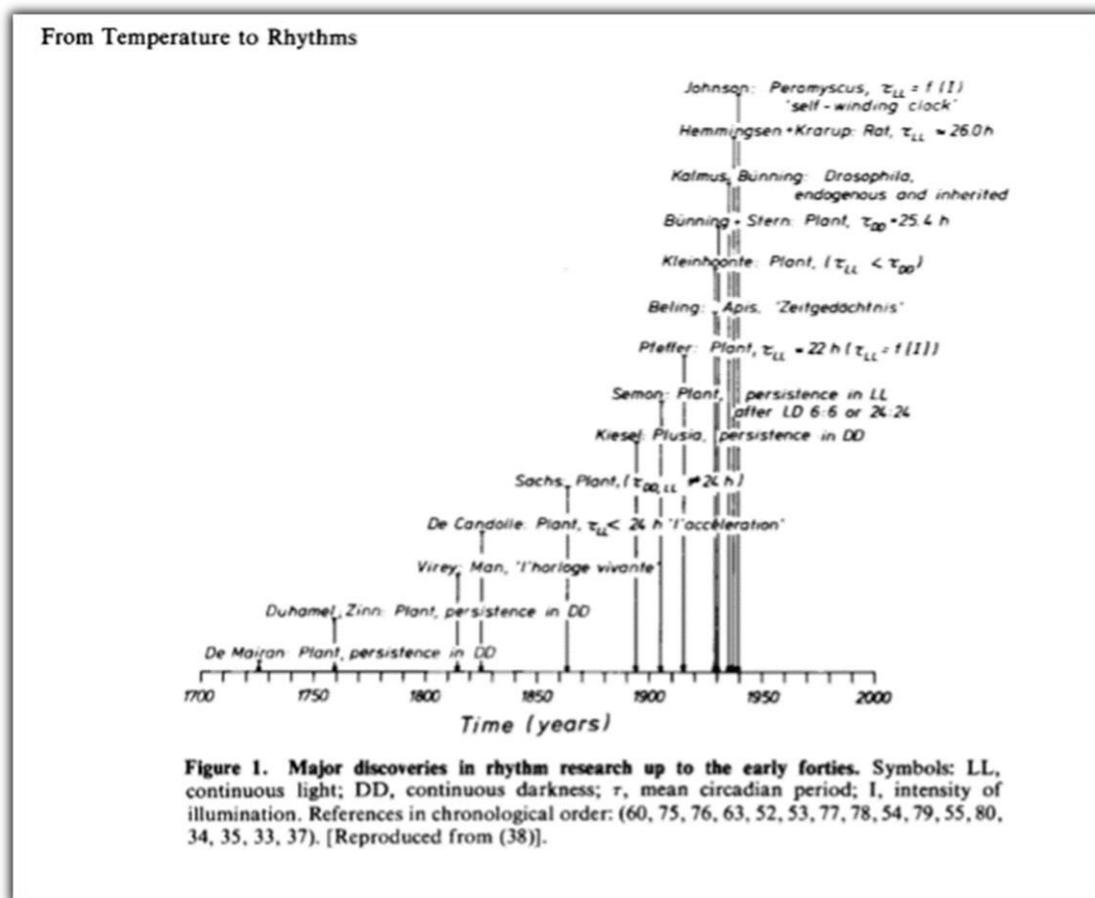
A ideia de um corpo que *oscila* por meios próprios (período endógeno ou dia interior) e como ajuste aos tempos ambientais (ciclo claro/escuro) é introduzida por meio de conceitos específicos. O período em *livre curso* (free running) e a necessidade do isolamento temporal para obtê-lo, o *arrastamento* de um ritmo pelo *Zeitgeber*, ou seja, a mudança de fase do ritmo em função da mudança de fase do *Zeitgeber*, a *ordem temporal interna* do corpo e a possibilidade de se construir um *mapa de fase* dos ritmos como indicador da ordem esperada num corpo *sincronizado* são colocados como elementos conceituais que potencialmente permitem o entendimento deste público fora da biologia.

Os argumentos principais deste texto são derivados, em grande parte, de seus experimentos com humanos no *bunker* de isolamento temporal e, no texto, os principais conceitos formadores da então nova disciplina são explicados com a intenção provavelmente de atingir uma plateia razoavelmente distante da biologia, mas com a expectativa de compreender a relação deste conhecimento com os voos em aviões a jato e a exploração do espaço.

As evidências colhidas ao longo dessa narrativa permitem elaborar uma breve síntese. Não houve uma produção científica baseada nos conhecimentos da antiguidade. As condições reais dos experimentos no *bunker* favoreceram as investigações do cientista, parte dos resultados foram direcionados para instituições sem ligação direta com a ciência e, de fato, o Simpósio foi um marco importante para o cientista. A seguir, a imagem da linha do

tempo (Figura 1) da cronobiologia formulada por J. Aschoff permite observar a curva exponencial, à qual ele se refere no texto (ASCHOFF, 1990, p.183). Os pesquisadores são identificados por seus experimentos, em paralelo um ao outro, sem a continuidade das descobertas, embora, algumas sejam contemporâneas. Também, é notável a incidência de novos achados na década de 1940. A organização temporal dos eventos, ainda que colocada sucessivamente, corrobora com a ideia de que a emergência da cronobiologia, como ciência, não se deu numa linearidade do conhecimento. Além disso, chama a atenção, nada ser apontado em 1960, uma vez que os experimentos do *bunker* e a comprovação do tempo endógeno humano ocorreram nessa época.

Figura 1. Linha do tempo da cronobiologia elaborada por J. Aschoff



Fonte: ASCHOFF, 1990, p.8

4.2 C. PITTENDRIGH

Outra versão sobre o desenvolvimento da cronobiologia aparece no relato de Colin Pittendrigh. No artigo *Temporal Organization: Reflections of a Darwinian Clock-Watcher*, publicado em 1993⁵⁰, Pittendrigh recupera suas memórias partindo de lembranças da juventude, acasos e situações inusitadas que revelam a sua trajetória, bastante diferente da de J. Aschoff. No entanto, as descobertas científicas confluem para o mesmo campo de saber - *o tempo biológico* (PITTENDRIGH, 1993, p.17-18).

A análise se pautou em duas dimensões; a conceitual e a informativa, uma vez que a historicidade, notadamente, aqui se revelou como debate conceitual em torno da concepção evolucionista. Desde o título, se constatou a teoria de Darwin perpassada por todo o relato. Cabe ressaltar que o *Projeto Genoma Humano*, organizado internacionalmente, em 1990, foi objeto de investimentos, políticas públicas, debates e notícias em diversas mídias que se ligavam ao tema da evolução (LEITE, 2005). Como era um assunto em voga, é plausível considerar que para o autor fez sentido colocá-lo como o fio condutor da narrativa, nesse contexto cultural, uma vez que esse tema era essencial em sua formação (LE GOFF, 1990).

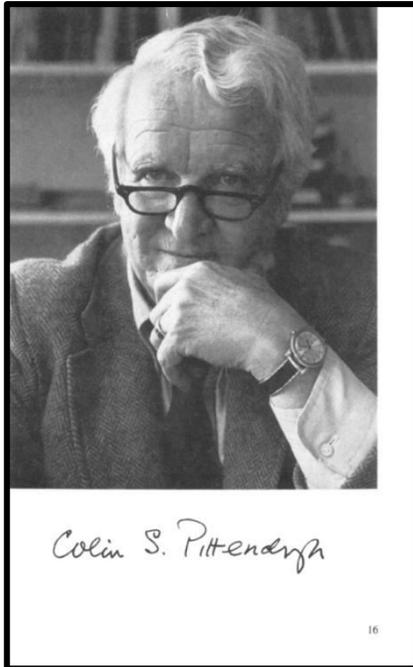
Na dimensão informativa aspectos biográficos e científicos se misturam. Os eventos apontados na narrativa também evidenciaram uma periodização organizada do presente para o passado e demonstraram que C. Pittendrigh não partiu de saberes antigos como continuidade científica. No aspecto biográfico, as informações do autor permitiram ver como os acontecimentos externos, as condições históricas ou *pressupostos reais*, delinearam a produção de seu conhecimento. As hipóteses e descobertas de C. Pittendrigh não se deram no vazio, mas nas experiências proporcionadas por uma realidade concreta relatada, ao longo do texto.

Antes de prosseguir na análise, se destaca que, como *monumento/documento*, o artigo não utiliza palavras para descrever sobre o autor, mas coloca *o busto* do cientista em toda a primeira página, por uma foto (Figura 2) em *close do* rosto com a sua assinatura. Considerado pela *Academia Nacional de Ciências* dos EUA como o *pai dos relógios biológicos*, está, assim, representado por uma imagem carregada de elementos simbólicos, como a seriedade do olhar sobre os óculos, a estante de livros atrás, a gravata, a mão no queixo e o relógio no pulso, objeto de seu fazer científico, que atestam sua autoridade no assunto.⁵¹

⁵⁰ Publicado na Annual Review. Fundada desde 1932, por J. Murray Luck, professor de bioquímica, Universidade de Stanford, EUA, possui alcance internacional e com publicações em diversas áreas. Acesso online: <https://www.annualreviews.org/toc/physiol/55/1>

⁵¹ A obra de Arlindo Machado, *A Ilusão Especular* (1983) foi o aporte teórico para observação dessa fotografia.

Figura 2. Primeira página do artigo *Temporal Organization: Reflections of a Darwinian Clock-Watcher* com a foto de C. Pittendrigh e a imagem de sua assinatura.



Fonte: Pittendrigh, 1993, p.16

De início, numa dimensão informativa, biográfica, o autor explica que o texto é um ensaio, resultado de um convite do editor para ilustrar a *aventura* e *emoção* do fazer científico. Isso o fez lembrar como se aproximou da teoria de Darwin e se tornou biólogo:

This Darwinian approach to behavioral and physiological interests traces to the accidental way I became a biologist. At 15 I kicked a soccer ball through a very large window in the Town Hall where I lived in the north of England. The only foreseeable source of the 13 shillings needed to replace it was a prize offered to local Boy Scouts for the best wildflower collection. In winning that prize, I got more money than it was needed for the window and I was seduced into a lasting love affair to plant systematics (...). (PITTENDRIGH, 1993, p.18)

A sua nostalgia continua ao lembrar que o contato com a obra *A Origem das Espécies* se deu na biblioteca da escola e foi o começo de uma “conversa” sobre a classificação de plantas que nunca mais teve fim. Ele explica que durante os anos do ensino médio até a pós-graduação o seu interesse pela teoria darwiniana sobreviveu, apesar da

influência da teoria de Lamarck⁵². Na Universidade de Columbia, o interesse *floresceu e amadureceu* com Dobzhansky⁵³, seu orientador.

Após uma longa discussão a respeito da teleologia na concepção de Darwin e da *organização temporal* resultante de uma origem evolutiva, que tratarei mais adiante, o autor se dedica a contar sobre a sua trajetória nos estudos sobre a ritmicidade circadiana. Depois de mencionar De Mairan como o primeiro *cientista*⁵⁴ a observar esse fenômeno, em 1729, explica como começou:

My own introduction to biological timing came in wartime (1940s) in Trinidad where, as a botanist with an undergraduate training in genetics, I had been sent to breed vegetables for the North African campaign that was, of course, already in progress ! (PITTENDRIGH, 1993, p.17)

E o acaso fez perceber a ritmicidade:

The Imperial College of Tropical Agriculture in Trinidad had a firmer grasp than the Colonial Office in London on the time-constants of such an undertaking and set me a task that lacked any redeeming relevance to the war, but was at least tractable: why were all the off spring of an interspecific banana hybrid pentaploid? Both parents were diploid. This entailed collecting banana ovaries while fending off a cloud of wasps at the top of a tall unstable ladder (adventure here!) and doing so at dawn when, had been told, meiosis occurred. In fact it did, with the great majority of mother cells producing haploid (but sterile) embryo-sacs as one expected an interspecific hybrid. However, in a small minority of mother cells that began meiosis much earlier than the norm, both meiotic spindles failed yielding, as a consequence, tetraploid embryo-sacs that were fully viable. The origin of pentaploids was explained (10), but I was perplexed at the restriction of meiosis to a limited time of day and even more perplexed by the spindle failures in atypically timed cells. (1993, p.17, grifo do autor).

Após a conclusão do trabalho com as bananas, ficou diante novamente da questão temporal, mas agora eram os mosquitos nas bromélias⁵⁵. Durante o seu trabalho na Marinha e Aeronáutica para o controle da malária, observou como havia uma temporalidade nas atividades dos mosquitos:

⁵² Aqui o autor se refere a J.W. Heslop-Harrison, nos anos em que estava na Universidade de Durham.

⁵³ Dobzhansky (1900-1975), de origem russa, reconhecido geneticista por seus estudos com as espécies de moscas para demonstrar a variabilidade genética das espécies. Esteve no Brasil algumas vezes entre as décadas de 1940-50 e ministrou cursos na Universidade de São Paulo (GLICK, 2008).

⁵⁴ Termo utilizado pelo autor.

⁵⁵ Além de Trinidad, C. Pittendrigh esteve no Brasil em 1945, em Santa Catarina para auxiliar o programa contra malária (OLIVEIRA, 2015). Investigou e publicou uma série de artigos sobre as espécies de bromélias, a especificidade geográfica e sobre as espécies de mosquitos *a. humunculus* e *a. bellator* (PITTENDRIGH, 1948, 1949). Na ocasião ele estava na Universidade de Columbia (EUA) e o programa faz parte das ações da Fundação Rockfeller.

Of the two anophelines breeding in bromeliads, one (*A. homunculus*) was largely limited to the extremely wet north-eastern end of the island. It was gradually replaced by its close sibling, *A. bellator*, as one moved south-west into drier rainfall zones. (...) *A. bellator*, and equally clearly delayed its evening peak of activity to a later (moister) time. (PITTENDRIGH, 1993, p.23, grifos do autor).

