

Khronos

Revista de História da Ciência
ISSN: 2447-2158

CONSTRUINDO DIÁLOGOS INTERDISCIPLINARES

Simpósio USP de História da Ciência e Tecnologia

Vol. 5 - Maio de 2018





EXPEDIENTE KHRONOS, REVISTA DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Reitor: Vahan Agopyan
Vice-Reitor: Antonio Carlos Hernandes

CHC – Centro Interunidades de História da Ciência

Diretor: Gildo Magalhães
Vice-diretor: João Francisco Justo Filho

Comissão Editorial:

Gildo Magalhães dos Santos Filho
Flávio Ulhoa Coelho
João Francisco Justo Filho
José Roberto Machado Cunha Silva
Mayra Laudanna
Sara Albieri

Conselho Editorial:

Amâncio Cesar Santos Friaça (USP – IAG)	André Argollo (UNICAMP)
André Mota (USP – FM)	Antônio Carlos Cassola (USP – ICB)
Flavio Ulhoa Coelho (USP – IME)	Francisco Assis Queiroz (USP – FFLCH)
Francisco Rômulo Monte Ferreira (UFRJ)	Gildo Magalhães dos Santos Filho (USP – FFLCH)
Henrique Lindenberg Neto (USP – POLI)	Ivã Gurgel (USP – IF)
João Francisco Justo Filho (USP – POLI)	José Roberto Machado Cunha da Silva (USP – ICB)
Maria Amélia Mascarenhas Dantes (USP – FFLCH)	Márcia Regina Barros da Silva (USP – FFLCH)
Mayra Laudanna (USP – IEB)	Paula de Carvalho Papa (USP – FMVZ)
Roni C. D. de Menezes (USP – FE)	Rui Moreira (Universidade de Lisboa)
Sara Albieri (USP – FFLCH)	

Comitê de Publicação:

Editor responsável: Gildo Magalhães dos Santos Filho
Editor gerente: Lauro Fabiano de Souza Carvalho
Assessoria editorial: Camilie Cardoso
Danielle Rodrigues Amaro
Raiany Oliveira
Pedro Barbieri (participação neste número)

Secretária: Adriana Antunes Casagrande de Luca

Contato: Revista Khronos – CHC/USP
Av. Prof. Lineu Prestes, 338 – Térreo
Cidade Universitária – São Paulo – SP
CEP 05508-900
e-mail khronos.revista@gmail.com
telefone (11) 3091-3776

Capa deste número: autoria de Camilie Cardoso, a partir de ilustração contida em *Le diverse et artificieuse machine*, de Agostino Ramelli (Paris, 1588).



SUMÁRIO

Editorial	I
Dossiê	
An Interview with Robert Fox	01
Culturas de ciência e império na Era das Exposições, (Robert Fox)	23
Mary Montagu e a inoculação da varíola na Inglaterra no século XVIII (Marina Juliana de Oliveira Soares)	35
Embalsamamentos no século XIX: segredos, técnicas e polêmicas (Nanci Leonzo, Maria José Saenz Surita Pires de Almeida)	47
A contribuição de George Newport (1803-1854) para a elucidação do papel dos componentes do sêmen masculino na reprodução animal (Natália Abdalla Martins, Maria Elice Brzezinski Prestes)	58
WHO Immunology Research and Training Centre em São Paulo, um marco na história da imunologia na América do Sul (Paulo Henrique Monteiro, Olga Sofia Fabergé Alves, Cristiano Correia de Aze- vedo Marques)	73
História da ciência e interdisciplinaridade: alguns exemplos (Lia Queiroz do Amaral)	89
Fundamentos de uma pesquisa histórica sobre o Instituto Oscar Freire (João Denardi Machado)	112
Breves considerações sobre a medicina tropical no mundo lusófono: o caso das tripanossomíases humanas (doença do sono e doença de chagas) nos primeiros anos do século XX (Ewerton Luiz Figueiredo Moura da Silva)	124
Artigos	
Mecanismo de Anticítera: o extraordinário Cosmos portátil (Beatriz Bandeira)	133
Traduções	
Tentativa de uma teoria da fricção dos fluidos (Leonhard Euler traduzido por Sylvio Reynaldo Bistafa)	145
In Memoriam	
Jorge Wagensberg	189

KHRONOS, REVISTA DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA
EDITORIAL

Este número 5 da *Khronos* reveste-se de uma importância especial, pois nele é apresentado um dossiê decorrente do *Simpósio USP de História da Ciência e Tecnologia*. Tratou-se de evento ocorrido em 13 e 14 de novembro de 2017 no campus Butantan da Universidade de São Paulo, organizado pelo CHC - Centro de História da Ciência em conjunto com o IEA - Instituto de Estudos Avançados da USP, e que contou com o apoio de entidades externas (Instituto Butantan e IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas), além de unidades da USP (Instituto de Física, Instituto de Matemática e Estatística, Instituto de Oceanografia, Departamento de Música da Escola de Comunicações e Artes, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas). Com uma participação de público além da esperada, apresentaram-se uma centena de comunicações orais vindas de 17 unidades da USP, inclusive de *campi* do interior do Estado de São Paulo. Os temas de fundo histórico foram bem variados e versaram sobre fontes e metodologia, medicina e saúde, história da ciência e ensino, filosofia da ciência, divulgação científica, políticas de ciência e tecnologia, ciência e religião, instituições científicas e técnicas, astronomia, física, matemática, biologia, geologia, psicologia, antropologia, direito, economia,

O congresso teve uma conferência magna proferido por Robert Fox, professor emérito da Universidade de Oxford e especialista mundialmente conhecido por sua produção em história da ciência contemporânea. O tema apresentado foi “Culturas de ciência e império na Era das Exposições”, em que discutiu a auto-construção de imagens de progresso por organizadores de diversas exposições internacionais nos séculos XIX e XX, bem como como esses ícones dialogavam com a sociedade e entre si. Durante a semana do evento, Robert Fox concedeu uma longa entrevista para o CHC e o IEA, ocasião em que discorreu sobre sua trajetória pessoal dentro da história da ciência e suas instituições, além de fazer considerações oportunas e de grande atualidade sobre este campo nos últimos cinquenta anos. A entrevista e a conferência abrem o dossiê referente ao Simpósio.

Foram selecionados alguns textos de trabalhos completos do evento para este dossiê: Marina Soares trata de Mary Montagu e a vacinação contra a varíola na Inglaterra do século XVII; Nanci Leonzo e Maria José de Almeida discorrem sobre tema pouco frequentado, o do embalsamamento de cadáveres no período imperial brasileiro; Natália Martins e Maria Elice Prestes expõem a contribuição na primeira metade do século XIX do embriologista inglês George Newport para elucidação do papel dos espermatozoides e do líquido seminal na reprodução animal; Paulo Henrique Monteiro, Olga Alves e Cristiano Monteiro, da equipe do Butantan dedicada à história da ciência, contam a trajetória do Centro de Pesquisa e Treinamento em Imunologia de São Paulo, ligado à Organização Mundial de Saúde; a interdisciplinaridade da história da ciência aplicada ao ensino de ciências naturais, em especial física e química, é ressaltada por Lia do Amaral; João Machado apresenta aspectos econômicos e culturais ligados ao Instituto Oscar Freire de Medicina Legal, da USP, na primeira metade do século XX; fechando a parte temática desta edição, Ewerton da Silva trata da medicina

tropical nos países de língua portuguesa, focalizando especificamente as doenças do sono e de Chagas no início do século XX.

A seguir, esta edição contém texto de Beatriz Bandeira sobre o “Mecanismo de Anticítera”, espécie de complexo e engenhosos planetário grego cujos fragmentos foram descobertos em 1901 nos restos de um naufrágio ocorrido no século III a.C., e que vêm suscitando pesquisas apaixonadas.

O famoso cientista suíço Leonhard Euler (1703-1787) exerceu desde o século XVIII uma influência duradoura nas pesquisas de física e matemática. Sua intensa atividade de correspondência com sábios de sua época lhe trouxe notoriedade, de tal forma que em matemática o século XVIII foi chamada de “Era de Euler”, graças às suas contribuições em cálculo infinitesimal, funções complexas, teoria dos números, cálculo variacional, geometria e outros assuntos, juntamente com suas aplicações da matemática à astronomia, mecânica e óptica. É menos conhecida sua faceta de tecnólogo, exercida principalmente em projetos na Academia de Ciências de São Petersburgo, em que se consagrou à geografia, artilharia, navegação, construção naval. Dedicou-se também às máquinas hidráulicas e são deste gênero suas publicações de matemática aplicada a líquidos e gases, em que desenvolve a hidrostática e hidrodinâmica, incluindo-se o ensaio sobre o atrito nos fluidos, publicado em 1761 e que aqui se apresenta, em tradução direta do latim por Sílvio Bistafa.

Fecha a edição uma breve referência ao espanhol Jorge Wagensberg, que esteve por diversas vezes no Brasil, e cujo falecimento ocorreu recentemente em Barcelona.

Gildo Magalhães, Editor

Dossiê – Simpósio USP “Construindo diálogos interdisciplinares”
ENTREVISTA

An Interview with Robert Fox¹



Professor Robert Fox

Photo by Leonor Calasans - MEDIATECA DO IEA/USP

Professor Robert Fox is a leading British authority in the history of science. His many books include more recently: The Culture of Science in France, The Savant and the State, Science without Frontiers. These examine in-depth science, culture, and politics in France from the eighteenth century until World War II. He also coedited the widely used Oxford Handbook of the History of Physics. In 2006, he received from France’s Ministry of Culture the title of Chevalier des Arts et des Lettres, and in 2015 he was awarded the prestigious George Sarton Medal.

Robert Fox got a B.A. in Physics from Oxford University in 1961, and changing to the field of history of science, a D. Phil. from Oxford’s Faculty of History in 1967, supervised by the well-known historian Alistair Crombie. His thesis was about the study of the thermal properties of gases in relation to physical theory, from Montgolfier to Renault. He taught at the University of Lancaster between 1966 and 1988, first as a Lecturer, and later as Full Professor of History of Science. Between 1986 and 1988 he lived in France, where he was director of the Centre de Recherche en Histoire des Sciences et des Techniques (CHRST) at the Cité des Sciences et de l’Industrie (La Villette) in Paris. Later he was assistant director of the Science Museum in London, and in 1988, he became a Full Professor at the University of Oxford, retiring from that position in 2006.

Subsequently, Fox has been a visiting professor in several universities in the USA, as Johns Hopkins, East Carolina, and Oregon State, as well as at the Czech Technical University in Prague. In 2013, he was the Distinguished Fellow at the Chemical Heritage Foundation, in Philadelphia. He served as president of the European Society for the History of Science, which he helped found in 2003, and also as president of the International Union of History and Philosophy of Science. Between 2008 and 2014, he edited Notes and Records, the Royal Society Journal of the History of Science.

¹ Transcription of interview by Raiany Oliveira, and final editing by Gildo Magalhães.

The following interview with Professor Fox was conducted by Gildo Magalhães at the University of São Paulo's Institute of Advanced Studies on November 16, 2017, with the participation of Raiany Oliveira, Flávio Magalhães, and Sara Albieri.

Gildo Magalhães (GM): Professor Fox, you have just participated in a symposium of history of science and technology at the University of São Paulo, which was intended for researchers, professors and graduate students of this University. What was your general impression on that?

Robert Fox (RF): I thought it was an extremely impressive event. I thought the number of people attending simply was a testimony to its success, but the most important thing was the quality of engagement. The questions and the engaged interaction between speakers and people in the audience was really impressive, and also, my sense is that you've created a very strong *esprit d'équipe*, as they say in French, and I think that's important that you've got good relations between professors, students, outsiders, people who come from outside the university, so it was a very impressive occasion and it was an honour for me to be involved in it.

GM: You also participated in the Brazilian Society of History of Science (SBHC) National Conference, in Belo Horizonte (2014). At São Paulo University, this was only a local event, but at any rate we are here trying hard to develop history of science and technology, not at the same level as a country which has that for almost 100 years as the UK. Would you say that you see signs of increasing interest in this field in Brazil, perhaps also linked with your knowledge of other Brazilians abroad?

RF: I would have thought there's no reason for you to feel that this is a lesser exercise, I mean it seems to me that the attendance in Belo Horizonte and the attendance this week were testimony to the fact that history of science is doing very well, that must be the case and my impression of the meeting in Belo Horizonte was very similar, namely for many people there were good interactions, good relations between what you might call the senior people and the students, and I think that is so important. Here certainly you have managed to create that sense of a community in history of science. I thought the exchanges were respectful, incisive but respectful, and you cannot ask for more.

GM: We know that you have changed your view on the history of science. Could you tell us something about your personal motive for such a change?

RF: I think my background was somewhat unusual, in the sense that my intention originally with regard to university was to study ancient languages, so my sort of background was very much in Greek and Latin. I had always been interested in science, and there was the opportunity, which was very unusual, and it was very short-lived in the mid-1950s, to take an extra year between school and university in which you would sort of refashion yourself in the sciences, so that's

what I did. After sort of getting the qualification for university entrance in ancient languages, I then took this year, which was an intensive year of maths, physics, and chemistry, and then I went to Oxford as an undergraduate. I actually had physics, so that meant I think in a way I always had this sense of a dual background. Although I read physics in Oxford, I rather felt always that I wanted to do something that might bring the two together. I never knew what that would be, it went off, and I taught physics in the school for a couple of years, and then discovered by chance there was this wonderful subject, history of science, I discovered that actually you could study it seriously at university. So I went back to Oxford, and just felt that I had brought together these two elements in my background, so that's how I saw it at the time.

GM: And was it easy to find a supervisor?

RF: It was difficult, because I had been an undergraduate at Oxford, so sort of almost inevitably drifted back to Oxford, and it was the easy solution, in a way. There was only one historian of science in Oxford, and that was Alastair Crombie, who was a medievalist and he supervised my thesis, even though I was working on 18th and 19th century theories of heat.

GM: So, despite very interested in Latin and Greek you never went to the old passion...

RF: Oh, no, no, that's true, in that sense the story is not quite as elegant as it might be...

GM: And you'd say you took the right decision at that time?

RF: Looking back, it was a miracle that I found the history of science. Oh yes, it was for me on this question the right thing to do.

GM: Because it's interesting that many people here, who had never heard of history of science, when they discover it, and it has to be a discovery because there are almost no undergraduate courses on that, then they say "well, why had I never heard of it?"

RF: That is exactly my feeling. Nobody told me about the history of science, otherwise I would have been converted, if I can say that, much earlier, but anyway I did find my way, went back to university, and did the doctoral thesis in history of science, without any master's degree, I hasten to say. I mean, there wasn't such a thing, and really having a background in science, in physics in my case. I think that was seen as quite enough, quite sufficient to begin doing history of science. So, I never did any general courses or anything like that, and just started doing the thesis and that's how it was, it wasn't exceptional in my case, the few other people who were doing history of science would have begun exactly in that way, but we are talking belong a time ago, this is 55 years ago now.

GM: We have here what is called the direct PhD, which does not need to go to masters, but it is not the usual way.

RF: No, it would not be in England either. I can't imagine anybody now starting on a doctorate without having gone through a master's program, but that's fairly recent, certainly in Oxford it's now compulsory, but it's only been compulsory for the last 15 years or so.

GM: Do you think that a person can change easily from the hard sciences, and become a historian?

RF: It depends on what sort of history you're doing. I think, if I could be autobiographical, the work that I did in those early years had to do with theories of heat in the 18th and 19th centuries, and I really think that what you needed was some command of the relevant physics, but it never occurred to me at the time that I needed particularly to contextualize what I was doing. I mean, I was conscious that the great figures, Laplace, Sadi Carnot, and so on, taught in a particular social and educational cultural context, but the wider context I don't think I really thought about very much. That's just not how you did history of science in those days, it was not very much the case, and I saw it that way. I think Crombie saw it that way, as being the core activity, it would be something like what the French called *l'explication du text*, you would engage in a detailed analysis of the text, and that would be your core activity. Of course, you needed to broaden out from that, but that was the essential activity and that's how I conceived history of science in those early days and I'd have to say, Gildo, that for what I did, it was this quite technical sort of history, I'm not sure that I needed all that much context, to be honest. I think, if I was doing it now, I probably would be looking more actively for context, but I am not sure I needed it at the time for what I was doing and for the problems I set.

Flávio Magalhães (FM): Good morning Mr. Fox, I have a question, a more theoretical and general question; it's about science in general. The hard sciences have scientific statute, and history nowadays doesn't have this scientific statute, so which contribution do you think that history of science can give to this more general problem between science, the hard sciences, and history as a science?

RF: Well, I think history of science has a potentially very important role to play there. We have two problems as historians of science: one, is to persuade our historian colleagues that this is an important bridge that they need to make; and also to persuade our science colleagues that they, and their courses, would benefit - and I'm not sure what they're doing of science would necessarily benefit, but certainly their teaching would benefit - by having this injection of history of science. So, in a way you might say that history of science might help historians at least to think about the possibility that their work is a science and also perhaps persuade the scientists at least to think about the possibility that their work is more humane, if I can use that word, rather

than exclusively, rigorously scientific. But yes, I think we have a very important bridging role and I just hope that we will play that role more and more energetically as the years go by.

GM: I think that one question deriving from that is whether history is a science.

RF: Yes, it is a science, and looking back at the way history has been written, I think whenever it's become too much of a science, the result has often been pretty bad history. I would say: yes, a science, but one that constantly needs to be tempered by the more humanities-related approaches. I don't know whether you want to make a distinction between science and social science. I mean, I could be quite open to the idea that it's a social science, I'm less confident about it being in some other sense "science".

FM: Can I make a comment? I think the problem is that when you consider history a science it needs to be as scientific as the hard sciences, to have the laws and have that strong core, but I don't necessarily see that history needs to have these laws so strongly firm.

RF: But do you feel that in history of science we do need laws of how science has evolved and evolves? Is that where you'd want to end up?

FM: No, no, I think the problem is that history is not considered a science because it doesn't have laws like the hard sciences, although the hard sciences are historical sciences, they are firmly grasped within the historical context, they are not lost floating around, and the problem is that history doesn't have this way of doing things, different from the hard sciences.

RF: I concede the problem. I think I've always been somewhat suspicious of history which is founded on, or claims that there are laws, and there are some sort of predictability about history. It may be there is an element of predictability, but I think that the historical context is so complex, and so sort of universal somehow, that the laws... they might have a heuristic value. I mean, the thought that there is a law of economic development, or something like that - it's a question worth asking, but I think the danger is that you might want to somehow turn that law into a fact, whereas I think I would want it to be a way of formulating a question. I mean: "is there a pattern of development, or something like that?", but I don't think we can ever arrive at it. I think that's what you're suggesting; we can never arrive at a law, a scientific law of history in the sense of the hard sciences.

GM: Well, in a way Auguste Comte thought there would come a day when we would discover such a laws.

RF: Yes, yes.

GM: In the present, there are quite a number of historians, sociologists and others with background in humanities, who do work in the field of history of science and technology. Previously, we had more chemists, physicists, biologists, geologists that would investigate their own field history. What are the implications you see in this contemporary trend, I mean, this change from the physicists' history to the historians' history?

RF: I think it's transformed the whole subject; you've only got to look at the journals to see the effect it's had. I think that there are advantages in this. Undoubtedly, it's enriched an awful lot of historical discussion, and so I think I'd welcome it on the whole. I think there are dangers for the history of science, for certain areas that clearly do demand a command of the scientific content are increasingly getting neglected, and they're falling out of what you might call "the mainstream canon of history of science". In a way, I still have a sort of vestige of being historian of physics, and I think one thing that does worry me there is that the history of modern physics now is no longer the sort of thing that would be taught to history of science students at the Masters level, and the research in that area will increasingly be left to scientists. It may be that will be a good thing, and if you're talking about the history of modern physics, they are the only people who can really talk about it with authority. I think it does present a challenge for us, and that would certainly be true in the history of, for example, biotechnology. I think again you do need a command of the scientific issues in order to say something that will have authority. Now, maybe it's okay then to leave it to practicing, or perhaps retired physicists, biochemists and so on. I think that is an open question, and the way forward may well be one that a French colleague, Muriel Leroux, has been developing in recent years, and that is what she calls *compan-ionage*, you put together what you might call a trained historian with interest in the modern period, and with some command of the of the scientific issues, and that person should work with a practicing, or recently practicing scientist, and that might be the only real way forward that we can keep the history of very recent science in the domain of what you might call history of science, globally.

GM: Yes, teamwork would be good, but in my experience, I see that many history students, when they want to do history of science, they start at least studying some science, so that they are not completely outsiders.

RF: Yes!

GM: I have had good experience, I mean, they may not command that field, but they know enough to investigate the main historical questions.

RF: I think that is enough. I mean, if they come from a humanities history background and they're willing to, you know, sit down and just engage seriously with the science, I think that's fine, but when it gets to the cutting edge of the science then I think they do need help, almost certainly they're going to need help, I would have thought.

GM: Well, even the scientists need it...

RF: They need help too, yes.

GM: Now, a very general question: how do you see the relevance of the history of science and technology for society in general?

RF: I think we have a duty to make our stuff better known. The *History Manifesto* has really raised that issue, its thrust was that we're not talking, as they say, to power, i.e. to decision makers in government or in industry or wherever, and I think that we do need to improve our act in that respect. I don't think the *History Manifesto* is entirely relevant to what we do, I mean, there may be a problem in general history that we don't particularly have. The thrust of the *History Manifesto* was that we should do more *longue durée* history. I think that in history of science we do have a very good record of doing it. There was this suggestion in the *History Manifesto* that microhistory was somehow a bad thing, well, we do a lot of microhistory in history of science and I would have thought some of it has been a very good thing. We've been able perhaps not to cover long periods, so in that sense it's not *longue durée*, but we have managed to raise issues of general interest that are relevant to other periods, other disciplines, and so on. Well done microhistory has actually been a very productive field and if there's some content or some conflict between *longue durée* and microhistory, I think that's dangerous, because we can do both, not at the same time, but our discipline ought to be doing both, and I don't think our mission as historians of science is particularly to speak to power. That strikes me as probably somewhat politically motivated, but I think we do need to speak to society much more, and there are historians of science who've managed to do that. In Britain though, what I do notice is that when some issue is raised that has a historical dimension, the media soon will tend to turn to scientists rather than to professional historians of science for comment. I think we've just not sold ourselves all that well.

GM: But should history of science speak to the scientists?

RF: Oh, it should! That said, it should speak to the general public, but I think one thing that's happened particularly since this big change in the history of science since the 1970s is that we've increasingly lost our access to the science community. I can only speak about Britain, probably about the USA, and I would think in both those of the Anglophone world that has happened beyond question, and the scientists have just not really recognized what they do in what we describe. This is a big problem and a challenge for us in the history of science. If you ask a practicing scientist you know whether he/she would appreciate the sort of rather sophisticated sociological, anthropological, psychological analyses we offer now, whether he/she would see his/her activity in those analyses, I think the answer would often be absolutely not. Now, that might, and I know in some cases it would, reflect a refusal on the part of the scientific community to engage with the sort of issues we address in the history of science, but I do think that we have

a responsibility on our part to make what we say accessible, and not to shroud it and protect it, conceal it in jargon which is only of interest to a few other historians of science who happen to be in the same school of thought as the author, and it's become a very sort of excluding mechanism.

GM: So, in this way, the *History Manifesto* would apply.

RF: Yes, exactly. Perhaps not speaking to power, but it would be important namely speaking to decision-makers, and my feeling about history of science is that our students, for example, should be ready to engage certainly on the public scene with debates, they should be more willing to, perhaps, write accessibly and write well. I think that's another thing, you know, to write attractively, but also to be present in decision making itself. I remember one really striking case we had in Oxford, one of our graduate students who having done the D. Phil., what we call the PhD, in history of science, then joined the Treasury, which is the Ministry of Finance. Somehow, I feel that's really potentially quite constructive, that you have somebody there in a probably very influential position in a few years' time, who has this background - who knows what it might lead to?

GM: What are the prospects for a historian of science in Europe and the United States nowadays? I mean, in terms of career, salaries and others benefits.

RF: Well, they're not good in Europe or in the US, so the answer is that, in the sense of going on to a traditional academic career, of the kind that you and I have pursued, no, the chances are not rosy at the moment. I think that perhaps it comes back to what I was saying about our speaking to the wider public. Student historians of science, perhaps, should be thinking more widely about career options afterwards. There are career options other than purely academic life, and maybe in the training we give to historians of science, perhaps we ought to think a bit more about preparing them for other lives other than our own, so to speak.

GM: Could you think of other careers as an example?

RF: Well, I could think of, certainly, science communication, museum work, for example, certainly administration. I mentioned the case of somebody who went on to the civil service, why not, you know? People who have done history, straight history degrees, they go into the civil service, why cannot our people do the same? And after all, our people do bring a sort of another culture, they bring a science culture along with them, but in communication, media, journalism, that sort of thing, there are opportunities, and I think history of science is a good foundation for that sort of work.

GM: Coming back to the field of history of science *per se*, how do you see the recent trends in methodology, theories and ideas of history science, particularly all those “isms” like “sociologism”, “relativism”, and so on?

RF: I think they've revitalized history of science over the last 40 years or so. So, I'm entirely in favour of them. My only worry about methodological debate, historiographical debate, is that I prefer to see it as preparing the tools for writing history. What I always used to say to the graduate students in Oxford was: the methodology should be a sort of scaffolding that will help you to formulate questions, perhaps, to have ideas about possible solutions, and so on. But I'd like to see this gap when the work is done, namely the work which is writing history, I would like to see the scaffolding taken away and become at least something more discrete. I just have the slight feeling at the moment that historiographical discussion has been aimed at, or has resulted in, people feeling they have to join a particular school, whereas I feel that what we should do with graduate students is to present a broad menu of methodological options, and really just say: well, you will need some of these, you'll need different options for different problems, so choose your problem and then go to the menu and use the bits that will help you.

GM: Maybe even choose several.

RF: Yes, I know there was a more and more eclectic approach rather than belonging to a particular team or a school, that is where the danger arises. I would be for openness and toleration.

GM: Well, that brings us to another related problem, which is “Sources”. Can you tell us something particularly about sources for the history of science and technology?

RF: That has been transformed within the last 15 or 20 years with digitization and that sort of thing. We're now drowning, or we potentially drowning, in sources, and I think that is a new challenge, you know, how do we navigate, now that we have so much material to go at. The more sources there are, it must be good, you cannot argue against having more and more sources. I just think the move towards the digital world needs to be controlled, managed, and reflected on - for example, there is a danger in just putting huge amounts of material online. Now, you could argue that is good because it is up then to the recipient to decide how he or she will use the material. I just hope at the same time we can preserve the great editions, and particularly editions of correspondences, and so on, which I think is still so valuable. I hope we don't sort of move to a position where we say: so long as the material is available online, we can then forget about it. I'm thinking of that because of a new two-volume edition of the correspondence of Magellan [João Jacinto de Magalhães], the 18th century physicist, which has appeared very recently. There was a very scholarly edition, with very helpful notes and so on, and I think there's a critical apparatus there, which is something worth preserving. As you could imagine, in a new world, all those letters could have been just put out online without any sort of controlling spirit. Of course, the control can become excessive.

GM: Yeah, but will there still be room for the old-fashioned way of going to archives? Because there's a cost for digitalising and not everything is digital.

RF: No, that's true. I think there will be, and I do sort of worry about the profession of the archivist, you know, to what extent this will change, I think this could become a very different activity. One thing on sources, I would say, is that I'm very concerned about the neglect at the moment of the papers of modern scientists, and I think we do need to reflect on how we're going to handle that. In Britain, we had quite a good system going back 20 or 30 years, and if we had a major scientist, the papers would be sent to an archiving centre, and they would then be archived, inventoried. It was probably at a fairly elemental level, and then they would be deposited in the most appropriate centre, it might be the Royal Society, if it was a fellow of the Royal Society, it might be a new University or somewhere else, and that worked very well, a lot of personal archives of scientists were preserved, and at least roughly catalogued in that way. Now, the funding for that has disappeared, and nobody seems to really feel that's been a great loss, yet I think it has. An awful lot of science that's been done, that's the other thing I feel about the history of science, all the work on the early period, medieval, early modern and so on, if you look at just the amount of sciences, there's more being done today than in the whole of history before.

GM: That's right. I've seen some trends like corporations hiring archivists and some of those corporations are scientifically-oriented, in the sense that they have research and these archivists; they may also be a gate to the development of certain products or certain technologies. In this sense, there's maybe more attention to the archives of technology, then to the archives of science.

RF: Yeah, I think company archives really have improved enormously. I suspect scientific archives, the archives of scientists, they do present more of a problem, but company archives, yes, when it comes back to, you know, careers for people trained in history of science, why not that sort of work? Because it can be extremely creative, and it's certainly valuable and worth doing.

GM: My next question has something to do with this, because you have been active in both history of science and history of technology. Is there a conflict or a cooperation between those two?

RF: I'm sad to see that there is something of a conflict. If you look at the American situation you know people who go to the meetings, the annual meetings of the History of Science Society will not necessarily go to the meetings of SHOT, Society for the History of Technology, and I think that's rather sad. Again, it all depends on what your problem is, what your area is, but if you're looking at the history of fairly recent, say 19-20th century technology, electrical technology, both you and I have worked in that area, then it's very hard to make a division between history of science, history of physics, on the one hand, history of electromagnetism, on the one

hand, history of the area of transmission lines and so on, and the history of technology on the other. I think we need to keep the two together, but the fact is that the two communities are not all that much together, they might find some common ground here and there, but I don't think they see themselves as doing the same thing. I feel we are historians and that somehow we ought to be able to turn to history of electromagnetism, transmission lines and all that sort of thing. You know, to be historians of technology in the sense that we know about, we would be willing to study installations, distribution networks in towns and that sort of thing. In the ideal world, we should stay together, but we're not staying together all that well at the moment.

GM: To be like Lord Kelvin.

RF: Yes, you see, there's a wonderful example, what you call him? You know, he's many things, he's a physicist, and obviously a major physicist, he's a major engineer, he's a businessman as well.

FM: About this problem of history of technology, nowadays we use all kind of devices without knowing what's behind them, how they function and I want to know what you think is the importance of the history of technology in this sense, and if the history of technology can disclose the social relations that lie behind these devices.

RF: I think the history of technology is very good at that, history of technology well done can reveal things of that sort, precisely that sort, that are very hard to unravel if you just look at the present situation. I think that's true of history of science as well, in a sense in which, if you go back in time, the issues can be more clearly defined. The issues on the whole are, you're not supposed to say that these days, but I think the issues aren't just a bit simpler if we're looking at the present time alone and the history of technology, that would be manifestly the case for me. I think by reading the history of technology, you'll gain some really serious insight into technological development today, and if I can just cite one of my favorite examples in that field, it would be Thomas Hughes' book *Networks of Power*. You know, that book is about electrification in the West, in USA and Europe, mainly in the 19th century, early 20th Century, and I think you can see the issues there, he takes three cities in particular: Chicago, Berlin and London. If you look at the way that electrification happened in those cities as described by Hughes, you can see the sort of issues that must be pertinent today about investment and civic interest, political conflicts coming into play, and I think of a somewhat more straightforward situation. If you look at Chicago, or you look at London, or you look at Berlin, it does raise issues that ought to be in your mind when you're thinking about technological development in our own day.

FM: I agree because, I think it's a contradiction: the more technology nowadays is useful and present in our lives, the less we know about it as we know how it functions, and we do not have this concern. I think it's a contradiction.

RF: You're right, the technology is impenetrable. The technology itself is impenetrable and the decision-making about it is even more, so you're right, and we do need to be more reflective about what's going on in our own time.

GM: Now, going back to your personal life as a historian: can you tell us something about your main topics of research, which, I understood, was French science from the 18th to the 19th, 20th Century, and more recently, scientific cosmopolitanism versus nationalism?