Os excertos acima formam um conjunto de informações que evidenciam explicitamente que, para C. Pittendrigh, o tempo biológico não se deu através de De Mairan, embora mencione o antigo *cientista*. Foi somente em 1940 quando percebeu o fenômeno do ritmo biológico, com o objetivo de cultivar vegetais e ficou perplexo diante do fenômeno meiótico que se repetia sempre no mesmo horário. A necessidade de multiplicar o alimento permitiu a observação da reprodução da banana, assim como proteger o exército da malária o fez notar a atividade dos mosquitos transmissores da doença no mesmo período.

As percepções, portanto, resultaram de suas experiências e, também, devemos considerar, de sua própria cultura. C. Pittendrigh, nascido na Inglaterra, em 1918, cresceu numa sociedade na qual o relógio já era um objeto cotidiano e imprescindível (THOMPSON, 1998). Além disso, a sua primeira coleção de flores, como uma experiência cultural, representa a valorização do conhecimento sistematizado sobre a natureza, proporcionada pelo grupo de escoteiros⁵⁶.

Determinado por um tempo e um espaço real, como sujeito histórico, se viu diante de um fenômeno e, com o seu repertório cultural, indagou:

This pattern species-specific timing persisted day after day in spite of variation in overall humidity conditions. If no fixed moisture level determined the timing these evening peaks, were they dictated from within? (1993, p. 23)

Esta curiosidade foi a inspiração de sua trajetória científica, motivando-o a buscar conhecimento para esclarecer o que havia presenciado na natureza. Depois da guerra, em 1946, como aluno de Dobzansky, na Universidade de Columbia, já nos EUA, continuou os seus estudos sobre o ciclo de atividades diárias da espécie *Drosophila pseudoobscura* e *D. persimilis*.

Através do amigo Marston Bates,⁵⁷ teve a indicação dos artigos de Kalmus e Bünning, que contestavam a hipótese do *fator -x*, de Rosa Stoppel (KALMUS⁵⁸, 1940; BUNNING⁵⁹,

⁵⁶ Vale lembrar que o escotismo foi fundado em Londres, em 1907, por Baden-Powel(1857-1941), general que atuou na colonização inglesa do território africano. Com objetivo de educar crianças e jovens, o movimento escoteiro se baseou em princípios militares, destacando-se a autodisciplina, a coragem e o conhecimento da natureza, os mesmos que, para Baden-Powel, garantiram o alcance de sua missão colonizadora.

⁵⁷ Zoólogo estadunidense, viveu de 1906 a 1975, autor da obra *A História Natural dos Mosquitos* (1948) e com um importante trabalho sobre a malária.

⁵⁸ KALMUS, H. New research in the diurnal periodicity of animals. *Nature* .Acta Medica Scandinavica . London: v.72, n.145, 1940. Supplement 108, 227-233.

⁵⁹ BUNNING E. Zur Kenntnis der endonomen Tagesrhythmik bei Insekten und bei Pflanzen. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*. Berlin: v. 53, p. 594-623. 1935.

1935; STOPPEL⁶⁰, 1916 apud PITTENDRIGH, 1993, p.24) diante dos resultados de experimentos com as espécies *Phaseolus multiflorus* e *Drosophila* que mostravam alterações dos ritmos com mudanças de temperatura (BÜNNING, 1963, p.39).

Essa leitura ajudou C. Pittendrigh a entender melhor o tempo biológico e descartar a hipótese de um fator geofísico como a causa da ritmicidade, porém foi a palestra que ouviu de Gustav Kramer (1910-1959) que mudou o seu trabalho. Sem afirmar com exatidão que ela teria ocorrido no ano de 1951, explica que o experimento comprovava a orientação espacial dos voos de pássaros por um relógio interno⁶¹. Diante do enigma, a questão era: “Qual é o relógio?”.

C. Pittendrigh entendeu que, se para Bünning o ritmo era explicado através da influência da temperatura, na experiência de Kramer, os pássaros deveriam mudar de orientação espacial, dependendo da temperatura. Porém, não era isso o que acontecia. Assim, para compreender o fenômeno resolveu repetir o experimento por duas vezes de Bünning e utilizou a espécie *D. pseudo obscura*.

A primeira vez, no *Rocky Mountain Biological Laboratory* próximo a Crested Butte no Colorado, numa casa de forma pouco sofisticada e sem instalações adequadas, improvisou instrumentos, como a panela de pressão de sua esposa. A coleta de dados foi feita em diferentes temperaturas e exposição de luz/escuro. Os resultados mostravam que havia uma variação de ritmo influenciado pela temperatura, variando em duas horas, comprovando dois ciclos de ritmos.

Na segunda vez, na Universidade de Princeton, com mais recursos, o experimento refeito mostrou que na temperatura mais baixa, com escuro constante, o ritmo de atividade analisada de hora em hora, apresentava um ciclo de 27 horas, com 12 horas de atraso (PITTENDRIGH 1993, p.23-27). Os resultados, surpreendentes, proporcionaram compreender que a compensação de temperatura oscilava como um *relógio útil*⁶².

Além dos experimentos de Bünning, Kalmus e Kramer o autor destacou o estudo realizado com abelhas, por estudantes do laboratório de *Frisch School*. Neste estudo (BELING⁶³, 1929 apud PITTENDRIGH, 1993, p. 27) as abelhas retornavam para se

⁶⁰ STOPPEL, R. Die Abhängigkeit der Schlafbewegungen von *Phaseolus multiflorus* von verschiedenen Außenfaktoren. *Zeitschrift für Botanik*. Stuttgart: v. 8, p.609-84. 1916

⁶¹ É o mesmo Kramer com quem J. Aschoff trabalhou.

⁶²Sobre esses episódios factuais existe um documentário no qual C. Pittendrigh narra a história da cronobiologia, disponível em: <https://bit.ly/2CRoNQR> - Último acesso em 17/11/2019.

⁶³ BELING, I. Über das Zeitgedächtnis der Bienen. *Zeitschrift für vergleichende Physiologie*. Berlin:v.9, p. 259-338.1929

alimentar sempre no mesmo horário⁶⁴. Em Munique, 1959, C. Pittendrigh destaca que o uso dos termos *memória temporal* e *treinamento* desviava a compreensão do caráter endógeno do fenômeno. O exemplo das abelhas, que foram conduzidas de Munique para Nova York, demonstrou que houve a sincronização com o tempo local, invalidando o conceito de memória temporal, já que houve uma mudança de horário das atividades. Para ele, portanto, em seu universo cultural, a expressão *relógio interno* seria mais apropriada para representar a existência de um ritmo interno, endógeno. A discussão sobre os termos utilizados revela, sobretudo, que o tempo biológico era consenso, mas as causas permaneciam desconhecidas até aquele momento.

Os elementos, até aqui recolhidos do texto, autorizam afirmar que C. Pittendrigh, entre 1946 e 1959, fez uma busca científica em livros, experimentos e contatos pessoais. Contudo, a resposta para a questão - *o que é o relógio*- não estava respondida e continuou a sua investigação. Mas o *tempo* presente em diversas espécies, como em mamíferos, pássaros e plantas possibilitou constatar a característica fundamental do relógio biológico, a sua *onipresença* como uma propriedade do fenômeno (PITTENDRIGH,1993, p.27).

Certamente, ciente dessa característica realizou, em parceria com Victor Bruce (1920-2009)⁶⁵, realizou o estudo sobre as células do fungo *Neurospora* e foi quando percebeu a genética do relógio como possibilidade de investigação a ser perseguida e que, para ele, se tornou “ uma das aventuras mais gratificantes do período ”(1993, p.28).

Para expor como foi entendida essa *organização temporal*, o autor recuperou o Simpósio de 1960, como um encontro estruturado por uma perspectiva evolutiva geral. Estavam presentes na maioria dos estudos os ciclos diários, marés, lunares, anuais, a chamada periodicidade circadiana. Os ritmos eram explicados como uma vantagem adaptativa às condições recorrentes do ambiente, que podiam ser consideradas como o *outside day* (dia de fora). Nesta seção C. Pittendrigh menciona F. Halberg como realizador de diversos estudos e cita, por último, que a fisiologia circadiana já havia sido percebida por Wilhelm Hufeland (1762-1836), descrita sob o termo *natürlichen Chronologie* e Kalmus, em 1935, com o termo "*autochronie*" dos organismos (HUFELAND⁶⁶, 1823; KALMUS⁶⁷, 1935 apud PITTENDRIGH, 1993, p.32).

⁶⁴ Um resumo sobre o estudo da temporização em abelhas (MARQUES; BARRETO, 1999. p.66).

⁶⁵ Sobre a sua biografia ver: Feldman, J. Victor Bruce (1920-2009). *Journal of Biological Rhythms*. Austin: v. 24, n.5, p. 339-339, 2009.

⁶⁶ HUFELAND, C.W. *Macrobiothik*. Berlim: G.Reimers, 1823 p.1-616 (1st ed 1798, Jena).

⁶⁷ KALMUS, H. Periodizität um Autochronie als zeitregelnde Eigenschaftten der organismo. *Biologie Generalis*. Vienna: v. 11, p. 93-114.1935.

Numa outra direção, o cientista explica que a recorrência de atividades metabólicas em certos momentos do dia, sem uma aparente relação de dependência das condições externas, poderia ser entendida como o processo do *dia de dentro*. A complexidade do fenômeno, no entanto, exigiu entender cada vez mais algumas propriedades inerentes do tempo biológico como, por exemplo, *a curva de resposta de fase (CRP)*, o oscilador, o *arrastamento* e medidas na relação entre T/t , e a influência da incidência de luz, o *foto periodismo*.⁶⁸ A compreensão dessas propriedades permitiu elucidar o *dia de dentro*, no nível celular, em relação ao *dia de fora*, como explicação do que é o relógio:

The resultant temporal order within the cell was probably as effective as the external cycles themselves in selecting for temporal programming: the predictable timing of one cellular event determined the optimum time for another. Such selection by temporal order internal to the cell ('The Day Within') is surely as old that exerted more directly by the external cycles themselves ('The Day Outside'). (PITTENDRIGH, 1993, p.49, grifo do autor).

Embora a questão genética seja trazida como fio condutor da narrativa, é notável que o saber da genética não determinou as descobertas sobre o tempo biológico, mas foi a percepção de sua onipresença que provocou a busca que chegou ao campo genético. As descobertas de Konopka e Benzer sobre genes e ritmos circadianos (KONOPKA; BENZER, 1971), que C. Pittendrigh teve conhecimento quando trabalhava na Universidade de Stanford (PITTENDRIGH, 1993, p. 51), deram pistas para compreensão do fator genético na oscilação circadiana. No entanto, isso se confirmou somente depois de uma década do marco fundador da disciplina, o Simpósio.

Numa dimensão conceitual, o fenômeno da ritmicidade biológica, como *espetáculo darwiniano*, é compreendido na chave explicativa da teoria evolutiva. Como afirmado anteriormente, essa corrente interpretativa perpassa por todo o texto.

O clima intelectual da época, em 1960, está retratado na sua descrição do diálogo, regado a vinho, em um jantar em sua casa, no qual Wolfgang Pauli (1900-1958), físico austríaco, contestou a teoria da evolução por acreditar que ela contrariava a *Segunda Lei da Termodinâmica*. Esse episódio ilustra como o debate em torno da questão evolutiva ainda não era consenso absoluto entre os cientistas (PITTENDRIGH, 1993, p.19).

⁶⁸ A curva de resposta de fase compreende a demonstração gráfica de atrasos e adiantamentos em resposta aos estímulos, o arrastamento é um "processo dinâmico no qual um ciclo externo força um oscilador, modificando o seu período e estabelecendo uma relação de fase fixa entre eles" Os símbolos t/T representam o "período do ritmo em livre curso; revelado apenas em condições ambientais constantes e o período do zeitgeber, respectivamente (ODA; MARQUES, 2012). O glossário das autoras, com os termos mais usuais da cronobiologia, pode ser acessado online: <http://www.ib.usp.br/revista>. Último acesso em 17/11/2019.

O autor se utilizou da analogia da linguagem literária para explicar a origem da *organização* e expressou sua visão da natureza e da sociedade:

A whimsical analogy I enjoy and find useful sees the living world as a vast literature comprising millions of volumes, many still available but even more out of print. All are vignettes written in the universal language of nucleotide sequences. All have the same happy ending (reproduction) which, when reached, assures the volume stays in print. That ending is reached, however, in an incredible diversity of ways: in daisies, Pitcher plants, and Sequoias; in African butterflies whose pupae are miniature death-masks of nearby monkeys; in fish that enjoy home-delivered food while living in the cloaca of sea cucumbers; in orchids that seduce innocent wasps in illicit copulation—a little soft porn in the literature here, and outright sadism in the behavior of female mantids devouring their lovers as copulation ends—and then humans, some raising corn and cows, some writing string quartets, and others contemplating the origin of black holes as well as themselves. I once described this diversity of vignettes as a baroque variation on a common theme only to be interrupted by Margaret Mead insisting, ‘No! more than baroque, it’s rococo.’ (PITTENDRIGH, 1993, p. 18, grifo do autor).

Longe do perigoso darwinismo social, traduzido nas teorias racistas do imperialismo ou do nazismo, o texto claramente não tem qualquer menção ao ideal de superioridade de genes em sua analogia. Para C. Pittendrigh a *organização* biológica, impressa nas *vinhetas*, explicaria as diferenças tanto da natureza como da sociedade, o que sugere uma leitura biológica do social, além de usar expressões que humanizam insetos e plantas, alvo de críticas por muitos biólogos e intelectuais⁶⁹.

Outro aspecto conceitual tratado no preâmbulo do artigo é a discussão específica da evolução como possibilidade teleológica- *a causa final da natureza*- ou, ao contrário, o acaso como determinante no processo genético.⁷⁰ Para C. Pittendrigh a compreensão da *organização*, pelo viés evolucionista, se dava pelo reconhecimento de um longo processo que exigiu de cada célula a adaptação frente às informações recebidas do ambiente, mas não de forma teleológica. A controvérsia em torno da polêmica ideia de que haveria um demônio, *Demon's Darwin*, direcionando e programando a evolução genética serviu de mote para o cientista elaborar o seu discurso e afirmar:

⁶⁹ Sobre o assunto ver Gould (1996) e Lewontin; Levins (1985)

⁷⁰ Sobre essa questão ver Arcanjo, 2018. p. 61-68.

For my own part I would have been happier had *The Origin of Species* been called 'The Origin of Organization': the non-theological explanation of biological organization (of Paley's 'design') was the real Darwinian revolution, much more profound than the origin of diversity, which it incidentally entails. (PITTENDRIGH, 1993, p. 20, grifo do autor).

Ainda que a linguagem não seja o escopo de nossa análise, observa-se que o uso da palavra *organização* aparece defendida pelo autor a partir da explicação dada por von Neumann (1903-1957), matemático, na qual a diferença entre organização e ordem é que a primeira depende de informação e tem um propósito e a segunda não (PITTENDRIGH, 1993, p.20).

Assim, os tópicos do artigo recebem denominações que definem o tempo biológico por uma concepção organizativa. Do mundo social para o biológico a *programação* e a *organização temporal* são expressões utilizadas para explicar o fenômeno da ritmicidade. Não obstante, a institucionalização do tempo se consolidou, ao longo do século XX, em especial na década de 1960, como forma de poder político e agenciamento do tempo social nos EUA (GREENHOUSE, 1996) e, aqui, C. Pittendrigh parece traduzir uma delas.

A biografia e os aspectos conceituais, destacados nesta análise, mostram que o conhecimento sobre os ritmos biológicos se deu por experimentos e achados do tempo presente dos cientistas. Em nenhum momento, exceto as citações ao De Mairan e Wilhelm Hufeland, aparecem estudos antigos ou mesmo observações que teriam servido de base para as pesquisas realizadas por ele. Bünning e Kalmus, contemporâneos, operaram como uma ponte, pois na botânica as pesquisas estavam mais adiantadas e traziam certo repertório histórico⁷¹. Isso permite afirmar que, durante os anos de 1950 e 1960, o fenômeno foi investigado a partir de hipóteses e experiências próprias, embora em algum momento, a literatura possa ter sido acessada. Portanto, a narrativa de C. Pittendrigh é uma evidência de que não havia uma linha do tempo conhecida por ele, com eventos sucessivos de descobertas na cronobiologia que guiasse as suas descobertas.

De tudo o que foi exposto, é possível perceber a sua trajetória em movimento. Da Inglaterra passou por Trinidad, África, esteve na Marinha e Aeronáutica inglesa, depois da guerra imigrou para os EUA, atuou na Fundação Rockefeller, Universidade de Columbia, foi para Princeton e depois para Stanford. Em sua coleção de documentos digitalizados na Universidade de Princeton, se encontram notícias que mostram outros campos de atuação que não foram mencionados, mas merecem uma explanação, ainda que breve.

⁷¹ O livro de Bünning *Physiological Clock*, (1958) apresenta uma retrospectiva histórica, a qual foi a base do discurso de abertura do Simpósio, em 1960. Aqui foi utilizada a edição de 1963.

A notícia de sua morte em 17 de março de 1996 teve repercussão no jornal *The New York Times* que, em sua homenagem, publicou uma razoável biografia. Apresentado como biólogo especialista em relógios internos, se destaca no texto jornalístico a sua preocupação com os ritmos em diferentes situações:

(...) In the late 1950's, when jet travel was about to become routine and the first tin satellites foreshadowed human space flight, Dr. Pittendrigh saw that his findings might have enormous importance. He was one of the first to notice that exposure to artificial light could help humans adjust to an environment apart from the earth's dawn-to-dusk pattern, and that this could be helpful for a space traveler or someone working from midnight to 7am. (STOUT, 1996, p.19).

Não por acaso, o período citado coincide com a narrativa do cientista a respeito das pesquisas que desvendaram a *organização temporal* dos seres vivos. Como curiosidade e como negociação de conhecimento, o saber sobre os ritmos foi delineado por uma realidade na qual C. Pittendrigh fazia parte. Trabalhar para NASA não era uma oferta qualquer, ainda mais nas condições do período da Guerra Fria. Ele soube trilhar por um caminho na ciência que interessava ao capital, seja representado por uma fundação como a Rockfeller⁷² ou para o governo americano. A premiação no grupo de escoteiros, quando se esforçou para ganhar 13 *shillings* e pagar a vidraça quebrada, ensinou, certamente, que o saber científico poderia ser um meio de trabalho para sobreviver. Talvez, por isso, a sua trajetória seja marcada por outro prêmio em 1974, com maior prestígio:

[...]“In order to design and develop special experimental hardware, the Ames Biosatellite program paid out \$372,123 to Colin S. Pittendrigh, known as the “father of the biological clock,” for his pioneering work between 1969 and 1974” [...] (BUTRICA, 2015, p. 269).

Ainda na mesma coleção de documentos, constam notícias sobre o planejamento de uma viagem de um grupo de ex-alunos de Princeton para a antiga URSS, em junho de 1969, um desconcerto num mundo bipolarizado. No entanto, como membro honorário da chamada *Class 39, da Universidade de Princeton*, fez parte de um seletivo grupo que escolheu, durante duas semanas, trocar saberes científicos com colegas russos. Não foram localizados os registros da viagem, mas é certo que havia um intercâmbio entre os dois países, conforme atuação da *International Research and Exchanges Board (IREX)*, ao longo da Guerra Fria, o que torna plausível a ideia dessa viagem⁷³.

Sobre a sua atuação como reitor, aparecem embates políticos com os estudantes, em relação ao alistamento para guerra do Vietnã e programas educacionais, que a princípio

⁷² Aqui me refiro ao *imperialismo sedutor* representado nas ações da Fundação Rockfeller (TOTA, 2000).

⁷³ ver: <https://www.irex.org/our-history>

parecem destoar do tema desta pesquisa, contudo, em observância ao contexto, temos que a sua atuação traduzia valores e intencionalidade de um governo dos EUA durante a Guerra Fria.

A dedicação de C. Pittendrigh ao universo científico, no entanto, supera todas as outras instâncias e pode ser melhor compreendida na longa transcrição de quinze páginas da gravação deixada para os amigos⁷⁴, entre eles, Serge Daan e Gene Block. Com muita elegância, ele retoma todo o percurso de sua trajetória na descoberta dos relógios biológicos e adverte, com argumentos científicos, que a metáfora do relógio não dava conta de representar o fenômeno, porque a complexidade dos osciladores e das reações do fator genético frente aos estímulos ambientais, o RNA, exigia pensar numa ideia de programação, pois o relógio expressa uma temporalidade fixa e o fenômeno precisa ser compreendido em sua variabilidade. Como afirmado no capítulo Tempo Biológico desta dissertação, a crise da metáfora do relógio é, sem dúvida, a expressão da realidade em transformação em seu conceito sobre o tempo e, sobretudo, mostra como os seres vivos, em sua dialética incessante, impõem o aspecto dinâmico para observação dos fenômenos, exigindo a superação da lógica fixista.

Antes de encerrar as considerações sobre C. Pittendrigh é essencial lembrar que foi membro da Academia Nacional de Ciências dos EUA, articulador do Simpósio, com J. Aschoff com quem desenvolveu uma relação de amizade, desde 1958, quando se encontraram pela primeira vez, conforme mencionado por J. Aschoff, e a ideia de construir um bunker com o financiamento da NASA partiu dele, mudando a história da cronobiologia (DAAN, 2001). A sua participação no projeto de exploração de Marte (PITTENDRIGH, 1966) foi um marco científico, com a investigação no campo da astrobiologia, representando um indivíduo do microuniverso das células da banana e espécies de insetos em bromélias ao macrouniverso das galáxias.

4.3 HALBERG

O artigo *Transdisciplinary unifying implications of circadian findings in the 1950s*⁷⁵ apresenta uma singularidade diante dos outros dois já analisados anteriormente. Ele apresenta

⁷⁴ Este documento, *The letter to friends* pode ser encontrada disponível em: <https://clocktool.org/>

⁷⁵ Publicado no Journal of Circadian Rhythms, em 2003.

a coautoria de F. Halberg com colegas e, também, sua filha Francine Halberg.⁷⁶ Justificou que eles ajudariam a lembrar melhor dos fatos, pois já estava com 84 anos. Ele explica, de início, que aceitou o convite feito por Roberto Refinetti⁷⁷ para escrever e que também desejou que o editor fosse coautor, mas ele não aceitou. Trata-se de um número de periódico com acesso aberto, o que denota o objetivo em alcançar leitores, característica das produções do século XXI.

O título sugere uma preocupação na temática disciplinar⁷⁸ e localiza o saber sobre os “achados” circadianos no âmbito da transdisciplinaridade, porém sugere unificação como demanda para essa ciência. No resumo, também, chama atenção do uso no texto da expressão *few puzzles*, quebra-cabeças, pois remete à ideia de peças que, com o seu discurso, podem ser compreendidas como um todo. Ainda, explica que as respostas ao editor indicam que as regras de variabilidade no tempo complementam as regras da genética como uma variabilidade biológica no espaço.

Além disso, o autor emite uma crítica à biociência que não considera as diferenças individuais como, por exemplo, no caso da homeostase⁷⁹, prescindindo de compreender melhor a fisiologia. Para o autor é certo que a importância da periodicidade deve ser reconhecida como um meio de analisar taxas de maior ou menor risco e de entender os fenômenos dentro de padrões estatísticos de normalidade ou anormalidade, considerando as diferenças individuais.

As questões colocadas pelo editor foram norteadoras do texto e funcionaram como uma entrevista semiestruturada e, portanto, mais direcionada e delimitadora das temáticas tratadas no artigo. De forma geral, o documento permite também observar informações e concepções e, no aspecto histórico, se encontram poucas evidências que permitam uma análise por essa categoria.

O texto segue a ordem das questões: qual foi o seu interesse inicial no campo da biomédica? O que o levou a se envolver na pesquisa de ritmos? Quando e por que ele criou o termo circadiano? Quais as suas maiores contribuições no estudo dos ritmos circadianos? Como o trabalho dele se relaciona com o de outros pioneiros nas pesquisas no campo? Como

⁷⁶ Germaine Cornélissen, George Katinas, Elena V Syutkina, Robert B Sothorn, Rina Zaslavskaya, Yoshihiko Watanabe, Othild Schwartzkopff, Kuniaki Otsuka, Roberto Tarquini, Perfetto Frederico and Jarmila Siggelova.

⁷⁷ Fisiologista brasileiro trabalha atualmente na Universidade da Califórnia e é autor do livro *Circadian Physiology*, 1999, obra que apresenta também a história da cronobiologia.

⁷⁸ A questão histórica disciplinar apareceu em discussão em artigo produzido na perspectiva de Bourdieu (CAMBROSIO, 1983).

⁷⁹ Regulação fisiológica que permite que o organismo funcione dentro de determinadas faixas de valor que são permissivas para a vida. A regulação da temperatura é um exemplo, pois a faixa de variação da temperatura do corpo, sempre menor que faixa de variação do ambiente, é regulada homeostaticamente.

ele vê o futuro dos ritmos circadianos? Além disso, as peças do *quebra cabeça* são mostradas ao final do texto.

Como documento/monumento é notável que o *monumento* seja modesto, diante da extensa realização científica do autor,⁸⁰ pois no texto não há destaque de nota biográfica ou imagem de F.Halberg. No entanto, as questões formuladas denotam a importância do cientista porque favorecem o cientista narrar como criou o conceito circadiano, fundamental em cronobiologia, e opinar sobre o futuro da cronobiologia, dando a ideia de autoridade sobre a ciência.

As informações que são apresentadas permitem observar o desenvolvimento da cronobiologia por um olhar voltado para área da medicina e para sistematização de dados, com menos referências ao campo da botânica. Os temas científicos são tratados com muita profundidade, para cada apontamento é inserido um gráfico, demonstrando a complexidade do assunto. Aqui, o objeto que se buscou compreender é a relação entre os aspectos internos e externos, portanto, não serão esmiuçados os detalhes científicos, que escapam a formação da pesquisadora e não alterariam o raciocínio dos argumentos da dissertação.

A sua narrativa se inicia com o relato sobre o pai que o estimulou a seguir a carreira médica, embora tivesse inclinação para ser poeta. Teve a oportunidade, na juventude, para observar casos de doenças:

[...] Thus, as an interested student, I was just in time, before I went to medical school, to learn first-hand that cases of pneumonia for which there was then no treatment as yet, lasted about a week, before recovery or death, or as it was put in antiquity, before the occurrence of the lysis or crisis. This was my first encounter with timing in disease, namely with the biological week, which was known to Hippocrates in Greece, to Galen who had settled in Rome, and to the Islamic physician Ibn Sina (Avicenna) in Persia. They all knew that many diseases lasted about 7 days, the very lesson that I would have missed about single stimulus-"induced", or rather -"manifested", circaseptan periodicity, had I not observed patients before the advent of sulfonamides and penicillin. (HALBERG et al., 2003, p. 2, grifo autor)

Sua experiência permitiu notar que havia uma relação entre o período de uma semana e a remissão em casos de doenças e, ao relatar, associa ao conhecimento dos antigos gregos e persas. No entanto, fica claro que a associação com o conhecimento não se deu durante a experiência. O que aparece no seu relato é que, se ele não tivesse observado pacientes antes do advento da penicilina e da sulfamida a questão da periodicidade circaseptana teria passado despercebida.

⁸⁰ A bibliografia completa do autor, assim como imagens e eventos, podem ser encontradas no site Halberg Chronobiology Center: <http://halbergchronobiologycenter.umn.edu/>

O marco importante foi quando, durante a guerra, trabalhando no hospital do exército na França, observou que dois soldados que haviam contraído gonorreia, com a mesma prostituta, com um dia de diferença, tiveram respostas diferentes em relação ao diagnóstico e tratamento. Ele destaca que, mesmo sem estatística, pode constatar que o tempo influenciava sintomas e cura das doenças. Também, em Innsbruck, pode perceber a alteração cíclica no muco vaginal em prostitutas.