RF: I didn't really set out to be a historian of French science and technology, but working as I did initially on theories of heat and early thermodynamics, it was plain as day that the key figures in those early days were predominantly French, as Laplace in mathematical physics, Sadi Carnot, more in engineering and in physics. They were major figures and, of course, there were other major figures as well. I sort of drifted into the French world, I wouldn't say by accident, but just I was led along in a way into that world, and I've always felt I wanted to talk about science in France rather than French science, because French science would imply that there was something distinctively French about the science. I mean, science I always wanted to feel was international, but of course it took a particular form when it was pursued within the structures, the social structures, the economic structures, the finance structures, university systems of France, as opposed to Germany, for example, or Britain, or America. So, in that sense, as I said, I wanted to talk about science in France, but also to keep open always this idea that science was a transnational, supranational, cosmopolitan activity, which then took forms because inevitably it's going to be fashioned in detail by the structure, by the national structure, which is implanted. In a way, moving towards more, as I've done in recent years, more towards cosmopolitanism and science internationalism, it's been, perhaps in a way, looking at the historical question of how does a cosmopolitan, transnational or supranational activity, how it is pursued in what's inevitably a national context.

GM: When there was such an intense rivalry between France and England, or France and Germany, science in France became also French science, and do you see any such a trend nowadays?

RF: I would say that one of the most dangerous things that happened in the history of science I would associate with the First World War, and I do feel that there was a dramatic transition between before 1914 and after 1918. There really was a genuine attempt to treat science as an activity that transcended national boundaries. That's the age of international congresses, and an awful lot of communication between scientists, of a feeling that they really wanted. They should get beyond their national traditions and national boundaries, and what happened after the First World War is what you might call a *national turn*. I think that science became somehow an arm of the state, it became partly national property, and I that's when perhaps you really do have to begin talking about a German science. Of course, in the 1930s there was an attempt, an explicit attempt to create a German physics. Philipp Lenard's great textbook of physics in the mid-1930s was entitled *Deutsche Physik*, and his preface says quite clearly that Jewish physics,

meaning relativity, quantum mechanics, modern physics as we now call it, that can't form part of German physics, so there is a sense in which it has happened in the past. You have the Ly-senko affair in the Soviet Union, and I think it is a fact that now science is seen as part of the state apparatus, there is a danger there, and scientific communities have to fight against it. On the whole, my sense is that they do fight against it quite effectively, but it's a danger that's always there.

GM: You had an intense activity as editor for the Royal Society, of *Notes & Records*, their scientific journal for history of science; can you tell us something about this experience?

RF: Yes, I came to that rather unexpectedly. I had entered a journal, the British Journal for the History of Science (BJHS) in the 1970s. After that experience, I said I would never, ever edit a journal again, but, anyway, it happened, and I saw that as a slightly different experience. BJHS in the 1970s was part of our attempt to promote history of science, I hesitate to say as a discipline, but certainly as a recognizable activity. It had a professionalizing mission. *Notes & Records* I saw in a very different way. It had always been edited by a fellow of the Royal Society, therefore by a practicing scientist ever since it began in 1938. The Royal Society was anxious about this, because its other journals like *Philosophical Transactions*, the *Proceedings of the Royal Society*, and so on, those journals were deemed to be among the top journals internationally in their various fields - it might be physical sciences, life sciences or whatever, but the *Notes & Records*, they felt was not recognized by the history of science community at the top level. Most of the articles had come to be written by scientists, or recently active scientists, so what they wanted was to have a professional historian of science editing the journal. Now my feeling on doing that was that we should try to avoid it becoming another professional history of science journal. We have lots of those, and my feeling was that we should try to show how history of science was done at the highest level, in terms of quality of writing, quality of research and conceptual sharpness, but accessible to a wide community, in particular the community of scientists. I had this sort of mission, but somehow by professionalizing history of science we have turned our back, or we risk turning our back, on the scientific community, so what I tried to do as editor of the journal was to encourage stuff that would be readable by scientists, that would probably have pretty tough scientific content, if that's what it required, but would certainly not have the sort of jargon and the in-talk that have become so common within the history of science, and I think, on the whole, we managed that.

GM: Are there any other attempts of that in any other countries, like France or Germany?

RF: Do you mean to make the writing of historians of science more accessible particularly to the scientific community? I think it happens in France, certainly it happens in Britain too, and in the US. You do have historical sections within the scientific professional communities, so the Royal Society of Chemistry in Britain will have a pretty active history of chemistry group. In France the Société Chimique de France will have a group d'Histoire da la Chimie. So, I

think there has been a forum where scientists engage with historians of science, and so long, that's been very well worth doing.

GM: Did you enjoy your activities of editing compendia, such as the *Oxford Handbook of History of Physics*?

RF: I could say I enjoyed it, yes. It was part of the same mission, in a way. The idea was to have examples of historical writing. We couldn't cover the whole of physics, obviously, but we took key episodes in physics and asked people to write about them in an accessible, but authoritative way, and I must say, as a publication, it's actually been quite successful in the sense that it sells. I've never had any of my publications sold as nearly as well as the Oxford handbook. Oxford University Press is very keen to have more, they would now like an Oxford Handbook for the history of modern physics, but it's interesting, going back to one of your earlier questions, that I did explore that possibility, but finding authors who would write in the right sort of way, and be willing to do so, that wasn't easy at all, so that idea was somewhat abandoned.

GM: Another activity of yours was in scientific societies, you had a leading role at the European Society for the History of Science, the British Society for the History of Science and the International Union of History and Philosophy of Science. How do you see, presently, your past activity in those fields?

RF: I got involved because, having worked in France and, to some extent, in other countries as well, I was conscious of the different ways in which history of science was done in different countries. There were different reading habits, there were different citation habits, there are clearly linguistic problems, barriers to be overcome, and so on. I felt that with that sort of society, particularly I'm thinking of the International Union and the European Society for the History of Science, in those two cases the mission that we had was to somehow try to overcome these barriers and make communities of historians of science talk to one another more readily. Whether we've succeeded I'm not sure. I think we have made some progress, but there's an awful long way to go, so yes, let's cross these boundaries - not only, you know, we talked earlier about crossing of boundaries within science - but there are boundaries within the history of science too. That certainly struck me, particularly I think working in France and working on France, the habits of citation, particularly, there's a sort of rather predictable circle of sources that are referred to, and that's true of Britain as well, I don't want to suggest that it's a particularly French thing, and of course in Britain, and probably in the US, we don't read foreign languages, and that is a problem, so I was conscious of a lot of work being done in France that was not reflected in British historiography. I think things have got somewhat better, but we're still on a long way to go.

GM: It certainly is a barrier here for Portuguese-speaking historians of science to write in English, and to be accepted by those major international journals, and we would probably need some help to get over this.

RF: I wasn't the editor, but I was somewhat involved with *Annals of Science*, this is going back perhaps 30 years now, and we did have a system: we created a fund that would allow people who wrote in French, for example, or German, they could send their article in their language and we would pay for a translation and that was particularly directed at the French and I think we had that system up and running for two or three years - we had not a single application. It was very disappointing because it was well-intentioned, but it just didn't work, and again it's something sort of cultural, there was a barrier, it wasn't just a linguistic barrier, there was something else preventing that. You'd have thought it would be a very attractive possibility for a French scholar, but it didn't work.

Raiany Oliveira (RO): In relation with this, we are talking about on how the history of science is done in Britain, how do you see this is going to be done, which are the trends on history of science and technology in Britain nowadays? May you comment with us briefly?

RF: Yes, generally, where is it going, I would think we are still in this, what you might call the sort of "social science approach" and I think that's probably still going to last for some time to come. You'll find a broadening of the sciences that are being considered, certainly an increasing interest in the history of the human sciences, that is very marked. I think also we are very caught up in Britain, and that's probably true internationally, in global history, and it comes back a little bit to the *History Manifesto* because in a way the people who are promoting the *History Manifesto* are particularly interested in global history. I think there may well be an attempt to really engage history of science in that movement of global history, certainly in Oxford at the moment, in the History Faculty. I would say it's the area that now the University, or the History Faculty, most wants to develop, and I think history of science, if it wants to, could well find a home or find some natural allies within the global history movement, but that will certainly lead us to be doing much more dramatic, much more ambitious topics.

RO: And do you see the same trend in France, for example?

RF: I would think France in a way has almost been ahead of us in that, so we're slightly following in their wake, I would say. I just hope, it goes back to something we were saying before, I would like to think that there will be some sort of renewal on the awesome engagement with the problem of how we write the history of recent science. I really think there is a major problem there, and I know that several colleagues are thinking about that problem: how do we engage, and can we engage as historians the specialized technical knowledge which people with a high-level scientific training really can offer us, and we, on a whole, as historians, don't have it, even if, you

know, we were physicists or whatever a long time ago, I mean, that's a world away from writing about the history of current physics or very recent physics.

GM: England has some very important museums like the Science Museum in London, or the Museum of Technology in Manchester. Do these museums convey an interest in the history of science and technology?

RF: Well, they're divided, they have two missions. One role is, taking the Science Museum as example, to preserve the national historical collection of science, so there's a sense in which we had a historical dimension necessarily for the collection, but we also were developing, when I worked there in the 1980s, a much more pedagogical role. We were trying to communicate the principles of science and technology today, and I think in that respect we were quite successful, particularly with children, and one thing that did strike us, and we saw as something of a problem at the Science Museum, was that our exhibits had this pedagogical role, they were sort of an extension of the classroom to some extent. We could do things better than you could do in most classrooms, but nevertheless, there was that focus on education, particularly educating younger people. The challenge we had was: how can we encourage adults to engage with the sort of things we had on show in the science museum? We always said that the problem, the challenge for a science museum, was that people came three times in their lives, only three times: once at the age of eight, once at the age of 38, when they had their children and then at the age of 68, when they came with their grandchildren. I have been present at all three of those stages myself, and I think the problem is that science museums have not sufficiently become a place that attractive to the adult audience. If you look at the Science Museum, just opposite us we have the Victorian Albert Museum, which is a museum of furniture, clothing, and sort of, you know, art. I suppose you won't see many children there, whereas if you go to the Science Museum, there are children everywhere, and it's a different sort of museum. I think it's wonderful what they do for children in the section, it's really incredibly creative, but somehow we need to engage the adult audience and provide something that will encourage them, as something you were saying, you know, to reflect on science and technology today. They might be attracted, and you've got to use, in any museum, every tool you've got. One attraction is the beauty of some of the objects, we have the George III collection, the King's collection of the late 18th century. Even if you don't know what these instruments do, they're just so beautiful to look at. You look at the Galileo Museum in Florence, that would be the same, the Medici collection, but we need to bring adults in, and I would say, by all means: use the attractiveness of the objects to bring them in, but somehow you've then got to add more than that, to make a museum a sort of place where adults will be, will reflect and somehow debate current issues. I know that now has become a major priority for the Science Museum in London, and I think to some extent they're making progress, but it's a big challenge.

GM: Do you think that with history of science and technology we could engage more, in terms of interest in science, but also awakening the interest on how that developed to become what they see?

RF: Yeah, I think the Science Museum has to try to do that. It is quite difficult and we have had some examples in Britain recently, which have suggested that we are beginning to make progress. History of science, I would say, until the last 10 or 15 years, was seen as a sort of rather esoteric activity outside mainstream culture, I mean, people would know a few names and so on, but now, and I'm moving away from museums, I admit, we do now have skilful writers who are writing. I don't know whether the name Dava Sobel means anything here, you know, with the longitude, that sort of thing, so we have these professional writers who are not historians of science, of course, but they're professional writers. So I think they are making history, bringing history of science into mainstream culture, and only this morning I was listening to a programme on BBC, every Thursday morning at 9 o'clock on Radio 4, which is called *In our time*, and it's a sort of panel discussion, three guests and a mediator. It's interesting to see how often the theme that they choose is in fact a history of science theme. It could be something else, it could be history of politics or something like that, but it's always a historical discussion, and it's very encouraging to see history of science coming in there. It's recent, so perhaps, we're on the way up at last.

GM: you also cooperated with the EDF (Électricité de France), with their attempts to write the history of electrification in their country. Do you see that as a unique experience? Why would France do this? Is it because there is a national pride in their electrification history?

RF: I think there might be an element of that. It's financed by Électricité de France, and of course that means that it's quite an attractive venue for historians of science and technology. I think there was something of a national interest, in the feeling that, perhaps France wasn't as well studied as other countries had been. There also was a very charismatic leader for that activity, certainly the intellectual leader was the economic historian François Caron, and this association for the history of electricity in France owed a great deal to his dynamism. He certainly had this huge project, I think surely you must know the *Histoire générale de l'électricité en France*, and that certainly was his project. In a way, it wasn't nationalist in any distorting sense, but the focus was definitely France, and I think that was why EDF was willing to support it. I got into it, in a way, because I knew François Caron, he knew a little bit about what my interests were. I also got into it because I just do feel that, somehow in the history of science, the French have not been as well represented, as well studied as they might have been. Of course, everybody will know about the Golden Age of French science, from the 1790s to about the 1830s, 1840s, but the later period, on the whole, was rather neglected and certainly in the Anglophone world we think, of course, that Britain and America are the most important places, but we also tend to have an opening towards Germany, for example. I don't know quite why, there are cultural reasons, historical reasons for that, I think, but France has been neglected, and this was a wonderful initiative, certainly, slightly, perhaps, encouraged by the importance of bringing France back into the

mainstream of consideration, but the work they've done is wonderful. It's been very open-minded, increasingly it's opened out from the purely French context, perhaps that's where it did begin, but now it's very international.

GM: We are generally lacking funds for our research, in this context how do you see the importance of places like the Chemical Heritage Foundation in Philadelphia?

RF: Well, we must be thankful to the Chemical Heritage Foundation for what it does. What you can see there is how essentially industrial patronage, I mean that's where the money of the foundation comes from, can change our lives as academic historians of science or technology. We as academic historians, we can work within a context which is, to some extent, mediated, circumscribed by the world of industry and commerce. It's not my world by a long shot, but I think it's a world that we can work within, provided that we don't become too esoteric. It goes a little bit back to this idea that why don't the scientists, as I was talking about earlier, see themselves, recognize what they do in the sort of sociological, anthropological, etc. analyses that we tend to offer them, the same problem of communication. I think within Chemical Heritage Foundation you could have the same problem, but it is a place where historians can work alongside or at least be read by people in the world of industry and trade. I would say, just going back to EDF, I think that was another very important aspect of the work of that association. That senior members, senior people from EDF actually came along to sessions and listened, I mean they're not going to write histories, of course, they've got other things to do, like running EDF, which takes time, but they did definitely show an interest, and I like to think that in Chemical Heritage Foundation that sort of tradition of interaction and openness is there. I hope it is.

GM: What would you say to a young person thinking of pursuing the history of science and technology?

RF: I'd say it's a wonderful pursuit academically. It's enormously enriched my life and my own feeling. It's interdisciplinary; it transcends national boundaries, and so on, and so forth. As to advice I would give, and I suppose, in a way, it was the advice I used to give when I had graduate students in Oxford, is to try to think not only of a career in academic career in research and university life, but think of the other things you could do because, we said already, the jobs and the openings in the purely academic life are very limited, and there's no sign that that's going to change very much. One thing that I suppose is happening is that history departments are now opening up a little bit towards the history of science. It's difficult to put it, but I have seen one or two signs of that, and that would only point to the advice I think I'd give to anybody starting in the game: be as flexible as you can, maximize the number of skills that you've got, that could be in communication, could be writing, it could be speaking, it could be sort of debating at the sort of more political level, it could be moving into administration, and so on. I mean, just realize that history of science, graduate work in the history of science can actually be the foundation for many things, it doesn't necessarily have to be academic life, but you do have to warn beginning

graduate students that the road into academic life is a hard one, and it might even be a closed one, but if you couldn't make it, the intellectual activity is so fascinating, so enriching, go for it.

GM: You mentioned the kind of difficulty for history of science to get its own place into the history departments. Do you think there's an idiosyncratic reason for that? Is it perhaps just “the fear of science” or something like that?

RF: I spent my entire career in history departments, first at Lancaster and then in Oxford, so that's unusual in the British situation, you know, to be absolutely in a history department right the way through. I would say in both places there was great respect for the history of science group somehow implanted within the department or faculty, whatever you call it, but there was always the feeling that we historians of science were somewhat different, and I think one thing I always hoped to do, both in Lancaster and in Oxford, was to show that we're not different. We're historians like the rest of you, but I don't think we ever fully persuaded our history colleagues of that, and you have to somehow persuade them that science, after all, science, technology, and medicine, they have been very major forces in the history of the world, and that they ought to see the history of science, technology, medicine as part and parcel of world history. That's quite difficult, and I don't think that we've achieved that yet. One other thing that will happen, and this maybe comes back to the question of openings for people trained in the history of science - what I do foresee happening, and it's certainly happening in Oxford - is that an awful lot of very good history of science is being done by people who would not bear the label historian of science. We have some very interesting work going on in the English Faculty in Oxford, so these are people who don't have a science background, but they're certainly engaging with science. At Lancaster there's a current project for editing the letters of Humphry Davy. Again, it's coming out of the English Department, because their starting point is Romanticism, and that sort of period, and Davy emerges so obviously from that world, so they have to do what you were saying earlier, Gildo, they have to sort of sit down, and learn about Davy's chemistry, but at least it's not like learning about quantum chemistry, or something like that - he wrote poems...

GM: I've seen that in the United States too, many studies come from the literature department, but they impinge directly on the history of science

RF: Yeah, well, maybe we have to accept that history of science can be done, at the very highest level, by people who actually do not have the label historian of science, and have probably not gone through a graduate program in history of science. Certainly, if you look at the Davy project, I'm somewhat well aware of what's going on, I still have quite a lot to do with Lancaster, certainly what's happening there is the people would not recognize themselves as, if you like, professional historians of science, but they're doing history of science.

SA (Sara Albieri): I would like to hear professor Fox on one comment or two, maybe. What you have just said about historians and their attitude towards history of science, I would make an analogy with the history of ideas, intellectual history. It's also not a very legitimate research in history departments, if you do it from an internalistic point of view, that requires reading the texts and recovering their immediate intellectual context, but living in low-key political contexts, or other wider broader situations that would be more familiar to historical research, of social institutions and political institutions, it's also interdisciplinary because of the internal reading of the different traditions in intellectual history or history of ideas, it's supposed you might follow the texts with medium expertise. If you are talking about, I don't know, lots of philosophical texts or texts in different scientific researches or even literary movements, you have to reach the resources of other expertise to accomplish your task in a more complete or competent way, and also historians have been leaving, for some time now, the research in the history of ideas to the specific fields, at least among us. Here in Brazil, for example, who has been doing the history of philosophical movements? Philosophers, if they feel like it. Who has been writing the history of literary movements or ideas in law or social thought? Usually the professor that's academically connected to those specific departments also takes this task of reporting the history of the different movements that make their tradition, and when they do history they do poor history. They may understand better what was said in those systems and movements, but they make it through an old-fashioned way of chronological sequence, main names and dates, and nothing else, as exploring the whys and the connections. So, I would like to hear you a bit on that.

RF: I think you're right, that if you look at the history of literature, literature departments like to do that sort of thing, and I suppose our problem in the history of science is that our science colleagues are not all that interested, whereas I think if you look at philosophy departments, history of philosophy is a pretty standard part of the program, whereas in probably art as well, if you look at an art faculty, I suppose, again, history of art would be seen as integral to the activity of training in art. We don't have that advantage because I think the scientists, on the whole, either they're not interested or if they do have a go at it, as you say, they're probably not doing it very well. I think our problem is, if we're going to work in departments with historians, we probably have to be sensitive to what issues interest them, and I don't think they're interested in the detailed textual internalist study of the scientific text, and, therefore to some extent, historians of science who want to do that sort of work - and that's what I used to do myself, still quite like doing it, actually - we are orphans, because the scientists don't want to know us, the historians don't want to know us. So, if we're going to sort of somehow make progress with the historians, we have to be ready to address issues that they are interested in. I'm afraid, if we want to be in their game, they are the dominant figures, which means therefore you have to perhaps address things like certainly they do. History of technology, as we've talked about, you could imagine that being of interest to mainstream historians, they want to know how Britain became an industrial power, and maybe a historian of science and technology can inject something on that, and I suppose as historians of science in a history department, if you're going to succeed and be respected, you have to really be very sensitive to what will interest them. Now it might not be

what you naturally want to do. I said that I spent all my career in the History Department in Lancaster, and then in the History Faculty in Oxford, and my feeling was that I was always having to sort of adjust to what I felt my historian colleagues might like, because before when I started as a graduate student my interest was precisely the sort of thing that you're describing, you know, take a text and read it again and again until you understand every word, why that word was written that way, and why not another word, and that sort of thing. When I then went into a history department first in Lancaster, I realized that none of my history colleagues were remotely interested in that, so I just had to, certainly in teaching, do something very different. I'm afraid we have to be, if we're going to succeed as historians of science, very flexible. We might not like it, but if we're going to succeed, I think that's what we have to do and realize where the power is.

GM: By the way, I have to teach history of science to several other units in this university: Biology students, Chemistry students and lastly Geology students, and I found that even at the student level you have to have this approach. Trying to address what their interest is, so a chemistry student may be interested in the history of chemistry more than anything else, not at the general history of science. I think that was successful, although I do not see many people doing this.

RF: You're right. We have to learn to set ourselves and make compromises if need be, perhaps it's not what we would do - if I'd been left to myself and not been in a history department, I would have gone on doing this quite detailed textual stuff. I quite liked it. It was comfortable, but I couldn't, I had to change.

SA: May I add, what about the relations between philosophers and historians of science, because you sometimes see them together?

RF: When I started as a graduate student in Oxford they were seen as two sides of the same coin, and my supervisor Alistair Crombie would certainly have seen himself as equally historian and a philosopher. I think what happened was, and I would say I saw this happening through the late 1960s, 1970s, that those worlds were separating and what, of course, was happening by the late 1970s, when you really have this great movement of changing in the history of science. It's not so much that philosophers and historians were moving apart, but they no longer had a privileged relationship, so we were having sociology, anthropology, psychology coming in, as potential partners for history of science, and, of course, that meant that the philosophy link, which had been very powerful and exclusive almost when I was starting, it became another option. You could, of course, reach out to philosophy, and I think recently in England there has been a movement to try to rehabilitate the special link with philosophy, and there's been one or two quite prominent figures who have said that by abandoning the link with philosophy we have lost something, so I would say that in Britain at least there might well be a return.

GM: Thank you so much, Professor Fox, for this quite enlightening interview!

Dossiê – Simpósio USP “Construindo diálogos interdisciplinares”
CONFERÊNCIA MAGNA

“Culturas de ciência e império na Era das Exposições”¹

Robert Fox

Professor Emérito, Universidade de Cambridge

É um grande prazer estar de volta ao Brasil e ser convidado pelo meu bom amigo Gildo Santos a quem quero agradecer por tornar esta visita possível e agradecer a todos aqui pela sua hospitalidade. É um grande privilégio estar aqui e um prazer enorme para mim. O que falarei a seguir é sobre um interesse bastante recente meu, que segue aquele que eu tenho em ciência internacional, particularmente no fim do século XIX e ao longo do século XX. Eu falarei sobre o que chamo de “Era das Exposições”, quero dizer a era das exposições internacionais, que começou, entendo, provavelmente no meio do século XIX e muitos diriam que acabou com a 1ª Guerra Mundial. No fim do que tenho para dizer, tentarei argumentar contra esta visão e discutir que a “Era das Exibições” ainda pode estar conosco hoje. Mas de qualquer forma, elas foram guardiões do tempo da ciência e do império.

Gostaria de começar no meio do período que delinee e isto é em 1901, com as memórias da exposição pan-americana em 1901, em Buffalo, no norte de Nova York. Pessoas vão lembrar dela em decorrência de um incidente trágico e este foi o assassinato do presidente americano William McKinley. Inevitavelmente a exposição foi ofuscada pelo tiroteio de um anarquista, acredito que a exposição tenha sido ofuscada por este evento desde então. Mas eu começo com a exposição de Buffalo por outras razões. Por qualquer padrão, foi um evento espetacular, inspirou uma série de canções populares e para as 8 milhões de pessoas que compareceram, foram 6 meses de extravagância, espetacularização e entretenimento. É o tipo de coisa que as pessoas lembram para o resto da vida. Num discurso que ele fez na exposição um dia antes de ser assassinado, McKinley captou o sentimento, “Exposições”, ele disse, “*como esta em Buffalo, são os indicadores da marcha inexorável da civilização*”. Elas eram como um processo orgânico e em andamento. Exposições, nas palavras dele, e eu uso estas palavras no meu título, exposição para McKinley, eram guardiãs do tempo do progresso. Em 1901, estamos no auge do que chamo a

¹ [Conferência proferida em 13 de novembro de 2017, abrindo o Simpósio USP de História da Ciência e Tecnologia, no Auditório Nicolau Sevcenko, da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Transcrição e tradução de Flávio Magalhães Piotto Santos]

“Era das Exposições” e este tipo de retórica que McKinley usou tinha se tornado uma rotina em discursos, em exposições de arte. Até a 1ª Guerra Mundial havia esta mesma ênfase no progresso e particularmente na inevitabilidade do progresso e na premissa de que a medida do progresso estava nas conquistas acumuladas da ciência e da tecnologia e McKinley seguiu esta tradição. Ele olhou para trás, em 1901, para um século XIX que tinha legado o motor a vapor, o telégrafo, a viagem rápida e mais recentemente e mais pertinente para Buffalo, a nova maravilha tecnológica da eletricidade. Por quase 20 anos, em 1901, luz elétrica e força elétrica tinham sido as peças centrais de qualquer exposição internacional. A eletricidade já tinha “roubado o show na grande exposição de Paris em 1889, em Praga em 1891, na exposição universal em Chicago em 1893.

Mas Buffalo estava determinada a ir um passo além, com sua torre elétrica, com mais de 100 metros. De noite, era um farol com 4000 lâmpadas incandescentes, holofotes que cortavam o céu noturno dramaticamente. Portanto, este era um ponto importante do que eu chamo de “retórica da exposição”, esta crença no progresso, na ciência que foi tanto o motor, quanto, se quiserem, a pedra de toque, a medida do progresso. O outro ponto importante da “retórica da exposição” foi o que eu chamaria de universalismo. Na verdade, não é um termo que foi usado na época. Mas com isto quero traduzir a ideia de que as exposições eram um lugar onde as pessoas do mundo poderiam se reunir num espírito de paz e cooperação. Cooperação, como, novamente nas palavras de McKinley, que faria avançar os mais elevados e os melhores interesses de toda humanidade. Agora, a exposição de Buffalo, na verdade, não foi universal neste sentido. Foi uma exposição pan-americana, uma exposição para países do que era chamado “Continente do Oeste”. Mas dentro dos limites do mundo pan-americano, tinha todos os ideais universalistas convencionais, isto é, aquela associação de nações, aquela erosão de barreiras, esta ideia de apoio mútuo entre países e comunidades e assim por diante. E as barreiras que foram retiradas, ou que a exposição gostaria de tirar eram principalmente entre a América do Norte e do Sul. Nas palavras dos produtores da exposição, “a exposição mostraria às pessoas da América Latina que o seu vizinho do Norte”, principalmente os E. U. A., “era um camarada e um amigo e não um tirano ou um opressor”. Bem, como este símbolo, praticamente uma marca comercial da exposição de Buffalo, lembrava aos visitantes que os E.U.A. estavam oferecendo a mão da amizade para o Sul, fazendo tudo para agradar. Até o ponto de impor um estilo curioso arquitetônico, que era imaginado que agradaria visitantes latino-americanos. O estilo era dito ter sido modelado a partir dos prédios das missões hispano-americanas do antigo império espanhol. Havia telhados vermelhos, arcos que eram altos, altos campanários duplos que davam a impressão de uma catedral. Bem, isso era bastante incongruente na latitude norte de Buffalo, que está logo ao lado da fronteira canadense, mas o princípio era de que faria os visitantes das antigas colônias latino-americanas se sentirem em casa. E, gradualmente, a América-Latina agarrou aquela mão. O governo do Chile especificamente investiu grandemente na exposição, publicou um livro substancial sobre o Chile, em inglês é claro, “*Os Recursos Chilenos*” e construiu um bom pavilhão. E entre os países da América-Latina, o México também investiu fortemente. O Chile, México e os E. U.A. ganharam a maioria dos prêmios. Portanto, acredito que se possa dizer, à primeira vista parece que a abertura do Norte, esta ofensiva de charme de fato funcionou.

Mas não é difícil mostrar quão frágil e vazia em alguns aspectos esta retórica de progresso e universalismo de fato era. Agora, é certamente verdade que na América-Latina muitos viam a mão da amizade como perfeitamente genuína. Eles estavam felizes de verem seus países representados na janela estreita que Buffalo oferecia. Eles estavam contentes em mostrar seus recursos naturais, as oportunidades de imigração e de investimento e assim por diante. Outros, porém, viam ameaças. Eles viam a ameaça do capitalismo americano ou imediatamente, lembrem-se de que é a data de 1901, a ameaça da inspiração colonial dos E.U.A. Seguindo a guerra hispano-americana de 1898, primeiro Cuba e depois as Filipinas tinham caído sob o controle dos E.U.A. Então havia perguntas inevitáveis: os americanos poderiam ser confiáveis? Onde serão os próximos territórios que eles têm em vista para colonização ou pelo menos para estender sua esfera de influência? E não eram apenas interesses nacionais que estavam em jogo, não apenas os interesses dos E.U.A. Havia interesses civis também, estes eram sempre discretos, encobertos. Mas os interesses de Buffalo são indisfarçáveis.

Como cidade, Buffalo estava excepcionalmente localizada para explorar a proximidade das Cataratas do Niágara, as próprias cataratas, as linhas de transmissão de alta voltagem alternada que traziam eletricidade para Buffalo de uma distância de 40 quilômetros. Então, Buffalo tinha suas próprias ambições e acima de tudo tinha a ambição de ofuscar seu grande rival na área dos Grandes Lagos que era Chicago. Por outro lado, Chicago era uma cidade problemática em muitos sentidos, constantemente perturbada por corrupção, disputas trabalhistas e assim por diante. Também tinha sofrido um incêndio desastroso em 1871. Como Thomas Hughes mostra no seu livro *"Networks of Power"*, Chicago era precursora na eletrificação urbana. Ela era, se quiserem, a personificação da vibrante e moderna cidade americana. E era precisamente o tipo de cidade que Buffalo aspirava se tornar. Chicago era uma cidade com *"enorme momentum tecnológico"*. E era este *"momentum tecnológico"* em Chicago que a exposição de 1893 de Chicago iria exibir. A exposição de Chicago era sobre o progresso, como todas as outras. E este progresso era proclamado através do brilho, da brancura dos prédios da exposição, por isso o apelido para o local era de "cidade branca". E se Buffalo fosse superar Chicago, o que ela queria fazer, teria que fazer algo diferente. Onde Chicago tinha oferecido a brancura, o implacável brilho frio da luz de arco voltaico, Buffalo foi para as cores e sutilezas. Buffalo ofereceu sutileza, a habilidade de controle que só poderia ser alcançada agora, em 1901, mas não em 1893. Às lâmpadas incandescentes. E assim, em Buffalo se tratava de cor. Então, há múltiplas realidades, múltiplos interesses, se quiserem, atrás desta retórica de exposição entusiasmada e desinteressada de progresso e universalismo.

Agora, contrastes deste tipo haviam sido parte e passado da cultura de exposição desde o começo, eles certamente estavam lá na época da primeira exposição de fato internacional e universal em 1851, a grande exposição dos trabalhos de todas as nações realizada em Londres na área conhecida como Hyde Park. A exposição foi realizada no Grande Palácio de Cristal, um prédio vasto de quase meio quilometro de extensão, de 40 metros de altura e era de longe o maior prédio em Londres à época. Tão vasto, na verdade, que as árvores no Hyde Park foram

incorporadas para dentro do prédio, o Palácio de Cristal foi construído ao redor delas. O Palácio de Cristal, o próprio prédio era uma obra-prima científica e tecnológica. Se olharmos para as colunas baixas, descobriríamos que eram de tirar o fôlego, elas eram vistas como exuberantes à época e se tornaram possíveis em decorrência dos avanços recentes na fundição de ferro. E se tomarmos a vasta extensão do vidro, esta foi tornada possível devido ao uso do vidro laminado, que tinha sido introduzido e utilizado apenas 3 anos antes. Portanto, isto fazia o próprio prédio parte do show, era como uma encarnação física, se quiserem, e eu volto a isto, daquele lema de progresso da exposição. Quanto ao universalismo, bem isto foi expresso eloquentemente, acreditado, no título oficial. Esta era uma exibição que deveria ser sobre os trabalhos da indústria de todas as nações. Mas assim como em Buffalo 50 anos depois, outras coisas, agendas locais estavam também em jogo. É verdade que a exposição do Palácio de Cristal estava aberta para todas as nações, mas não se poderia dizer que todas as nações de fato, mas em torno de 30 foram. E claro, adicionalmente, praticamente todas as colônias britânicas foram. E o que os organizadores pretendiam e o que eles sabiam era que a Grande Exposição era em primeiro lugar uma celebração. Uma celebração de um século no qual a Grã-Bretanha tinha se tornado, como gostávamos de dizer naquela época, a oficina do mundo. Ela havia se tornado um país tão próspero, tão estável que toda aquela agitação da classe trabalhadora, que toda aquela agitação descontente da classe trabalhadora, até mesmo os grandes movimentos revolucionários de 1848, passaram pela Grã-Bretanha, não causaram nenhum efeito. Nas palavras do príncipe Albert, marido da rainha Victoria, que era o idealizador e principal promotor da Grande Exposição, *“a exposição tornaria claro para o mundo o papel da Grã-Bretanha como líder industrial”*. O mundo estava sendo convidado para uma arena, uma rivalidade amigável, mas ao mesmo tempo para prestar homenagem à Grã-Bretanha. Bem, não é de impressionar que a rainha Victoria tenha ficado encantada pela exposição. O dia da abertura, ela escreveu em seu diário, era um dos maiores e mais gloriosos das nossas vidas e ela voltou para lá 30 vezes.

Bem, previsivelmente a França, a grande rival da Grã-Bretanha em todas as coisas, seguiu o exemplo com sua exposição em 1855 e depois uma outra em 1867. Agora, a França, como a Grã-Bretanha, tinha naturalmente seus interesses. Aqui acho importante notar que a exposição francesa era um negócio de Estado, foi inteiramente financiada pelo Estado. E acredito que isto transpareceu no tom da exposição. A exposição de 1851 tinha recebido um subsídio estatal, mas foi pensada para produzir lucro e de fato produziu um lucro e toda aquela área, que alguns de vocês podem conhecer, em South Kensington, a área do Museu de Ciências, o Museu de História Natural, o Victorian Albert Museum, a área do Imperial College, tudo aquilo foi desenvolvido com os lucros da exposição de 1851. A exposição de Paris teve um grande prejuízo. Mas isto não importava, pois o Estado tomou para si este prejuízo. O que importava para o promotor da exposição e para o imperador Napoleão III não era o lucro, o que importava é que ele deveria conseguir se apresentar em 1867 cercado por reis, rainhas, presidentes e assim por diante e que ele era igual a qualquer um deles. E isto importava porque esta reunião de líderes mundiais ocultava muitas das inquietações domésticas de Napoleão. Ele tinha vindo ao poder, tinha se tornado

imperador na verdade através de uma tomada do poder que foi no mínimo, eu diria, de legitimidade bastante duvidosa. Ele tinha este segundo Império conformista, bastante conservador, que estava constantemente vulnerável a ataques do campo liberal. E Napoleão estava vulnerável, mais recentemente, na verdade pior que isto, ridicularizado e humilhado depois do fiasco de sua campanha mexicana. O imperador mexicano Maximiliano, um fantoche da França, foi morto poucos meses depois de a exposição ter começado. Bem, para um regime em apuros que forma melhor de declarar que tudo estava bem? Que estratégia melhor do que superar os britânicos? E não somente superar os britânicos no seu próprio jogo, mas articular uma forma distintivamente francesa de progresso.

E para enfatizar este ponto, eu gostaria de olhar para duas exposições. Em 1851, no Palácio de Cristal, a atração tecnológica era o martelo a vapor de James Naismith. Agora, isto era uma coisa enorme, poderosa, mas tão precisa, tão precisamente projetada que se você baixasse o martelo sobre um ovo dentro de um vidro, ele poderia fazer com que apenas a casca do ovo rachasse, sem esmagá-la. Então é uma peça de engenharia muito precisa, mas tecnologicamente é bem direta e bem tradicional. Quatro anos mais tarde, entretanto, em Paris, a peça de exposição francesa era bem diferente, era apenas um grupo de 12 lingotes pequenos de um novo elemento maravilhoso que era o alumínio. O alumínio tinha sido produzido nos anos 1820, mas foi apenas no meio dos anos 1850 que você poderia prepara-lo na sua forma pura e em quantidades significativas, aquelas quantidades anteriores eram ainda muito pequenas. E quando o alumínio foi exposto pela primeira vez na exposição de 1855, ele era visto como tão escasso e tão valioso que Napoleão insistiu que deveria ser exposto na seção da exposição dedicada às joias reais. Era um metal precioso. E o que fez do alumínio a maravilha da época foi claramente sua leveza. Era tão leve que se você fizesse um braço de balança química, este foi o primeiro objeto a ser feito em alumínio, você seria capaz de pesar até 1/20 de um miligrama. E para o mercado de luxo havia outras coisas em exposição que se poderiam produzir, como joia ultraleve. Um bracelete de alumínio de alumínio como uma liga com cobre, e o resultado tinha a aparência de ouro. Assim temos objetos de luxo, um cálice e uma pequena taça que pareciam e eram apresentados como raridades e objetos especiais comparáveis ao ouro. E mais importante, e era isto que de fato importava, o alumínio era francês. Era o produto de um laboratório, o trabalho de um químico, Claire Deville. Assim do lado francês temos Sainte-Claire Deville, o herói francês, um químico acadêmico brilhantemente qualificado, usando técnicas refinadas e do outro lado, temos James Naismith, autodidata, analfabeto e um engenheiro no modelo do herói tecnológico britânico, James Watt. Portanto, ao colocar o alumínio num pedestal, como eles fizeram, os franceses estavam fazendo uma declaração sobre a força francesa e que o futuro da França estava baseado no desenvolvimento da ciência, ciência laboratorial. A Grã-Bretanha pareceu como que enraizada no passado, na idade da maquinaria obsoleta, a era da oficina de Naismith, do chão sujo da fábrica e como muito contemporâneos observaram, tanto na Grã-Bretanha como na França, a Grã-Bretanha parecia como se estivesse sendo deixada para trás.

Bem, tudo isto, para na verdade dizer algo óbvio: que como historiadores nós precisamos olhar para além da retórica destas palavras-chave de progresso e universalismo. Estas palavras eram amplas, flexíveis o bastante para acomodar interesses que eram tudo menos universais. Agora, eu mencionei as agendas de Chicago e Buffalo e assim por diante, mas havia muitas outras, quero dizer, se olharmos o número de exposições internacionais por década, estaremos olhando por volta de 30 ou 40 para cada década até a Primeira Guerra Mundial. E há interesses ocultos em cada uma delas. Aqueles interesses locais, aquelas agendas locais estavam sempre camufladas, elas não eram mencionadas, mas não eram difíceis de descobrir. Tomemos apenas uma exposição, 1889 em Paris. O presidente da França, Sadi Carnot, aliás este não é o físico Sadi Carnot, mas o sobrinho do físico. O que ele diz no seu discurso, é a retórica comum da exposição. Ele fala do espírito humano redescoberto sua iniciativa e assim por diante. Ele fala sobre a ciência alçando voo, vapor e eletricidade transformando o mundo e assim por diante. Mas então ele fala sobre aquele século ser um século que teria de ser celebrado. O problema lá era que século era esse. Bem, em 1889 olhando um século para trás somos levados a 1789 e então o século que Carnot de fato estava falando era o século que tinha sido inaugurado pela Revolução Francesa. Bem, não é surpreendente que a rainha Victoria com certeza não tinha a menor intenção de comparecer à exposição de 1889 e na verdade a presença da Grã-Bretanha foi bem discreta. E isto também não é surpreendente, que um grupo muito distinto de músicos Sikhs orientais, escritores, artistas e assim por diante peticionaram contra a construção do grande símbolo da exposição de 1889 que foi a Torre Eiffel. Para eles, a Torre Eiffel era uma loucura, era uma intrusão no horizonte parisiense. Na verdade, o fato era que para eles não importava onde a torre estivesse localizada, o progresso nunca poderia ser apresentado, representado, medido por um objeto material. Ele certamente não poderia ser representado, e isso fazia parte de sua resposta pública, pelas fantasias de um construtor de máquinas, um engenheiro. Este é o tipo de retórica que foi dirigida contra a Torre Eiffel. Mas, é claro, foi precisamente porque a Torre Eiffel era um objeto material moderno, o fato de que ela era uma intrusão, é precisamente isto que a fez servir os propósitos de alguém como o presidente da República Francesa, a fez servir os propósitos desta Terceira República progressiva e secular. E o tamanho também importava. Numa pequena imagem de Eiffel com sua torre, podemos ver que a sua mão esquerda está no topo da pirâmide. Este é o tamanho da pirâmide. A Torre Eiffel é incomparavelmente maior do que a mais alta das pirâmides. Ela também era maior, quase duas vezes maior do que qualquer outro prédio em existência à época. Se olharmos para aquele pequeno cartão que se poderia comprar e mandar para casa para sua família, podemos ver no meio, está um pouco distorcido, mas no meio está o monumento de Washington, que viria a ser o próximo maior prédio do mundo. Mas a Torre Eiffel ultrapassa a todos eles. E nas exposições o tamanho sempre importava.

Cada exposição precisava de uma atração principal e cada uma tinha de ser maior, tinha de ser mais original, mais imponente do que aquelas que já tinham surgido. Então, na exposição centenária de 1876, em Philadelphia, importava que o enorme motor a vapor de Corliss dominasse até mesmo dignitários tão importantes como o presidente americano Ulysses Grant e o imperador do Brasil. Eles foram apanhados por esta máquina. Em 1878, quando você fazia

seu passeio no grande balão, isto é um balão amarrado que o levaria a 500, 600 metros acima de Paris, quando você subia neste balão você tinha a satisfação, é claro, de ter uma vista de Paris que ninguém nunca tinha visto antes. Você poderia até, na verdade, ir embora com uma pequena medalha que poderia ser comprada para mostrar, para provar que de fato você tinha feito o passeio. Mas o que era a satisfação real era que se tinha ido a um balão que era o maior que já tinha sido feito no mundo. E, é claro, em Chicago em 1893, era o tamanho da roda gigante, esta inovação em 1893 que a fez tão especial. Ou tomemos a atração da exposição de 1900 em Paris, esta foi a grande luneta, o grande telescópio. A essência do telescópio é um tubo imenso de 60 metros de comprimento. A ideia é de que se olharmos a imagem, temos um espelho gigante chamado sideróstato que capturaria a imagem da lua ou o que quer que fosse que se estivesse olhando no céu e direcionaria esta imagem ao longo deste tubo imenso e então seria pego pela lente objetiva e isto voltaria para a imagem superior. A imagem obtida, a imagem que se dizia que seria obtida era da lua como se o observador estivesse a apenas 1 metro da superfície. A imagem seria exibida numa tela. Bem, o telescópio foi de fato construído. A única coisa triste é que ele nunca funcionou, não chegou nem perto de funcionar. Foi um dos grandes desastres da História da Ciência. Todos os astrônomos profissionais ridicularizaram o telescópio, falaram que tinha sido um desperdício completo de dinheiro e falaram que eles sempre tinham sido contra ele desde o começo, mas ele foi construído. E, é claro, mesmo assim, quero dizer, de uma certa forma ele cumpriu sua função. Acredito que os organizadores da exposição realmente pensaram que era facilmente o maior telescópio do mundo, era muito maior que o maior do mundo que tinha acabado de ser construído na América, o telescópio de Yerkes. Portanto, a literatura oficial da exposição de certa forma elogiou-o.

De qualquer forma, quando olhamos para esta sucessão de atrações, há, acredito, um padrão bem claro. Elas eram mais cada vez mais sofisticadas tecnologicamente. Se olharmos para o pavimento em movimento na exposição de 1900 em Paris, o que é importante sobre a exposição, sobre este pavimento é claro, é que ele é divertido. Há dois níveis do pavimento. O nível mais alto se move a 8 km/h, o mais baixo a 4 km/h e é claro era possível subir e descer e ser levado ao redor da exposição. Atrás disto há, é claro, uma conquista enorme, uma conquista científica e tecnológica. Mas, é claro, aqueles que andaram no pavimento móvel não se incomodavam de como ele funcionava. Mas eu ainda sinto que mesmo que a Ciência e a Tecnologia estivessem ficando mais escondidas conforme nos encaminhamos para o fim do século, eu acredito que a Ciência ainda estava transmitindo, reforçando aquela sensação de progresso. A esta altura, a Ciência estava trabalhando num fronte completamente diferente.

Desde a década de 1880, muitos dos países que tinham estado tão ansiosos para proclamar sua crença no progresso através da eletricidade, da engenharia, etc, tinham buscado interesses coloniais. Agora, lá também a Ciência atingiu um desenvolvimento, especificamente na forma de ideias evolucionistas, ideias darwinianas e a nova ciência da antropologia. E novamente era uma história de progresso. A história oficial era de que, é claro, “nós”, as nações colonizadoras tínhamos progredido, enquanto que as sociedades supostamente primitivas tinham sido

deixadas muito para trás. Para enfatizar este ponto no contexto de exposição, comunidades inteiras seriam trazidas de colônias existentes ou potenciais e elas eram inseridas nas exposições para viver de 4 até 6 meses como peças de apresentação. Os visitantes pagariam para olhá-las. Estas comunidades estariam supostamente levando vidas normais em aldeias recriadas. Sempre havia existido desde o começo, desde 1851, um gosto pelo exótico. Na exposição centenária, em Philadelphia em 1876 havia um bazar turco, havia uma rua árabe em Paris em 1878 e assim por diante. Estes, acredito, eram inofensivos, isto era apenas uma espécie de turismo exótico, eles eram divertidos, poderíamos dizer que eram até educacionais. Mas conforme as grandes potências colonizadoras lutaram especialmente para colonizar a África nas décadas de 1880 e 1890, o tom mudou. O que era variadamente chamado de mostruários humanos, zoológicos humanos, era agora parte da rotina das exposições. Às vezes eram partes da exposição central, às vezes elas ficavam de lado, um tipo de entretenimento, se quisermos. Mas onde quer que estivessem, transmitiam a mensagem simples e essencial, da superioridade cultural do Ocidente.

Tudo começou com os holandeses. Eles tinham uma aldeia javanesa na sua exposição de Amsterdam em 1883. Em 1889 em Paris havia 400 indígenas em exibição e muito mais que isso em Chicago em 1893. Lá você poderia pagar os seus 25 centavos para ver a aldeia do Daomé. Você veria 30 casas, 69 aldeias e seria informado, e isto era a grande atração, que quase 1/3 destes aldeões eram caçadores, caçadores chefes, elas eram pessoas exóticas perigosas. Ou na exposição comemorativa da compra de Louisiana em St. Louis três anos mais tarde em 1904, você poderia preferir a aldeia filipina. 1200 filipinos em St. Louis vivendo supostamente vidas normais, apesar de na realidade, é claro, eles estarem executando suas danças cuidadosamente orquestradas, danças de guerra, cerimônias religiosas e assim por diante. Em um certo ponto, o público pagaria a mais, porque havia este suplemento. E tudo era planejado para realçar a nudez, a agressividade, o comportamento primitivo. Tão primitivo, que um monte de visitantes brancos podia observar estes filipinos comendo um cão. Isto era visto como a maior evidência do comportamento primitivo, mas na realidade não é nem um pouco. A mensagem que deveria ser transmitida era clara. Na luta entre raças, de acordo com os princípios do darwinismo social, os filipinos estavam condenados à inferioridade e isto é uma extensão crucial, assim como dentro dos E.U.A., estou falando aqui principalmente das exposições de Chicago, Buffalo e St. Louis, afro-americanos, índios, eles eram igualmente condenados à inferioridade e servidão. A única esperança dos filipinos, e isto também se destaca na exposição, especificamente em St. Louis em 1904, era aceitar o domínio colonial americano e se submeter à missão civilizadora americana. Isto foi ilustrado por uma mulher sobre a qual sabemos praticamente nada, uma certa senhora Wilkins. E na exposição de compra de Louisiana em 1904, a senhora Wilkins ensinou um menino filipino interessado, a dançar a “cakewalk”. E é claro que isto mostra o que se poderia fazer, ela até ensinou-o a cantar. É um episódio extraordinário de nossa História, eu acredito. Bem, se você saísse com o sentimento de que talvez nem tudo estivesse perdido para os filipinos, que talvez a América pudesse ajudá-los à sua maneira de acordo com sua forma darwinista para chegar num nível superior, como se diria na época, você poderia sair com um fator de boa sensação, uma sensação de bem-estar.

Algumas pessoas, entretanto, não se sentiram tão bem. Algumas pessoas nunca tinham se sentido bem com relação às exposições, estas pessoas eram sempre contestadas desde o começo. Lembremos os protestos contra a Torre Eiffel ou pensemos no antigo escravo e ativista pelos direitos dos afro-americanos, Frederick Douglass. Douglass naturalmente achou estes zoológicos humanos absolutamente abomináveis. Henry James, em sua maneira um pouco arrogante, perguntou que impressão a exposição de Chicago deixaria na mente humana. É claro que sabemos que a resposta para ele é de que deixaria uma impressão horrível e degradante. Tolstói, até mesmo Tolstói, que havia lido sobre a exposição, mas não compareceu, descreveu-a em seu diário como um exemplo marcante de hipocrisia e imprudência, um exercício sobre lucro e entretenimento. Tolstói estava condenando totalmente, e o pior para ele era que esses motivos eram escondidos pelos objetivos falsamente nobres que eram atribuídos à exposição. Estamos voltando para aquele ponto sobre a retórica da exposição. Tolstói disse, se quiserem se divertir lá, há formas melhores de fazê-lo. Ele termina seu pequeno comentário dizendo que orgias são muito mais divertidas.

E assim mesmo, o número total de exposições que eu mencionei anteriormente, sugere que elas funcionavam. Havia exposições ao redor do mundo, elas serviam a um propósito, a muitos propósitos. Até 1914, na verdade, muitas cidades competiam para sediar exposições, nações competiam para ter seus objetos bem localizados numa exposição e tanto as nações que sediavam, quanto as nações visitantes gastaram somas gigantescas para apresentar a melhor imagem possível de si mesmas. E o público ia aos montes para estas exposições, elas eram inquestionavelmente populares.

A Grande Guerra de 1914-1918 mudaria tudo. Se a Ciência e a Tecnologia haviam feito tanto para promover 4 anos de matança, miséria humana, poderia a Ciência de fato ser vista como a fonte do progresso humano? Poderia ela ser vista como uma cultura, como era dito frequentemente antes de 1914, que, de certa forma, transcendia fronteiras nacionais e tradições, mas poderia isto ser realmente verdade agora, após 1914? Aqueles ideais universalistas, sonhos, valores poderiam realmente sobreviver? As exposições poderiam sobreviver? Isto é onde quero ir agora.

Muitos disseram que absolutamente não. Muitos disseram que as exposições eram dinossauros, elas estavam destinadas à extinção. Afinal, havia muitas outras maneiras que se poderia fazer o que se esperaria fazer numa exposição. Você poderia agora viajar, havia parques de diversões, você poderia ir ao cinema para aprender sobre países estrangeiros e assim por diante. E se alguma nação queria realmente mostrar que era superior em relação a outra, havia a cada 4 anos os Jogos Olímpicos. Mas as exposições, na verdade, sobreviveram bastante bem. Houve muitas delas. Elas sobreviveram, eu acredito, porque elas eram capazes de se transformar em algo diferente, algo muito mais limitado, muito mais focado, mais temático na sua abrangência, elas não tentaram ou poucas tentaram ser universais à maneira antiga. As exposições também mudaram em outros sentidos. Não havia mais zoológicos humanos, as relações entre nações colonizadoras e possessões coloniais mudaram após a Primeira Guerra Mundial. A ênfase foi

muito mais na cooperação do que na exploração. E certamente com a Grã-Bretanha isto foi muito marcado, porque a Grã-Bretanha tinha sido salva, na realidade, na Primeira Guerra Mundial pelas contribuições das colônias. Portanto, havia uma sensação na Grã-Bretanha de que na verdade, nós devíamos muito às colônias e que nós não deveríamos, de qualquer forma, parecer que estávamos explorando-as. E com relação ao progresso após a guerra? Bem, o mundo sobreviveu, mas ele tendeu a ceder espaço para um novo lema que era a Modernidade. E eu não acredito que isto era a mesma coisa. Se alguém quisesse endossar a ideia de progresso, era necessário o passado, era preciso apresentar os processos como algo de certa forma tinha um padrão contínuo, se queria que o presente fosse uma espécie de ponte entre o passado e o futuro. Assim foi com McKinley em Buffalo, Sadi Carnot em Paris em 1889, eles olhavam para as conquistas do século XIX. A modernidade, acredito, implicava não tanto um padrão de desenvolvimento, era muito mais uma quebra, um afastamento do passado. Eu hesito em me aventurar no território brasileiro, mas foi sugerido num artigo recente de uma estudiosa anglo-brasileira, Livia Rezende, que a sua exposição de 1922 em parte expressava esta nova forma de modernidade. E ela ilustra este ponto, e eu realmente não posso falar quão plausível ele é, apesar de isto que me serviria como um historiador se fosse verdadeiro, ao olhar para a forma como a colina do Castelo foi escavada nas preparações para a exposição do Rio de Janeiro de 1922. No processo antigos prédios desapareceram e novos prédios modernos do futuro, se quisermos, apareceram em seu lugar.

Mas eu acredito que esta determinação de olhar à frente e obliterar o passado é melhor ilustrada um pouco mais tarde nos anos da Depressão dos anos 1930. Poderíamos esperar que a quebra da bolsa de 1929, os anos da Depressão que se seguiram, que eles acabassem com as exposições de vez, que aquele seria de fato o fim. Mas, como discutiu Robert Rydell ele junta, trata, discute em *World of Fairs* as chamadas “exposições do século do progresso” e houve várias delas durante os anos 1930 até a entrada dos E.U.A. na 2ª Guerra Mundial. E este é o argumento de Rydell, que estas exposições parecem ter ocorrido e ter sido montadas não apesar da dificuldade financeira e outras dificuldades da Depressão, mas como uma resposta a ela, por causa da Depressão. E na análise de Rydell, estas exposições reafirmaram uma crença na Ciência e na Tecnologia como um caminho para a salvação. Não a Ciência e a Tecnologia como algo a que devemos agradecer pelos seus sucessos passados, porque o passado realmente não estava parecendo muito bem-sucedido nos anos 1930, mas a Ciência e a Tecnologia seriam vistas e promovidas pela promessa que elas sustentavam para o futuro. O problema era determinar que tipo de sociedade, que tipo de governo, que tipo de política era mais adequada para lidar com esta passagem para o futuro. Poderia ser nos E.U.A. Eles estavam seguros de que esta passagem seria alcançada através do New Deal de Franklin Roosevelt, em outras palavras, investimento em estradas, projetos de barragem e assim por diante. Haveria investimento do governo em projetos modernizantes.

Os novos poderes totalitários, entretanto, tinham outras ideias. Através dos anos 1930 vemos a Itália fascista, a Alemanha nazista, a Rússia soviética, vemos todos eles usando as exposições para promover suas visões particulares da Modernidade e de como a Modernidade deveria ser conduzida. Em lugar nenhum mais dramaticamente que em 1937 em Paris, esta foi a exposição internacional, as palavras são “Exposição Internacional de Artes e Técnicas da Vida Moderna”. Esta é uma exposição de fato sobre a Modernidade na forma que eu acabei de tentar definir, esta nova visão da Modernidade. Os franceses, é claro, estavam proclamando que tinham montado a exposição, estavam proclamando a sua própria liderança neste novo tipo de mundo movido tecnológica e cientificamente. Mas estas reivindicações foram, na verdade, perdidas. Elas foram eclipsadas de uma forma que no fim foi realmente embaraçoso para os franceses, porque o que aconteceu foi que outras nações foram à exposição, mas foram com intenções bem agressivas, especificamente a Alemanha nazista e a Rússia Soviética. E uma das imagens famosas desta exposição de 1937, é uma fotografia tirada da colina Chaillot olhando para baixo em direção ao rio Sena, é a imagem da Torre Eiffel no meio flanqueada no lado direito pelo pavilhão direito e do lado esquerdo pelo pavilhão da Alemanha nazista. E estas eram as duas forças que importavam. Elas eram as duas forças que estavam fazendo declarações sobre o futuro, sobre a Modernidade e temos a impressão, se quisermos ler nesta imagem um tipo de simbolismo, poderíamos quase dizer que a Torre Eiffel é o tipo de símbolo do passado, da tecnologia antiga, de uma França que tinha falhado em não ter, agora por vários anos, um governo de fato estável. E claro, o que foi a implicação e realmente foi exibido, à direita a União Soviética e à esquerda a Alemanha Nazista segundo suas diferentes concepções obviamente, como uma sociedade devidamente ordenada lideraria o mundo para a nova era da Modernidade. Estes são os dois pavilhões, o alemão com a águia no topo; o soviético com a imagem de um trabalhador de fábrica e uma mulher camponesa, eu presumo, talvez tenha sido a palavra usada na época no topo do pavilhão soviético. Bem, o efeito foi que, ninguém poderia deixar de perceber sobre o que era isso tudo, o que estava sendo dito, havia este conflito. Certamente alguém que percebeu isto foi Mussolini. Os nazistas colocaram a ênfase na tecnologia refinada de ponta, há um carro de corrida da Mercedes-Benz, há uma exposição de Carl Zeiss em direção ao fundo. A exposição soviética colocou a ênfase no carro popular, por exemplo, não um carro de corrida, mas um carro popular. Bem, Mussolini estava no ato e planejou uma exposição para 1942. Este seria o vigésimo aniversário da marcha sobre Roma e iria, naturalmente, aplaudir as conquistas fascistas na Itália. Os planos para esta exposição foram em frente na verdade bem antes da guerra acontecer, alguns dos prédios ainda estão em Roma para serem vistos. Mas por razões óbvias a exposição de 1942 nunca aconteceu. A guerra chegou e eu volto para a questão que eu levantei referente à Primeira Guerra Mundial: certamente as exposições não poderiam continuar a sobreviver?

Mas elas conseguiram, elas sobreviveram e algumas delas estão indo muito bem. Bem, algumas delas deixaram prédios com que nós podemos estar familiarizados. O Atomium, é uma relíquia da exposição de Bruxelas de 1958. Há a torre arranha-céu em Seattle, que é uma relíquia da exposição de 1962. Certamente estes prédios são sobre a Modernidade, são todos sobre olhar para o futuro. Mas, eu acredito, é que são uma continuação das exposições de 1930, aquelas

exposições do século de progresso, mas eu acredito que são diferentes, porque elas parecem certamente preocupadas com a Modernidade, com o futuro. Acredito que elas não veem a Modernidade como uma solução para os nossos variados problemas. Elas tendem a ver a Modernidade como um desafio. E, eu acredito, podemos ver isto nos temas que estão sendo adotados nas exposições mais recentes. Na exposição de Bruxelas de 1958 o tema foi a energia nuclear, e eu acredito que isto foi uma resposta às ansiedades sobre o efeito da era nuclear que estava apenas despertando nos anos 1950. A exposição de Seattle foi sobre a era do espaço, como isto mudaria o nosso mundo. Se olharmos para as exposições mais recentes, a de Milão em 2015 era sobre alimentar o planeta. E eu acredito que esta abordagem, em outras palavras, é ver a Modernidade não de uma forma triunfalista como foi o caso em uma época, não como algo que oferece benefícios ilimitados e indiscutíveis para o futuro, mas a Modernidade como um problema que precisamos discutir na sociedade. Eu acredito que esta é uma forma astuta na qual as exposições se remodelaram. Portanto, as exposições, até mesmo nos nossos dias, mostraram sua capacidade de mudança. Então, se elas são realmente dinossauros, como muitas pessoas disseram um século atrás, me surpreende que elas sejam dinossauros bastante vivos e joviais. Eu sou sempre reticente quanto a tirar lições da História, mas eu acredito que se a história das exposições nos diz algo, é que apesar de um século de questionamento, de contestação, estes dinossauros específicos podem, afinal de contas, ter um futuro bastante brilhante pela frente. Obrigado!

Mary Montagu e a inoculação da varíola na Inglaterra no século XVIII

Marina Juliana de Oliveira Soares
Pós-doutora em História da Medicina do período Moderno
USP - FFLCH
oliveiras.mari@gmail.com

Recebido em 17/01/2018. **Aprovado em** 03/04/2018.

Como citar este artigo: Soares, Marina Juliana de Oliveira.; “Mary Montagu e a inoculação da varíola na Inglaterra no século XVIII”. *Khronos, Revista de História da Ciência*, nº5, p. 35-46. 2018. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso em dd/mm/aaaa.

Resumo: Quando pesquisamos o tema da inoculação na Inglaterra, encontramos menção a mais nomes masculinos do que à mulher com papel de destaque na disseminação desse procedimento. Trata-se de Mary Wortley Montagu (1689–1762), escritora e defensora desse método que ela conheceu no Império Otomano. Diante do pouco destaque concedido a ela nesse capítulo da história da medicina, a proposta desse artigo é apresentar a figura de Montagu, a sua história pessoal com a varíola, sua defesa do procedimento de inoculação na Inglaterra e a forte oposição sofrida por ela. Dentre os opositores, figuravam membros da *Royal Society* e do *College of Physicians*, em cujos argumentos destacavam-se juízos depreciativos sobre o Levante e um forte teor sexista.

Palavras-chave: Mary Montagu, inoculação, varíola, gênero, orientalismo.

Mary Montagu and inoculation of smallpox in England in the XVIII century

Abstract: When we investigate the issue of inoculation in England, it is common to find mention of more male names than a woman with a prominent role in the dissemination of this procedure. This is Mary Wortley Montagu (1689–1762), writer and advocate of this method she met in the Ottoman Empire. In the light of the little emphasis given to her in this chapter of the history of medicine, the proposal of this article is to present the figure of Montagu, her personal history with smallpox, her defense of inoculation procedure in England, and the strong opposition suffered by her. Opponents included members of the Royal Society and the College of Physicians, in whose arguments were present derogatory judgments about the Levant and a strong sexist content.

Keywords: Mary Montagu, inoculation, smallpox, gender, orientalism.

A varíola

A varíola era conhecida dos europeus desde o início do período medieval¹ e tinha as origens remetidas ao “clima demasiado quente do norte da África” de onde os “invasores islâmicos” a teriam transportado para a Europa². A doença, cuja causa é atualmente atribuída a um vírus, era considerada à época como sendo transmitida através do contato com “descargas respiratórias, lesões da pele e das mucosas” de pessoas contaminadas³. Embora desconhecemos nesse momento o agente causador da doença, os europeus acreditavam que os surtos de varíola eram ocasionados por “uma ‘matéria’ específica, reproduzível”⁴, que derivava tanto das pústulas quanto do miasma⁵ emitido pelo doente⁶.

Durante o período moderno, os surtos da doença eram frequentes. De acordo com pesquisadores atuais, entre 25% e 50% da população teriam sido atingidas pela varíola nos séculos XVII e XVIII⁷. No começo do século XVII, a taxa de mortalidade da doença “cresceu significativamente”⁸. No caso da Inglaterra, a varíola foi marcadamente presente no fim do século XVII e na primeira metade do século XVIII⁹. Em Londres, a doença era endêmica: no século XVII, ocorria aproximadamente a cada quatro anos; já no século seguinte, os surtos se sucediam a cada dois anos¹⁰.

O termo em inglês para a varíola – *smallpox* – “apareceu na Inglaterra no início do século XVI como correspondente ao termo francês *la petite vérole*; este era usado para marcar a distinção em relação a outra doença, a *grosse vérole*, ou seja, a sífilis¹¹. A concepção corrente sobre a manifestação da doença era de que ela atingia principalmente os bebês e as crianças. No caso de crianças mais velhas e adultos, a infecção era considerada frequentemente fatal¹².