A guerra também trouxe outro aprendizado sobre a *síndrome de adaptação geral*, relacionada ao campo da medicina militar. Para o combate e aviação, havia a necessidade de manutenção dos sinais de alerta e investigações científicas estiveram focadas nas reações dos organismos diante de situações de exaustão e resistência, especialmente na produção hormonal de corticoides, frente aos estímulos. Esses estudos, embora não tivessem relação com a questão temporal, nem mesmo estavam associados a Pavlov (marcação de estímulo e resposta no mesmo horário), mantiveram a temática hormonal. E com experimentos em camundongos, foram observadas ritimicidades na expressão das células eosinófilas (HALBERG et al., 2003)

O autor relata sua ida para os EUA em 1948, através do convite da Organização Mundial de Saúde, e acaba por ficar em Harvard, pois o orientador que o receberia em Boston, havia ficado doente. Os seus estudos continuam e suas descobertas mostravam resultados aparentemente incompreensíveis, como a produção do hormônio em camundongos sem a glândula adrenal que o produz. Interrompeu seus experimentos e retornou para Europa, pois o visto havia vencido. Quando retorna, um ano depois, vai para a Universidade de Minnesota e no departamento de câncer pode realizar ensaios com diversos camundongos, de várias gerações, e declara:

To my surprise, I found that when I handled the mice *less*, by using separate but comparable groups of inbred mice at different times each subjected to the ‘stress’ of sampling but once, the cell count showed possibly even *more* variation than before. (HALBERG et al., 2003, p.5, grifo do autor)

Esta experiência proporcionou ter um resultado previsível em nível científico, amparado e controlado em condições de laboratório, evidenciando que havia uma expressão temporal detectável. Ainda que distante, a realidade da guerra, com o conhecimento do caso da gonorreia, promoveu uma curiosidade que o levou a buscar respostas em relação ao fenômeno temporal.

O aprofundamento da pesquisa se direcionou para observação de respostas em diferentes situações temporais, regulares e irregulares, dia e noite e os resultados mostraram

variações. Um ciclo subjacente regular, cerca de 24 horas, foi descoberto na contagem de células eosinófilas, o que demonstrou um aspecto genético. “assim como as plantas de ervilha de Mendel” (HALBERG et al., 2003, p.5).

F. Halberg descreve que sua amizade com Fred Bartter (1914-1983) e a sugestão que recebeu do amigo para utilizar o método *cosinor* para registrar os dados circadianos como, por exemplo, a pressão sanguínea que pode apresentar diferentes picos e, se bem medida, a cronometria pode prevenir maiores problemas para saúde. As suas pesquisas em cronobiologia se tornaram cada vez mais precisas, com dados estatísticos e comparativos entre indivíduos e populações (2003, p. 28).

A explicação sobre o termo circadiano expressa a sua *síntese* diante das experiências. Como indivíduo que observa a realidade e se propõe a compreendê-la, nomeou da seguinte maneira:

By the 1950s, I had found several kinds of differences among inbred mouse strains in counts of circulating blood eosinophils, namely in daily averages, and in extent of change within a day [...]. I had thus also learned about several already-noted puzzles by the use of rectal temperature as a marker rhythm and the finding of periods that were one of the major reasons prompting the "circa" in "circadian": after blinding, rectal temperature showed an about (circa) 24-hour periodicity in each mouse, all happening to differ from precisely 24 hours, all happening in my hands (in the mouse, not in the rat) to be shorter than 24 hours and with the periods varying further among some of the mice themselves, .. (HALBERG et al., 2003, p. 10, grifo do autor)

Em suas notificações, não há qualquer menção ao conhecimento da antiguidade. A reminiscência latina contida em uma junção, *circa-diem*, não expressa uma derivação relacionada à percepção do fenômeno em tempos antigos. Ao contrário, a sugestão do termo se fez do presente para o passado, emergiu diante do real observado. Interessa ressaltar que, por esse viés, a periodização da cronobiologia, em seu conceito principal, não se localiza num marco anterior às descobertas dos cientistas, mas concomitante.⁸¹

Assim, também, as indicações referenciadas de estudos anteriores aparecem no texto como situações de semelhança, de coincidência e deslocadas no tempo. Na narrativa não se encontram locuções prepositivas, como *a partir de* ou expressões que denotem consequência, *por causa, devido, em observância*. Como relíquias soerguidas do baú de antiguidades, surgem nomes como Candolle (1836-1918), Avicena (980-1037), Hipócrates (460-370 a.C.) ou Galeano (130-210). Eles são encadeados como aqueles que já haviam percebido o fenômeno:

⁸¹ O termo se tornou oficial no encontro da Sociedade Internacional dos Estudos Ritmos Biológicos, em 1955, em Estocolmo, embora outros tenham sido apresentados (HALBERG et al., 2003, p.11).

Transducer (eye) removal, whether by genetics or surgically, had the immediate effect corresponding in principle to that of the institution of constancy with respect to darkness or illumination the latter effect had been reported by de Candolle [...] more than a century earlier, and shown with eyeballing by Johnson over a decade earlier [...] and independently of me by Aschoff [...]. (HALBERG et al., 2003, p.40)

As informações históricas sobre a periodização da cronobiologia apontam, mais uma vez, para uma cronologia produzida do presente para o passado e os fatos descobertos são expostos como frutos de experimentos que partiram do presente dos cientistas. A releitura de Johnson ou Candolle não foi o ponto de partida.

Para explicar o início de sua descoberta, F. Halberg relatou dois episódios que se relacionam com as condições reais para realização de suas descobertas. Num primeiro momento, menciona o fato de reparar sobre o fator temporal no uso da penicilina em soldados durante a Segunda Guerra. Depois, em 1948, ele cita que, ao ter o visto de estudante visitante vencido, retornou para Áustria, o que fez interromper seus estudos no ‘recorte’ de pesquisa celular, com os eosinófilos, mas, em seu retorno, já no laboratório de Minnesota, pode continuar. Em sua asserção, agradece as condições que teve, contando no laboratório com centenas de camundongos e instalações que favoreceram suas pesquisas, pois foi convidado a trabalhar com J. Bittner (1904-1961), pesquisador na área médica de pesquisa sobre o câncer e que utilizava muitos camundongos.

Os desdobramentos de suas pesquisas em seu mundo real, portanto, mostraram um ritmo circadiano, em nível celular, no que ele chamou de tempo microscópico. Em outras considerações, destacou que o entendimento de outros pesquisadores, como de J. Aschoff e de C. Pittendrigh era o tempo circadiano em nível macroscópico. A diferença implica em que nem sempre no nível microscópico a investigação pode ser vista a “olho nu” como no macro e, no entanto, os dois tempos se relacionam. Para C. Pittendrigh “Temporal organization in and around us has led me to a useful rule to seek a reciprocity of the cycles in ourselves and in physical and societal nature” (2003, p. 44).

Ainda no âmbito das informações, os encontros com J. Aschoff e C. Pittendrigh são relatados e formam pistas sobre o desenvolvimento da cronobiologia, pois coincide a relevância que se deu entre as três narrativas observadas nesta pesquisa. Houve um encontro entre eles, em Besel, em 1953, para reunião da Sociedade Internacional dos Estudos dos Ritmos Biológicos e, nessa oportunidade, J. Aschoff e C. Pittendrigh expressaram a conscientização que naquele momento estavam, os três, produzindo um saber importante e deveria ser divulgado. Localizando um evento na década de 1950, F. Halberg relata:

At a meeting in Pittendrigh's home to which Colin had invited Jürgen and me in Princeton, they advocated the importance of clocks as a way to interest the public in what we did. I favored a ubiquitous, critically important time structure that could be the subject of a new science. (HALBERG et al., 2003, p. 24)

O parágrafo acima contextualiza o clima de discordância, se deveria ou não ser uma nova ciência (CAMBRÓSIO, 1988) e, sobretudo, evidencia que em estavam em fase de descoberta e um novo saber a ser divulgado, sem conexão com saberes do passado. Pittendrigh e J. Aschoff estavam convictos de outra questão; os relógios poderiam ser de interesse público. Este item da conversa pode explicar a ideia de um Simpósio em 1960, pois o acontecimento se deu na década de 1950 e, sabemos que J. Aschoff viajou para os EUA, em 1958.

De fato, as informações de Halberg incidem sobre o mesmo período de 1960, assim como a bibliografia consultada sobre a história da cronobiologia (CAMBRÓSIO, 1983; MARQUES; MENNA, 2003; ARAUJO, 2002; MORENO, 2015) e como as narrativas de C. Pittendrigh e J. Aschoff também mostraram.

Em alguns trechos do artigo as diferenças pessoais são sutilmente denunciadas por F. Halberg e acabam por revelar compromissos e agendas científicas:

Our positions were very different: he was a powerful dean, on a number of important committees, while I had lost my laboratory over several of my puzzles. The development of temperature and other telemetry in the service of circadian systems might have been delayed for years had he not advocated with Woody Hastings and others that I might represent chronobiology in the task of preparations for a NASA Biosatellite study of free-running rhythms in extraterrestrial space [146]. (HALBERG, et al., 2003, p.27)

Por um lado, é notável que a pesquisa sobre o livre-curso interessava para NASA entender como os ritmos circadianos no espaço extraterrestre poderiam transcorrer. Mas chama a atenção o atributo dado a C. Pittendrigh, por Halberg, como *poderoso integrante* de inúmeros comitês importantes. Fazer parte de um núcleo científico voltado para pesquisas espaciais, durante a Guerra Fria, era estar no centro de uma política decisiva no contexto mundial bipolarizado. Do mesmo modo, entender o livre curso expressando-se em humanos ou em células fazia muita diferença para conquistar investimentos. É ainda, pertinente lembrar que nesse período J. Aschoff já havia conseguido o financiamento para construção do bunker em Andechs-Alemanha.

O documento apresenta também a justificativa e argumentação para estudos que poderiam interessar à NASA, validar a importância das pesquisas realizadas por sua equipe e que se relacionavam ao método preciso de contínua marcação de tempo, além de ser sucinto e menos dispendioso financeiramente:

With many years of blinding studies in hand, we could submit a proposal to NASA's Space Science Board on a single page while others, with help from corporations like General Electric, submitted thick volumes. We wrote that if, in the mice we had examined, the period was known to be ~23.5 hours after blinding and if most systems failed, a single time-specified spotcheck could validate our inquiry into whether a built-in period would be largely similar in extraterrestrial space as on earth. We were awarded what we proposed after we sent some mice to NASA's Ames Research Center in California, where John Tremor validated our prediction of antiphase on a few animals. (HALBERG, et al., 2003, p. 42)

As afirmativas permitem inferir que havia o financiamento para esses estudos subsidiados por corporações financeiras, como a General Eletric, e a ciência praticada nesse período se revela também por questões externas, emergindo saberes que respondiam à demanda da época. Saberes científicos que não se desviam de uma real condição de produção, observando também o fim tecnológico de uso.

Antes de avançar para o aspecto conceitual, vale ilustrar os acontecimentos da época. Embora o próprio autor comente sobre uma controvérsia com J. Aschoff e C. Pittendrigh sobre a cronobiologia ser ou não aceita como ciência independente, a amizade profissional era bastante consolidada. Recebeu os dois colegas em sua casa, assim como também foi visitá-los. Na Alemanha foi recebido por J. Aschoff, durante o curso de verão, em 1965, Feldafing, visitou o centro de pesquisa em Andechs e acompanhou com outros colegas na cervejaria para conversar. A visita de Bünning e o conhecimento de sua pesquisa na botânica também se destaca na narrativa, porém Kalmus não está mencionado.

Considerando as informações selecionadas, depreende-se que o objetivo de responder as seis questões do editor foi extrapolado para além do conteúdo científico, pois expõe a sua visão sobre os pioneiros da cronobiologia, apresentada através das parcerias realizadas, e também a crença num futuro promissor, com os inúmeros estudos publicados que ele presenciou. As peças do quebra cabeça se mostram num longo final, basicamente, nas descobertas das relações entre os ciclos, na temporalidade das bactérias, na investigação espacial como possibilidade para cronobiologia e na variabilidade genética em relação ao espaço-tempo (HALBERG et al., 2003).

Para indagar o documento sobre a concepção de ciência é imprescindível lembrar que foi redigido em coautoria. Esse dado não é limitador, na medida em que a própria publicação em vida autoriza dizer que há absoluta concordância, mas não é possível “calibrar o instrumento dialógico” para saber se ele mudou de posicionamento durante a preparação, frente a um novo olhar ou diante de uma nova reflexão de um dos participantes.

A concepção de ciência de F. Halberg está expressa, além do texto, em imagens. Por isso, embora não seja o escopo desta pesquisa analisá-las, elas são reveladoras de ideologias

e concepções (MACHADO, 1983). Da mesma maneira que cada madeira possui as suas próprias características e acaba por impor ao marceneiro uma técnica própria, exigindo ferramentas diferentes para a fabricação de uma mesa (THOMPSON, 1981), aqui se faz necessário apreciar a imagem como um recurso para o melhor entendimento da fonte histórica que estamos manejando e a elaboração da lógica histórica que buscamos.

A ilustração seguinte (Figura 3) sugere uma concepção de ciência que se revela por ver o conhecimento científico como necessário para o público leigo. Por outro lado, como fragmento da realidade histórica, a imagem tanto informa sobre o sal a ser evitado por responsabilidade individual, representado pela mão maior que todos os outros elementos que aparecem, como, ao mesmo tempo, deixa de informar sobre o sódio presente em alimentos fabricados.

Figura 3. Ilustração advertindo sobre o consumo de sal e a pressão sanguínea, com texto explicativo abaixo



Shall we pass the salt? or pass, on the salt? Responses to a low-salt (low-sodium) diet differ: blood pressure may be lowered, may remain unchanged by reducing dietary salt, or may actually be raised when salt is restricted. Self-responsibility by the given individual in terms of manipulating sodium in take with surveillance of one's blood ressure seems to be the most suitable solution to determine the best course of action

Fonte: HALBERG et al., 2003, p. 50.