Não havia concordância na classe médica sobre as causas da doença, mas havia um consenso sobre o “processo da doença”. A explicação se dava nos seguintes termos: a “matéria mórbida da varíola” era formada no sangue por meio da “combinação de fluidos corporais e matéria infecciosa ou, possivelmente, por um processo de fermentação”¹³. Depois de separada do sangue durante a febre, ela “viajava para a pele”¹⁴. Era isso que formava as manchas. Embora

¹ BARNES, D. The public life of a woman of wit and quality: Lady Mary Wortley Montagu and the vogue for smallpox inoculation. *Feminist Studies*, v. 38, n. 2, p. 330-362, 2012, p. 333.

² SHUTTLETON, D. E. *Smallpox and the Literary Imagination, 1660-1820*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007, p. 7.

³ DOBSON, M. J. *Contours of Death and Disease in Early Modern England*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003, p. 477.

⁴ ROSENBERG, C. E. *Explaining Epidemics and other Studies in the History of Medicine*. Cambridge: Cambridge University Press, 1992, p. 295.

⁵ Como defende Jacques Jouanna, a palavra grega miasma não possuía em princípio uma conotação médica. O uso mais antigo do termo indicava o sangue derramado em virtude de um crime Cf. JOUANNA, J. *Greek Medicine from Hippocrates to Galen: Selected Papers*. Leiden/Boston: Brill, 2012, p. 121-136. De modo geral, o sentido de miasma compreendia a noção de contaminação do ar, ocasionada por uma variedade de fontes: pântanos estagnados, cadáveres humanos e de outros animais, alimentos estragados, exalações advindas do solo. Esse estado de putrefação do ar foi usado para explicar a disseminação de doenças desde então. Sobre isso, ver BYNUM, W. F.; PORTER, R. (ed.). *Companion Encyclopedia of the History of Medicine*. Volume 1. London/New York: Routledge, 1993, p. 295.

⁶ BRUNTON, D. *Pox Britannica: Smallpox Inoculation in Britain, 1721-1830*. Tese de Doutorado, Philadelphia: University of Pennsylvania, 1990, p. 46 [http://repository.upenn.edu/edissertations/999]

⁷ BARNARD, T. (ed.). *British women and the intellectual world in the long eighteenth century*. New York: Routledge, 2015, p. 18-19.

⁸ BARNES, 2012, *op. cit.* p. 333.

⁹ BARNES, 2012, *op. cit.* p. 477.

¹⁰ BARNES, 2012, *op. cit.* p. 333.

¹¹ ROSEN, G. *A History of Public Health*. Revised Expanded Edition. Baltimore: JHU Press, 2015, p. 48.

¹² ROSEN, 2015, *op. cit.* p. 48.

¹³ BRUNTON, 1990, *op. cit.* p. 12.

¹⁴ BRUNTON, 1990, *op. cit.* p. 12.

os médicos apontassem sintomas variados dessa doença – mais de vinte eram indicados¹⁵ –, é certo que as pústulas eram os sinais característicos da varíola. Além das cicatrizes na pele, as consequências dessa enfermidade podiam compreender cegueira, deformidades nos membros e aumento da suscetibilidade em ser acometido por outras doenças, como a tuberculose¹⁶.

O chamado “método quente” de Richard Morton (1637–1698) era a “forma mais comum de tratamento”¹⁷ no fim do século XVII. Segundo esse método, os pacientes deveriam ficar num cômodo quente, bem cobertos, com a intenção de provocar suores no corpo, o que expulsaria a matéria da varíola. Na década de 1660, o debate se intensificou, pois “Thomas Sydenham adotou teorias corpusculares para argumentar por um inovador ‘método frio’”¹⁸. Nessa nova concepção de tratamento, “sangria, purgações e eméticos, bebidas frias e exposição ao ar fresco eram usados para regular a circulação e remover a matéria mórbida”¹⁹. Embora na década de 1720 houvesse uma tendência dos escritores em se opor ao uso de mercúrio e antimônio contra essa doença, atrelada à crença na homogeneidade da manifestação da varíola, ainda assim havia espaço para os tratamentos assentados nas características particulares de cada paciente²⁰.

A história pessoal de Mary Montagu com a varíola e a inoculação

Mary Wortley Montagu – cujo sobrenome de solteira era Pierrepont – nasceu na Inglaterra em 1689 e faleceu no mesmo país em 1762. De origem nobre, pode se dedicar à vida intelectual a partir de seu próprio empenho, ou seja, de forma autodidata²¹. Daí o extenso conjunto de cartas, poesias e textos em prosa produzidos por ela²². Tais produções, contudo, não eram conhecidas além de seu círculo de amigas e foram publicadas de forma anônima – como o artigo sobre a inoculação, de 1722, que será mencionado adiante. Nas últimas décadas, vimos o adensamento de pesquisas acerca da produção literária de Montagu, de suas reflexões sobre o Levante²³, de suas contribuições ao papel social das mulheres e também de sua defesa do método de inoculação na Inglaterra. É possível afirmar que esse último tópico mantém uma ligação estreita com os anteriores, uma vez que a inoculação trouxe à tona posicionamentos hostis de autores europeus sobre o Império Otomano e sobre a função pública das mulheres na área médica.

A varíola não era apenas um tema de interesse intelectual para Montagu; essa doença foi sentida por ela de forma prática. O primeiro golpe veio com a morte de um irmão seu, em 1713, em decorrência da enfermidade. Em dezembro de 1715, ela própria foi atingida pela varíola. Depois de fortes dores de cabeça, vômitos e sede terrível, as manchas na pele surgiram no terceiro dia²⁴. As manchas se tornaram pústulas e se espalharam pelo corpo. Um de seus médicos, Samuel Garth, havia demonstrado otimismo quanto à recuperação de seu irmão²⁵. Contudo, em

¹⁵ Ver BARNARD, 2015, *op. cit.* p. 19.

¹⁶ BARNARD, 2015, *op. cit.* p. 20.

¹⁷ BRUNTON, 1990, *op. cit.* p. 12-13.

¹⁸ CARLIN, C. L. (ed.). *Imagining contagion in Early Modern Europe*. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2005, p. 240.

¹⁹ BRUNTON, 1990, *op. cit.* p. 13.

²⁰ Deborah Brunton discute como os médicos se baseavam nas características individuais dos pacientes para encaminhar os tratamentos, além de apontar a ascensão de “métodos padronizados”, ver BRUNTON, 1990, *op. cit.*, em particular o capítulo 2, p. 42-66.

²¹ GRUNDY, I. *Lady Mary Wortley Montagu: Comet of the Enlightenment*. Oxford: Oxford University Press, 1999, p. xvii.

²² Sobre as publicações de Mary Montagu, em especial sobre o gênero epistolar, ver LOWENTHAL, C. J. *Lady Mary Wortley Montagu and the Eighteenth-Century Familiar Letter*. Athens/London: The University of Georgia Press, 2010.

²³ Durante o século XVIII, o termo “Oriente” era pouco usado pelos viajantes europeus para se referir às regiões de domínio islâmico; “Levante”, ou mesmo “Turquia”, eram empregados com mais frequência.

²⁴ GRUNDY, 1999, *op. cit.* p. 99.

²⁵ Isobel Grundy aponta Richard Mead e John Woodward como os outros médicos que atenderam Montagu nesse período, *op. cit.* p. 100. Já Robert Halsband cita Hans Sloane ao lado de Samuel Garth, ver HALSBAND, R. New

virtude do desfecho trágico de 1713, Lady Mary revelou incredulidade acerca de sua própria recuperação²⁶. Embora notícias de seu restabelecimento ocorressem em janeiro de 1716, as consequências da doença foram perenes: “seus cílios nunca voltaram a crescer, ela sofreu infecções oculares recorrentes pelo resto de sua vida e, como todos os sobreviventes, as pústulas cheias de líquido causadas pelo vírus deixaram cicatrizes permanentes na pele quando irromperam e secaram”²⁷. Nos anos seguintes, Lady Mary testemunharia mais surtos de varíola e outras mortes de amigos e familiares ocasionadas pela doença, como veremos.

Diante desse cenário, o tema da varíola e as possibilidades de combater essa doença fariam parte do interesse corrente de Montagu. No período em que vivenciou a enfermidade, ela escreveu um poema, dentro de um conjunto de seis idílios, no qual refletia sobre os efeitos da doença²⁸. Nestes versos, Lady Mary apresentava a personagem Flavia, que havia sido atingida pela varíola. Um dos temores de Flavia se referia à perda da beleza, que – ela assegurava – não poderia ser restaurada, fosse pelas roupas ou pelos cosméticos²⁹. É certo que o lamento de Flavia poderia ser a expressão do próprio pesar de Mary Montagu, mas havia nos versos um tom crítico em relação a esse tema. Para Jennifer Keith, a poeta demonstra um equilíbrio entre “a simpatia por Flavia e a condenação da vaidade da beleza física”³⁰. De todo modo, o tema da perda da beleza em decorrência das cicatrizes deixadas pela doença era frequente, e particularmente sensível para as mulheres.

Foi no ano de sua recuperação que Mary Montagu iniciou uma jornada que a levaria ao conhecimento de um novo método de combate à doença. Em virtude do apontamento de seu marido, Edward Montagu, como embaixador no Império Otomano, Lady Mary pôde entrar em contato com um método desconhecido na Inglaterra, realizado por grupos de senhoras em terras turcas: a inoculação ou enxerto. Importante considerar que a escritora inglesa teria encontrado o método não “por acaso, mas porque ela estava procurando”, como alerta Isobel Grundy³¹.

Não é possível precisar se Mary Montagu possuía qualquer informação sobre a inoculação da varíola antes de sua viagem para o Levante, iniciada em agosto de 1716. De todo modo, há um elemento que levanta suspeitas sobre esse conhecimento prévio. A autora inglesa possuía contato próximo com médicos filiados à *Royal Society* e, portanto, poderia ter ciência da publicação de artigos sobre o tema no periódico dessa Sociedade, o *Philosophical Transactions*. Os textos dos médicos residentes em Constantinopla, Emmanuel Timoni e Jacob Pilarini, haviam sido publicados no volume 29, com datação em 1º de janeiro de 1714³². Antes disso, em 1700, o médico Clopton Havers apresentava à *Royal Society* seu relato sobre o método de inoculação chinês, que consistia na inalação em pó das cicatrizes retiradas dos acometidos pela varíola³³.

Light on Lady Mary Wortley Montagu's Contribution to Inoculation. *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, v. 8, n. 4, p. 390-405, 1953, p. 392.

²⁶ HALSBAND, 1953, *op. cit.* p. 392.

²⁷ GREY, D. J. R. ‘To bring this useful invention into fashion in England’: Mary Wortley Montagu as Medical Expert. In: BARNARD, T. (ed.). *British Literature in Context in the Long Eighteenth Century*. London/New York: Routledge, 2015, p. 22.

²⁸ Por volta de 1716, após se recuperar da doença, Mary Montagu escreveu um idílio intitulado “Saturday: The Small Pox”, um poema que concluiu o *Six Town Eclogues*. Sobre isso, ver BARNES, 2012, *op. cit.* p. 339-341.

²⁹ Ver BARNARD, 2015, *op. cit.* p. 23.

³⁰ KEITH, J. Lady Mary Wortley Montagu (1689–1762): Haughty Mind, Warm Blood and the ‘Demon of Poesie’. In: PRESCOTT, S.; SHUTTLETON, D. E. (ed.). *Women and Poetry, 1660–1750*. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2003, p. 81.

³¹ GRUNDY, 1999, *op. cit.* p. 144.

³² Sobre os artigos, ver ROYAL SOCIETY. *Philosophical Transactions*, v. 29, 1714-1716, p. 72-82 e 393-399, respectivamente.

³³ BRUNTON, 1990, *op. cit.* p. 13.

Afora esses artigos, em 1715, o cirurgião escocês Peter Kennedy publicava o seu *Essay on External Remedies*, em que dedicou um capítulo sobre o enxerto da varíola³⁴.

Lady Mary, assim como os médicos Timoni e Pilarini, teve contato com a prática da inoculação no Império Otomano. Dado o entusiasmo com o procedimento, a escritora inglesa mencionou o assunto em uma das cartas escritas durante o período em que esteve no Levante, e que foram publicadas sob o título *Turkish Embassy Letters* em 1763. Trata-se da “Carta XXXI” inserida no volume II da primeira edição. O texto foi escrito em Adrianópolis [atual Edirne] em 1717, com destino a uma amiga de Montagu, Sarah Chiswell.

Ao iniciar o tema dessa doença na Carta, Montagu afirmava: “A varíola, tão fatal e tão comum entre nós, é inteiramente inofensiva aqui, pela invenção do enxerto, que é o termo que eles usam”³⁵. A operação era empreendida por senhoras que a realizavam “a cada outono, no mês de Setembro”³⁶. Tais senhoras extraíam o que a autora chamou de “matéria do melhor tipo de varíola” daqueles acometidos pela doença, em seguida, guardavam-na numa casca de noz e perguntavam àquele que seria inoculado qual veia deveria ser aberta para receber a matéria. O procedimento era realizado em quatro ou cinco veias por meio de uma agulha, cuja dor provocada não era maior do que um “arranhão”. Depois disso, Montagu limitava-se a afirmar que o ferimento era fechado com um pedaço da própria casca de noz. Aqueles que se submetiam à técnica preferiam fazê-la na perna ou em alguma parte do braço que poderia ficar escondida. Tanto crianças quanto adultos voltavam à “perfeita saúde” em oito dias³⁷.

Ainda que esse seja o único momento das “Cartas” em que Lady Mary citou o procedimento, é possível que a discussão sobre o método ou mesmo o testemunho de outro episódio da inoculação tenham ocorrido mais de uma vez. Lembremos a esse respeito que o citado médico Emmanuel Timoni prestou seus serviços à família Montagu no período em que esta esteve em Constantinopla, onde ele afirmava ter presenciado oito anos de inoculação da varíola³⁸. O fato é que ela ficou tão impressionada com o método que resolveu primeiro inocular seu filho, em 1718, e, depois, defender seu uso na Inglaterra.

Lady Mary tinha consciência de que se tratava de um experimento – ela própria empregou o termo em sua carta –, contudo, apegou-se à informação de que ninguém havia morrido em razão do método³⁹. Diante disso, ela decidiu pela inoculação de seu filho mais velho, Edward, com cerca de cinco anos de idade. O procedimento de inoculação era realizado por mulheres mais velhas. No caso de Edward, uma senhora grega havia iniciado a operação em um de seus braços, porém, como as suas mãos trêmulas e a “agulha frouxa e enferrujada” tinham provocado dor no menino, foi necessária a intervenção de um cirurgião, nesse caso, o escocês Charles Maitland (1668–1748), que inoculou o outro braço da criança. Maitland era o cirurgião que prestava serviços na embaixada britânica em terras turcas, e responsável por relatar esse episódio em obra originalmente publicada em 1722⁴⁰.

³⁴ Ver Capítulo XXXVII. In: KENNEDY, P. *An Essay on External Remedies*. London: Printed for Andrew Bell, 1715, p. 153-157.

³⁵ MONTAGUE, M. *Letters of the Right Honourable Lady M_y W_y M_e: written during her Travels in Europe, Asia and Africa*. Volume I/II. London: Printed for T. Becket and P. A. de Hondt, 1763, p. 59-60.

³⁶ MONTAGUE, 1763, p. 60.

³⁷ MONTAGUE, 1763, p. 61.

³⁸ Ver TIMONIUS, E.; WOODWARD, J. An Account, or History, of the Procuring the Small Pox by Incision, or Inoculation; As It has for some time been practised at Contantinople. In: ROYAL SOCIETY, *Philosophical Transactions*, v. 29, 1714-1716, p. 72.

³⁹ MONTAGUE, 1763, *op. cit.* p. 62.

⁴⁰ MAITLAND, C. *Mr. Maitland's Account of Inoculating the Small Pox*. 2nd edition. London: J. Peele, 1723, p. 7.

Após a operação, o filho de Montagu se recuperou bem e, apesar das muitas manchas no corpo – teriam sido mais de cem –, nenhuma marca havia causado cicatriz na sua pele⁴¹. Lady Mary informou seu marido sobre a inoculação de Edward em carta escrita em Constantinopla, datada de 23 de março de 1718. Na mensagem, a escritora inglesa afirmava que o filho do casal havia sido “enxertado na última terça-feira”⁴². Já a filha mais nova – que havia nascido no Levante – não passara pelo procedimento. Nesse caso, é possível que Lady Mary temesse o contágio da enfermeira da menina, uma vez que essa não havia tido varíola⁴³. Em breve, a filha de Montagu também seria submetida à operação, num período marcante das discussões sobre a inoculação da varíola na Grã-Bretanha.

A inoculação “turca” e a controvérsia na Inglaterra

O uso da inoculação da varíola não possui origens certas. Esse tipo de prática estava se tornando corrente na medicina chinesa durante o século XVI⁴⁴. No caso dos turcos, a técnica teria sido introduzida pelos seljúcidas, que mantinham contato com a Pérsia e com o Oriente Médio desde antes da formação do Império Otomano⁴⁵. O procedimento teria se tornado conhecido no Império Otomano por meio de mercadores circassianos no século XVII⁴⁶. O fato de tal prática ter origens em terras asiáticas estimularia julgamentos valorativos quando a inoculação ganhou defensores na Europa, como será indicado a seguir.

Embora artigos sobre a inoculação da varíola fossem conhecidos na Europa antes da viagem de Montagu ao Império Otomano, foi somente após o seu retorno à Inglaterra que o procedimento passou a ser mais intensamente debatido. É certo que Lady Mary não atuou sozinha nesse processo, mas não há dúvida de que a sua defesa da inoculação – reforçada pela operação realizada na sua filha – foi um evento central no processo de discussão e realização do método na Europa. Sobre isso, Deborah Brunton, para quem há certo exagero no papel atribuído a Montagu nesse episódio, defende a inoculação da filha de Lady Mary como momento essencial para despertar o interesse da classe médica⁴⁷.

O retorno da família Montagu para casa se iniciou em julho de 1718, e a chegada a Londres ocorreu em outubro desse ano. No seu regresso, Montagu viveu pelos menos dois surtos da doença num pequeno intervalo de tempo: em 1719 e em 1721. Foi neste último ano que a autora inglesa resolveu agir para proteger sua filha caçula, Mary, afinal, pessoas próximas – dentre elas, uma jovem prima de dezesseis anos – haviam morrido em decorrência da varíola⁴⁸. Então, em abril de 1721, ela escreveu para o cirurgião Charles Maitland, que estava atuando em Hertford, pedindo a ele que inoculasse sua filha. Maitland declinou do convite inicialmente, pois tinha várias razões profissionais para se opor ao pedido: era cirurgião e escocês, atuava num país estrangeiro – a Inglaterra –, e estaria “sob os olhares do *College of Physicians*, caso aceitasse realizar

⁴¹ MAITLAND, 1723, *op. cit.* p. 8.

⁴² Maitland indicava outra data para o procedimento: março de 1717, em Pera, perto de Constantinopla. Ver MAITLAND, 1723, *op. cit.* p. 8.

⁴³ HEFFERNAN, T.; O’QUINN, D. (ed.). *The Turkish Embassy Letters*. Lady Mary Wortley Montagu. Peterborough: Broadview Editions, 2013, p. 226.

⁴⁴ Sobre isso, ver NEEDHAM, J. *China and the origins of Immunology*. Hong Kong: University of Hong Kong, 1980, p. 15-17; e BARNARD, 2015, *op. cit.* p. 25.

⁴⁵ DINC, G.; ULMAN, Y. I. The introduction of variolation ‘A La Turca’ to the West by Lady Mary Montagu and Turkey’s contribution to this. *Vaccine*, v. 25, n. 21, p. 4261-4265, 2007, p. 4262.

⁴⁶ *Ibid.* p. 4262.

⁴⁷ BRUNTON, 1990, *op. cit.* p. 8.

⁴⁸ GRUNDY, 1999, *op. cit.* p. 209.

o procedimento⁴⁹. Ainda que houvesse muitos fatores contrários a tal ação, ele acabou aceitando o pedido.

Para realizar a inoculação, Maitland solicitou à Lady Mary uma espera de uma ou duas semanas, quando o clima estaria “frio e úmido”⁵⁰. Além disso, ele requisitava a presença de “dois médicos quaisquer”, não apenas para se assegurarem da “saúde e da segurança da criança”, mas, do mesmo modo, para testemunharem a prática, contribuindo, assim, para “o crédito e a reputação” do procedimento⁵¹. Pelo relato de Maitland, sabemos que o pedido inicialmente foi negado – talvez pelo desejo de Montagu em manter segredo sobre o processo. Ainda com base no texto desse cirurgião, pode-se inferir que a menina recebeu visitas após se submeter à operação. Nesse caso, tratava-se de “três médicos eruditos do *College*”, os quais puderam verificar o seu bom estado de saúde⁵².

Há uma indicação importante feita por Maitland sobre o processo de inoculação da filha de Montagu. O cirurgião não utilizou qualquer preparação prévia – como sangria ou purgação –, alegando que isso não era necessário, dados o “hábito de corpo limpo” e a dieta regular da menina⁵³. Embora não seja possível afirmar, essa forma de realizar o procedimento, que se baseava estritamente na experiência de Montagu e Maitland no Império Otomano, poderia ser um pedido da própria escritora inglesa. Nos anos seguintes, Lady Mary se oporia veementemente à forma como os médicos ingleses haviam interferido no método turco, corrompendo-o. Na década de 1720, os cirurgiões e médicos ingleses adotaram a inoculação com uma série de modificações. Além dos preparativos aconselhados a cada paciente, os praticantes substituíram a agulha pela lanceta, faziam “cortes mais largos e mais profundos”⁵⁴, e optavam por manter o ferimento aberto com a intenção de dissipar os humores⁵⁵.

A operação feita na filha de Mary Montagu é considerada a primeira inoculação profissional na Inglaterra⁵⁶. O sucesso obtido nesse procedimento contribuiu, possivelmente, para ampliar o interesse pelo método. Montagu tinha acesso aos círculos aristocráticos da sociedade britânica, e mantinha proximidade com personagens que se empenharam diretamente em experimentos de inoculação. Dentre estes, destacavam-se Hans Sloane, médico que ocupou a presidência tanto do *College* quanto da *Royal Society*⁵⁷; a princesa Carolina de Gales; e o rei George I. Diante do aceite de uma petição enviada ao rei – da qual Hans Sloane participou –, uma primeira experiência pública foi realizada em 1721. Em nove de agosto desse ano, seis prisioneiros de Newgate condenados à morte foram submetidos ao procedimento, com a condição de serem libertados caso sobrevivessem. A operação foi executada por Charles Maitland, que verificou o sucesso do procedimento em cinco prisioneiros, já que um deles havia sido contaminado pela varíola no ano anterior e possuía o que hoje chamamos imunidade à doença⁵⁸.

O episódio de Newgate despertou o interesse da princesa Carolina, que demonstrou a intenção de realizar um novo experimento, dessa vez com crianças. O plano inicial era financiar

⁴⁹ GRUNDY, 1999, *op. cit.* p. 210.

⁵⁰ MAITLAND, 1723, *op. cit.* p. 9.

⁵¹ MAITLAND, 1723, *op. cit.* p. 9.

⁵² “they saw *Miss Wortley* playing about the Room, chearful (sic) and well (...) and that in a few Days after she perfectly recover'd of them” Cf. MAITLAND, 1723, *op. cit.* p. 10.

⁵³ MAITLAND, 1723, *op. cit.* p. 9.

⁵⁴ BRUNTON, 1990, *op. cit.* p. 25.

⁵⁵ Para um quadro detalhado de tais mudanças, ver BRUNTON, 1990, *op. cit.*, em especial, o capítulo 2 “A Medical Reformation, 1680-1730”, p. 42-65.

⁵⁶ GRUNDY, I. Medical Advance and Female Fame: Inoculation and its After-Effects. *Lumen: Selected Proceedings from the Canadian Society for Eighteenth-Century Studies*, v. 13, p. 13-42, 1994, p. 16.

⁵⁷ Hans Sloane foi eleito presidente do *College of Physicians* em 1719, permanecendo no posto até 1735. Ocupou também a função de presidente da *Royal Society* entre 1727 e 1741 Cf. DELACY, M. *The Germ of an Idea: Contagionism, Religion, and Society in Britain, 1660-1730*. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2016, p. 67.

⁵⁸ Charles Maitland descreve o experimento em Newgate na edição de 1723, ver *op. cit.* p. 20-26.

a inoculação de “todas as crianças órfãs” que viviam na paróquia de St. James, em Westminster⁵⁹. Por razões que não estão claras, o procedimento não foi aplicado em todos os órfãos, mas somente em cinco deles. Depois disso, a princesa pediu aconselhamento a Hans Sloane sobre a inoculação de suas próprias filhas. Embora o neto de Sloane tivesse passado pela operação, o médico não tomou para si a responsabilidade de influenciar a decisão de Carolina. Ainda assim, a princesa solicitou que Maitland inoculasse suas duas filhas⁶⁰.

O ano de 1722 foi especialmente relevante para o debate sobre a inoculação na Inglaterra em virtude dos muitos textos publicados. Para situarmos o papel desempenhado por Mary Montagu nesse momento controverso, é preciso antes destacar os panfletos escritos por outros três personagens empenhados nesse debate, e cuja atuação estava diretamente ligada à prática médica. O primeiro texto tinha como autor um dos grandes partidários da inoculação, isto é, o já citado cirurgião escocês Charles Maitland. Contra o uso de tal método, destacavam-se os escritos do médico William Wagstaffe e do boticário Isaac Massey. No intervalo de publicação entre estes dois últimos panfletos, vinha a público um artigo em defesa da inoculação. O escrito era de Lady Mary, mas não exibia o nome da autora.

Logo em fevereiro de 1722, Charles Maitland publicava um texto para responder a objeções surgidas em relação ao experimento de Newgate. Como ele alertava, haviam aparecido muitas informações que eram “frequentemente contraditórias”⁶¹. Diante disso, ele escrevia com a intenção de levar a público um “relato claro e honesto da verdade dos fatos”⁶². Nessa primeira edição, Maitland citava a experiência de Lady Mary sobre a inoculação no Império Otomano, embora não colocasse expressamente o seu nome. Ademais, ressaltava que o método proposto por ele era aquele observado na Turquia, sem “enfeites de erudição ou de eloquência”⁶³.

O sucesso obtido no experimento com prisioneiros de Newgate e com os órfãos da paróquia de St. James estava longe de convencer a comunidade médica sobre a segurança do método. Além disso, um episódio ocorrido em abril de 1722 serviria para aumentar a oposição contra a inoculação e pesaria contra os esforços de Mary Montagu. O filho de um nobre inglês, o senhor Sunderland, morreu enquanto se recuperava do procedimento de inoculação. Embora os defensores do método apontassem estatísticas que demonstrassem a eficácia da inoculação⁶⁴, foi justamente nos meses seguintes a essa morte que se multiplicaram as vozes contrárias ao método de proteção contra a varíola.

Em junho desse ano, vinha a público o panfleto possivelmente mais feroz contra a aplicação da inoculação e contra seus principais defensores, dentre estes, Charles Maitland e Mary Montagu. O médico inglês William Wagstaffe (1685–1725) escreveu um texto em que exibia já no título o “perigo e incerteza de inocular a varíola”. Na capa, o autor indicava também suas credenciais: doutor em medicina, membro do *College of Physicians* e da *Royal Society*, e médico do prestigioso hospital *St. Bartholomen*⁶⁵.

⁵⁹ GRUNDY, 1999, *op. cit.* p. 213.

⁶⁰ GRUNDY, 1999, *op. cit.* p. 214.

⁶¹ MAITLAND, C. Mr. Maitland's account of inoculating the small pox. London, printed for the author, by J. Downing: and to be sold by J. Roberts, 1722, p. 1.

⁶² MAITLAND, 1722, *op. cit.* p. 1.

⁶³ MAITLAND, 1722, *op. cit.* p. 3.

⁶⁴ No início de 1720, o médico inglês James Jurin (1684–1750) fez um amplo estudo sobre as taxas de mortalidade em decorrência da doença e da inoculação. A sua conclusão foi que a taxa de mortalidade da varíola era “aproximadamente 1 em 6 (17 por cento) e que menos de 2 por cento morriam como resultado direto da inoculação da varíola” Cf. WOODS, R. *Death Before Birth: Fetal Health and Mortality in Historical Perspective*. Oxford: Oxford University Press, 2009, p. 223.

⁶⁵ WAGSTAFFE, W. *A letter to Dr. Freind shewing the danger and uncertainty of inoculating the Small Pox*. London: Printed for Samuel Butler next Bernard's Inn in Holborn, 1722.

Por ser médico, é certo que Wagstaffe indicou em seu panfleto objeções do ponto de vista técnico, ao lado de argumentos que ressaltavam o valor da experiência. A esse respeito, ele afirmava que os médicos não deveriam encorajar tal procedimento, pois este não se sustentava suficientemente na razão ou no fato⁶⁶. Ele defendia que dificilmente um quarto dos inoculados tinha uma “verdadeira e genuína varíola”⁶⁷. Wagstaffe questionava ainda a “natureza” do fluido que se inseria na pessoa a ser inoculada e as consequências que isso poderia gerar⁶⁸. Contudo, as críticas mais duras ao método de inoculação se assentavam em afirmações valorativas de várias ordens.

O médico lamentava que tal método, “praticado apenas por umas poucas *mulheres ignorantes*” (grifo do autor), em uma região de “pessoas iletradas e irreflexivas”, tivesse sido adotado em uma das “nações mais polidas do mundo”⁶⁹. Além de afirmar que o sangue daqueles que viviam no Império Otomano – não citado nominalmente em seu texto – tinha abundância de “partículas mais suscetíveis de inflamação”, Wagstaffe sustentava que a “matéria purulenta” misturada com o sangue inglês parecia um pouco repugnante à razão deste último povo⁷⁰. Embora o médico não mencionasse o nome de Mary Montagu, é provável que uma passagem de seu panfleto fosse referência a ela e a outros médicos defensores da inoculação. No trecho em questão, Wagstaffe criticava “alguns otimistas viajantes da Turquia” que, por meio de “rumores e relatos, estavam aficcionados em abordar a inoculação”⁷¹.

Nesse sentido, o discurso de Wagstaffe foi apontado por Isobel Grundy como assentado mais na “classificação, nação e raça do que no profissionalismo”⁷². Em seu texto, havia um julgamento que desconsiderava o método de inoculação por duas grandes razões: tratava-se de um recurso médico cujas origens remetiam ao Levante – um local visto como atrasado pelos europeus em termos de ideias e práticas médicas – e, de forma ainda mais enfática, era realizado e defendido por mulheres, o que desqualificava as atribuições de tal operação, uma vez que as mulheres – fossem na Europa ou no Levante – não faziam parte da comunidade médica.

Em 25 de setembro, era a vez do boticário Edmund Massey se levantar contra a inoculação. Num texto sucinto, dedicado ao médico Hans Sloane, Massey deixava indicado logo na capa a quem ele se opunha: o cirurgião Charles Maitland. Assim como Wagstaffe, Massey desqualificava o método completamente, encarando-o como uma prática antinatural e mesmo uma doença. Para ele, o termo “inoculação” deveria ser substituído por “encantamento”⁷³. Era justamente na parte final do panfleto que Massey se dedicava a atacar o autor de um artigo publicado poucos dias antes. Tratava-se do texto anônimo de Mary Montagu.

Robert Halsband acredita que o ataque de Wagstaffe à prática da inoculação feita por “mulheres ignorantes” tenha irritado Montagu a ponto de incitar uma defesa pública do método⁷⁴. Foi em artigo publicado em 13 de setembro de 1722 no jornal *Flying-Post* que Lady Mary expressaria não apenas a defesa da inoculação, mas também seu descontentamento com a forma como tal procedimento era adotado pelos médicos ingleses. O autor imaginado por Montagu –

⁶⁶ WAGSTAFFE, 1722, *op. cit.* p. 4.

⁶⁷ WAGSTAFFE, 1722, *op. cit.* p. 17.

⁶⁸ WAGSTAFFE, 1722, *op. cit.* p. 4.

⁶⁹ WAGSTAFFE, 1722, *op. cit.* p. 5-6.

⁷⁰ WAGSTAFFE, 1722, *op. cit.* p. 11.

⁷¹ WAGSTAFFE, 1722, *op. cit.* p. 36.

⁷² GRUNDY, 1994, *op. cit.* p. 16.

⁷³ MASSEY, I. *A Short and Plain Account of Inoculation: With Some Remarks on the Main Arguments made use of to recommend that Practice, by Mr. Maitland and others.* London: Printed for W. Meadows, at the Angel in Cornhill, and Sold by T. Payne in Pater Noster Row, 1722, p. 20.

⁷⁴ HALSBAND, 1953, *op. cit.* p. 400.

um comerciante – exibia, assim como ela, a autoridade de quem havia testemunhado tal prática em terras turcas.

Contudo, antes de vir a público, o texto escrito por Mary Montagu passaria pelo crivo do editor e teria termos e ideias modificados ou simplesmente banidos. O editor eliminou todas as “críticas e sarcasmo contra os médicos” feitos pela autora e, no geral, “suavizou seu tom indignado e apaixonado”⁷⁵. As alterações começavam já no título. Contra a opção de Mary Montagu em escrever sobre a inoculação da varíola de modo geral, o editor optou por indicar que o relato era sobre a inoculação em Constantinopla⁷⁶. Entre as mudanças operadas no artigo, estava a substituição da palavra “médicos”, na expressão “desonestidade e ignorância dos médicos”, por “algumas pessoas”; no lugar de sua crítica “à infame prática” feita na Inglaterra – dadas as muitas alterações inseridas no método pelos médicos –, o editor indicava apenas que tal deturpação ocorria em alguns lugares; a palavra sucesso, atrelada a esse procedimento, era omitida.

Uma das principais críticas de Montagu se referia aos “preparativos” adotados por certos médicos ingleses, cujo emprego ocorria antes da inoculação. A autora punha em dúvida se as “purgações ou qualquer método violento” – como a flebotomia – realmente levavam o corpo a um temperamento moderado. Para ela, uma “dieta fresca” e “sono regular” eram suficientes para alcançar esse estado. Na sequência, a autora criticava frontalmente a Faculdade de Medicina de Londres – o *College* –, afirmando: “como eu não sou membro da Faculdade, eu não pretendo disputar com estes senhores acerca de sua prática geral em outros distúrbios”⁷⁷. Mas ela defendia que esses médicos deveriam considerar o seu testemunho em Constantinopla e, portanto, a sua afirmação de que os “longos preparativos servem apenas para destruir a força do corpo necessária para eliminar a infecção”⁷⁸. Esse trecho também sofreu interferência do editor, uma vez que a referência à faculdade foi suprimida.

O que Mary Montagu defendia nesse artigo era a adoção do método “turco” de inoculação, tal como ela e outros estrangeiros haviam presenciado no Levante. Em outras palavras, o procedimento deveria ocorrer através de uma “picada de agulha, a menor quantidade possível de matéria de varíola e sem preparação ou acompanhamento além da moderação do senso comum”⁷⁹. Ainda que Lady Mary falasse a partir de sua própria experiência e em termos internos à área médica, as suas palavras, mesmo anônimas, continuavam provocando desconfiança. Para o boticário Isaac Massey, o artigo do *Flying-Post* havia sido escrito por um “falso comerciante na Turquia”⁸⁰. Os seus argumentos médicos, de outro modo, sequer seriam discutidos por Massey.

Conclusão

A experiência da doença gera como consequência o temor por seus efeitos e o esforço para remediar e, de maneira mais urgente, evitar o seu aparecimento. Isso era uma preocupação especialmente recorrente para as vítimas da varíola, doença epidêmica na Europa ainda no período moderno⁸¹. No século XVII, um provérbio alemão afirmava que “poucos permaneciam

⁷⁵ HALSBAND, 1953, *op. cit.* p. 400.

⁷⁶ O título original era “A Plain Account of the Inoculating of the Small Pox by a Turkey Merchant” e foi impresso como “An account of the inoculating the small pox at Constantinople, by a Turkey-Merchant” Cf. HALSBAND, 1953, *op. cit.* p. 401-402.

⁷⁷ HALSBAND, 1953, *op. cit.* p. 402.

⁷⁸ HALSBAND, 1953, *op. cit.* p. 402.

⁷⁹ GRUNDY, 1999, *op. cit.* p. 217.

⁸⁰ MASSEY, 1722, *op. cit.* p. 20.

⁸¹ Sobre isso, ver HOPKINS, D. R. *The Greatest Killer. Smallpox in History*. Chicago and London: The University of Chicago Press, 2002.

livres do amor e da varíola”⁸². No século seguinte, depois de contínuos surtos da doença em Londres, Charles Maitland comparava a varíola a um “anjo destruidor”⁸³.

Diante desse cenário, é certo que soluções seriam buscadas e, ao mesmo tempo, os possíveis problemas trazidos por elas seriam apontados. No caso da inoculação, muitos médicos europeus se opunham ao método num primeiro momento em razão da novidade do procedimento – e, portanto, da incerteza de sua eficácia. Contudo, as justificativas empregadas contra a adoção do procedimento estavam longe de ser puramente médicas.

No grupo dos opositores, a desqualificação dessa técnica abarcou uma série de alegações alheias ao domínio científico. Se ela foi tomada como antinatural pelo boticário Isaac Massey, o reverendo Edmund Massey não apenas a considerava ilegal, como “diabólica”. Não sem razão, o seu texto se intitulava “Um sermão contra a prática perigosa e pecaminosa da inoculação”⁸⁴. Mas nenhuma característica poderia produzir maior impacto do que a gênese da inoculação: suas origens estrangeiras e femininas eram obstáculos incontornáveis para muitos médicos europeus. Como escreveu Isobel Grundy, foram “os oponentes da nova prática que colocaram ênfase tanto em sua origem oriental ou islâmica e em suas associações femininas”⁸⁵.

Assim como os outros partidários do método, Mary Montagu defendia sua utilização amparando-se na experiência e na razão. Desse modo, a inoculação seria uma oportunidade de se “aplicar métodos empíricos de filosofia natural para uma matéria de importância social e para a demonstração de que esses métodos tinham utilidade prática”⁸⁶. Entretanto, embora a sua atitude em relação à inoculação fosse moldada pelos “valores sociais e epistemológicos da nova ciência”⁸⁷, isso não foi impeditivo para o questionamento de seus conhecimentos práticos. A sua experiência no Levante não foi apenas refutada, mas completamente esvaziada de sentido pelos médicos e outros homens que se opunham à inoculação.

Além de defender a inoculação entre os membros da aristocracia inglesa, alcançando inclusive representantes da família real, Lady Mary ousou discordar até mesmo dos médicos ingleses que alteravam o método oriental. O que ela proclamava era o emprego do método padronizado, sem espaço para inúmeras interferências médicas projetadas para cada paciente. Lembremos que na década de 1720, quando a operação passou a ser realizada na Inglaterra, os médicos inseriram inúmeras modificações no procedimento, concedendo um espaço de atuação para si próprios inexistente na sociedade islâmica⁸⁸.

Considerando a forma como a escritora inglesa advogou a inoculação da varíola, é possível afirmar que sua função se estendia para além da mera defesa da operação. Mary Montagu demonstrava conhecimento a respeito de seu funcionamento e de seus resultados. A sua descrição sobre a prática do método – ou, como chamou Narin Hassan, desse “ritual nativo” – indica “um tom de autoridade científica e detalhe”, além de revelar as “metodologias específicas da

⁸² HOPKINS, 2002, *op. cit.* p. 32.

⁸³ GRUNDY, 1999, *op. cit.* p. 209.

⁸⁴ MASSEY, E. *A Sermon against the Dangerous and Sinful Practice of Inoculation*. Preach'd at St. Andrew's Holborn, on Sunday, July the 8th, 1722. The third edition. London: Printed for William Meadows, at the Angel in Cornhill, 1722, p. 15.

⁸⁵ GRUNDY, 1994, *op. cit.* p. 16.

⁸⁶ HALPERN, S. A. *Lesser Harms: The Morality of Risk in Medical Research*. Chicago/London: The University of Chicago Press, 2004, p. 20.

⁸⁷ CAPOFERRO, R. Genre Contamination and Gender Critique in Lady Mary Montagu's *Turkish Embassy Letters*. In: D'EZIO, M. (ed.). *Literary and Cultural Intersections during the Long Eighteenth Century*. Newcastle: Cambridge Scholars Publishing, 2008, p. 50.

⁸⁸ Em virtude de sua formação acadêmica e, portanto, de seus conhecimentos sobre os humores, os médicos possuíam monopólio para indicar os preparativos e para acompanhar o paciente depois da inoculação. Tratava-se de uma forma de manter uma função exclusiva nesse processo e também de manter sua posição no topo da categoria médica. Sobre isso, ver BRUNTON, 1990, *op. cit.* p. 1-33.

inoculação turca”⁸⁹. King-Thom Chung vai além, ao afirmar que a iniciativa de Montagu na disseminação do método não apenas “levou ao trabalho de Edward Jenner com varíola bovina”, mas também à “teoria do germe de Louis Pasteur (1822–1895) e de Robert Koch (1843–1910)”⁹⁰.

Embora tenha recebido alguns elogios por seu papel na defesa e disseminação da inoculação⁹¹, é preciso lembrar as dificuldades e preconceitos enfrentados por ela quando decidiu pela inoculação de seus dois filhos. Lady Mary deixaria registrado o desprezo de enfermeiras e servas, e a hostilidade de tias e avós contrárias ao procedimento realizado em sua filha. Não faltaria quem a acusasse de ser uma “mãe desnaturada” que havia colocado a vida de seus filhos em risco⁹². A sua influência entre familiares e amigos também não foi conquistada rapidamente. Lady Mary não conseguiu convencer uma das irmãs a inocular seu filho. O sobrinho morreu em 1723 em decorrência da doença⁹³. Sua amiga Sarah Chiswell, a destinatária da “Carta XXXI”, também morreu atingida pela varíola, em 1726. Lembremos que até mesmo defensores do método buscavam esconder as origens feminina e oriental da inoculação⁹⁴. Diante de todas essas evidências, não há como discordar de Bernardette Andrea quando ela afirma que Lady Mary enfrentou uma “reação sexista, racista e orientalista” no seu próprio país⁹⁵.

Por fim, o episódio envolvendo Mary Montagu e a proposição de uma técnica oriental no interior de uma comunidade médica e masculina levanta a necessária discussão sobre o lugar social ocupado pelas mulheres. Como escreveu Isobel Grundy, “o caso de Lady Mary demonstra o quão difícil é localizar qualquer contribuição para o avanço científico fora das instituições de ciência, nas ações de indivíduos excluídos por gênero, raça, classe ou educação”⁹⁶. O fato é que a escritora inglesa condensava a presença de elementos inaceitáveis para o *establishment* médico da época: era porta-voz de um método praticado no Império Otomano – local considerado atrasado pelos europeus –; não possuía formação médica, o que a impedia de participar dos debates em tais círculos; e, talvez, o principal, era mulher.

⁸⁹ HASSAN, N. *Diagnosing Empire: Women, Medical Knowledge, and Colonial Mobility*. Aldershot and Burlington, VT: Ashgate, 2011, p. 23.

⁹⁰ CHUANG, K-T. *Women Pioneers of Medical Research: Biographies of 25 Outstanding Scientists*. Jefferson: McFarland & Company, 2010, p. 14.

⁹¹ Aaron Hill, em *The Plain Dealer*, e o filósofo francês Voltaire, em suas Cartas escritas de Londres, prestaram homenagem à Lady Mary. Mas é importante lembrar que os dois autores mencionavam a função da inoculação em proteger a beleza feminina Cf. HALSBAND, 1953, *op. cit.* p. 404.

⁹² GRUNDY, 1999, *op. cit.* p. 212.

⁹³ HALSBAND, 1953, *op. cit.* p. 403.

⁹⁴ GRUNDY, 1999, *op. cit.* p. 212.

⁹⁵ ANDREA, B. Alternatives to Orientalism?: Mary Wortley Montagu and Her ‘Turkish’ Son. In: MACLEAN, G. (ed.). *Britain and the Muslim World: Historical Perspectives*. Newcastle: Cambridge Scholars Publishing, 2011, p. 118.

⁹⁶ GRUNDY, 1994, *op. cit.* p. 16.

Embalsamamentos no século XIX: segredos, técnicas e polêmicas

Nanci Leonzo

Profa. Livre Docente – USP/FFLCH – História Social
nleonzo@usp.br

Maria José Saenz S. P. de Almeida

Doutoranda em História Social - FFLCH - USP
mariajsurita@gmail.com

Recebido em 29/01/2018. Aprovado em 05/04/2018.

Como citar este artigo: Leonzo, N.; ALMEIDA, M.J.S.S.P. “Embalsamamentos no século XIX: segredos, técnicas e polêmicas”. Khronos, Revista de História da Ciência, nº5, pp. 47 - 57. 2018.

Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso em dd/mm/aaaa.

Resumo: No limiar entre ciência e arte, os embalsamamentos durante o século XIX, antes da utilização do formol, envolveram médicos do Brasil e da França em uma série de controvérsias que revelam muito sobre a cultura fúnebre do Oitocentos. Neste estudo de caso, acompanhamos a trajetória de José Tavano, português que chegou ao Brasil em meados de 1858 disposto a trabalhar como médico, cirurgião e, principalmente, embalsamador, utilizando o sistema desenvolvido por um conhecido químico francês do qual era cessionário. Suas prováveis relações com pessoas influentes no Império e a troca de artigos com um desafeto são elementos que ajudam a compor o cenário da chamada medicina científica da época.

Palavras-chave: ciência, história, embalsamamento.

Embalming in the 19th century: secrets, techniques and controversy

Abstract: On the threshold between science and art, the funeral embalming during the 19th century, before the use of formalin, involved physicians from Brazil and France in a number of controversial issues which reveal a great deal about the eighteenth century's funeral culture. In this case study we followed José Tavano's life, a Portuguese who came to Brazil in 1858, willing to work as a physician, surgeon and mainly embalmer, using the system developed by a well-known French chemist, of whom he was cessionary. His probable relationships with influential people in Imperial Brazil and the exchange of articles with a foe are elements helping to make up the backdrop of the so-called scientific medicine of that time.

Keywords: embalming, science history, medicine history.

*Digam lá o que quiserem
Contra o Sistema Gannal,
Nunca hão de conseguir
Ao Tavano fazer mal.¹*

Um indivíduo identificado apenas como Vasseur, preparador de anatomia, redigiu, no século XIX, uma correspondência dirigida a um certo Dr. Vignollo, na qual lamentou alguns dissabores vividos por aqueles que se dedicavam ao ofício de embalsamar cadáveres – eventualidade que “de tão rara poderia nem aparecer na carreira de um médico”. Um dos problemas por ele apontado foi a falta de corporativismo, em decorrência de a arte ter nascido fora do ensino oficial e ser por muito tempo domínio de raros inovadores. Em defesa do aprimoramento da técnica, Vasseur cobrou de seus pares mais esforços, inclusive para a formação de conselhos autorizados. Por fim, conclamou todos a se unirem pelo respeito soberano às famílias. Nesta última observação, aliás, o discurso do anatomista fazia coro com outros de sua época, inclusive com o polêmico químico e farmacêutico francês Jean-Nicolas Gannal (1791-1852) já falecido, no momento defendido por um de seus filhos, o médico e farmacêutico de primeira classe, Felix Gannal (1829-1905), também embalsamador.²

Muitos atribuem a Gannal a criação do sistema de embalsamamento com injeção na artéria carótida. Sua técnica e seu líquido embalsamador, cuja fórmula durante muito tempo foi mantida em segredo³, disseminaram-se por diversos países, sendo exportados em tonéis e garrafas para seus cessionários. Entre estes havia um médico português, formado, ao que tudo indica, na Bélgica, chamado José Tavano (?-1894). Não conseguimos apurar a razão pela qual ele se interessou por exercer tal atividade no Brasil. Contudo, identificamos que, em 24 de maio de 1858, ele enviou de Flessinger, importante porto comercial situado na ilha de Walcheren, localizada na então província holandesa da Zelândia, uma carta ao brasileiro Antonio Gonçalves Dias (1823-1864), o qual se encontrava na Europa em missão especial de estudos e pesquisas, sobre questões relacionadas com a sobrevivência na capital do Império brasileiro e, talvez, a respeito das possibilidades do exercício da medicina⁴. Não há dúvida de que eles se conheceram em algum lugar do velho continente e que, provavelmente, o literato, morto em um naufrágio ocorrido nas costas do Maranhão, durante uma viagem da França ao Brasil, lhe deu algumas informações básicas sobre o país. Ao emigrar para o Brasil, Tavano viajou a bordo de um navio que partiu de Antuérpia e durante a longa travessia cuidou dos tripulantes doentes⁵. Desembarcou para tentar

¹ O BRAZ. “Novo Braz”. *A Formiga*. Rio de Janeiro, edição 3, fevereiro 1862. p. 4.

² A carta de Vasseur e a resposta de Gannal podem ser consultadas em: GANNAL, Félix. *Reponse de M. le Dr. Gannal a la lettre adressée par M. Vasseur, Préparateur d'Anatomie et Fournisseur de la Faculté de Médecine, à M. le Dr. Vignollo, à l'occasion de l'embaumement de Mgr l'archevêque de Paris*. Paris: Rignoux, Imprimeur de la Faculté de Médecine, 1863. Disponível em: <<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k56255750>>. Acesso em: 11 de maio de 2018.

³ Desenvolvidas por diferentes médicos, químicos e farmacêuticos, as fórmulas usadas no embalsamamento durante o século XIX antecederam ao emprego do formol, cujo uso na conservação dos cadáveres para o estudo da anatomia deu-se a partir do final do mesmo século, tanto nas instituições europeias quanto no Brasil. Na Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro, o uso do formol teve início em 1897 por iniciativa do médico Augusto Brant Paes Leme (1862-1943). Ver: CARVALHO, Bulhões. Boletim da semana. A conservação dos cadáveres para os estudos anatômicos. In: *O Brasil-Médico: revista semanal de medicina e cirurgia*. Rio de Janeiro: Policlínica Geral do Rio de Janeiro, v. 13, n.15, 15 de abril de 1899. pp.145-146. Disponível em: <<https://www.obrasraras.fiocruz.br/media.details.php?mediaID=124>>. Acesso em: 11 de maio de 2018.

⁴ Carta de José Tavano a Antonio Gonçalves Dias sobre pagamento de aluguéis de casa e outros assuntos. *Anais da Biblioteca Nacional*. Rio de Janeiro, RJ. A. G. Dias. Catálogo de Manuscritos e Bibliografia. I-5,2,34.

⁵ Jornal do Comércio. Rio de Janeiro, edição 207, 26 de julho de 1858, p. 2.

a vida, de início, como médico e cirurgião, em 26 de julho de 1858, apresentando-se como especialista no tratamento de doenças venéreas e uma espécie de discípulo de dois prestigiados sifilógrafos franceses, sendo um deles Philippe Ricord (1880-1889)⁶.

Há indícios de que Tavano logo entrou em contato com os principais jornais locais, sob a indicação de Antonio Gonçalves Dias, muito prestigiado sobretudo pela sua obra literária. É provável que tenha tentado obter a licença para exercer sua profissão na Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro, porém, não tendo êxito, se dirigiu, de imediato, à da Bahia. Levantamos a hipótese de que o auxílio teria vindo, por sugestão do autor de *Canção do Exílio*, de uma tradicional família baiana, isto é, Muniz Barreto, radicada na capital do Império. Um de seus membros era Joaquim Francisco Alves Branco Muniz Barreto (1800-1885), proprietário, desde 1853, do *Correio Mercantil, Instrutivo, Político e Universal*, Rio de Janeiro⁷. Tavano prestou exames de suficiência na instituição localizada em Salvador, obtendo o reconhecimento de seu diploma em fins de 1858⁸, atendendo, assim, às exigências impostas aos médicos estrangeiros que pretendiam se dedicar à medicina em território brasileiro.

O *Correio Mercantil* muito colaborou para o sucesso de Tavano. Após meados de 1858, portanto, logo depois de sua chegada ao Brasil, quando o advogado, jornalista e então deputado geral da província do Rio de Janeiro pelo Partido Liberal Francisco Otaviano de Almeida Rosa (1826-1889), nascido na mesma cidade e amigo de Gonçalves Dias, se associou, no referido periódico, a Muniz Barreto e filhos.

Otaviano, como ficou conhecido, tinha experiência no ramo, pois atuara em outros jornais locais, inclusive no *Jornal do Comércio*⁹, onde Tavano fez seus primeiros anúncios propagandistas. Era filho do médico Otaviano Maria da Rosa que presidiu, em 1831, a Sociedade de Medicina do Rio de Janeiro e, também, cinco anos depois, a Academia Imperial de Medicina¹⁰, instituições fundadas, respectivamente, em 1829 e 1835. Ele não era bem-visto por parte do corpo médico de sua cidade natal em razão de seu comportamento após a formatura na Faculdade de Direito de São Paulo. Com a morte repentina e precoce de seu pai, motivada por uma “febre”, em 29 de janeiro de 1842, Otaviano correu o risco de ser obrigado a abandonar o curso jurídico por falta de recursos para sua manutenção fora do domicílio familiar. Diante da inesperada situação, vários amigos do falecido auxiliaram financeiramente, mediante subscrições, a viúva, mãe de três filhos, comprometendo-se, inclusive, alguns de seus pares da Academia Imperial de Medicina a mantê-lo estudando em São Paulo, contribuindo com uma quota mensal depositada em uma espécie de conta¹¹. Contudo, ele nunca teria entrado em contato com seus beneficiários após sua formatura em 1845. Em sessão geral extraordinária de 4 de junho do ano seguinte, o Presidente Joaquim Cândido Soares de Meirelles (1797-1868) solicitou que o Secretário registrasse em ata tal fato, o que gerou uma violenta discussão, passando, enfim, o saldo da referida conta para os cofres da instituição¹². O apoio incondicional de Otaviano, que se tornou

⁶ Idem, edição 355, 23 de dezembro 1859, p. 4.

⁷ *Correio Mercantil, Instrutivo, Político e Universal*. Rio de Janeiro: edição 83, 24 de março 1853, p. 1. Disponível em: <http://memoria.bn.br/pdf/217280/per217280_1848_00083.pdf>. Acesso em: 11 de maio de 2018.

Daqui em diante apenas citado como *Correio Mercantil*.

⁸ Levantamento nominal dos formandos de 1812 a 2008 da Faculdade de Medicina da Bahia – UFBA. Disponível em: <<http://www.fameb.ufba.br/dmdocuments/formadosfmb1812a2007.pdf>>. Acesso em: 11 de maio de 2018.

⁹ Como fonte de informações, foi consultado o perfil de Francisco Otaviano apresentado no site da Academia Brasileira de Letras. Disponível em: <<http://www.academia.org.br/academicos/francisco-otaviano>>. Acesso em: 11 de maio de 2018.

¹⁰ *Semanário de Saúde Pública*, RJ, edição 21, 21 maio 1831, p. 116. *Jornal do Comércio*, RJ, edição 100, 6 de maio 1836, p. 3.

¹¹ *Revista Médica Brasileira*, edição 1, maio de 1842, p. 41.

¹² *Anais de Medicina Brasiliense*, ano 2, vol. 2, 11 de abril 1847, p. 241 e 242.

um hábil político e chegou a ocupar o cargo de Senador, a um profissional estrangeiro, no caso Tavano, teria agravado o impasse causado pela ingratidão. A competição era uma realidade na área médica fluminense e tornava-se necessário enfrentá-la com inovações, concluiu, por sua vez, diante das circunstâncias, o médico português interessado em alcançar prestígio e riqueza, o que se concretizou nas décadas de 1860 a 1880, apesar de alguns percalços.

Um dos principais beneficiários do estudante Otaviano foi o Dr. José Maurício Nunes Garcia (1808-1884), colega e amigo de seu pai¹³. De acordo com Lycurgo Santos Filho, este professor de anatomia da Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro teria sido, na década de 1840, o introdutor do método de Gannal para a conservação dos cadáveres, ainda que com o objetivo de aperfeiçoar seus estudos sobre a matéria¹⁴. Ao obter a certeza de que os embalsamamentos ainda não haviam sido, no Brasil, devidamente explorados do ponto de vista comercial, Tavano aqui permaneceu poucos dias. Embarcou para a Europa a fim de cuidar de questões pessoais e, principalmente, com o propósito de estagiar com Félix Gannal. Desejava se tornar seu cessionário exclusivo no Império brasileiro. O êxito dessa iniciativa foi comprovado por um certificado de 2 de outubro de 1859, no qual o herdeiro de Jean-Nicolas Gannal atestou que o médico português havia embalsamado em sua presença e sob sua direção diversas pessoas¹⁵.

Logo após seu retorno ao Rio de Janeiro, em dezembro do mesmo ano, passou a atender os pacientes em sua própria residência, situada na rua da Alfândega, 31, reservando data e horário aos doentes pobres e doando-lhes remédios, como era habitual entre os médicos oitocentistas brasileiros. Atuou como cirurgião dotado para extirpar pólipos e tumores, além de médico capaz de curar diversas doenças graves. Tais atividades, exercidas durante as décadas seguintes e em diferentes momentos, no Hospital da Beneficência Portuguesa, em seu domicílio particular e na sua própria Casa de Saúde, o consagraram até sua retirada definitiva do Brasil pouco antes de seu falecimento, em agosto de 1894, na cidade de Lisboa¹⁶. Uma interessante prova do prestígio profissional alcançado é, por exemplo, um anúncio de 1887, no qual atesta a eficácia da *Emulsão de Scott*, preparado oriundo dos Estados Unidos e apresentado, ao tempo, como um composto de óleo puro de fígado de bacalhau e hipofosfitos de cal e soda¹⁷. Cabe ressaltar que, talvez com o crescente envolvimento do amigo Otaviano na política imperial, Tavano se aproximou da nobreza, ingressando, inclusive, em 1867, na Sociedade Portuguesa Amor à Monarquia, da qual se tornou presidente. Chegou a ter como parceiro, em uma operação de *aneurisma na virilha* do lado direito de um paciente, Vicente Cândido Figueira de Saboia, Barão e Visconde de Sabia (1836-1909), ao tempo presidente da Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro e médico de confiança da casa imperial¹⁸. A trajetória de Tavano, com vistas à elevação social e ao reconhecimento profissional, confirma as observações de Ilmar Rohloff de Mattos, o qual, ao analisar o papel da alta burocracia imperial e dos agentes não públicos na manutenção do *status quo*, considerou os médicos, jornalistas e literatos como parte integrante de um conjunto unificado interessado na manutenção da ordem, como se fossem “peças estratégicas no jogo da constituição do Estado Imperial e da classe senhorial”¹⁹.

¹³ *Jornal do Comércio*, RJ, edição 78, 21 de março 1844, p. 2.

¹⁴ SANTOS FILHO, Lycurgo. *História Geral da Medicina Brasileira*. São Paulo: EDUSC; Hucitec, 1991. Vol. 2, p. 535.

¹⁵ *Correio Mercantil*, RJ, edição 214, 8 de agosto de 1858, p. 1 e edição 106, 17 de abril 1860, p. 2.

¹⁶ *Correio Mercantil*, RJ, edição 63, 4 de março de 1860, p.2 e edição 82, 23 de março de 1860, p.2. *Jornal do Comércio*, RJ, edição 203, 23 de julho de 1882, p. 3 e edição 209, 29 de julho de 1883, p. 3. *Gazeta de Notícias*, RJ, edição 10, 10 de janeiro de 1885, p. 3 e edição 227, 15 de agosto de 1886, p. 3. *O País*, RJ, edição 4427, 21 de setembro de 1894, p. 5.

¹⁷ *O Fluminense*, RJ, edição 1369, 6 de março 1887. p. 3.

¹⁸ *Diário do Rio de Janeiro*, RJ, edição 105, 30 de abril 1867, p. 2. *O País*, RJ, edição 330, 28 de novembro de 1886, p. 2. SANTOS FILHO, Lycurgo. Op. cit., vol. 2, pp. 133;136.

¹⁹ MATTOS, Ilmar Rohloff. *O tempo Saquarema*. São Paulo: Hucitec, 1987. p. 212 e 213.

Enquanto atuou como embalsamador, Tavano, como vimos, jamais deixou de atender em outras áreas da medicina, confirmando a premissa de que o embalsamamento era uma “eventualidade rara na vida de um médico”. Nos primeiros meses de 1860, passou a divulgar, além de suas atividades como médico e cirurgião, a condição de cessionário de Gannal no Brasil. Tudo indica que realizou seu primeiro serviço em agosto do mesmo ano, no cadáver de um homem falecido de *ataque apoplético*²⁰, o jornalista Manoel Moreira de Castro. Durante o enterramento, Otaviano esteve presente, conduzindo o féretro e proferindo discurso²¹. Poucos dias depois desse episódio, ao ler o jornal *Correio Mercantil*, o profissional português deve ter percebido a dimensão dos problemas que enfrentaria caso continuasse embalsamando cadáveres pelo sistema francês. Uma notícia intitulada *O cessionário do sistema Gannal*, dirigida ao público em geral e em especial ao governo, trazia o trecho de um relatório apresentado à Academia Imperial de Medicina de Paris com graves acusações ao método de embalsamamento de Gannal em detrimento do sistema desenvolvido por outro cientista, o médico anatomista francês J. P. Sucquet (1840-1870), preparador do Museu de Anatomia e Cavaleiro da Legião de Honra. Entre outras denúncias, de acordo com a notícia, os cadáveres embalsamados pelo primeiro eram descritos como decompostos e exalando um cheiro de putrefação sufocante. A acusação de uso do arsênico também foi imputada, destacando sua proibição na França pelo risco de dissimular crimes por envenenamento²². Cabe ressaltar, entretanto, que a este tempo Gannal havia substituído o arsênico por uma solução aquosa composta de partes iguais de sulfato e cloreto de alumínio. Sucquet, por sua vez, utilizava o cloreto de zinco²³.

Um longo caminho foi percorrido antes que Jean-Nicolas Gannal tentasse tornar a técnica da conservação de cadáveres em um negócio lucrativo em larga escala a ponto de atrair médicos como Tavano a serem seus cessionários em países distantes, como o Brasil. Suas pesquisas partiram de trabalhos de gerações anteriores, como William Harvey (1578-1657), que por sua vez possibilitou ao holandês Frederick Ruysch (1665-1717) ter sido um dos primeiros a praticar o método de injeção na artéria femoral, embora com o objetivo de preservar peças para o estudo da anatomia e não como prática mortuária. Ruysch não revelou os segredos de seu método, mas há indícios de que, além da injeção na artéria femoral, ele fazia a abertura do corpo para remoção, lavagem e reintrodução das vísceras com uma solução preservadora²⁴. Ao contrário de Ruysch, que não publicou seu trabalho, o médico escocês William Hunter (1718-1783) foi reconhecido como o inventor do sistema de injeção na artéria femoral para embalsamamento de cadáveres como prática mortuária. A técnica de Hunter era feita utilizando solução de terebintina e óleo de lavanda, além de retirada, tratamento e reintrodução das vísceras. O corpo deveria ser exumado após um período de quatro anos e receberia novo tratamento, caso ainda não estivesse seco²⁵.

²⁰ De acordo com a medicina da época, a apoplexia cerebral consistia na congestão de sangue no cérebro. Dependendo do grau poderia variar de leve, causando uma simples vertigem, até fulminante, levando às vezes à morte súbita. Ver: CHERNOVIZ, Pedro Luiz Napoleão. *Dicionário de Medicina Popular*. Paris: A. Roger & F. Chernoviz, 1890. V. 1, p. 199-200.

²¹ *Diário do Rio de Janeiro*, RJ, edição 144, 16 e 17 de agosto 1860, p. 1.

²² *Correio Mercantil*, RJ, edição 105, 14 de abril 1860, p. 2 e “Um estudante de medicina legal. O cessionário do sistema Gannal”, edição 231, 20 de agosto 1860, p.3.

²³ SUCQUET, J. P. Rapport sur divers modes d'embaumement extrait du Bulletin de l'Académie de Médecine. *Embaumement-Histoire de l'embaumements et des embaumeurs*. Disponível em: <<http://www.embaumement.com>>. Acesso em: 15 de dezembro 2017.