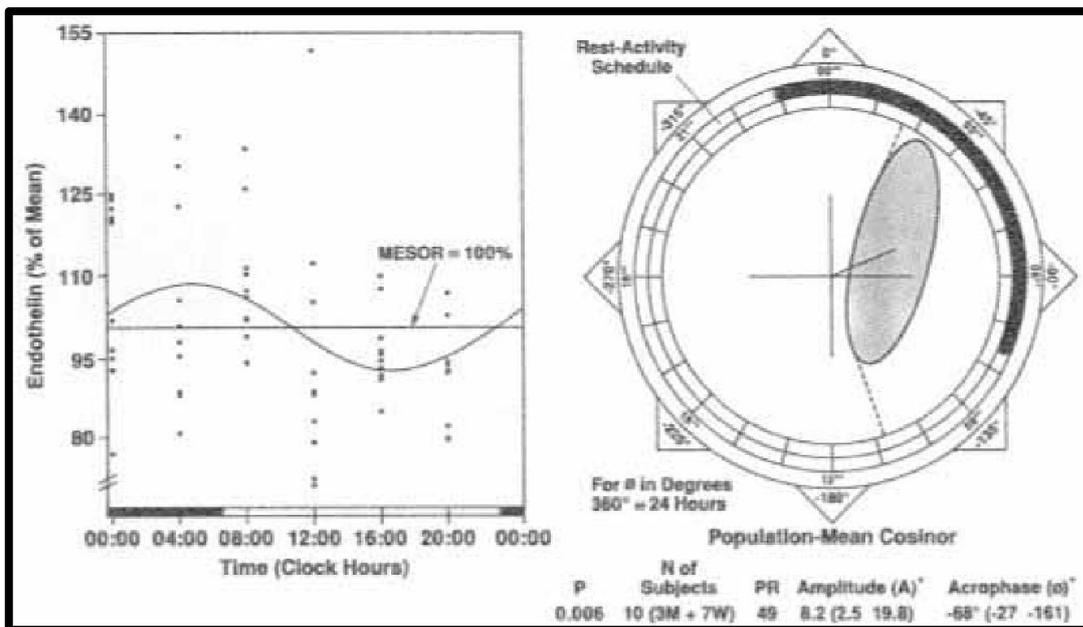
No entanto, vale destacar que para Halberg a ciência se relaciona à questão médica como necessidade e não somente como curiosidade científica. No início do artigo, o autor se refere ao estudo de 1904, de TC Janeway sobre a importância de medir pressão sanguínea

(JANEWEY⁸², 1904 apud HALBERG et al., 2003, p. 6). A ciência à qual se dedicou, a cronobiologia, teve como desdobramentos diversos programas e publicações na área da circulação, endocrinologia e câncer⁸³.

Outras imagens do artigo são os diversos gráficos utilizados para demonstrar os dados coletados. Durante toda sua trajetória profissional, as suas anotações gráficas seguiram mais o modelo *cosinor*, contrariando cientistas na área, inclusive J. Aschoff e C. Pittendrigh.

Para efeito comparativo, a imagem do gráfico *cosinor* representa o tempo circular e o linear, sucessão (Figura 4). Embora não prescindindo da linearidade, por usar os dois, a diferença entre os modos de registrar revela uma concepção temporal, ainda que sejam geometrizadas, o *cosinor*⁸⁴ direciona a compreensão para circularidade, enquanto o cartesiano remete à linearidade. Com efeito, traduz as representações de mundo, em suas contradições, material e cultural, em que viveu o cientista.

Figura 4. Gráficos que representam a construção linear à esquerda e à direita o cosinor, circular



Fonte: HALBERG et al., 2003, p.32.

⁸² Janeway TC: **The Clinical Study of Blood-Pressure: A Guide to the Use of the Sphygmomanometer in Medical, Surgical, and Obstetrical Practice, with a Summary of the Experimental and Clinical Facts Relating to the Blood-Pressure in Health and in Disease.** New York: D. Appleton and Company, 1904.

⁸³ Sobre o assunto ver Halberg Center Chronobiology: <http://halbergchronobiologycenter>.

⁸⁴ O debate matemático é complexo e envolve o caráter de precisão e representação dos dados (CORNELISSEN, 2014).

5 GUERRA FRIA E CIÊNCIA

Até o momento, o presente trabalho teve como foco a observação das árvores. Assemelhadas em suas características gerais, compõem uma paisagem que, mais distanciada, parece configurar um bosque, com elementos que despertam para a compreensão de um todo.

O período que se estende desde o fim da Segunda Guerra, marcado com o lançamento das bombas atômicas sobre o Japão até a Queda do Muro de Berlim para alguns e, para outros, o fim da URSS (União das Repúblicas Socialistas Soviéticas), é reconhecido como Guerra Fria. Longe de ser um consenso bibliográfico (HOBSBAWM, 1995; THOMPSON, 1985; SEGRILLO, 2015) o que se descreve como *Guerra Fria*, em geral, pode ser acomodado numa visão razoavelmente nítida de uma bipolarização entre EUA e a antiga URSS.

A pressão exercida pelas duas grandes potências, EUA e URSS, com a ameaça de uma guerra nuclear, tinha como objetivo manter a distribuição global do pós-guerra e continuar o domínio econômico de cada uma e, assim, assegurar a influência sobre os demais países, principalmente os do Terceiro Mundo. Este período é marcado por um jogo de forças, uma tensão contínua entre as potências, caracterizado por blefes, pois sabia-se que nenhuma das duas iria apertar o botão de uma bomba nuclear para destruição global. No entanto, isso pareceu uma possibilidade diária e a “peculiaridade da Guerra Fria era a de que, em termos objetivos, não existia o perigo iminente de uma guerra mundial” (HOBSBAWM, 1995, p. 224). Se, por um lado a Guerra Fria expressou o conflito ideológico e econômico entre capitalistas e socialistas, por outro, justificou uma corrida armamentista e uma disputa espacial⁸⁵.

O capitalismo dos EUA e o socialismo da União Soviética produziram uma realidade peculiar na qual os eventos ocorridos, nesse recorte cronológico, só podem ser explicados na chave interpretativa conceitual *Guerra Fria*. Como numa homologia de processos, a bipolarização impulsionou ações em diferentes esferas das sociedades envolvidas (quase o mundo todo), das concretas armas nucleares até as ideologias, perpassou por campos da cultura e ciência e fez parte do imaginário social. Não por acaso, estiveram presentes no cinema filmes como *James Bond 007 e Topázio*, de Alfred Hitchcock (1965).

A conquista espacial, compreendida neste contexto, exigiu o desenvolvimento científico de diversas áreas. Após o lançamento do primeiro foguete russo, Sputnik, em 1957,

⁸⁵ O perigo do uso de armas nucleares como exterminismo foi motivo de mobilização social pacifista internacional. Sobre o tema ver E. P. Thompson (1985).

é disparada uma corrida, por parte dos Estados Unidos, para alcançar e superar no espaço cósmico a potência rival.

A fundação da NASA em 1958 é realizada com a intenção de organizar e concentrar cientistas para este fim (NASA, 2014). O presidente Kennedy, em 1962, proferiu o famoso discurso sobre a “necessidade” de os EUA chegarem à Lua, a fim de obterem a aprovação para os gastos no empreendimento.

O impacto da Guerra Fria era tão intenso que, não por acaso, encontra-se no ensaio *O que podemos aprender do Sputnik*, escrito pelo teólogo Niebhur (1958). Nele se apresenta um balanço crítico sobre a educação e a ciência nos EUA, no qual o autor argumenta que a liberdade e democracia tornaram a cultura *inerte e vulgar*, frente ao sucesso científico dos russos. Para ele, a crise do mundo, naqueles anos, deveria ser resolvida com a liderança dos EUA, combatendo o comunismo nos países pobres e vulneráveis, exigindo um maior rigor na educação. Importante destacar que Arthur Schlesinger, assessor do J. Kennedy em 1961 e responsável pelo programa *Aliança para o Progresso*, foi inspirado pelas ideias de Niebhur (CANCELLI, 2015).

Assim, a agenda de governo neste período privilegiou um desenvolvimento técnico-científico para cumprir um objetivo real, concretizar a liderança dos EUA no mundo e mostrar sua supremacia com a viagem para Lua. Analisando a ciência do período da Guerra Fria, Hobsbawm chama a atenção para o fato de que, no Ocidente, o período foi marcado por uma quietude política e ideológica nas ciências naturais e recursos para pesquisas científicas foram aumentados:

[...] Na verdade, o generoso patrocínio de governos e grandes empresas estimulou uma raça de pesquisadores que tinham as políticas de seus pagadores como ponto pacífico (...). Na verdade, a maioria dos membros do que era agora um exército bastante grande de PhDs, empregados na Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA), estabelecida para enfrentar o desafio soviético em 1958, não tinha mais interesse em interrogar a justificação de suas atividades do que os membros de qualquer outro exército. Em fins da década de 1940, homens e mulheres ainda se angustiavam em torno da questão de entrarem ou não em estabelecimentos do governo que se especializavam em pesquisa de guerra química e biológica. Não há indício que posteriormente tais estabelecimentos tivessem qualquer problema para recrutar suas equipes. (HOBSBAWM, 1995, p.527).

O investimento em ciência significava, sobretudo, a garantia de poder através da supremacia tecnológica, como se demonstrou com a bomba atômica, após a Segunda Guerra, e se tornou uma necessidade vital para os governos. Os EUA como potência concentrou grande parte dos cientistas, desde o fascismo europeu que promoveu a fuga em massa para lá. A maioria dos laureados pelo prêmio Nobel entre 1933 e 1970 são americanos, num total de 77, bem maior do que no período entre 1900-1933, que foram apenas sete. No entanto,

dos 77 vencedores, 27 são imigrantes com cidadania americana (HOBSBAWM, 1995). Esse deslocamento configura um cenário científico no qual é possível ver como os altos investimentos em pesquisas atraíram cientistas para os EUA.

Esse processo histórico que delineou a ciência nesse período pode ser representado pelo local onde ocorreu o *Simpósio*. Um laboratório de pesquisa, denominado *Biological Laboratory of the Brooklyn Institute of Arts and Sciences*, em *Cold Spring Harbor*, Nova York, foi fundado em 1890. É possível, através do arquivo histórico digital visitado,⁸⁶ encontrar um rico acervo de imagens e histórico do *Simpósio*. As informações descrevem que o *Biological Laboratory* foi usado como um local de verão para cursos na zoologia, na botânica e no estudo da natureza para professores. O primeiro diretor do laboratório, Charles Davenport, nomeado em 1898, tornou-se um geneticista mendeliano entusiasmado, após a sua descoberta do trabalho de Mendel e convenceu a Instituição Carnegie de Washington para abrir uma Estação para Evolução Experimental, em 1904, no local *Cold Spring Harbor*, a fim de entender como a evolução teria surgido.

No arquivo consta o registro que o primeiro *Simpósio* que lá ocorreu, em 1933, tratou da temática da biologia quantitativa, pois o organizador, Reginald Harris (1890-1936), entendia que uma aproximação quantitativa à biologia era o caminho a seguir, uma vez que as abordagens descritivas mais antigas seriam incapazes de revelar o funcionamento mais profundo dos organismos. O *Simpósio* que interessa diretamente ao nosso estudo, ocorrido em 1960, está sob esta nomenclatura *Quantitative Biology*. Isto, sem dúvida, evidencia o fato de que a aproximação com os números se tornou a linguagem para compreensão dos fenômenos da biologia e por fim, como o relógio, se tornou também para a ritmicidade dos seres vivos. Nomes importantes, como prêmio Nobel James Watson, fizeram parte dos cientistas que ali trabalharam.

No *Simpósio* de 1960, do total de 150 cientistas que compareceram 123 eram americanos e sabemos que F. Halberg e C. Pittendrigh eram imigrantes com cidadania americana, o que corrobora a ideia de concentração de pesquisas nos EUA, nesse período.

Como uma instituição que se declara sem fins lucrativos e recebe verbas do governo e de origem privada, recebeu o patrocínio para o evento veio de *Carnegie Corporation of the New York*, *The Rockefeller Foundation* e, sintomaticamente, *United States Air Force*, monitorado pelo *Office of Scientific Research of the Air Research and Development Comando*. No ano de 2006, uma edição do *Simpósio* que teve como título *Clocks and*

⁸⁶ Disponíveis em <http://library.cshl.edu/symposia/symposiaHistory.html>. Último acesso em 21/05/2017

Rhythms, recebeu o patrocínio de vários laboratórios farmacêuticos e de diagnóstico e os temas tratados se voltaram mais para área médica⁸⁷. Como produção científica, convém lembrar que são as condições reais de pesquisa que permitem materializar o conhecimento e, portanto, é necessário ponderar a relação entre financiadores e ciência.

Considerando que o Simpósio de 1960 é apontado como o marco fundador da cronobiologia e os seus financiadores formaram uma base na qual o conhecimento científico teve o necessário apoio. O *Cold Spring Harbor* é o local onde se organizou um discurso disciplinar sobre o saber dos *ritmos biológicos* que interessou para os grupos representados pelos financiadores.

Além de questões ideológicas, como as que perpassam a *Fundação Rockefeller e Carnegie Corporation* (TOTA, 2000), com os ideais liberais, o apoio da Força Aérea remete diretamente ao contexto da Guerra Fria. O *Comitê Consultivo Nacional para a Aeronáutica* (NACA) era uma importante agência federal e fazia pesquisas desde a Primeira Guerra, com o objetivo de alcançar a supremacia aérea. Notadamente, a aviação durante a Segunda Guerra teve um papel determinante e a questão médica dos pilotos em voos velozes e mais altos foi alvo de pesquisas, como já afirmado na narrativa de J. Aschoff. Após a Guerra, no entanto, os estudos continuaram, porém também centrados nos EUA. Um importante médico alemão, Hubertus Strughold (1898 - 1986) imigrou para lá e deu continuidade em pesquisas na área e ocupou a direção da Escola de Medicina da Aeronáutica entre 1957 e 1962.