²⁴ BARNES, Carl Lewis. *The art and science of embalming: descriptive and operative*. Washington: Librarian of Congress, 1898. p. 223. Disponível em: <<https://archive.org/details/artandscienceem00barngoog>>.

²⁵ NUNNAMAKER, Albert John; DHONAU, Charles. *Anatomy and embalming: a treatise on the science and art of embalming, the latest and most successful methods of treatment and the general anatomy relating to this subject*. Ohio: The Embalming Book Company, 1913. p. 21 e 22. Disponível em: <<https://archive.org/details/anatomyembalming00nunn>>.

Antes da invenção de Jean-Nicolas Gannal, os embalsamamentos eram realizados, na França, com base nos ensinamentos contidos na obra de Pierre Dionis (1643-1718) e na antropotomia de Pierre Tarin (1725? -1761), conforme atestou o médico François Ribes père (1770-1845)²⁶. Tais operações, que talhavam e dividiam o corpo humano, causavam a Gannal um verdadeiro horror, sendo, em sua opinião, “mais cruel para o coração que a destruição e a dissolução natural das partes”. O fato é que ele se debruçou, de início, sobre o processo de preservação de peças anatômicas, a este se dedicando por nove anos, a partir de 1826. Sua principal inovação foi a utilização de uma injeção composta de soluções de acetato e cloreto de alumínio por meio de aplicação nas artérias carótidas. A mesma técnica passou a ser aplicada nas práticas mortuárias, sendo combinada às lavagens aromáticas para permitir que se evitasse a mutilação do corpo por meio da retirada das vísceras²⁷.

O cessionário José Tavano assim descreveu a referida técnica de embalsamamento:

Coberto o corpo, é colocado sobre uma mesa; e, mediante uma incisão feita no pescoço, busca-se a carótida, artéria pela qual se injeta o líquido conservador. Isto feito e sem se lhe descobrir parte alguma, envolve-se inteiramente o corpo em toalhas de flanela ou seda, atadas com bandas do mesmo tecido; após o que, veste-se a pessoa falecida segundo sua família deseja.

Desta maneira, tiram-se os linhos manchados pelas dejeções, como praticam as religiosas nos enterros, apertando-o com estofos impregnados em essências lançadas no caixão.

As conservações ditas temporárias e consistentes em mera injeção bastam para conservar os corpos durante alguns meses, sem, todavia, darem conservações indefinitas, como algumas pessoas imaginam.²⁸

Quanto à trajetória de vida de Gannal, há relatos de que aos 14 anos começou a trabalhar em uma farmácia, quando aprendeu a manipular substâncias químicas. Alistou-se no exército francês e atuou nos hospitais militares, acompanhando as forças bélicas de Napoleão nas campanhas da Alemanha e da Rússia. Após a batalha de Waterloo, retornou a Paris e se vinculou à Escola Politécnica como preparador químico. Dedicou-se a diversas atividades, como o desenvolvimento de um método para a refinação de bórax²⁹, resultando em grande queda no preço final deste produto; trabalhou em um novo processo para derretimento e endurecimento de sebo, técnica que viabilizou a posterior fabricação de velas de cera; atuou na feitura de cola e gelatina, de sucos açucarados e acidulados³⁰.

²⁶ RIBES, FRANÇOIS. *Histoire de l'ouverture et de l'embaumement du corps de Louis XVIII, fondateur de l'Académie royale de médecine / par F. Ribes père, médecin ordinaire de l'Hôtel royal des Invalides*. PARIS: Impr. de Plassan, 1834. Disponível em: <<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6128757p>>. Acesso em: 11 de maio de 2018.

²⁷ GANNAL, Jean-Nicolas. *Histoire des embaumements et de la préparation des pièces d'anatomie normale, d'anatomie pathologique et d'histoire naturelle, suivie de procédés nouveaux, par J.-N. Gannal*. Paris: Ferra, 1838. Disponível em: <<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k96183929>>. Acesso em: 11 de maio de 2018.

²⁸ TAVANO, José. “Notícia acerca dos embalsamamentos”. *Correio Mercantil*, RJ, edição 106, 17 de abril 1860. (Continuado do número 103).

²⁹ De acordo com Chernoviz, o bórax também era conhecido como sub-borato de soda, sendo empregado nas artes e na medicina, mais especificamente em gargarejo para o tratamento de aftas. Ver: CHERNOVIZ, Pedro Luiz Napoleão. Op. cit., vol. I, p. 347.

³⁰ TOULOUZE, M. Eug. “Variétés. Les Gannal et les embaumements aux siècles passés et dans les temps modernes”. *Gazette des hôpitaux civils et militaires*, Paris, 103, 1905. p. 1229-1231. Disponível em: < BOMBOY, E. “Le embaumeur Jean-Nicolas Gannal”. *Le Progrès Medical*, Paris, 1936, Supplément Illustré, p. 92-95.

Disponíveis em [biuSanté Bibliothèque Numérique Medic@](http://biuSanté.Bibliothèque.Numérique.Medic@)

Por não ser médico, não foram poucas as dificuldades enfrentadas pelo químico francês, segundo lamentou-se certa vez, quando já tinha 30 anos de experiência na prática da referida arte, denunciando os problemas pelos quais estava passando, principalmente as objeções feitas ao seu método de embalsamamento por uma comissão constituída, em meados da década de 1840, pela Academia Real de Medicina. Gannal, que obteve seu brevê de invenção para o líquido de embalsamamento em 1845, defendeu-se da acusação de que usava arsênico e revelou ser alvo de críticas e agressões de seus adversários, com destaque para o já citado anatomista J. P. Sucquet, que o teria plagiado³¹. Da mesma forma que os egípcios praticavam o embalsamamento impulsionados por sentimentos de natureza religiosa, o químico francês apelou para a ideia de que estes eram uma expressão da religiosidade, testemunhando os sentimentos afetuosos, os lamentos e o reconhecimento da família e dos amigos. Discurso semelhante fez Tavano, ao defender a conservação dos despojos como uma forma de respeito aos mortos, além de tornar a separação menos dolorosa por parte da pessoa enlutada, pois “sabe que pode vê-lo, conhecê-lo, tocá-lo e até abraçá-lo, pois só lhe falta o divino sopro que se exalou com o último suspiro”³².

Para Gannal, embalsamamento era o mesmo que “procedimento contra a corrupção dos corpos mortos”³³. Um dicionário francês da segunda metade do século XIX assim definiu a referida técnica: “Dá-se este nome à operação que tem por objeto obter a conservação artificial dos cadáveres”. A mesma publicação afirma ainda o seguinte: “que a ideia de evitar a decomposição do corpo remonta aos egípcios; os gregos e romanos pouco o praticaram; a arte começou a se desenvolver na Europa a partir do século XVI”; e, finalmente, o costume desapareceria quando a desejada cremação se tornasse obrigatória. Ainda de acordo com este dicionário, o método utilizado por Gannal resultou da descoberta de um composto líquido contendo sulfato de alumínio, ácido arsênico e água destilada³⁴. Importante notar que o químico francês sempre negou que usasse arsênico em suas formulações, substância cuja venda foi proibida na França em 1846, tanto em embalsamamentos quanto em inseticidas e outras atividades³⁵.

Em meio às denúncias expostas no *Correio Mercantil* de que o sistema Gannal seria uma falácia, as quais agitaram também a França, Tavano viria a ser chamado para embalsamar um cadáver que já estava em decomposição, pois falecera há mais de 24 horas. Tratava-se de Francisco Mauker, um comerciante que viveu durante o século XIX na capital do Império, vendendo carruagens novas e usadas³⁶. Era francês e morreu viúvo aos 40 anos de idade, em 21 de setembro de 1860, vítima de *hepato enterite*³⁷, sendo sepultado em 25 de setembro de 1860, ou seja, quatro dias após sua morte³⁸. A um amigo chamado Salvador Gonçalves da Cunha Bastos coube a iniciativa de providenciar a concretização de seu último desejo, qual seja, o de ter seu corpo

³¹ GANNAL, Jean-Nicolas. *Avis aux familles sur le mode d'embaumement de M. Gannal*. Paris: Le Normant, 1846. Disponível em: <<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9618464b>>. Acesso em: 11 de maio de 2018.

³² TAVANO, José. “Notícia acerca de embalsamamentos”. *Correio Mercantil*, RJ, edição 103, 4 de abril 1860, p. 3.

³³ GANNAL, 1846, op. cit. [n.p.].

³⁴ LABARTHE, Paul. *Dictionnaire Populaire de Médecine Usuelle*. Paris: C. Marpon et E. Flammarion, 1887. Tomo 1, p. 699.

³⁵ Sobre a citada regulação francesa acerca da venda de substâncias tóxicas por farmacêuticos, ver: N°440. 29 de outubro – 6 de novembro de 1846. Ordonnance du Roi portant règlement sur la vente des substances vénéneuses (IX, Bull. MCCCXXXVIII, n°13.098). Titre II: De la vente des substances vénéneuses par les pharmaciens. In: FRANCE. *Bulletin des lois et ordonnances publiées depuis la Révolution de juillet 1830*. Paris: Imprimerie et librairie administratives de Paul Dupont, 1846. Tomo 5, n.440. p. 140. Disponível em: <<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6456874g>>. Acesso em: 11 de maio de 2018.

³⁶ “Carruagens ricas”. *Jornal do Comércio*, RJ, edição 141, 22 de maio 1860, p. 3 e “Fábrica de seges”. *Correio Mercantil*, RJ, edição 25, 25 de janeiro 1860, p. 3.

³⁷ Conforme *Dictionnaire Abrégé des Sciences Médicales* (Paris: Panckoucke Editeur, 1822. Tomo VI, pp.477-514), denominava-se *enterite* uma inflamação dos intestinos. No caso da *hepato enterite*, citada no texto, tudo indica que o paciente sofria também de um problema no fígado. Disponível em: <https://archive.org/stream/BIUSante_35573x06>. Acesso em: 11 de maio de 2018.

³⁸ “Obituário”. *Correio Mercantil*, RJ, edição 268, 26 de setembro 1860, p. 1.

embalsamado para a posteridade. O relato deste amigo foi publicado em um jornal da época, trazendo uma breve reconstituição do que se passou nos dias entre a morte e o enterramento definitivo do comerciante. Passadas mais de 24 horas da morte de Francisco Mauker, durante a leitura do testamento, Cunha Bastos soube de seu último desejo e recorreu ao médico José Tavano, que aceitou fazer o embalsamamento “paralisando a decomposição imediatamente depois da operação”³⁹.

Decorridos dois anos da morte de Mauker, em janeiro de 1862, o nome do falecido comerciante passou a aparecer na imprensa carioca, em uma troca de artigos publicados no *Jornal do Comércio* e no *Correio Mercantil*. Os textos eram de autoria do médico que o embalsamou, José Tavano, e de seu detrator, que se manteve anônimo sob o pseudônimo *A alma de Mauker*. Tratava-se, provavelmente, de um concorrente do médico português na arte do embalsamamento, que, em tom irônico, levantou a dúvida de que Tavano de fato utilizasse os genuínos líquidos preservadores de Gannal e de que fosse verdadeiramente iniciado nos verdadeiros mistérios e segredos dessa prática. Para justificar suas acusações, mencionou diversos cadáveres que haviam se corrompido após serem por ele embalsamados. Um deles teria sido o corpo de uma criança depositado em um gabinete na Escola de Medicina, cuja chave da porta permanecia em poder de Tavano. Ao exalar um cheiro infecto, a diretoria do local ordenou que sem perda de tempo fosse restituído à terra esse cadáver que “nunca deveria ter sido profanado pela seringa do embalsamador”, denunciou o detrator⁴⁰.

Com relação ao embalsamamento de Francisco Mauker, o autor anônimo do referido artigo forneceu mais informações. Após o embalsamamento, seu corpo teria sido depositado provisoriamente na capela do cemitério de São João Batista⁴¹, em 23 de setembro de 1860, porque ainda não estariam prontos os caixões de chumbo e de madeira onde o cadáver deveria ser depositado. “No dia seguinte, a ‘infecção’ era notável no recinto da capela e se fazia sentir até mesmo no escritório vizinho”. Zelosa pela saúde de seus empregados, a administração chamou o doutor Tavano para concluir seu trabalho e remover o corpo de Mauker, que se achava “corrupto”. No dia seguinte, em 25 de setembro, o médico português esteve na capela do cemitério e solicitou o uso do local por mais algumas horas. No mesmo dia à tarde, ali compareceram o construtor dos caixões e um emissário do médico. Na ocasião, lançaram sobre o corpo uma grande porção de líquidos aromáticos e o encerraram no caixão metálico hermeticamente fechado e soldado⁴².

O autor anônimo desse mesmo artigo levantou duas hipóteses para o suposto fracasso dos embalsamamentos de Tavano, no Rio de Janeiro. Uma delas seria de que o líquido utilizado pelo médico era falsificado. Argumentou ser possível que Gannal vendesse seus líquidos adulterados em tonéis ou garrafões para evitar a descoberta da verdadeira composição destes, o que poderia ser feito por uma simples análise. Outra hipótese consistia no fato de que os líquidos, caso fossem os legítimos provenientes da França, não seriam propícios para o clima tropical do Brasil, onde a “fermentação pútedra” ocorreria com grande rapidez. Citando, por fim, a exumação do cadáver de um menino chamado Francisco, embalsamado por Tavano e encontrado na mais completa putrefação, propôs a Tavano exumar todos os corpos por ele embalsamados, inclusive o de Mauker, assim o desafiando:

³⁹ BASTOS, Salvador Gonçalves da Cunha. “Publicações a pedido: agradecimento”. *Correio Mercantil*, RJ, edição 267, 25 de setembro 1860, p. 3.

⁴⁰ “Publicações a pedido: a alma de Mauker: os embalsamamentos e o sr. Dr. Tavano, cessionário do processo de Gannal”. *Correio Mercantil*, RJ, edição 10, 10 de janeiro 1862, p. 2.

⁴¹ O cemitério de São João Batista, na Freguesia da Lagoa, foi inaugurado em 1852 e era público, ou seja, destinado às pessoas pobres. O governo provisório da República implantou a lei de secularização dos cemitérios somente em 1891. A propósito, ver: RODRIGUES, Cláudia. *Nas fronteiras do além: a secularização da morte no Rio de Janeiro (séculos XVIII e XIX)*. Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, 2005.

⁴² “Publicações a pedido (...)”. Loc. cit., p.2.

Será pelo receio de qualquer verificação ulterior que o ilustre cessionário ora proscreeva totalmente qualquer comunicação com o mundo exterior, ainda mesmo através de um vidro espesso, que em nada prejudicaria aliás o êxito de sua operação, como praticou com o cadáver de Mauker, ora dispõe apenas de um estreito óculo, através do qual qualquer reconhecimento satisfatório e completo se torna necessariamente impossível?... E que vantagem enxergar-se pois na conservação indefinida de um corpo, que não mais poderá ser convenientemente visitado, nem receber sequer um olhar saudoso?⁴³

Divulgada na mesma edição e página do *Correio Mercantil* em que o artigo foi publicado, uma notícia intitulada *Exumação* ajuda a entender o caso do menino Francisco. Na presença de familiares e professores da Faculdade de Medicina, o corpo da criança foi exumado no cemitério de São Francisco de Paula. “Teve, pois o pobre pai o desapontamento de encontrar apenas, em lugar da imagem de um filho chorado, um montão de putrilagem amorfa e de cheiro infecto”. Acusando Tavano, o autor anônimo do texto informou que o embalsamador foi convidado a comparecer à exumação do cadáver do menino, mas se negou a ir⁴⁴. Poucos dias depois, o médico português veio a público, no *Jornal do Comércio*, para se defender de todas as acusações. Além de garantir ter provas documentais para comprovar ser cessionário de Gannal, esclareceu as seguintes questões:

Se esses líquidos são ou não os mais próprios, mesmo neste clima, nos polos ou no equador, para garantir a conservação dos cadáveres, prova-o a experiência, os fatos, a realidade. Tenho no meu escritório, membros do corpo humano embalsamados há mais de ano e se acham em perfeitíssimo estado de conservação. Chamaria também em meu apoio não menor autoridade que a de um ilustre professor a quem convidei para a minha primeira experiência de embalsamamento nesta corte. Essa experiência foi feita na escola de medicina no cadáver de uma criança; a chave do anfiteatro onde ficara o cadáver se conservou sempre em poder do porteiro da escola e não comigo, como falsamente se alega. Daqui resultou que o cadáver embalsamado pode ser visitado por muitos médicos (...).⁴⁵

Com relação às acusações feitas sobre o embalsamamento de Mauker, Tavano reproduziu na íntegra o depoimento do amigo do falecido, Salvador Gonçalves da Cunha Bastos, que esteve presente ao sepultamento definitivo, quando o cadáver foi colocado em caixão de chumbo: “Encontrei o cadáver em perfeito estado de conservação, o que foi presenciado por diversas pessoas que assistiram à exumação”, escreveu o amigo. Ao responder à acusação de que o cadáver do menino Francisco houvesse sido mal embalsamado, imputou outra ainda mais grave, qual seja, a de que o túmulo em que jazia o corpo da criança já havia sido aberto anteriormente por outra pessoa interessada em prejudicá-lo, ou seja, “as coisas já estavam preparadas para o resultado que se desejava”. Sobre o episódio, disse ter recebido dois convites para uma segunda exumação: o primeiro, pedindo que marcasse dia e hora para a exumação e o segundo, no dia seguinte, estabelecendo que o ato se daria em poucas horas. Não aceitara o convite, alegando compromissos de trabalho e porque sabia daquela “primeira e misteriosa exumação”. Em sua defesa, Tavano ainda relatou, mediante ordem do Marquês de Abrantes, Miguel Calmon du Pin e Almeida (1796-

⁴³ “Publicações a pedido (...)”. Loc. cit., p. 2.

⁴⁴ “Exumação”. *Correio Mercantil*, RJ, edição 10, 10 de janeiro 1862, p. 2.

⁴⁵ “O Dr. J. Tavano ao público”. *Jornal do Comércio*, RJ, edição 17, 17 de janeiro 1862, p. 1.

1865), ter recentemente visitado diversos cadáveres por ele embalsamados e encontrou todos em perfeito estado de conservação⁴⁶. Tudo indica que Tavano fez questão de informar que obteve autorização para não ser acusado de ter violado nenhuma sepultura, o que era crime passível de multa e prisão⁴⁷. Já a referência ao Marquês de Abrantes se deu porque este era então provedor da Santa Casa e os cemitérios públicos do Rio de Janeiro estavam a cargo da administração da Santa Casa de Misericórdia⁴⁸.

A troca de artigos deu-se em 1862, ou seja, no período em que ocorreu grande difusão de embalsamentos nos EUA por causa da guerra civil (1861-1865). O objetivo era possibilitar o traslado dos combatentes, permitindo que fossem enterrados nas cidades em que viviam seus familiares. Com o crescimento da demanda por funerais caros, houve a procura por melhores meios de preservação do corpo, segundo dois autores do final do século XIX, Eliab Myers e F. A. Sullivan. Naquela época, o período do luto anterior ao enterro geralmente tinha a duração de dois a quatro dias e, em caso de necessidade de envio do corpo para locais distantes, poderia demorar meses. Antes da introdução do embalsamento nos EUA, o agente funerário ou quem quer que assumisse o controle do funeral geralmente tinha que lidar com cadáveres em terrível estado de putrefação, em consequência da dificuldade do transporte com gelo. Com o tempo, o embalsamento passou a ser praticado por dois motivos: questões de preservação e sanitárias, sendo esta última uma razão secundária. “Podem haver outras razões menores, mas estas são as principais”, segundo os citados autores norte-americanos⁴⁹. Entre os motivos menores mencionados, possivelmente estaria o embalsamamento por motivos sentimentais, como o do menino Francisco, ou por desejo pessoal, a exemplo de Mauker.

As motivações que levaram pessoas comuns a desejarem ser embalsamadas no século XIX fazem sentido diante das considerações de Edgar Morin, um dos primeiros autores a refletir sobre a morte. Publicada em 1951, sua obra foi muito anterior ao período em que a história das mentalidades passou a dominar a história social no âmbito dos *Annales*, quando os comportamentos diante da morte começaram a ser tratados como objetos de estudo⁵⁰. Assim, o pioneirismo de Philippe Ariès torna-se, de certo modo, duvidoso. Ao analisar o fenômeno em sua dimensão bioantropológica, Morin refletiu sobre as atitudes do homem diante da morte como algo que o distingue dos outros seres vivos. Quanto ao sentimento de dor provocado pela morte de entes queridos manifestados no luto, apontou o “horror da decomposição do cadáver” como o mais forte. Diante da “perda da individualidade” da pessoa amada, esse sentimento seria a razão de diversas práticas funerárias às quais o ser humano tem recorrido com o passar dos tempos, tais como o embalsamamento, a cremação e o transporte do corpo para outro lugar, entre outras práticas⁵¹.

⁴⁶ “O Dr. J. Tavano ao público”. Loc. cit, p. 2.

⁴⁷ De acordo com o capítulo II, art. 68 do Decreto nº 1.557 de 17/02/1855. Ver: BRASIL. Decreto nº 1.557, de 17 de Fevereiro de 1855. Aprova o novo Regulamento para os Cemitérios públicos e particulares da Cidade do Rio de Janeiro, serviço dos enterros e taxas funerárias. In: *Coleção de Leis do Império do Brasil*. Rio de Janeiro, 1855, p. 93, v. 1, pt. II (publicação original). Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1824-1899/decreto-1557-17-fevereiro-1855-558427-publicacaooriginal-79673-pe.html>>. Acesso em: 11 de maio de 2018.

⁴⁸ BRASIL. MINISTÉRIO DO IMPÉRIO. *Relatório apresentado à Assembleia Geral Legislativa na Segunda Sessão da Nona Legislatura pelo Ministro e Secretário de Estado dos Negócios do Império Luiz Pedreira do Couto Ferraz*. Rio de Janeiro: Typographia do Diário, de A&L Navarro, 1854. p. 11. Disponível em: <http://memoria.bn.br/pdf/720968/per720968_1853_00001.pdf>. Acesso em: 11 de maio de 2018.

⁴⁹ MYERS, Eliab; SULLIVAN, Francis A. *The champion text book on embalming*. Springfield, Ohio: Champion Chemical Co, 1897. p. 113. Disponível em: <<https://archive.org/details/championtextbook00myer/>>. Acesso em: 11 de maio de 2018.

⁵⁰ ARIÈS, Philippe. *História da morte no Ocidente: da Idade Média aos nossos dias*. Tradução de Priscila Viana de Siqueira. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2017.

⁵¹ MORIN, Edgar. *O homem e a morte*. Tradução de Cleone Augusto Rodrigues. Rio de Janeiro: Imago, 1997. pp. 28-29; 33.

Como afirmou o anatomista Vasseur, o embalsamamento era uma eventualidade tão rara que poderia sequer aparecer na vida de um médico. É possível que a pequena quantidade de clientes em potencial tenha contribuído para acirrar as disputas travadas tanto entre os embalsamadores na Europa do século XIX, como ocorreu com Gannal e Sucquet, quanto no Brasil, com Tavano e seu eventual concorrente. Para o químico francês, que teve como sucessores seus filhos Félix e Adolphe (1826-?), os embalsamamentos representavam uma atividade lucrativa, pois seus líquidos eram vendidos para cessionários localizados no interior da França e em outras regiões do mundo ocidental. Cabe lembrar que os irmãos se dedicaram, também, à conservação de carnes e legumes.

Um problema interessante que apareceu na troca de farpas que permeia os artigos assinados pelo médico José Tavano e seu inimigo anônimo foi a opção pelo embalsamamento feito com a intenção de preservar o cadáver para a posteridade por questões sentimentais. É possível que os familiares poderiam optar por essa técnica não apenas para traslado ou para prolongar a duração dos funerais de pessoas ilustres⁵². Esse parece ter sido o caso do menino Francisco, exumado na presença do pai no cemitério de São Francisco de Paula. Ao se deparar com a decepção do progenitor durante a exumação do cadáver do filho embalsamado e que se encontrava em decomposição, o detrator de Tavano, ao criticá-lo pela qualidade de seu serviço, afirmou: “E que vantagem enxergar-se (sic) pois na conservação indefinida de um corpo, que não mais poderá ser convenientemente visitado, nem receber sequer um olhar saudoso?”⁵³.

Oportuno lembrar, ainda, as observações satíricas sobre os praticantes da arte de “empalhar” feitas, em 1839, pelo crítico, jornalista e romancista francês Alphonse Karr (1808-1890). Ciente de que os embalsamadores tinham o hábito de roubar os órgãos, afirmou com ironia: “talvez os revendam aos mortos que têm falta de algum”⁵⁴. Completamos: estes sempre foram muitos...

⁵² Sobre o embalsamamento de pessoas ilustres, ver, por exemplo, o caso ocorrido com o general José de San Martín (1778-1850), cujo corpo foi trasladado da França para a Argentina. Ver: PODGORNÝ, Irina. Las momias de la patria: entre el culto laico, la historia de la química y la higiene pública. In: *L'Ordinaire des Amériques*. Toulouse, n. 212, 2010 [publicado em 1 de novembro de 2015], pp. 53-74. Disponível em: <<http://journals.openedition.org/orda/2487>>. Acesso em: 11 de maio de 2018.

⁵³ “Publicações a pedido (...)”. Loc. cit., p. 2.

⁵⁴ KARR, Alphonse. *Les guêpes*. Paris: Lange Lévy, 1841. p. 44.

A contribuição de George Newport (1803-1854) para a elucidação do papel dos componentes do sêmen masculino na reprodução animal

Natália Abdalla Martins
Mestranda do Programa Interunidades em
Ensino de Ciências da USP
natalia.abdalla.martins@usp.br

Maria Elice Brzezinski Prestes
Prof. Dra. do Depto. de Genética e Biologia
Evolutiva, Instituto de Biociências da USP
eprestes@ib.usp.br

Recebido em 31/01/2018. Aprovado em 09/05/2018.

Como citar este artigo: MARTINS, N. A.; PRESTES, Maria Elice Brzezinski. “A contribuição de George Newport (1803-1854) para a elucidação do papel dos componentes do sêmen masculino na reprodução animal”. Khronos, Revista de História da Ciência, nº5, pp. 58 - 72. 2018.

Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso em dd/mm/aaaa.

Resumo: Este artigo tem como objetivo refletir acerca das contribuições do pesquisador inglês George Newport (1803-1854) para a elucidação de uma questão amplamente investigada entre os séculos XVII e XIX: o papel dos componentes do sêmen masculino na reprodução. Após apresentação de algumas informações de sua biografia científica, serão discutidos aspectos de sua obra “On the Impregnation of the Ovum in the Amphibia” (1851). Será dada ênfase à análise dos experimentos realizados para investigar o papel preciso dos espermatozoides e do líquido seminal na fecundação de ovócitos, indicando a consciência do autor sobre a contribuição do seu estudo para o conhecimento sobre a reprodução animal.

Palavras-chave: reprodução animal, George Newport, história da biologia.

The contribution of George Newport (1803-1854) to the elucidation of the role of the components of male semen in animal reproduction

Abstract: This paper aims to reflect about the contribution of the British researcher George Newport (1803-1854) to the elucidation of a question broadly investigated between the 17th and 19th centuries: the role of the components of male semen in reproduction. After presenting some information on the scientific biography of this researcher, it follows a discussion of his work “On the Impregnation of the Ovum in the Amphibia” (1851). The analysis will emphasize the experiments done to investigate the precise role of the spermatozoa and of the fluid part of semen in the fecundation of oocytes, indicating the author’s awareness of the contribution of his study to the knowledge about animal reproduction.

Keywords: animal reproduction, George Newport, history of biology.

Introdução

A geração dos seres vivos e, mais especificamente, a reprodução animal foi investigada desde a Antiguidade. Aristóteles (384-322 a.C.), por exemplo, estudou as distinções anatômicas de diversas espécies, caracterizando o macho pela presença de testículos e pênis, e a fêmea, pelo útero¹. Relacionou esses órgãos e seus produtos, o sêmen masculino e o “sêmen feminino” (que considerava ser constituído pelo fluido menstrual), às suas funções na geração de descendentes. Sendo mais abundante, o sêmen feminino constituiria a *matéria* do corpo do filho, enquanto o sêmen masculino transmitiria a sua *forma*².

A partir do século XVII, a discussão sobre o papel dos dois tipos de sêmen se estabeleceu em torno de novas questões e de novos procedimentos de investigação, como as observações microscópicas e os experimentos. Qual parte do sêmen masculino era atuante? A parte líquida ou os vapores dela emanados? Ou seria ainda aquela parte constituída pelos “animálculos” (espermatozoides), cuja existência fora revelada pelas lentes de microscópios, como os de Antonie van Leeuwenhoek (1632-1723)? Por outro lado, estudos como os de Fabricius ab Acquapendente (1533-1619) e Regnier de Graaf (1641-1673) mostraram, respectivamente, a existência na fêmea de um órgão semelhante aos testículos do macho, o “ovário”, e que esse órgão, presente não apenas na fêmea de aves mas também de “quadrúpedes” (mamíferos) produziam “ovos” (de Graaf observou, na verdade, os folículos que levam hoje o seu nome). Tais estudos anatômicos, por sua vez, atrelavam-se a explicações teóricas (modelos teóricos) controversas sobre o processo geral da geração, que também remontavam à Antiguidade³. De um lado, havia os que defendiam a epigênese, ou seja, que um novo indivíduo se desenvolveria a partir da mistura das “sementes” masculina e feminina⁴. De outro lado, havia os que defendiam o preformismo ou preexistência, ou seja, que o novo indivíduo estaria pré-formado em “germes” no corpo dos pais. Dentro da corrente preformista, era necessário decidir se o germe preformado estava no “ovo” (ovócito) da fêmea, como defendiam os ovistas, ou se, ao contrário, o germe estava no sêmen do macho, como defendiam os animalculistas⁵.

O professor de história natural italiano, Lazzaro Spallanzani (1729-1799), foi um forte adepto da teoria ovista. Ao longo de diversas séries experimentais, primeiro ele descartou que fosse a “aura seminalis” (vapor emanado do esperma) a responsável pela fertilização dos ovos, uma vez que essa só ocorria quando os ovos fossem banhados, em contato direto, com o sêmen masculino. Em seguida, Spallanzani procurou determinar qual parte do sêmen ativava o ovo, se o líquido ou os animálculos. Para isso ele filtrou o sêmen de anfíbios machos, separando os “vermes espermáticos” (espermatozoides) da parte líquida, e colocou apenas esse líquido filtrado em contato com ovos de fêmeas⁶. Spallanzani utilizou filtros sobrepostos nas filtrações e observou que, quanto mais filtros eram utilizados, menos girinos eram formados⁷, um indício de que os vermes espermáticos retidos nos filtros seriam necessários para a fecundação dos ovos. No entanto, Spallanzani continuou defendendo o ovismo, considerando, como seu contemporâneo Charles Bonnet (1720-1793), que os animálculos seriam responsáveis apenas pela “ativação” do

¹ MARTINS, Roberto de Andrade. *Aristóteles e o estudo dos seres vivos*. Morrisville (North Carolina): Lulu Press, 2015.

² CASTAÑEDA, Luzia Aurelia. História natural e as ideias de geração e herança no século XVIII: Buffon e Bonnet. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, v. 2, n. 2, p. 33-50, 1995. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hcsm/v2n2/a03v2n2.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2018.

³ PRESTES, Maria Elice Brzezinski. *A biologia experimental de Lazzaro Spallanzani (1729-1799)*. 2003. 393p. Doutorado – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

⁴Atualmente, essas “sementes” seriam os espermatozoides dos machos e os ovócitos das fêmeas, por exemplo.

⁵ CASTAÑEDA, 1995, op. cit.

⁶ PRESTES, 2003, op. cit.

⁷ JANCZUR, Christine. A contribuição de Prévost e Dumas para a compreensão do papel dos ‘animálculos do sêmen’ no processo de fecundação. *Boletim de História e Filosofia da Biologia*, vol. 10, n. 3, p. 9-16, set. 2016. Disponível em: <<http://www.abfhib.org/Boletim/Boletim-HFB-10-n3-Set-2016.pdf>>. Acesso em: 04 jul. 2017.

germe já pré-formado no ovo da fêmea. Ele reforçava sua posição com base em outros experimentos realizados, nos quais ocorreu a fecundação de ovos a partir de líquido seminal, sem vermes espermáticos⁸.

No século XIX, o epigenismo passou a prevalecer em relação ao preformismo, em grande parte devido à contribuição dos estudos de Jean-Louis Prévost (1790-1850) e Jean-Baptiste Dumas (1800-1884). Esses autores repetiram e aprofundaram os experimentos de filtração de sêmen de anfíbios de Spallanzani, reafirmando a conclusão do naturalista italiano de que o “líquido obtido pela destilação do sêmen é totalmente inábil para a fecundação”⁹. Contudo, interpretaram os resultados de modo diferente, considerando que os animálculos do sêmen são fundamentais (e não meramente ativadores, como pensava Spallanzani) para a fertilização dos ovos¹⁰.

Aproximadamente vinte anos depois, o pesquisador inglês George Newport (1803-1854) também investigava a reprodução e desenvolvimento embrionário de anfíbios. O estudo de Newport, contudo, representa uma contribuição definitiva para o estabelecimento do papel dos espermatozoides na fecundação, ao fornecer evidências experimentais do modo como isso ocorre, ou seja, de que a impregnação do “óvulo” (ovócito) pelo espermatozoide é por penetração e não apenas pelo contato, como sugerido nos experimentos dos seus antecessores¹¹. O presente artigo, no entanto, tem como objetivo analisar unicamente os primeiros conjuntos de experimentos que possibilitaram que ele chegasse a essa conclusão, os quais foram realizados para investigar o papel dos espermatozoides na fecundação de ovócitos.

Feito esse breve histórico dos estudos precedentes que contextualizam epistemologicamente a contribuição de Georges Newport para a elucidação do papel dos espermatozoides na reprodução animal, serão apresentadas, a seguir, algumas informações da biografia científica desse pesquisador. Em seguida, atendendo ao objetivo central do presente trabalho, é apresentada uma análise detalhada do estudo de Newport para investigar o papel preciso dos espermatozoides e do líquido seminal na fecundação de ovócitos, publicado no primeiro de uma série de artigos sobre o tema, “On the Impregnation of the Ovum in the Amphibia” (1851)¹².

Biografia Científica de George Newport¹³

George Newport nasceu em 4 de julho de 1803 na cidade de Cantuária (Canterbury), no condado de Kent, no sudeste da Inglaterra, e morreu em 7 de abril de 1854, em Londres. Após cursar a escola primária, aos 14 anos tornou-se aprendiz no negócio de seu pai, que era um

⁸ A literatura já discutiu duas explicações diferentes para o resultado desse experimento. Uma possibilidade é a de que Spallanzani simplesmente cometeu um erro procedimental que fez com que houvesse espermatozoides no líquido seminal filtrado. Outra possibilidade é a de que a manipulação experimental do ovo tenha ocasionado o seu desenvolvimento em girino, mesmo sem contato com espermatozoides (SANDLER, 1973, p. 220 apud COLLUCCI, Cláudia Aparecida. *Lazzaro Spallanzani e as experiências com sêmen e fecundação artificial no século XVIII*. 2002. Mestrado – Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2002, p.112-113). De qualquer forma, o mais importante é notar aqui que Spallanzani não repetiu esse experimento, ao contrário do que regularmente fazia em seus estudos. Esse desvio da sua conduta experimental padrão pode ser interpretado à luz de sua forte adesão à teoria ovista, considerando que bastavam resultados de um número reduzido de experimentos, uma vez que ofereciam apenas suportes adicionais para o que ele considerava já ter evidenciado suficientemente por outros estudos (PRESTES, 2003, op. cit.).

⁹ PRÉVOST, Jean-Louis; DUMAS, Jean-Baptiste apud JANCZUR, 2016, op. cit., p. 11.

¹⁰ Os resultados desses experimentos foram publicados na “Segunda Memória sobre a geração. Relação entre o ovo e o líquido fecundante. Fenômenos apreciáveis resultantes de sua ação mútua. Desenvolvimento do ovo dos batráquios”, de 1824, cuja tradução parcial ao português encontra-se em JANCZUR, 2016, op. cit.

¹¹ NEWPORT, George. On the Impregnation of the Ovum in the Amphibia. (Second Series, Revised.) And on the Direct Agency of the Spermatozoon. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, v. 143, p. 233-290, 1853. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/108564>>. Acesso em: 10 mai. 2017.

¹² NEWPORT, George. On the impregnation of the Ovum in the Amphibia. (First Series). *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, v. 141, p. 169-242, 1851. Disponível em: <www.jstor.org/stable/108395>. Acesso em: 10 mai. 2017.

¹³ CLARKE, Edwin. Newport, George. In: *Complete Dictionary of Scientific Biography*, 2008. Disponível em: <<http://www.encyclopedia.com/science/dictionaries-thesauruses-pictures-and-press-releases/newport-george>>. Acesso em: 5 abr. 2017.

fabricante de rodas. No entanto, permaneceu estudando por conta própria diversos assuntos, mostrando desde jovem um interesse especial por insetos¹⁴.

Em 1825, com a fundação da *Canterbury Philosophical and Literary Institution*¹⁵, Newport pôde assistir palestras e ter acesso a sua biblioteca e coleções de história natural. No ano seguinte, tornou-se expositor do museu dessa instituição, passando a ministrar palestras e fazer demonstrações de entomologia. Newport também doou muitos espécimes dos insetos coletados ao longo de sua vida¹⁶.

Segundo Edwin Clarke¹⁷, enquanto trabalhava no museu, Newport tornou-se aprendiz, em 1828, do cirurgião William Henry Weekes (1790-1850), da cidade de Sandwich localizada no mesmo condado de Kent. Apenas aos 29 anos de idade, em 1832, deu início ao ensino formal superior, matriculando-se na *University of London* (hoje *University College of London*). Em 1835, tornou-se licenciado pela *Society of Apothecaries of London* e membro do *Royal College of Surgeons of England*, na época, “a combinação usual de diplomas para a prática médica”¹⁸. Newport ocupou o posto de cirurgião da *Chichester Infirmary* (hoje *St. Richards Hospital*), na cidade de Chichester, no condado vizinho de Sussex, no sudeste da Inglaterra, de 1835 até o início de 1837. Nesse período, Newport continuou a estudar fisiologia, embriologia e anatomia de insetos e publicou muitos artigos sobre o assunto, principalmente nas décadas de 1830 e 1840.

Newport foi membro da *Linnean Society* e de outras sociedades estrangeiras de história natural. Foi eleito, em 1843, membro da *Royal College of Surgeons of England*, da qual ele foi um dos 300 membros originais. Também foi presidente da *Entomological Society* em 1844 e 1845 e membro da *Royal Society*, eleito em 1846, da qual mais tarde fez parte do Conselho. Em 1847, foi premiado com uma pensão da lista civil¹⁹ por suas contribuições à história natural, o que possibilitou que passasse a se dedicar exclusivamente à pesquisa nessa área²⁰.

Entre 35 itens produzidos em um período de 25 anos²¹, destacam-se, entre as obras sobre insetos, “On the Nervous System of the *Sphinx ligustri*, Linn., and on the Changes Which It Undergoes during a Part of the Metamorphoses of the Insect” (1832); “Observations on the Anatomy, Habits, and Economy of *Athalia centrifoliae*, the Saw-fly of the Turnip, and on the Means Adopted for the Prevention of Its Ravages” (1838), artigo pelo qual ganhou uma medalha da *Agricultural Society of Saffron Walden*; “The Bakerian Lecture - On the Organs of Reproduction, and the Development of the Myriapoda – First Series” (1841) e *Catalogue of the Myriapoda in the collection of the British Museum* (1856), uma publicação póstuma²².

Em meados da década de 1840, George Newport passou a investigar a reprodução e desenvolvimento embrionário de anfíbios, mencionados anteriormente. Entre 1851 e 1854, publicou três artigos na *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* com os resultados de suas pesquisas: “On the Impregnation of the Ovum in the Amphibia (First Series)” (1851), pelo qual ganhou uma medalha da *Royal Society*; “On the Impregnation of the Ovum in the Amphibia

¹⁴ Idem.

¹⁵ Historic Canterbury. Disponível em: <<http://www.machadoink.com/The%20Museum%20and%20Free%20Library.htm>>. Acesso em: jan. 2018.

¹⁶ CLARKE, 2008, op. cit.

¹⁷ Idem.

¹⁸ Idem.

¹⁹ A lista civil é uma lista de indivíduos do Reino Unido que recebem uma pensão do governo “por seus serviços pessoais à Coroa, ou pela execução de deveres para o público, ou por suas descobertas úteis em ciência e realizações na literatura e nas artes”, de acordo com o *Civil List Act*, de 1837 (CIVIL LIST. Wikipedia. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Civil_list>. Acesso em: jan. 2018).

²⁰ CLARKE, 2008, op. cit.

²¹ Na leitura de obituários da sessão da *Royal Society* de 30 de novembro de 1854, sete meses após o falecimento de Newport, é lida uma notícia biográfica sobre ele contendo essa lista de seus trabalhos. O texto, publicado como parte da ata dessa sessão encontra-se em *Proceedings of the Royal Society*, v. 7, p. 278–285, 1855. Disponível em: <www.biodiversitylibrary.org/item/60968#page/263/mode/1up>. Acesso em: jan. 2018.

²² CLARKE, 2008, op. cit.

(Second Series), And on the Direct Agency of the Spermatozoon” (1853) e “Researches on the Impregnation of the Ovum in the Amphibia and on the Early Stages of Development of the Embryo” (1854). O último artigo teve material selecionado e coletado por George Viner Ellis (1812-1900), professor de anatomia na *University College* de Londres, devido ao falecimento de Newport antes da conclusão da obra²³. Newport morreu em decorrência de uma forte febre desenvolvida a partir de um resfriado contraído próximo a *Shepherd's Bush*, no oeste de Londres, durante uma coleta de animais para seus estudos de fisiologia²⁴.

Estrutura geral do artigo *On the Impregnation of the Ovum in the Amphibia (First Series)*

O estudo intitulado “On the Impregnation of the Ovum in the Amphibia (First Series)”, publicado no volume 141 dos *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, em 1851, foi inicialmente apresentado em sessão da *Royal Society* em 20 de junho de 1850. O artigo contém 76 páginas e está dividido em sete seções, além da introdução e conclusão²⁵.

Newport inicia o artigo com uma breve introdução na qual contextualiza sua pesquisa com anfíbios diante das investigações que vinha realizando nos anos anteriores com insetos, justifica a escolha dos anfíbios como objeto de pesquisa e apresenta seus objetivos gerais.

Segundo Newport, esse artigo faz parte de uma série de investigações sobre o “desenvolvimento do embrião” que vinha fazendo desde o artigo sobre o desenvolvimento dos Miriápodas, publicado em 1841, e que voltaria a estudar os invertebrados em um futuro próximo. A escolha de estudar anfíbios ocorreu porque “Os Amphibia, de todos os animais vertebrados, possibilitam para nós os meios mais fáceis de investigar o difícil assunto da Impregnação por meio de experimentos reais”²⁶. Os objetivos do trabalho são “[...] mostrar a condição do ovo nos Amphibia ao longo de suas primeiras mudanças, e também antes e imediatamente depois da impregnação, e detalhar experimentos feitos com a intenção de aprender por quais meios a sua fecundação é realizada”²⁷.

Em seguida, sob o título de “Impregnação do ovo”, Newport faz uma revisão ao longo de três páginas do que já havia sido investigado sobre os espermatozoides e perguntas ainda não respondidas. Newport inicia a seção falando que apesar dos avanços nos estudos sobre o fluido seminal dos animais nos 30 anos anteriores, ainda não havia “[...] nenhuma prova reconhecida, nem da participação que os diferentes constituintes desse fluido têm na impregnação, nem do modo pelo qual ele realiza a impregnação”²⁸. Newport contextualiza esses avanços, mencionando estudos mais anteriores sobre o tema. Cita diversos pesquisadores, além de Spallanzani, Prévost e Dumas, dentre os quais Leewenhoek e Jan Swammerdam (1637-1680), do século XVII, August Johann Roesel (1705-1759), John Needham (1713-1781) e Comte de Buffon (1707-1788), do século XVIII e Albert von Kölliker (1817-1905) e Rudolf Wagner (1805-1864) entre os mais contemporâneos, do século XIX²⁹.

Ao final desse apanhado histórico, Newport justifica por que a ação dos espermatozoides na impregnação dos ovos ainda devia ser investigada, afirmando que:

²³ Idem.

²⁴ NEWPORT. The Medical Times and Gazette: A journal of medical science, literature, criticism and news. Londres, 1854. Deaths, p. 392-393. Disponível em: <<https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015049027462;view=1up;seq=398>>. Acesso em: jan. 2018.

²⁵ NEWPORT, 1851, op. cit.

²⁶ Idem, p. 169.

²⁷ Idem, p. 169.

²⁸ Idem, p. 169.

²⁹ Idem, p. 169-172.

[...] por mais forte que seja a presunção a favor da agência [*agency*]³⁰ dos espermatozoides nessas instâncias em que um *liquor seminis* [líquido seminal] não foi observado³¹, isso não proporciona motivo suficiente para desacreditar de que os espermatozoides não estão dissolvidos no fluido no momento da fecundação; ou que naqueles animais nos quais o *liquor seminis* ocorre em abundância não é isso que impregna o ovo³².

E continua, especificando o que deve ser investigado: “A pergunta então, na medida em que se relaciona a uma *prova*, tanto da agência direta dos espermatozoides, quanto da ineficiência do *liquor seminis* [líquido seminal] na impregnação, permanece aberta, assim como aquela que envolve o conhecimento de como a impregnação é realizada”³³.

Em seguida, Newport expõe os objetivos de sua comunicação à *Royal Society* de modo mais específico, relacionando-os às perguntas colocadas anteriormente:

Eu proponho *primeiro* mostrar o momento e o modo de desaparecimento da vesícula germinativa e a condição do ovo na Rã e no Tritão, imediatamente antes e depois da impregnação, e me empenhar para fornecer provas de experimentos reais de que os espermatozoides sozinhos, em todos os casos de comunhão dos sexos, são os únicos agentes da impregnação do ovo; e além disso, que a impregnação não pode ser realizada pelo *liquor seminis* [líquido seminal]; e em seguida examinar de que modo a agência dos espermatozoides é influenciada, impedida ou exercida³⁴.

A partir da justificativa e dos objetivos apresentados acima, pode-se observar uma preocupação de Newport em obter “provas”, ou seja, evidências por meio de experimentos. Para ele, os resultados obtidos até então por outros pesquisadores, e até mesmo por ele nos seus estudos com insetos, indicavam que os espermatozoides eram os responsáveis pela impregnação dos ovos, mas não eram suficientes para permitir uma afirmação, com absoluta certeza, de que os espermatozoides eram os “únicos agentes” responsáveis pela impregnação dos ovos em “todos os casos de comunhão dos sexos”³⁵. Por isso, a necessidade de realizar mais experimentos para investigar a questão.

A partir desse momento, Newport passa a apresentar os resultados de sua pesquisa, que estão organizados em sete seções, que podem ser reagrupadas em três:

- Primeiramente são apresentados os estudos relacionados aos ovos (seções 1, 2 e 3). Ele relata observações anatômicas do ovo e da vesícula germinativa dentro do corpo da fêmea (seção

³⁰ Foi mantida a tradução literal dos termos *agency* (agência) e *agent* (agente), utilizados sistematicamente ao longo do artigo de Newport para expressar a ação dos espermatozoides, pois eles remetem a uma provável conexão com a noção de “agência” como “capacidade intrínseca para agir no mundo”, cujas origens e história constituem o eixo central do recente livro da historiadora da ciência Jessica Riskin (RISKIN, Jessica. *The Restless Clock: a history of the Centuries-Long Argument over What Makes Living Things Tick*. Chicago: The University of Chicago Press, 2016).

³¹ Newport aqui se refere a estudos de outros pesquisadores, como Wagner, nos quais foram observados que o sêmen de alguns invertebrados quase não possuem líquido seminal, sendo constituído quase completamente por espermatozoides (NEWPORT, 1851, op. cit., p. 171-172).

³² NEWPORT, 1851, op. cit., p. 172.

³³ Idem, p. 172, grifo do autor.

³⁴ Idem, p. 172, grifo do autor.

³⁵ Idem, p. 172.

1) e depois da desova e impregnação, descrevendo as mudanças em diferentes etapas de desenvolvimento de um ovo impregnado e de um ovo não impregnado (seção 2); em seguida, expõe aspectos do que chama de “susceptibilidade” do ovo (seção 3).

- Na seção 4, mais relevante para os objetivos desta pesquisa, e sobre a qual se ocupa o restante do presente artigo, Newport descreve os seus experimentos com fluido seminal filtrado para conhecer a ação dos espermatozoides na impregnação.

- Por fim, são mencionados os estudos relacionados aos espermatozoides, iniciando com uma discussão sobre a natureza da agência dos espermatozoides (seção 5) e dos efeitos de meios químicos (seção 6) e mecânicos (seção 7) sobre a agência dos espermatozoides.

Por fim, é apresentada uma recapitulação e conclusão da obra como um todo.

Semelhança com experimentos realizados por Spallanzani (1780) e por Prévost e Dumas (1824)

Newport realizou experimentos de filtração semelhantes aos de Spallanzani e de Prévost e Dumas, mencionados no início do presente artigo, para isolar os componentes do sêmen masculino e investigar a ação de cada um deles, separadamente, na impregnação dos ovos de fêmeas. Como foi mencionado na seção anterior, ao publicar o seu artigo, em 1851, Newport mencionou esses e outros estudos anteriores. No entanto, ele mesmo chamou a atenção de que quando realizou seus experimentos, em março de 1849, não havia se alertado para uma informação importante naqueles trabalhos:

[...] e foi apenas depois que meus experimentos estavam completos, e durante a preparação deste trabalho para ser apresentado à *Royal Society*, que eu aprendi pela cuidadosa referência às suas primeiras memórias, que eles me anteciparam em parte desta investigação – a de se empenhar para separar os espermatozoides por filtração da parte mais fluída do sêmen, e testar o efeito desses dois constituintes na impregnação artificial. A eles, portanto, fica toda a honra pelo resultado; embora eles mesmos, como honrosamente mencionam, foram antecipados nisso por Spallanzani, e também com sucesso similar³⁶.

Diante da grande semelhança entre seus experimentos de filtração do sêmen e os de Spallanzani e de Prévost e Dumas, Newport justifica por que manteve a descrição dessa parte da pesquisa no artigo, defendendo sua relevância ao referir-se aos resultados apresentados nas seções três e quatro de seu artigo:

Como, no entanto, os experimentos que eu mesmo fiz variam daqueles dos autores mencionados, – não tendo sido influenciados pelos resultados aos quais eles chegaram anteriormente, – foram de algum modo mais extensos, e, como eu acredito, agora tenderão a reconhecer o fato da agência direta dos espermatozoi-

³⁶ Idem, p. 191.

des na impregnação dos ovos sem qualquer dúvida, – pareceu desejável ainda fornecer-lhes em detalhe, ajudando a estabelecer um importante ponto de conhecimento por facilitar a comparação dos resultados de investigações independentes³⁷.

A ação do espermatozoide na impregnação – experimentos de filtração

Na seção 4 do artigo, Newport apresenta de modo detalhado seus experimentos de filtração. Ele os compara aos de Prévost e Dumas, relatando que o modo de filtração que utilizou foi o mesmo que o adotado originalmente pelos dois pesquisadores, consistindo em “cuidadosa filtração mecânica, simplesmente passando a porção líquida de sêmen diluído por camadas de papel filtro”³⁸.

O papel filtro utilizado por Newport foi “o melhor papel filtro Sueco, usado por químicos em suas análises mais delicadas”³⁹. Segundo Newport, “uma grande proporção dos espermatozoides sempre ficava retida, mesmo em um único filtro, embora alguns geralmente atravessassem [...]. Quando três ou quatro camadas de papel filtro eram usadas, todos os espermatozoides eram removidos”⁴⁰.

Newport informa também que o fluido seminal foi obtido de um sapo macho imediatamente após a sua separação da cópula com a fêmea⁴¹. Esse fluido foi misturado com aproximadamente o dobro de água e colocado para filtragem. Conforme o líquido ia passando pelo filtro, Newport o examinava ao microscópio, para verificar se continha espermatozoides⁴².

Newport descreve a realização de cinco conjuntos (*set*) de experimentos, cada um contendo, por sua vez, uma quantidade variada de experimentos individuais. Um desses conjuntos não foi descrito por Newport pois, segundo ele, seria mera repetição de um dos conjuntos já descritos⁴³.

Os conjuntos descritos foram nomeados de K, L, M e N, seguindo a sequência das letras do alfabeto empregadas em outros experimentos descritos nas partes anteriores do artigo. A descrição dos experimentos e seus resultados são apresentados em formato de texto ao longo do artigo, mas aqui serão sintetizados em tabelas, mantendo-se as palavras originais utilizadas (traduzidas para o português), para facilitar a presente comparação dos experimentos. É importante que se diga que o uso das tabelas não implica um anacronismo, por adotar um procedimento atual de análise comparativa: o próprio Newport elaborou tabelas semelhantes em seu artigo, por exemplo, ao comparar os resultados obtidos no conjunto E de experimentos⁴⁴.

Neste artigo serão discutidos apenas os experimentos e conclusões mais relevantes que ajudam a responder especificamente se os espermatozoides sozinhos, em todos os casos de comunhão dos sexos, são os únicos agentes da impregnação do ovo e se impregnação não pode ser realizada pelo líquido seminal. Esse recorte encontra correspondência no próprio artigo de

³⁷ Idem, p. 191.

³⁸ Idem, p. 204.

³⁹ Idem, p. 204.

⁴⁰ Idem, p. 204.

⁴¹ Desde as evidências fornecidas nos estudos de Spallanzani, já se sabia que a fecundação dos anfíbios é externa, isto é, que o macho em cópula lança o sêmen sobre os ovos que a fêmea, simultaneamente, vai depositando no meio (PRESTES, 2003, op. cit.).

⁴² NEWPORT, 1851, op. cit.

⁴³ Idem, p. 210.

⁴⁴ Idem, p. 195.

Newport, que também analisa apenas alguns aspectos mais particulares da fecundação e desenvolvimento embrionário, como o efeito de baixas temperaturas na taxa de desenvolvimento do embrião e o efeito de quantidades muito baixas de fluido seminal na impregnação dos ovos.

Na Tabela 1 são apresentadas as informações gerais sobre os quatro conjuntos de experimentos descritos no artigo. As temperaturas indicadas em Fahrenheit no original, foram aqui convertidas ao seu valor aproximado em graus Celsius.

Tabela 1. Informações sobre os quatro conjuntos de experimentos de filtração descritos por George Newport.

Conjunto	Data	Temperatura Atmosférica (°C)	Temperatura da Água (°C)
K	14/03/1849	13,1	12,8
L	18/03/1849	10,6	10,6
M	04/04/1850	15,6	n.d.
N	04/04/1850	15,6	n.d.

n.d.: informação não disponibilizada pelo autor.

No conjunto K foram realizados oito experimentos individuais (Tabela 2). Alguns experimentos foram realizados utilizando fluido seminal filtrado, e outros, fluido seminal “diluído” (não filtrado). Em cada experimento, uma certa quantidade do fluido utilizado foi adicionada a 28,4mL de água⁴⁵, onde estavam imersas diferentes quantidades de ovos (ovócitos) de fêmeas. Em seguida, era observado se esses ovos estavam segmentados, ou seja, se havia ocorrido a fecundação e se embriões eram formados. Para a filtração foi utilizado apenas um filtro.

A partir deste primeiro conjunto de experimentos, Newport concluiu, a partir dos experimentos 4 a 7 que “pareceu que a porção do sêmen que passa pelo filtro não tem poder de impregnação, a não ser que contenha espermatozoides; enquanto quantidades semelhantes de sêmen diluído que não foi filtrado são eficientes e impregnam”⁴⁶.

Tabela 2. Experimentos realizados no conjunto K.

No	Fluido usado	Número de ovos	Resultado
1	1 gota do fluido filtrado	46	0 ovos segmentados 0 embriões
2	1 gota do fluido diluído (duas horas depois de ter sido obtido)	90	0 ovos segmentados 0 embriões

⁴⁵ O volume de água, em onças no original, foi convertido para seu valor aproximado em mL, do sistema métrico. A conversão foi realizada com base no valor atual de uma onça líquida britânica (28,41mL). Não foram fornecidos pelo autor os volumes de água utilizados nos experimentos 7 e 8.

⁴⁶ NEWPORT, 1851, op. cit., p. 205.

No	Fluido usado	Número de ovos	Resultado
3	2 gotas de fluido filtrado	60	0 ovos impregnados
4	3 gotas de fluido filtrado	105	2 ovos parcialmente impregnados (segmentação imperfeita) 0 embriões
5	3 gotas de fluido diluído (duas horas depois de ter sido misturado com água)	76	Vários ovos segmentados 15 embriões (depois de 17 dias)
6	30 gotas de fluido filtrado	210	2 ovos segmentados (depois de 5 horas) 2 embriões
7	30 gotas de fluido diluído	250	Quase todos os ovos segmentados (depois de 5 horas) Quase todos os segmentados produziram embriões
8	Aproximadamente 30 gotas do mesmo fluido diluído	Aproximadamente 200*	Poucos imperfeitamente segmentados 0 embriões

No: número do experimento.

*: ovos passados pelo corpo de um sapo morto 20 horas antes.

Segundo Newport, esses experimentos ainda não resolviam a questão da ação direta dos espermatozoides na impregnação. Por isso, decidiu repetir os experimentos com “maior precisão” e com um “cuidado especial para obter uma filtração e separação dos espermatozoides do fluido do modo mais perfeito possível”⁴⁷. Na realização dos experimentos do conjunto L, foi obtido mais fluido seminal do que o usual, o qual foi misturado com o dobro de água formando um “fluido misto”. O fluido misto foi dividido, como no conjunto anterior, em duas partes, uma que foi filtrada e outra que não foi, para ser usada nos experimentos. A cada uma dessas partes foram adicionados 56,8mL⁴⁸ de água por onde foram transferidos os ovos das fêmeas. Em seguida, foi observado se havia ocorrido fecundação dos ovos e se embriões eram formados. Os experimentos foram iniciados no início do dia e realizados, na medida do possível, em circunstâncias similares⁴⁹. A descrição dos experimentos está apresentada na Tabela 3.

⁴⁷ Idem, p. 207.

⁴⁸ O volume de água, em onças no original, foi convertido para seu valor aproximado em mL, do sistema métrico. A conversão foi realizada com base no valor atual de uma onça líquida britânica (28,41mL).

⁴⁹ O fato de Newport fornecer informação sobre o horário da realização dos experimentos, o que não foi feito na descrição do conjunto anterior indica maior preocupação em detalhar seus procedimentos. Além disso, essa informação introduz a atenção para a padronização das condições de realização dos experimentos.

Tabela 3. Experimentos realizados no lote L.

No	Fluido usado	Número de ovos	Resultado
1	0,62mL do fluido misto	150 ovos	Grande abundância de espermatozoides aderindo à superfície dos envelopes (1 hora depois) Segmentação começou em alguns ovos (depois de 5h45min) Poucos produziram embriões
2	0,62mL da parte filtrada do fluido misto	150 ovos	Nenhum espermatozoide foi detectado nos ovos (depois de 1 hora) 0 com sinais de clivagem 0 embriões
3	O papel filtro usado no experimento 2 que reteve espermatozoides em uma pequena quantidade de fluido que não atravessou	130 ovos da mesma fêmea	Foram observados espermatozoides em abundância aderindo à superfície dos ovos mas sem movimento e aparentemente mortos e parcialmente enrolados em si mesmos (depois de 1h30min). Houve segmentação em quase todos (depois de aproximadamente 5h15min) Quase todos os ovos produziram embriões (apenas 9 foram abortivos).

No: número do experimento. O volume do fluido, em mínimos no original, foi convertido para seu valor aproximado em ml, do sistema métrico.

Os resultados, segundo Newport, foram “muito mais interessantes e instrutivos do que o esperado” porque por observações no microscópio, constatou que o fluido filtrado estava quase sem espermatozoides, possuindo, ocasionalmente, apenas um ou dois. Além disso, ovos menores e aparentemente menos maduros foram impregnados da mesma forma que os ovos completamente maduros, indicando que “alguns ovos podem ser impregnados um pouco antes do que o usual”⁵⁰. Newport também conclui que o experimento 2 do conjunto L “provou que o líquido seminal não é a parte fecundante do fluido seminal”⁵¹.

Os experimentos foram retomados quase um ano depois. Dessa vez, Newport decidiu repetir os experimentos com algumas variações, tomando os seguintes cuidados:

Primeiro, que os sapos em cada caso tivessem ficado alguns dias copulados, e no momento do experimento estivessem quase prontos para a desova; em seguida, que o fluido seminal usado fosse obtido do macho copulado com a fêmea da qual os ovos foram obtidos; além disso, que a condição

⁵⁰ NEWPORT, 1851, p. 208.

⁵¹ Idem, p. 208.

da amostra de fluido usado fosse corretamente verificada; e finalmente, que os ovos fossem colocados em placas achatadas, sob circunstâncias precisamente similares, com quantidades similares de água, repetidamente trocada⁵².

Dois conjuntos de experimentos foram feitos ao mesmo tempo. Nos experimentos do conjunto M (Tabela 4), o fluido seminal foi misturado com quantidade igual de água, colocado em um papel filtro simples e capturado em um papel filtro duplo. Os fluidos foram, então, analisados ao microscópio. O fluido que atravessou os três filtros estava quase completamente sem espermatozoides (foram detectados dois espermatozoides, sem movimento), enquanto o fluido que atravessou apenas o primeiro filtro continha diversos espermatozoides.

Nos experimentos do conjunto N (Tabela 5), o fluido seminal foi obtido e misturado com água da mesma forma que no conjunto M. Foram utilizados quatro filtros, ao invés de três. O líquido que passou por todos esses filtros não continha nenhum espermatozoide, o líquido que atravessou dois filtros ainda possuía espermatozoides sem movimento e o fluido do primeiro filtro continha inúmeros espermatozoides ativos. Com essas observações, para Newport, “estava provado que a filtração estava completa”⁵³.

Tabela 4. Experimentos realizados no conjunto M.

Número	Número de ovos e fluido usado	Resultados
1	70 ovos. Parte do fluido que passou pelos 3 filtros foi colocada em cima dos ovos e depois foi adicionada água	1 ovo parcialmente impregnado e outros ovos estavam com aparência de ovos que não tinham sido impregnados (depois de 4h25min) 0 embriões
2	127 ovos colocados em água no segundo filtro (que retinha parte do fluido proveniente do primeiro filtro)	Vários ovos se dividindo (depois de 4h50min) 16 embriões
3	163 ovos colocados em água no primeiro filtro	Grande parte segmentou (depois de 4h50min) 49 embriões Muitos ovos foram danificados antes da impregnação e o fluido seminal foi misturado com água mais de uma hora antes de ser usado, o que fez com que os números encontrados fossem menores do que o usual

⁵² Idem, p. 208.

⁵³ Idem, p. 209.

Tabela 5. Experimentos realizados no conjunto N.

Número	Número de ovos e fluido usado	Resultados
1	131 ovos. Parte do fluido que passou pelos 4 filtros foi colocada em cima dos ovos e depois foi adicionada água	0 impregnados 0 segmentados 0 embriões
2	197 ovos colocados em água misturada com a parte restante do fluido que passou pelos 4 filtros	0 segmentados 0 embriões
3	204 ovos colocados em água com fluido retido no terceiro filtro	Não foram detectados ovos impregnados, porém foram gerados 4 embriões
4	371 ovos colocados em água com fluido retido no primeiro filtro	Quase todos segmentados (depois de 4h30min). Depois de 4 dias quase todos os ovos estavam produzindo embriões, muitos dos quais estavam no quarto período de desenvolvimento. 127 completaram o desenvolvimento. Quase todos produziram embriões que viraram girinos com as características usuais.

Segundo Newport, os experimentos 1 e 2 do conjunto N são uma “prova satisfatória de que não é a parte líquida do sêmen que impregna”⁵⁴.