O governo americano transformou a NACA, em 1958 em NASA, com o fim de aperfeiçoar os voos e, nesse mesmo ano J. Aschoff, junto com C. Pittendrigh tiveram a ideia de realizar o Simpósio. Ao mesmo tempo, instituições como a Organização do Atlântico Norte (OTAN) financiaram recursos para pesquisas, com a divisão do setor de pesquisa e ciência.

É nesse contexto que os cientistas C. Pittendrigh e J. Aschoff conseguem adquirir o patrocínio para construção de um *bunker* (figura 5). Embora exista o registro de que houve primeiro a utilização de um bunker do tempo da Segunda Guerra, no qual J. Aschoff demonstrou que o tempo biológico era interno, o que eles conseguiram foi uma edificação bastante sofisticada, com recursos disponíveis para experimentos em humanos (figura 6), comprovando de forma irrefutável o caráter endógeno:

[...] By that time Aschoff had met Colin Pittendrigh and established close friendship with him. Pittendrigh was helpful in securing NASA grant which allowed Aschoff to realize this plan [...] (DAAN, 2001, p. 21)

⁸⁷ Os anais se encontram disponíveis em: <http://symposium.cshlp.org/content/72/i.full.pdf+html>

Figura 5. Imagem da construção do bunker financiado pela NASA para os experimentos de J.Aschoff



Fonte Daan, 2001, p. 22

Figura 6. Interior do Bunker em atividade com o cientista R. Wever.



Fonte Instituto Max Planck.

É também relevante mencionar o fato de que esta instalação para o estudo de ritmos circadianos em humanos, em Andechs, desde 1990, está abandonada.⁸⁸ As pesquisas sobre o fator humano interessavam para proporcionar uma viagem que exigiria uma permanência em condições adversas, sem luz e em isolamento. Saber como o corpo poderia reagir era crucial e, portanto, não foram poupados recursos. Os experimentos utilizavam um sistema de

⁸⁸ Folder disponível em https://www.mpg.de/943613/S003_Flashback_060_061.pdf

monitoria, recolhendo diversos dados como, por exemplo, alterações hormonais, batimentos cardíacos, sono e vigília.

O laboratório do *bunker* proporcionou respostas que foram apresentadas através dos artigos de J. Aschoff, já comentados aqui. De forma bem mais modesta, há o registro de outro experimento que foi realizado por Michel Siffre, em 1962, na França, em que o pesquisador permaneceu isolado por várias semanas, com monitoramento de suas reações. No entanto, não foi dada importância similar.

Em 1962, C. Pittendrigh fazia parte do comitê (PITTS, 1985), o mesmo referido por F. Halberg, que tinha como objetivo desenvolver protocolos, identificar vida extraterrestre, esterilização e descontaminação de tripulação, alterações de ritmos. O envolvimento de C. Pittendrigh e J. Aschoff com a NASA é indubitável, apesar de não mencionarem nas narrativas essa relação com o conhecimento que produziram.

As missões da NASA, como são identificadas, mobilizaram saberes de ordens diferentes. É certo que outros profissionais, de outras áreas, também estavam envolvidos em pesquisas voltadas para exploração humana do espaço, como mostram registros do encontro da *Associação de Medicina Aeroespacial*, em 1965. As temáticas eram diversas em relação às variações clínicas possíveis como, por exemplo, a questão da radiação, o que exigiu a reunião de muitos de profissionais e, entre eles, J. Aschoff e C. Pittendrigh também estiveram presentes na ocasião.

Dentro do contexto da Guerra Fria se destaca o uso dos conhecimentos em cronobiologia, para os voos do modelo *U-2*. Na Aeronáutica americana, a presença da figura controversa de Hubertus Strughold (1898-1986), que foi o editor do Simpósio de Bioastronáutica e Exploração do Espaço, em 1964, mencionado no capítulo sobre J. Aschoff. Com os conhecimentos trazidos do período em que atuou na pesquisa de medicina na Alemanha, se tornou atuante nos EUA, na Força Aérea (CAMPBELL et al, 2007). A relação entre a Força Aérea e os conhecimentos em cronobiologia é, portanto, dada antes mesmo do programa espacial, uma vez que os voos com protótipos de novos aviões *U-2*, aconteciam desde a década de 1950⁸⁹.

Nos artigos científicos que foram lidos de J. Aschoff constam também a referência da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN). Embora não tenha sido encontrado qualquer elemento que possa associar diretamente os experimentos do bunker com a instituição, é certo lembrar que houve o financiamento para o encontro realizado em

⁸⁹ Sobre a Força Aérea ver: <https://www.nationalmuseum.af.mil/Collections/Research/>

Feldafing, em 1964, e nesse evento se discutiu sobre uma terminologia uniforme estabelecendo um glossário, se tornando outro marco de fundação na cronobiologia (WARD, 1971).

No contexto da Guerra Fria o aspecto mais óbvio era a disputa militar, o confronto sempre temido diante de uma ameaça nuclear. Diante dessa situação, os países ao redor do mundo se colocaram de um ou outro lado e, embora pudessem discordar em algum momento da política e economia dos EUA, se colocavam dispostos a aceitar a supremacia, evitando maiores conflitos. As potências nucleares, EUA e URSS adquiriram, assim, um monopólio imperialista sobre seus “protegidos” (HOBSBAWM, 1995).

A ideologia democrática liberal dos EUA se propagava em instituições como a Força Aérea ou a Marinha e disseminava a necessidade de combater o comunismo adversário. Havia uma política de combate ao inimigo que colocava em andamento uma verdadeira indústria militar. A URSS, também mantinha o seu arsenal na produção e, no geral:

Como era de se esperar, os dois complexos industrial-militares eram estimulados por seus governos a usar a capacidade excedente para atrair e armar aliados e clientes, e, ao mesmo tempo, conquistar lucrativos mercados de exportação, enquanto reservavam para si os armamentos mais atualizados. (HOBSBAWM, 1995, p.233.)

A Guerra Fria tinha como justificativa o progresso científico e, não obstante, militar, para combater o inimigo. No caso dos EUA, o comunismo. O governo promovia políticas de fomento à pesquisa científica e programas nos quais o saber produzido se transformava em garantia de supremacia. Nesse contexto, a OTAN, como instituição, tinha como objetivo também apoiar pesquisas científicas, por isso tinha uma divisão de apoio à ciência.

Cientistas eram atraídos para pesquisas que envolviam boas fatias do orçamento, como no caso da NASA, a tecnologia se desenvolvia com uma finalidade imediata e lucrativa. Além do saber médico, os saberes da engenharia, da química, da física eram requisitados. As indústrias lucravam com o desenvolvimento de novas tecnologias, tendo os países sob “proteção”, como clientes de seus novos produtos. É comum ouvir que “graças a viagem à Lua temos o teflon”.

A história da cronobiologia ajuda a ver o bosque. As trajetórias observadas dos cientistas permitem inferir que, como sujeitos históricos, agiram diante das determinações da realidade. C. Pittendrigh e F. Halberg, assim como centenas de outros cientistas fizeram parte de um grupo marcado pelo fim de uma guerra em seus países e imigrar era uma opção interessante para um mundo que lhes parecia mais promissor.

Os EUA, como potência capitalista, desenvolveram pesquisas para se manterem em supremacia diante da polarização com a URSS. A Guerra Fria, nesse sentido, impulsionou tecnologias e saberes que interessavam à prática militar e o avanço na exploração espacial.

Entre esses saberes, a medicina espacial se tornou necessária, uma vez que a viagem à Lua implicaria em uma situação adversa, em isolamento, sem controle do ritmo noite e dia. Para garantir o sucesso da operação, conhecimentos foram buscados nos centros de pesquisas e universidades.

Aqueles que já estavam próximos do tema viram a oportunidade para alcançarem os seus objetivos nas pesquisas que já vinham realizando. Aqui tratamos de três cientistas que formaram conceitos imprescindíveis na cronobiologia, inclusive a própria denominação dela, embora centenas tenham feito parte da construção dela e, se aqui não apareceram é porque exigiria uma demanda ainda maior de pesquisa, impossível nesse projeto.

Os relógios biológicos, os ritmos circadianos e o *Zeitgeber* são o reconhecimento de que as experiências, embora já estivessem em curso, ganharam incentivo financeiro para pesquisas e simpósios. Além disso, na década de 1960, os saberes sobre os ritmos, as oscilações, as fases e as consequências de alterações nos ciclos, se mostraram instrumentos valiosos para garantir a exploração do espaço.

A construção de *bunker*, financiado pela NASA, foi uma conquista para J. Aschoff, que permanecendo no Instituto Max Planck, pode realizar suas investigações e experimentos. Durante muitos anos foi considerado a Meca da cronobiologia.

A contextualização da Guerra Fria permitiu observar que a produção científica sobre os ritmos biológicos se intensificou e se organizou durante esse período, de tal forma que resultou numa disciplina chamada cronobiologia, ainda que permaneça o debate em torno de sua autonomia frente à uma transdisciplinaridade, como apontado no texto de F. Halberg.

Em resumo, o processo histórico que favoreceu a emergência da cronobiologia foi determinado por relações econômicas baseadas na produção capitalista, em contraposição ao mundo socialista. Os sujeitos históricos, como a categoria de cientistas, foram produtores de uma ciência significativa para concorrência da Guerra Fria, ao mesmo tempo em que trocavam os conhecimentos por dinheiro, garantindo a própria vida financeira.

As evidências encontradas das experiências dos três cientistas formam um conjunto de elementos que possibilitam ver um todo inteligível.

[...] indivíduos determinados, que são ativos na produção de determinada maneira, contraem entre si estas relações sociais e políticas determinadas. A observação empírica tem de provar, em cada caso particular, empiricamente e sem nenhum tipo de mistificação ou especulação, a conexão entre estrutura social e política e a produção [...] (ENGELS; MARX, 2007, p. 93).

De fato, as narrativas apresentaram o desenvolvimento da cronobiologia e, ao mesmo tempo, mostraram como se deram as relações sociais, política e de produção em que viveram os sujeitos históricos que foram aqui apresentados.

[...] mas os homens, ao desenvolverem sua produção e seu intercâmbio materiais, transformam também, com esta sua realidade, seu pensar e os produtos de seu pensar. Não é a consciência que determina a vida, mas a vida que determina a consciência [...] (ENGELS; MARX, 2007, p.94).

Como um processo dialético, os cientistas tanto produziram um saber a partir da realidade, a cronobiologia, como a transformaram em outros saberes para a medicina espacial ou para a farmacologia.

O MHD como possibilidade de análise histórica permitiu recuperar alguns passos dos cientistas, no âmbito profissional, de maneira que as ações revelaram as interligações com as diferentes instâncias da sociedade. O fato de estarem juntos no determinado Simpósio não pode ser visto apenas como coincidência, mas sim como um pressuposto da realidade, como condições históricas determinadas.

De forma alguma a situação é determinista, entretanto, porque cabe aos sujeitos históricos suas escolhas, porém elas se dão na materialidade da história. Como foi visto cada um desenvolveu suas especificidades, expressando o aspecto singular, próprio do humano. O encontro ocorre numa determinação, o Simpósio, e cada um se relacionou com esse dado real de um jeito. Por tudo o que as evidências mostraram, para C. Pittendrigh e J. Aschoff, a mobilização do Simpósio era uma questão de meta profissional e oportunidade para publicizar o tema, uma vez que a vida deles foi dedicada para isso. De outro lado, F. Halberg fez outros caminhos e representou o seu conhecimento de outra forma, mesmo na questão do gráfico cosinor e a ênfase do conhecimento para medicina diretamente.

Uma abordagem MHD não parte de realidade que se configura fixa, determinada por uma estrutura econômica, mas como as condições reais podem delinear as trajetórias dos sujeitos históricos é o que pode fazer compreender melhor a história.

A realização da ciência e da história se faz em reciprocidade, numa relação em que as duas dimensões são separadas apenas para análise, mas como mostrou a cronobiologia, as descobertas não ocorreram por um encadeamento de ideias ou de cientistas perfilados, ao longo da história humana, independente das condições reais. Ao contrário, cada observação e sistematização do conhecimento, mesmo que uma breve anotação precisa ser compreendida no seu contexto. Ainda que saberes antigos sejam acessados, o que é também previsível no

conhecimento científico, se faz necessário olhar ao redor e ver quais são as condições que os fazem emergir num tempo diferente

Entender a história e ciência em reciprocidade, no caso da cronobiologia, possibilitou observar como o fenômeno do tempo biológico, percebido desde a antiguidade, se transformou historicamente. Pensar o tempo biológico na antiguidade era muito diferente do que nos anos de 1960, quando a cronobiologia se consolidou. Essa mudança, o movimento, é o conhecimento histórico, cabendo responder por que e como mudou.

Nesta pesquisa, embora insuficiente, se buscou mostrar o todo do bosque e entender os seus elementos como um enredo inteligível.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa produziu para mim uma explicação plausível sobre os acontecimentos e permitiu constatar que é possível superar a dicotomia entre as interpretações externalistas e internalistas, uma vez que as narrativas mostraram aspectos individuais e sociais. Em foco, vi os três pioneiros Pittendrigh, Halberg e Aschoff se movimentarem no processo de surgimento da cronobiologia. Percorreram os seus próprios caminhos e fizeram descobertas, mas dentro de um contexto histórico real.

Numa visão histórica para além de datas e fatos, o MHD possibilitou entender o processo de desenvolvimento da cronobiologia de forma abrangente, já que o evento fundador da disciplina, o Simpósio, foi compreendido em sua historicidade. O vigor da análise pelo MHD permitiu, por exemplo, desvelar uma relação intrínseca entre a cronobiologia e a viagem à Lua no contexto da Guerra Fria, inédita na historiografia. Assim, frente aos “achados” é preciso, também, noticiar que muitas fontes históricas aguardam para serem investigadas no campo dessa ciência. Os arquivos digitais estão abarrotados de documentos silenciados no tempo, mas “vivos e alertas” para qualquer indagação.

Falar de MHD, lembrando de que existe uma história como processo e um contexto determinado, é uma resistência em tempos em que o conhecimento está tão desvalorizado.

Entender a historicidade da produção científica da cronobiologia, com os investimentos da NASA e OTAN, com o objetivo de competir e concorrer política e economicamente, nos faz refletir sobre como, no presente, está sendo construída a ciência.

No documento sobre a viagem dos estudantes de Princeton à Rússia, no qual, em pleno ano de 1969 se programava um encontro entre colegas russos e americanos para comparar o ensino e pesquisa, fica a observação da contradição existente entre o comentário sobre a produção científica “amiga” e o discurso de rivalidade. As potências, como foi visto pela IREX, mantinham relações de intercâmbio cultural. Esse dado corrobora com a afirmação de E. Hobsbawm de que o perigo nuclear entre as potências rivais nunca existiu, eram apenas blefes para divisão dos clientes- os países pobres.

Considerando que o progresso científico, como no discurso do presidente Kennedy, tinha como objetivo superar a potência rival, parece uma desarmonia trocar conhecimentos científicos com este rival. No entanto, aos nossos olhos, a Guerra Fria aparecia como o perigo iminente. A história da cronobiologia deixa pistas de que não era exatamente o que acontecia. Basta lembrar que, a própria viagem para Lua contou com ajuda mútua e, em última instância, sem o conhecimento da cronobiologia, seria pouco provável o sucesso que obteve.

É inegável que muitos pontos não foram alcançados e penso que realizei um esboço do bosque, um rascunho. Porém, o inacabamento deixa visível que é preciso investigar sobre os outros participantes, observar quem ficou à deriva ou quem trabalhou o mesmo tema da cronobiologia, sem os mesmos recursos.

Sobre a participação feminina, seria preciso explorar outras fontes na perspectiva do MHD porque, como produto histórico e cultural, as narrativas aqui analisadas mencionam menos mulheres do que homens, fato compreensível na lógica da história da ciência, dentro do universo dominado pelo gênero masculino (MELO; RODRIGUES, 2018; SCHIEBINGER; 2001). No Simpósio, em 1960, o número de mulheres foi de aproximadamente 30, frente ao total de 150 participantes⁹⁰. Em aberto, portanto, ainda se encontra a recuperação histórica tanto da representatividade quanto da visibilidade feminina na cronobiologia, mas isso se coloca num outro eixo a ser explorado na história desta ciência⁹¹.

Ainda estamos vendo o bosque muito de longe e, certamente, ele nos convida a visitá-lo mais vezes.

⁹⁰ Ver lista completa dos participantes, disponível na biblioteca online: symposium.cshlp.org/

⁹¹ As fontes secundárias e primárias apresentam apenas algumas mulheres, entre elas, A. Kleinhoont (CHANDRASHEKARAN, 1998), Patrícia DeCoursey (MARQUES; MENNA-BARRETO, 2003), Ingeborg Beling (PITTENDRIGH, 1993), Rosa Stoppel (PITTENDRIGH, 1993).

REFERÊNCIAS

- ACADEMIA NACIONAL DE CIÊNCIAS DOS EUA. Disponível em:
<http://www.nasonline.org/member-directory/deceased-members/51611.html>. Acesso em:
 00 mês. ano.
- ALEMANHA. Combined Intelligence Objectives Sub-Committee. **Aviation medicine, general medicine, veterinary medicine, chemical warfare**: University of Gottingen, 1945.
- ALEXANDER, G. **The treatment of shock from prolonged exposure to cold, especially in water**. Combined Intelligence Objective Subcommittee. Congressional Record item n. 24, file n. 26-37, 1945.
- ALMEIDA, Tiago Santos. **Georges Canguilhem: combates pela história das ciências**. 2016. 220 f. Tese (Doutorado em História Social) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- ANNUAL REVIEW OF PHYSIOLOGY. United States: Annual Reviews inc., 1939-. Annual ISSN 1545-1585.
- ANOKHIN, P. K. **Biology and neurophysiology of conditioned reflex and its role in adaptive behavior**. Oxford: Pergamon Press, 1974.
- ARAÚJO, J. F.; MARQUES, N. Cronobiologia: uma multidisciplinaridade necessária. **Margem**, São Paulo, n.15, p. 95-112, 2002.
- ARAUJO, Virginia Novaes Procópio de. **O ato médico no crime de tortura**. 2012. 166 f. Tese (Mestrado em Direito) – Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- ARCANJO, Fernanda Gonçalves. **Teses sobre o materialismo histórico-dialético como método epistemológico e sua aplicação à história da biologia com especial destaque para a “hipótese provisória da pangênese”**. 2008. 85 f. Tese (Mestrado em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

ARÓSTEGUI, Julio. **A pesquisa histórica: teoria e método**. Bauru, SP: Edusc, 2006.

ASCHOFF, J. Sources of thoughts from temperature regulation to rhythm research. **Chronobiology International**, Inglaterra, v.7, p.179-186, 1990.

_____ Twenty years on. In: Follett BK, Follett DE (eds) **Biological clocks in seasonal reproductive cycles**. Wright, Bristol, pp 277–288, 1981.

_____ Exogenous and endogenous components in circadian rhythms. **Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.**, v.25. p. 11-28, 1960.

_____ Timegivers of 24-Hour Physiological Cycles. In: SCHAEFER, K.E. (Ed.) **Man's dependence on the earthy atmosphere**. New York: Mac Millan, 1962. p. 373-380.

_____ Circadian rhythms in man. **Science**, v.148, n.3676, p.1427-1432, 1965.

_____ Significance of circadian rhythms for space flight. In: Bedwell Theodore C., Strughold, Hubertus. (eds.) **Bioastronautics and the exploration of space**, 1965, p. 477-484.

_____ The Phase-angle difference in circadian periodicity. In: ASCHOFF, J. (Ed.) **Circadian clocks**. Reprinted from Proceedings of the Feldafing Summer School, September 1964. Jürgen Aschoff, Amsterdam: Ed. North-Holland, 1965. 479 p.

ASCHOFF, J., GERECKE, U., WEVER, R. Desynchronization of human circadian rhythms. **Japanese Journal of Physiology**, v. 17, p. 450-457, 1967.

BAIMA, Cesar. **Entenda a pesquisa sobre ciclo circadiano que ganhou o Nobel de Medicina de 2017**. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/sociedade/saude/entenda-pesquisa-sobre-ciclo-circadiano-que-ganhou-nobel-de-medicina-de-2017-21899952>. Acesso em: 5 out. 2017.

BASSANI, J.J.; VAZ, A. F. Técnica, corpo e coisificação: notas de trabalho sobre o tema da técnica em Theodor W. Adorno. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 29, n. 102, p. 99-118, 2008. Disponível em <<http://www.cedes.unicamp.br>>

BENJAMIN, Walter. O narrador. In: BENJAMIN, Walter. **Magia e Técnica, arte e política: ensaios sobre literatura e história da cultura**. Trad. Sérgio Paulo Rouanet, 2.ed., Brasiliense, 1986. [Obras Escolhidas. v. 1]

BEDWELL, Theodore C. , Jr ; STRUGHOLD, Hubertus. **Bioastronautics and the exploration of space**, 4., 1965, San Antonio, Texas. Proceedings of the Fourth International Symposium. 1964. 620 p.

BERGER, Robert L. Nazi Science — The Dachau Hypothermia Experiments List of authors. **The New England Journal Medicine**, v.322, p. 1435-1440, 1990. doi: 10.1056/NEJM199005173222006

BIRTH, Kevin. Time and Biological Consequences Globalization. **Current Anthropology**, v.48, n.2, p. 215-236, 2007.

BOURDIEU, Pierre. **Os usos sociais da ciência**: por uma sociologia clínica do campo científico. São Paulo: UNESP, 2004.

BOURDIEU, Pierre; PASSERON, Jean-Claude. **Os herdeiros**: os estudantes e a cultura. Trad. Ione Ribeiro Valle e Nilton Valle. Florianópolis: Editora da UFSC, 2014.

BRAUDEL, F. **História e Ciências Sociais**: a longa duração. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9141.rh.1965.123422>. Acesso em: 20 mai. 2018.

BRENER, Jayme. **O mundo pós-guerra fria**. São Paulo: Ed. Scipione, 1998.

BUNNING, E. Untersuchungen über die autonomen tagesperiodischen Bewegungen der Primärblätter von *Phaseolus multiflorus*. **Jahrb wiss Botanik** v. 75, p. 439-480, 1932.

_____. **Opening Address**: Biological Clocks. Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol., 25.1960. p. 1-9.

_____. **The Physiological Clock**: Endogenous Diurnal Rhythms and Biological Chronometry. Berlin: Spring-Verlag, 1963.

_____. **The Physiological Clock**. New York: Academic Press, 1964.

_____. Fifty years of research in the wake of Wilhelm Pfeffer. **Ann. Rev. Plant Physiol.** 1977. 28:1-22.

BURKE, Peter. **A escrita da história**: novas perspectivas. São Paulo: UNESP, 1992.

BUTRICA, A. J. NASA's Role in the Development of MEMS. In: DICK, S.J. (Ed.) **Historical studies in the societal impact of spaceflight**. 1. ed. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data (Societal impact series; v. 3), 2015, cap. 4, p. 251-330.

CAMBROSIO A.; KEATING P. **The disciplinary stake: the case of chronobiology**. Social Studies of Science, 13. 1983. p. 323-53.

CAMPBELL, Mark R., MOHLER Stanley R., HARSCH, VIKTOR, A., BAISDEN, Denise. Hubertus Strughold: the “Father of Space Medicine” **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 78, n. 7, p 716-719, 2007.

CAMPOS NETO, Antonio Augusto Machado de. Memórias de Julius Frank. **Revista da Faculdade de Direito (USP)**, v. 98, p. 713, 2003.

CANCELLI, Elizabeth. O Ilari e a guerra cultural: a construção de agendas intelectuais na América Latina. **ArtCultura**, Uberlândia, v. 17, n.30, p. 199-212, 2015. Disponível em: <http://www.artcultura.inhis.ufu.br/PDF30/18_O_Ilari_e_a_guerra_cultural.pdf>

CANGUILHEM. G. **Estudos de História e Filosofia das Ciências: concernentes aos vivos e à vida**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2012.

CARDOSO, C.F.S.; VAINFAS, R. (orgs.). **Domínios da história: ensaios de teoria e metodologia**. Rio de Janeiro, RJ: Campus, 1997.

CARDOSO, C.F.S.; VAINFAS, R. **Novos domínios da história**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

CARDOSO, C.F.S. **Uma Introdução à História**. São Paulo: Brasiliense, 1982.

_____. **Um historiador fala de teoria e metodologia: ensaios**. Bauru, SP: EDUSC, 2005.

CERTEAU, Michel de. **A Escrita da História**. Rio de Janeiro: Forense-Universitária, 1982.

_____. **Operação Histórica**. In: LE GOFF, J.L; NORA, P. História Novos Problemas. Rio de Janeiro: Francisco Alves. 1995. p. 17-49

CHALMERS. A.F. **O Que é Ciência Afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

CHANDRASHEKARAN, M.K. Biological rhythms research: a personal account. **Journal of Biosciences**. India, v.23, n. 5, p. 545-555, 1998. Disponível em:

<https://www.ias.ac.in/article/fulltext/jbsc/023/05/0545-0555>

_____ Erwin Bünning (1906–1990): A centennial homage. **Journal of Biosciences**, India, 31(1), p. 5-12, 2006. Disponível em: <http://www.ias.ac.in/jbiosci>

CHARTIER, Roger. **A ordem dos livros: leitores, autores e bibliotecas na Europa entre os séculos XIV e XVIII** / Roger Chartier; trad.Mary Del Priore. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2ª ed., 1998.

CHASSOT, A. **A Ciência através dos Tempos**. São Paulo: Scipione, Coleção polêmica, 2. Ed., 1994.

CHRONOBIOLOGY INTERNATIONAL. London, GB: Informa Healthcare, 1984- . Bimonthly, ISSN 0742-0528.

COLACIOS, R. D. Latour para historiadores: premissas, conceitos e metodologia. **Revista Eletrônica Boletim do Tempo**, Rio de Janeiro, n. 8, 2009.

COLE, L.C. Biological Clock in the Unicorn. **Science**, Cambridge, v. 125, n.3253, p.874-876. doi: 10.1126/science.125.3253.874

CONSELHO DAS ORGANIZAÇÕES INTERNACIONAIS DE CIÊNCIAS MÉDICAS. **Diretrizes éticas internacionais para pesquisas relacionadas a saúde envolvendo seres humanos**. 4. ed. Genebra: CIOMS; Brasília, DF: CFM, 2018.

CORNELISSEN, Germaine. Cosinor-based rhythmometry. **Theoretical Biology and Medical Modelling**, USA, v.11, n. 16. Disponível em:

<https://tbiomed.biomedcentral.com/articles/10.1186/1742-4682-11-16>

DAAN, S. Jurgen Aschoff. 1913-1998: A Life of Duty, Wit and Vision. In: HONNA, K; HONNA, S (Org). **Zeitgebers, Entrainment and Masking of the Circadian System**. Sapporo: Hokkaido University Press, 2001. p.17-47.

DAAN, J.; HANSSON. N. Politics and physiology: Hermann Rein and the Nobel Prize 1933–1953. **The Journal of Physiology**, USA, v. 592, n. 14, p. 2911-2914, 2014. doi: 10.1113/jphysiol.2014.273847.

D'ALESSIO, Marcia Mansor. **Reflexões sobre o saber histórico**. Pierre Vilar, Michel Vovelle, Madeleine Rebérioux / Marcia Mansor D'Alessio. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998.

DURKHEIM, Émile. **As formas elementares da vida religiosa: o sistema totêmico na Austrália**. São Paulo: Editora Martins Fontes, 1996.

ELIAS, N. **Sobre o tempo**. Rio de Janeiro: Zahar, 1998.

ENGELS, F. **Do socialismo utópico ao socialismo científico**. São Paulo: Global Editora, coleção bases 13, 5. ed., 1983.

FLECK, Ludwik. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Trad., Georg Otte, Mariana Camilo de Oliveira. Belo Horizonte: Fabrefactum. 1. ed., 1935. 2010.

FOUCAULT, Michel. **A ordem do discurso**. São Paulo: Loyola, 1996.

FREITAS, Sônia Maria de. **História oral - Possibilidades e procedimentos**. São Paulo: Humanitas, 2002.

FUNARI, Pedro Paulo; GLAYDSON, José da Silva. **Teoria da História**. São Paulo: Brasiliense, 2008.

GLEZER, R. O tempo na Filosofia e na História. In: GRUPO DE ESTUDOS SOBRE O TEMPO, 1989, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: IEA, 1989. Mesa-redonda. Disponível em: <http://www.iea.usp.br/publicacoes/textos/textos#Tempo>. Acesso em: 16/05/2016.

GLICK, T. O programa brasileiro de genética evolucionária de populações, de Theodosius Dobzhansky. **Revista Brasileira de História**, São Paulo, v.28, n.56, p.315-25, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-01882008000200002>. Acesso em: 12 abr. 2016.

GLOSSARY. Center for Chronobiology UPK, Basel. Disponível em: <http://www.chronobiology.ch/glossary/>. Acesso em 10 nov. 2017.

GOLOMBEK, D.A.; ROSENSTEIN R.E. Physiology of circadian entrainment. **Physiol. Rev.** Princeton, v.90, n3, p. 1063-1102, 2010. doi:
<https://doi.org/10.1152/physrev.00009.2009>

GOMES, Ana Carolina Vimieiro; CHAVES, Bráulio da Silva; GONÇALVES, Huener Silva. Latour como ferramenta teórico-metodológica de análise para a História das Ciências da Saúde. In: XXIV Simpósio Nacional de História, 24, 2007, São Leopoldo, RS. **Anais – História e multidisciplinaridade: territórios e deslocamentos**. São Leopoldo: Unisinos, 2007. CD-ROM.

GREENHOUSE, Carol. **A Moment's Notice: Time Politics across Cultures**. Ithaca: Cornell University Press, 1996.

GRESPLAN, Jorge. Considerações sobre o método. In: PINSKY, Carla B. **Fontes históricas**. 2.ed. São Paulo: Contexto, 2006. p.291-300.

GOULD, Stephen J. **Os dentes da galinha**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

HALBERG, F. et al. Transdisciplinary unifying implications of circadian findings in the 1950s. **Journal of Circadian Rhythms**, United Kingdom, v.1, n. 2, 2003.
doi:10.1186/1740-3391-1-2.

HARKER, Janet E. **The Physiology of Diurnal Rhythms**. New York: Cambridge University Press, 1964.

HARTOG, François. **Evidência da História: o que os historiadores veem**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011.

HOBSBAWM, E. **A Era dos Impérios: 1875-1914**. São Paulo: Paz e Terra, 1995.

_____ **Era dos Extremos: o breve século XX, 1914-1991**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

_____ **Da Revolução Industrial Inglesa ao Imperialismo**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2000.

_____ **O Novo Século**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

HOBSBAWM, Eric. **Como Mudar o Mundo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2011.

JOURNAL OF CIRCADIAN RHYTHMS. 2003- . United Kingdom, Ubiquity Press. ISSN 1740-3391.

KALMUS, H. The history and philosophy of chronobiology. **Journal of interdisciplinary cycle research**, v. 19, n.4, p. 227 -234, 1988. doi:10.1080/09291018809359981

KARNAL, K.; TATSCH, F.G. (Org) Documento e História: a memória evanescente. In: PINSKY, Carla B. et al. **O historiador e suas fontes**. São Paulo: Contexto, 2009. p. 9-27.

KOSTOVA, E. K., DIMITROV, B. D. Ancient evidence for the origin and early development of chronobiology and biometeorology in Bulgaria. **Folia med**, Plovdiv, v.41, n.1, 1999.

KUHN, T. **A revolução copernicana: a astronomia planetária no desenvolvimento do pensamento ocidental**. Lisboa: Edições 70, 1990.

_____. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1997.

_____. **O caminho desde a estrutura: ensaios filosóficos 1970-1993**. São Paulo: Editora da UNESP, 2003, p.255-264.

KONOPKA, RJ; BENZER S. Clock mutants of *Drosophila melanogaster*. **Proc. Natl. Acad. Sci.**, USA, v.68, p. 2112–2116, 1971. doi:10.1073/pnas.68.9.2112

KOSELLECK, R. Uma História dos Conceitos: problemas teóricos e práticos. **Estudos Históricos**, Rio de Janeiro, vol. 5, n. 10, 1992, p. 134-146.

KOYRE, A. **Do Mundo Fechado ao Universo Infinito**. São Paulo: EDUSP, 1986.

_____. **Jamais Fomos Modernos: ensaio de antropologia simétrica**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1994.

LATOUR, B. Dadme un laboratorio y moveré el mundo. In: IRANZO, J. M. et al. (Org.). **Sociología de la ciencia y la tecnología**. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1995. p. 237–258.

_____. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo: UNESP, 2000.

- LE GOFF, Jacques. **História e Memória**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1990. 476p.
- LE GOFF, Jacques; TRUONG, Nicolas. **O corpo no Ocidente Medieval: Uma história do corpo na Idade Média**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.
- LEACH, Edmund. Two Essays Concerning the Symbolic Representation of Time. In: **Rethinking Anthropology**. London: Athlone Press, 1961.
- LEITE, Marcelo Nogueira. **Biologia total: hegemonia e informação no genoma humano**. 2005. 225 f. (Doutorado em Ciências Sociais) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2005.
- LEMMER, B. Discoveries of rhythms in human biological functions: A historical review. **Chronobiol. Int.**, v. 26, n. 6, p. 1019-1068, 2009.
- LEVINE, R. **A Geography of Time**. New York: Basic Books, 1997.
- LEWONTIN, R; LEVINS, R. **The dialectical biologist**. Cambridge, Harvard University Press, 1985.
- MCCLEERY, William. On the teacher-scholar as administrator. **Princeton Alumni Weekly**, Princeton, v.69, n.1, p.9-14, 1968.
- MACHADO, Arlindo. **A ilusão especular**. São Paulo: Brasiliense, 1983. 184p.
- MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. **Ideologia alemã**. Trad. Rubens Enderle. São Paulo: Boitempo, 2007.
- MARQUES M.D., ODA, G. Glossário. **Revista da Biologia**. USP, v. 9, n. 3 (2012) 2018-04-23
- MARQUES N.; MENNA-BARRETO L. **Cronobiologia: Princípios e Aplicações**. São Paulo: Edusp, 2003.
- MENNA-BARRETO, Luiz Silveira. Relógio biológico - prazo de validade esgotado? **Neurociências**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 4, p. 190-193, 2005.
- MORENO, Claudia. **History of Chronobiology Research**. International School of Human Chronobiology and Working Life. University of São Paulo, Brazil, 2015.

MOE, K. Should the Nazi research data be cited? The Hastings Center Report, **JSTOR**, v. 14, n. 6, p. 5–7, 1984. Disponível em: www.jstor.org/stable/3561733.

NASA. **Project apollo**: a retrospective analysis. Disponível em: <http://www.resonancepub.com/apollo.htm>. Acesso em: 19 mar. 2018.

NIEBUHR, R. **A Crise Mundial e a Responsabilidade dos Estados Unidos**. São Paulo: Dominus, 1964.

OLIVEIRA, Eveli Souza D'Avila de. **Combate à malária em Santa Catarina**: políticas públicas, impactos ambientais e memória. 2015. 311 f. Tese (Doutorado em História) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2015.

OTSUKA, K.; CORNELISSEN, G.; HALBERG, F. **Chronomics and Continuous Ambulatory Blood Pressure**, Springer, 2016. doi: 10.1007/978-4-431-54631-3.

PEDRAZZOLI, Mario. **Genes e Relógios Biológicos**: Implicações para evolução, saúde e organização social humana. 2015. Tese (Livre Docência na Escola de Artes Ciências e Humanidades) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

PEDRAZZOLI NETO, Mario. A ilusão dos relógios: uma ameaça à saúde. **Revista de Estudos Culturais**, São Paulo, n. 2, 2015.

PESTRE, D. Por uma nova história social e cultural das ciências: novas definições, novos objetos, novas abordagens. **Cadernos IG/-UNICAMP**, v. 6, n. 1, p. 3–56, 1996.

PINSKY, Carla Bassanezi (org.). **Fontes históricas**. São Paulo: Contexto, 2005.

PITTENDRIGH, C. S. The bromeliad-Anopheles-malaria complex in Trinidad; the bromeliad flora. **Evolution**, New York, v. 2, n. 1, p. 58-89, 1949.

_____. The ecotopic specialization of anopheles homunculus; and its relation to competition with a. Bellator. **EVOLUTION**, Lancaster, v.4, p.64-78, 1950.

_____. On temperature independence in the clock system controlling emergence time in drosophila. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 40, n. 10, p. 1018-1029, 1954. doi:10.1073/pnas.40.10.1018.

_____. Temporal Organization: Reflections of a Darwinian Clock-Watcher. **Annual Review of Physiology**, v. 55, n. 1, p. 17–54, 1993.

PITTENDRIGH, C.S.; VISHNIAC W.; PEARMAN, P.T. **Biology and the Exploration of Mars**: Report of a Study Held under the Auspices of the Space Science Board, National Academy of Sciences, National Research Council, 1964-1965. Washington, D.C.: National Aeronautics and Space Administration, 1966.

PITTS, John A. **The human factor**. The Biomedicine in the Manned Space Program to 1980. Washington: NASA SP 4213, 1985. 401 p.

PORTER, Roy. História do corpo. In: BURKE, Peter. **A escrita da história**: novas perspectivas. São Paulo, SP: Editora da UNESP, 1992.

QUEIROZ, Maria Isaura Pereira de. **Variações sobre a técnica de gravador no registro da informação viva**. São Paulo: T. A. Queiroz, 1991.

REFINETTI, Roberto. **Circadian Physiology**. Boca Raton: CRC Press, 1999.

REINBERG E.A.; HADAS L.; SMOLENSKY. The Birth of Chronobiology: Julien Joseph Virey 1814. **Chronobiology International**, Inglaterra, v. 18, n. 2, p.173-186, 2001.doi: <https://doi.org/10.1081/CBI-100103184>. Acesso 17 jun.2018.

REVEL, Jacques; PETER, Jean-Pierre. O corpo: o homem doente e sua história. In: LE GOFF, Jacques; NORA, Pierre (Eds.). **História**: novos objetos. 4. ed. Rio de Janeiro, RJ: Francisco Alves, 1995.

RICOEUR, Paulo. Entre tempo e narrativa: concordância/discordância. **Kriterion**, Belo Horizonte, v.53, n.125, 2012.

ROBERTS, R. **Descobertas Acidentais em Ciências**. São Paulo: Papirus, 1995.

RONAN, C. **História Ilustrada da Ciência da Universidade de Cambridge**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1987.

SAMARA, Eni de Mesquita; TUPY, Ismênia Spíndola Silveira Truzzi. **História & Documento e método de pesquisa**. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

SANDRIN, M.F.N. Cronobiologia no Ensino Médio: uma proposta didática a partir de episódios históricos. In: Encontro de História e Filosofia da Biologia 2011, Bauru. **Anais...** Bauru: Abrapec, 2011. v. 1. p. 46-46.

SANTHIAGO, R.; MAGALHÃES, V.B de (Orgs.). Depois **da utopia**: a história em seu tempo. São Paulo: Letra e Voz. FAPESP, 2013. p.29-38.

SAUER, E. G.; SAUER E.M. **Star navigation of nocturnal migrating birds**. Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol., 25.1960. p. 463-473.

SCHIENBINGER, L. (2001). **O feminismo mudou a ciência?** Tradução de Raul Fiker. Bauru, SP: EDUSC, 384p. (coleção mulher).

SEGRILLO, A. A repartição do mundo. **Revista de História da Biblioteca Nacional**, Rio de Janeiro, n. 116, p. 3, 2015.

SERRES, Michel. As ciências. In: LE GOFF, Jacques; NORA, Pierre (Org.). **História**: novas abordagens. Tradução de Henrique Mesquita. 3. ed. Rio de Janeiro : Francisco Alves, 1976. p.160-179

SILVA, Francisco Carlos Teixeira da; SCHURSTER, Karl. A historiografia dos traumas coletivos e o Holocausto: desafios para o ensino da história do tempo presente. **Revista Estudos Ibero-Americanos (EIA)**, Porto Alegre, v.42, n.2, 2016.

STOUT, David. Colin S. 77, Biologist and Expert in Internal 'Clocks'. **The New York Times**, March 29, Section D, p. 19, 1996.

THOMPSON, E.P. **A Miséria da Teoria ou um Planetário de Erros**. Rio de Janeiro: Zahar, 1981.

_____ **Costumes em comum**. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

THOMPSON, E.P; DAVIS, M.; BAHRO, R. **Exterminismo e Guerra Fria**. São Paulo: Brasiliense, 1985.

TOTA, A.P. **O imperialismo sedutor**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

VIEIRA, Maria do Pilar; PEIXOTO, Maria do Rosário; KHOURY, Yara Aun. **A Pesquisa em História**. São Paulo, Ática, 1989. (Princípios -159)

VILAR, Pierre. História Marxista, História em Construção. In: LE GOFF, Jacques; NORA, Pierre (Org.). **História: novas abordagens**. Tradução de Henrique Mesquita. 3. ed. Rio de Janeiro : Francisco Alves, 1995. p.146-178.

WARD, R.R. **The Living Clocks**. New York: Knopf, 1971.

WEVER, R. A. **The Circadian System of Man**: Results of experiments under temporal isolation. New York, Springer-Verlag, 1979.

WHORF, Benjamin Lee. An American Indian Model of the Universe. **International Journal of American Linguistics**, v.16, n. 2, p. 67-72, 1950.

WIRZ-JUSTICE, A.; DAAN, S.; FOLKARD, S.; LEWY, A.; LUND, R.; ZULLEY, J. Rütger Wever: An Appreciation. **Journal of Biological Rhythms**, v.20, n.6, p. 554-555, 2005.