Com relação ao total de experimentos realizados, Newport conclui que:

O total confirmou da maneira mais completa os experimentos feitos primeiramente, e provaram, satisfatoriamente, como eu confio, que os espermatozoides sozinhos são as partes do sêmen que realizam a impregnação do ovo. Tendo repetido a filtração em cinco conjuntos separados de experimentos, em diferentes ocasiões e com exatamente os mesmos resultados gerais, eu não posso mais cogitar qualquer dúvida sobre a ação direta dos espermatozoides⁵⁵.

⁵⁴ Idem, p. 210.

⁵⁵ Idem, p. 210.

Com relação ao líquido seminal, Newport conclui que “parece igualmente decisivo que essa porção do fluido seminal não realiza a impregnação”⁵⁶. Nessa parte Newport menciona o trabalho de Wagner e Karl Rudolf Leuckardt (1822-1898) que concluem que é quase impossível que o líquido seminal aja em ovos que são liberados na água, como ocorre em anfíbios, antes do macho liberar o sêmen. Além disso, nos experimentos que fez, “nenhum ovo foi completa ou parcialmente impregnado quando imersos na água misturada apenas com o líquido seminal, obtido por filtração”⁵⁷.

Como mencionado anteriormente, o artigo de Newport contém ainda observações adicionais sobre o líquido seminal. Afirma que provavelmente ele tem uma função, que seria conhecida na medida em que se conhecesse melhor a sua natureza, mas que ela não parece ser essencial para a transmissão das características do macho para a prole. Newport se refere aos resultados do experimento 4 do conjunto N, no qual os embriões se desenvolveram rapidamente em girinos normais, de modo semelhante ao que ocorre na natureza, como indício de que apenas os espermatozoides transmitem as características para os filhotes. Além disso, afirma:

Portanto, o *liquor seminis* [líquido seminal] nem mesmo acelera o curso do desenvolvimento do jovem. Nem acelera aquele da fecundação, ou por direta imbibição ou por se tornar um solvente aos corpos dos espermatozoides; como temos visto que a segmentação da gema ocorre mais rapidamente em proporção ao número de espermatozoides, dentro de certos limites, em contato com o ovo⁵⁸.

Conclusão

George Newport foi um pesquisador reconhecido em sua época, o que é evidenciado pelos prêmios que recebeu de importantes instituições ao longo de sua vida, pelas sociedades das quais fez parte, pelos contatos que tinha com outros pesquisadores importantes da época e por suas publicações em revistas importantes.

Tanto na introdução de seu trabalho, quanto em diversos outros momentos ao longo do artigo, Newport menciona pesquisas realizadas por outros pesquisadores, e compara os próprios resultados com os deles, mostrando grande conhecimento da produção acadêmica sobre reprodução de anfíbios desde o século XVII. Reconhece as contribuições de Spallanzani e Prévost e Dumas, ao mesmo tempo em que procura indicar em quais aspectos a sua própria pesquisa avançou conhecimentos sobre o tema. Por analisar o que já havia sido pesquisado antes dele sobre reprodução animal, Newport tinha consciência de sua contribuição e procurou indicá-la ao longo de seu artigo. Ele sabia que suas pesquisas sobre a ação dos espermatozoides na impregnação dos ovos não eram, por assim dizer, inovadoras, mas forneceram as evidências (“provas”) experimentais que desejava de que os espermatozoides são os únicos agentes da impregnação dos ovos em todos os casos de comunhão dos sexos. Dessa forma, esse episódio da história da biologia ilustra a construção coletiva e gradativa, ainda que não linear ou contínua, do conhecimento científico.

⁵⁶ Idem, p. 210-211.

⁵⁷ Idem, p. 211.

⁵⁸ Idem, p. 211.

Além disso, os conjuntos de experimentos realizados indicam a preocupação de Newport em obter uma filtração perfeita e controlar outras variáveis que poderiam influenciar seus resultados, contribuindo também com o aprofundamento do método experimental de pesquisa com seres vivos no século XIX.

ARTIGOS - ARTICLES

WHO Immunology Research and Training Centre em São Paulo, um marco na história da imunologia na América do Sul

Paulo Henrique Monteiro

Pesquisador Científico do Instituto Butantan e Doutor em Educação pela USP
paulo.monteiro@butantan.gov.br

Olga Sofia Fabergé Alves

Pesquisadora Científico do Instituto Butantan e Mestre em História Social pela USP
olga.alves@butantan.gov.br

Cristiano Correia de Azevedo Marques

Pesquisador Científico do Instituto Butantan e Professor do Programa de Ciências da Coordenadoria de Controle de Doenças da Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo
marquescristiano4@hotmail.com

Recebido em 07/02/2018. **Aprovado em** 10/05/2018.

Como citar este artigo: Monteiro, P. H.; Alves, O. S. F.; Marques, C. C. A. "WHO Immunology Research and Training Centre em São Paulo, um marco na história da imunologia na América do Sul". Khronos, Revista de História da Ciência, nº5, pp. 73 - 88. 2018. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso em dd/mm/aaaa.

Resumo: No início da década de 1960 a Organização Mundial de Saúde reconhece no campo da imunologia uma perspectiva para o controle de doenças infectocontagiosas, no que diz respeito às áreas diagnóstica e de imunização. Em 1963 foi estabelecido um programa em escala mundial voltado ao desenvolvimento de pesquisas em imunologia com a formação de Centros de Pesquisa e Treinamento em Imunologia, entre estes estava o de São Paulo. O presente artigo tem como objetivo descrever o contexto de criação desse centro, seus objetivos e conteúdos, público-alvo e atividades, identificar os principais personagens e sua repercussão no cenário da ciência e tecnologia. Método: Estudo descritivo utilizando pesquisa documental e entrevistas com docente e ex-alunos do IRTC. Resultados: Inicialmente instalado na Escola Paulista de Medicina no ano de 1966, foi transferido para o Instituto Butantan em 1969, onde manteve suas atividades até 1987. Essas se assentavam no binômio ensino-pesquisa, com aulas teóricas e práticas laboratoriais. Nos dez primeiros anos de funcionamento foram recebidos 21 professores estrangeiros, de 18 instituições de sete países. Conclusão: Entre 1966 e 1983 formaram-se pelo menos 131 imunologistas brasileiros e latino-americanos. Isto significou um importante aporte na formação de uma massa crítica para a consolidação dessa disciplina no país e na América do Sul.

Palavras-chave: Capacitação em Serviço; Desenvolvimento de Pessoal; Saúde Pública; Educação; Alergia e Imunologia.

WHO Immunology Research and Training Centre in São Paulo, a milestone in the history of immunology in South America

Abstract: In the early 60s the World Health Organization (WHO) recognized immunology as a good perspective for the control of infectious diseases, in terms of diagnostic and immunization. In 1963 a worldwide program has been established in order to improve immunology research by developing the Immunology Research and Training Centres (IRTC), one of which was inaugurated in São Paulo. This article aims to describe the context of creation of this center, its objectives and contents, target audience and activities. In addition, we intent to identify the main characters and their repercussion in the science and technology scenario. Method: A descriptive study using document research and interviews with former teachers and alumni of the São Paulo IRTC. Results: Initially installed at the Escola Paulista de Medicina in 1966, it was transferred to the Butantan Institute in 1969 where its activities have been held until 1987. These activities were based on the teaching-research binomial, with theoretical classes and laboratory practices. In the first ten years of its operation, São Paulo IRTC received 21 foreign teachers from 18 institutions of seven different countries. Conclusion: Between 1966 and 1983, at least 131 Brazilian and Latin American immunologists were trained. São Paulo IRCT contributed with the formation of researchers and the scientific development of immunology in Brazil and South America.

Keywords: Training in Service; Development of Personnel; Public Health; Education; Allergy and Immunology.

Introdução

Na década de 1960, a Organização Mundial de Saúde (OMS) reconhece na imunologia um campo promissor para a busca de novas perspectivas no controle de doenças infectocontagiosas. A partir desse entendimento, a OMS define dois grandes campos de atuação. O primeiro relacionado à área diagnóstica, com foco no desenvolvimento de diagnósticos mais rápidos e precisos, dado que os existentes à época eram pouco acurados e específicos; e o segundo voltado à imunização, com o desenvolvimento de novas vacinas eficazes e seguras, assim como com o estabelecimento de programas de imunização de caráter continental¹.

A Organização, ao justificar essa abordagem, aponta claramente que o esforço de controle de algumas doenças, especialmente em países em desenvolvimento, constituía sua missão e deveria ser compreendida como parte fundamental de seus programas de caráter mundial. Doenças como a cólera, a malária e a doença de chagas foram definidas como alvos centrais desse projeto por atingirem grandes populações em países pouco desenvolvidos².

Sendo a Imunologia uma área emergente na década de 1960, a OMS constata ser necessária uma ação coordenada e de amplitude global para sua consolidação. Nesse sentido, afirma seu papel ao declarar que:

¹ WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Executive board- Programme review: Immunology*. 12 December 1969. Disponível em: <<http://apps.who.int/iris/handle/10665/144827>>. Acesso em: 20/06/2017.

² WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Report of Five Scientific Groups convened by the Director-General of the World Health Organization*. Geneva, 1964. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/40600/1/WHO_TRS_286.pdf>. Acesso em: 10/08/2017.

[o] papel da OMS era, então, fomentar o ensino de imunologia nas escolas médicas e em programas de pós-graduação, assim como encorajar imunologistas na condução de pesquisas relacionadas a doenças que representam problemas de saúde pública em muitas áreas do mundo e assim tornar seus resultados os mais acessíveis possíveis e promover e encorajar sua publicação³.

A partir desse entendimento e da constatação de que “apesar das doenças tropicais que afetam grande parte da população mundial estarem associadas a fenômenos imunológicos [...], o número de pesquisadores engajados em tentativas de mensurar e interpretar essas respostas imunológicas é muito pequeno”⁴, foi estabelecido em 1963 um programa em escala global voltado ao desenvolvimento da imunologia como campo de pesquisa a nível mundial. No documento de apresentação do programa, a OMS apontava, à época, os seguintes objetivos:

Formação em pesquisa em imunologia e aplicação prática de seus resultados; ensino de imunologia e sua introdução nos currículos das escolas médicas; aplicação da imunologia na clínica médica e na saúde pública; aplicação do atual conhecimento teórico em imunologia em doenças bacterianas, virais e parasitárias, assim como em outros campos relacionados à prevenção e à medicina clínica, em estreita colaboração com as unidades técnicas da OMS que trabalham nesses campos; assistência, se necessária, na aquisição de reagentes adequados para a pesquisa em imunologia; assistência para os programas individuais e nacionais de formação profissional em imunologia; participação e estímulo à organização de reuniões científicas internacionais sobre tópicos específicos de imunologia: imunização, diagnósticos e imunopatologia; organização e difusão de informação e auxílio na coordenação de reuniões, seminários, cursos, atividades de sociedades de imunologia etc., em colaboração com organizações não governamentais⁵.

A partir desses objetivos, o programa estabeleceu as seguintes seis linhas de ação: 1) o fomento e apoio financeiro às atividades de formação com o estabelecimento de treinamentos e parcerias internacionais; 2) o estabelecimento de 11 centros mundiais de referência em imunologia; 3) a afirmação da importância da inserção da imunologia como disciplina do currículo das escolas de medicina; 4) a colaboração com outros programas da OMS, como os de cuidados materno-infantis e relacionados à doenças específicas, dentre outros e 5) a definição e normalização de nomenclatura básica do campo, que até então constituía um entrave para o estabelecimento de parcerias entre grupos de pesquisa e para o estabelecimento de protocolos comuns⁶.

A sexta estratégia para a consolidação do campo, considerada como ação fundamental por um grupo de especialistas da OMS reunidos em 1964, era a urgente necessidade de formar, em escala mundial, especialistas na área:

³ WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 1969, op. cit., p. 2.

⁴ WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 1969, op. cit., p. 3.

⁵ WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 1969, op. cit., p. 2.

⁶ WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 1969, op. cit., idem.

Como ênfase principal [para o programa de pesquisa em imunologia] foi colocada por todos os grupos a urgência e importância de formar imunologistas, como base para o desenvolvimento no futuro. Isso inclui a formação não apenas nos países desenvolvidos, mas também nos países não desenvolvidos, onde a imunologia é relativamente negligenciada⁷.

Para isso, foram estabelecidos e financiados pela OMS centros de pesquisa e treinamento em imunologia (Immunology Research and Training Centre – IRTC), em locais estratégicos de países em desenvolvimento, que deveriam trabalhar sob a coordenação do WHO-IRTC, localizado no Instituto de Bioquímica da Universidade de Lausanne, Suíça. Esses centros, além de formar especialistas na área, deveriam desenvolver prioritariamente pesquisas relacionadas aos problemas de saúde pública regionais.

A OMS justificava essa proposta ao afirmar que

[a] principal estratégia foi o estabelecimento de centros de formação e pesquisa em Ibadan, Nigéria (para a África), em São Paulo, Brasil, e Cidade do México, México (para a América Latina), e em Singapura (para o Sudeste Asiático e Pacífico Ocidental) sob a coordenação do Centro de Lausanne, Suíça. Esses centros organizam cursos relacionados a conceitos e técnicas em imunologia. Esses centros também conduzem pesquisas. Os projetos de pesquisa são conduzidos em colaboração com as instituições sede na área. Imunologistas consultores experientes visitam os centros para ministrar aulas e colaborar com o pessoal médico local interessado em imunologia, com o intuito de romper o isolamento científico e estabelecer contato entre eles e os locais onde a imunologia é bem desenvolvida⁸.

Nas Américas, os centros criados em 1966 na cidade do México e em São Paulo iniciaram seus trabalhos sob coordenação e supervisão da Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS), sendo a partir de sua criação denominados PAHO/WHO Immunology Research and Training Centres.

O Centro Brasileiro foi instalado primeiramente na Escola Paulista de Medicina (EPM, atual UNIFESP) e, em 1969, passou a desenvolver suas atividades no Instituto Butantan, onde permaneceu ativo até 1987⁹.

Cabe ressaltar que na década de 1980, o curso adquire um caráter itinerante, passando a ser ministrado em outros Estados brasileiros, especificamente na região nordeste do Brasil, na tentativa de reduzir as desigualdades regionais¹⁰⁻¹¹.

⁷ WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 1964, op. cit., p. 79.

⁸ WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 1969, op. cit., p. 3.

⁹ PAN-AMERICAN HEALTH ORGANIZATION (PAHO). *Twelfth Meeting of the Advisory Committee on Medical Research: Progress Report on the Inter-American Biomedical Communications Network*. Washington D.C., 25-29 June, 1973. Disponível em: <http://hist.library.paho.org/English/ACHR/ACMR12_15.pdf>. Acesso em: 11/07/2017.

¹⁰ PAN-AMERICAN HEALTH ORGANIZATION (PAHO). *Fifteenth Meeting of the Advisory Committee on Medical Research: Review of the Activities of the PAHO/WHO Immunology Research and Training Centre in São Paulo*. Brasília, D.F., Brazil, 14-17 June, 1976. Disponível em: <http://hist.library.paho.org/English/ACHR/ACMR15_6.pdf>. Acesso em: 12/05/2017.

¹¹ INSTITUTO BUTANTAN. *Relatórios de Gestão do Instituto Butantan, 1925; 1969-1983*. Núcleo de Documentação, CDC, Instituto Butantan-SP, Brasil.

A partir do exposto, o presente artigo tem como objetivo resgatar a importância histórica da OMS para o estabelecimento do campo da imunologia na América Latina, tendo o caso do IRTC São Paulo como exemplo do PAHO/WHO Immunology Research and Training Centre, São Paulo. Para tanto, pretende-se descrever e analisar o contexto em que o curso foi desenvolvido, seus objetivos e conteúdos, público-alvo e atividades, assim como identificar os principais personagens (docentes e alunos) que atuaram na consolidação dessa área do conhecimento. Adicionalmente, buscamos discutir o papel do Centro na formação de uma geração pioneira de imunologistas na região.

Método

Foi realizado um estudo de natureza qualitativa baseado em análise documental e entrevistas com pesquisadores que participaram como professores ou alunos do curso desenvolvido no âmbito do Immunology Research and Training Centre Butantan.

No que diz respeito aos documentos, foram utilizados documentos disponíveis em bases de dados eletrônicos da OMS e da OPAS, priorizando documentos e relatórios de época, e uma série de Relatórios de Gestão do Instituto Butantan do período compreendido entre 1969 e 1983. Adicionalmente foram utilizados documentos da Sociedade Brasileira de Imunologia (SBI).

Quanto às entrevistas, os dados foram colhidos no bojo do projeto Ciência e Cientistas do Butantan, coordenado pelo Laboratório de História da Ciência do Butantan, que entrevistou, entre 2014 e 2016, todos os pesquisadores cadastrados como líderes de pesquisa no Diretório de Grupos de Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) à época. Foram realizadas 34 entrevistas semiestruturadas, baseadas em um roteiro previamente entregue aos entrevistados. Para este artigo foram utilizadas cinco entrevistas de pesquisadores que participaram do curso realizado pelo IRTC São Paulo como professores e/ou alunos e fizeram referências a essa experiência em seus depoimentos. Essas entrevistas são referidas no presente artigo como E1, E2,... E5.

Breve histórico do campo da imunologia no Brasil

Santos & Rumjaneck¹² apontam que os primeiros movimentos do que poderia ser considerado o campo da imunologia no Brasil podem ser observados no final do século XIX, quando se consolida o modelo de explicação da doença relacionada à presença ou não de um patógeno, conhecido, grosso modo, como teoria microbiana.

Vale lembrar que, a partir da segunda metade do século XIX, as descobertas de Robert Koch, na Alemanha, e de Louis Pasteur, na França, acerca da existência de microrganismos (micróbios) na base de certas doenças, assim como o estabelecimento de sua relação direta, portanto causal, com os estados patológicos, passam a se tornar paradigmáticas para a explicação do fenômeno do adoecimento.

¹² SANTOS, Neusa F. dos; RUMJANEK, Vivian M. Brazilian immunology: One hundred years later. *Scientometrics* v. 50, n. 3, p. 405-418, 2001. Springer Science + Business Media.

Canguilhem¹³, ao discutir o “sucesso” da teoria microbiana e sua repercussão no pensamento médico, relaciona essa perspectiva ao entendimento ontológico da doença. Sem “querer atentar a majestade dos dogmas de Pasteur”, o autor afirma que

a teoria microbiana das doenças infecciosas deve, certamente, uma parte considerável de seu sucesso ao fato de conter uma representação ontológica no mal. O micróbio, mesmo sendo necessária a mediação complicada do microscópio, dos corantes e das culturas, pode ser visto, ao passo que não se poderia ver um miasma ou uma influência¹⁴.

Somado a isso, as enfermidades de maior prevalência na época, de natureza infectocontagiosa, favoreceram a hegemonia de tal modelo explicativo nesse período. É nesse cenário que se consolida o conceito de unicausalidade – para cada doença um agente específico¹⁵⁻¹⁶. Portanto, a partir desse momento passa ser hegemônica a compreensão de que existe uma relação direta e um nexos causal entre a presença de um agente etiológico, no caso o micróbio, e uma doença.

É nesse contexto que o Instituto Pasteur de Paris se consolida como centro de excelência na pesquisa médica relacionada ao estabelecimento da explicação causal entre a presença de certos microrganismos e estados patológicos, assim como no desenvolvimento de vacinas como método mais eficaz de combate de doenças de importância epidemiológica à época, como, por exemplo, a varíola.

Seguindo essa tendência, verifica-se a fundação e consolidação de importantes instituições na ciência biomédica brasileira, dentre elas o Instituto Serumtherápico de Manguinhos (atual FIOCRUZ), em 1900, no Rio de Janeiro, o Instituto Bacteriológico (atual Adolfo Lutz), em 1892, o Instituto Serumtherápico de São Paulo (atual Instituto Butantan), em 1901, o Instituto Pasteur, em 1903, todos em São Paulo, entre outros. Tendo por objetivo a pesquisa e produção de soros e vacinas com vistas ao enfrentamento de doenças de caráter epidêmico, esses institutos tornaram-se referências na ciência no Brasil, assim como na consolidação de uma determinada explicação sobre o processo de adoecimento.

Pode-se dizer que um dos marcos nos estudos desenvolvidos nesse período no campo que futuramente seria denominado como imunologia foi o debate travado acerca do soro anti-oftídico. Albert Calmette, do Instituto Pasteur de Paris, defendia a existência de um soro universal para o tratamento de vítimas de acidentes com serpentes que era desenvolvido a partir do veneno da Naja Indiana. O princípio adotado era o de que um soro que era eficiente para o “veneno mais forte” serviria como terapia para “venenos mais fracos”.

Em contraponto, a partir de seus estudos, iniciados no final do século XIX, Vital Brazil confirma o princípio da especificidade do soro antioftídico, que afirma que existe um soro para cada tipo de veneno. Essa disputa foi tema de controvérsia internacional até que a comunidade

¹³ CANGUILHEM, G. O normal e o patológico. Trad. Maria Thereza Reding de Carvalho Barrocas – 6ª edição revisada. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2009.

¹⁴ *Ibid*, p. 9-10.

¹⁵ BARRETO, M. L. Epidemiologia, sua história e crises: notas para pensar o futuro. In: COSTA, D. C. (org.). *Epidemiologia: Teoria e Método*. São Paulo: HUCITEC-ABRASCO, 1990. p. 19-38.

¹⁶ ALMEIDA FILHO, N. Uma breve história da epidemiologia. In: ROUQUARYOL, M. Z. e ALMEIDA FILHO, N. *Epidemiologia & Saúde*. 5 ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 1999. p. 1-14.

internacional reconhece o princípio da especificidade, refutando a tese de Calmette, na França, do soro de caráter universal¹⁷.

Após esse período pioneiro, os institutos públicos de pesquisa passam a desenvolver linhas de pesquisa no campo, especialmente vinculadas à produção de diversos tipos de soro. No Instituto Butantan, por exemplo, a ideia de que a soroterapia era uma importante vertente de pesquisa fica evidente ao analisarmos a quantidade e variedade dos soros que foram produzidos ao longo das décadas iniciais do século XX. Soros para os mais diversos fins como o antigangrenoso, o anti-hormônico e o antidesintérico, entre outros, mostram que essa era uma importante área de pesquisa e produção¹⁸.

A despeito desse início distante e que, de certa forma, aponta certo pioneirismo da imunologia no Brasil, somente em 1941, Otto Guilherme Bier, na época pesquisador do Instituto Biológico de São Paulo, escreve o primeiro livro de referência em imunologia em língua portuguesa, a partir de anotações realizadas no curso de “bacteriologia e imunologia” por ele ministrado na então Escola Paulista de Medicina¹⁹.

Nas décadas de 1940-50, o Instituto Biológico congregava pesquisadores que podem ser considerados precursores no campo da imunologia no Brasil e que viriam a se constituir como referências para a primeira geração de imunologistas no país, dos quais se destacam: Maurício Rocha e Silva, Wilson Teixeira Beraldo e Gastão Rosenfeld. Além desses, Nelson Vaz, oriundo da Escola de Manguinhos, realizava à época nos Estados Unidos em conjunto com Bernard Levine, estudos pioneiros sobre imunotolerância²⁰.

No que diz respeito à organização como uma sociedade científica, somente em 1972 é fundada Sociedade Brasileira de Imunologia – SBI²¹ – com o intuito de agregar os pesquisadores da área. Sua primeira composição congregava apenas 20 membros e sua primeira diretoria era composta por cientistas de renome, tendo o Prof. Bier como presidente.

Pode-se dizer que hoje no Brasil existe uma geração de líderes de pesquisa em imunologia que têm uma produção consistente tanto nacional quanto internacionalmente, muitos dos quais tiveram, em algum momento de sua formação e pesquisa, articulações com o IRTC São Paulo.

O Centro de Pesquisa e Treinamento em Imunologia em São Paulo: contexto de criação e atividades principais

A Organização Mundial de Saúde, em um documento de 1964 que seria definidor de uma política global de treinamento em imunologia, apontava a necessidade de desenvolvimento de uma massa crítica de profissionais, especialmente nas regiões subdesenvolvidas e em desenvolvimento para o enfrentamento de uma série de doenças endêmicas nessas áreas, e definia essa diretriz da seguinte maneira:

¹⁷ SANT'ANNA Osvaldo e FARIAS, Marcella. Origens da imunologia: os anti-soros e a caracterização da especificidade na resposta imune. *Rev Med (São Paulo)*. v. 84, n. 1, jan.-mar 2005, p. 34-7.

¹⁸ INSTITUTO BUTANTAN, op. cit.

¹⁹ SANT'ANNA Osvaldo. A. Immunology in Brazil: historical fragments. *Scand J Immunol*, v. 66, n. 2-3, p. 106-112, ago. 2007. Wiley-Blackwell.

²⁰ Idem, *ibidem*.

²¹ SOCIEDADE BRASILEIRA DE IMUNOLOGIA (SBI). *Histórico*. Disponível em: <<http://www.sbi.org.br/institucional/diretorias/diretoriasanteriores>>. Acesso em: 27/04/2016.

Deve ser dada alta prioridade na organização de programas de educação e treinamento na África, Ásia e América do Sul. Esses devem envolver o estabelecimento e funcionamento de unidades de imunologia de longo prazo (cinco anos no mínimo). Devem ser feitos acordos para que um pesquisador sênior possa passar três meses por ano, durante muitos anos consecutivos, em uma universidade ou escola médica em uma área selecionada por esse programa para conduzir cursos, pesquisas e treinar colaboradores da área (...). Muitos problemas dos países desenvolvidos podem ser resolvidos por grupos locais de trabalho²².

Respondendo a essa demanda, foi criado em 1966, no departamento de Microbiologia e Parasitologia da Escola Paulista de Medicina (EPM), o Centro de Pesquisa e Treinamento em Imunologia em São Paulo (PAHO/WHO Immunology Research and Training Centre – IRTC).

Após um período de três anos de funcionamento na Escola Paulista, o IRTC São Paulo foi transferido para o Instituto Butantan. Um dos fatores que levaram à mudança do Centro foi a redistribuição do poder dentro da universidade, motivada em grande parte por uma greve estudantil, em um momento politicamente controverso da história nacional, que levou à deposição do reitor e de diversos professores. Esse movimento tirou grande parte das responsabilidades e prerrogativas decisórias de Otto Bier e da equipe de pesquisadores e professores do Centro que sofreram “inúmeras humilhações”²³.

Nesse contexto, Bier, a partir de um acordo estabelecido entre a OPAS, a Secretaria de Estado de Saúde de São Paulo e a Universidade de São Paulo, consegue a transferência do IRTC São Paulo para o Butantan.

Nos primeiros anos de funcionamento, o Centro no Butantan continuou sob a direção de Bier, que “cansado das atividades burocráticas e com desejo de ‘voltar à bancada’, indicou o Professor Ivan Mota para substituí-lo a partir de 1971²⁴. Em entrevista ao Centro de Pesquisa e Documentação da Fundação Getúlio Vargas (CPDOC-FGV), Bier cita sua passagem pela OMS (1963-1966), como fundamental para a consolidação do projeto de trazer um dos centros de treinamento e pesquisa em imunologia para o Brasil:

Em 1963, fui convidado para membro do Comitê de Pesquisas da Organização Mundial de Saúde, em substituição do Prof. Carlos Chagas [...]. A sugestão foi aceita e fiquei indo, anualmente, a Genebra para esse Comitê, durante os anos de 1963, 1964, 1965, 1966 [...]. Graças a essa filiação, pude trazer para o Brasil o Centro Treinamento em Imunologia patrocinado pela OMS²⁵.

A partir dessa decisão, Bier passou a convidar pesquisadores brasileiros da área para compor o quadro de docentes e pesquisadores do IRTC. Entre eles estava Wilmar Dias da Silva, então pesquisador de uma instituição nos Estados Unidos. Aceito o convite, em 1969 o prof. Da Silva volta ao Brasil e passa a fazer parte do primeiro grupo de professores do curso do IRTC no Butantan:

²² WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 1964, op. cit., p. 79.

²³ HANKINS, Richard. The World Health Organization and Immunology Research and Training, 1961-1974. *Medical History*, v. 45, n. 2, p. 243-266, 2001, p. 256.

²⁴ Ibid., p. 256.

²⁵ BIER, Otto Guilherme. *Otto Bier* (depoimento, 1977). Rio de Janeiro, CPDOC, 2010. 40 p.

Quando eu estava mudando para Connecticut [para trabalhar na Universidade do Estado], eu recebi um telefonema do professor Otto Guilherme Bier. Isso foi em 1969. Ele me ligou; eu o conhecia de nome, era uma figura ícone da ciência médica, conhecido pela liderança, pela inteligência. E naquela época a imunologia estava realmente começando a aparecer. Ele disse: “Wilmar, quem fala aqui é o professor Otto Bier, você não vai para Connecticut, você volta para o seu país; você tem compromisso com o seu país, para nós desenvolvermos aqui a Imunologia, que está emergindo [...], eu acabei de implantar no Instituto Butantan o Centro de Formação de Imunologia da Organização Mundial de Saúde. Já arrumei um contrato para você e estou te esperando aqui”²⁶.

Como parte de um programa de caráter mundial o Centro deveria planejar suas atividades a partir de diretrizes estabelecidas pela OMS que definiam a necessidade de articulação entre atividades didáticas e de pesquisa. No Butantan, o programa se estruturava a partir de um curso anual de quatro meses de duração em imunologia básica que compreendia aulas teóricas, seminários e atividades laboratoriais em tempo integral. Durante esse período os alunos deveriam dedicar-se integralmente às aulas, geralmente oferecidas no período da manhã, e às atividades no laboratório, num total de 40 horas semanais de treinamento e pesquisa. Durante esses quatro meses de curso, os alunos deveriam participar de aproximadamente 600 horas de atividades, dentre as quais um mínimo de 320 horas deveria ser dedicado ao trabalho laboratorial. Além disso, passavam por avaliações parciais no decorrer do curso – que eram requisitos para sua continuidade no mesmo – e a avaliação final era realizada por especialistas designados pela OMS e trazidos ao país especificamente para essa tarefa²⁷.

Para suprir a necessidade de articulação entre ensino e pesquisa, foi criada com apoio da OPAS e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), uma estrutura laboratorial e de pesquisa de aproximadamente 600 m², que contava, já em 1971, com a dedicação exclusiva de três pesquisadores do Instituto Butantan. O convênio entre o Instituto Butantan e a OPAS permaneceu ativo até 1990, e sua estrutura daria origem ao atual Laboratório de Imunopatologia do Instituto Butantan que permanece ativo até hoje e desenvolve suas atividades em parceria com programas de pós-graduação da Universidade de São Paulo.

Seguindo as diretrizes e objetivos da OPAS e sua preocupação regional, o caráter internacionalista do curso fica evidente. Todas as atividades eram desenvolvidas em inglês e o curso recebia professores de diversos países e instituições para ministrar cursos e coordenar atividades de pesquisa.

Nos dez primeiros anos de funcionamento do IRTC em São Paulo foram recebidos 21 professores estrangeiros, de 18 instituições distintas de sete países (Argentina, Austrália, Canadá, França, Inglaterra, Israel e Estados Unidos da América). O curso era coordenado por uma equipe do próprio Centro (IRTC) e 12 pesquisadores brasileiros de renome que também participaram como convidados das atividades do curso (tabela 1).

²⁶ ENTREVISTADO 1. *Entrevista 1*. set/2014. Entrevistadores: Cristiano Corrêa de Azevedo Marques e Olga Sofia Fabergé Alves. São Paulo: Instituto Butantan, 2014. 80 minutos. Entrevista concedida ao Projeto “A ciência e os cientistas no Instituto Butantan: trajetórias e perspectivas institucionais”.

²⁷ PAN-AMERICAN HEALTH ORGANIZATION (PAHO), 1976, op. cit.

Nome	Local	Instituição
J. A. Andrade	Argentina - Buenos Aires	Depto. de Endocrinologia, Hosp Tarnú
A. Szenberg	Austrália - Melbourne	Walter and Elisa Institute of Medical Research
Wilmar Dias da Silva	Brasil - Belo Horizonte	Depto. de Imunologia Instituto de Ciências Médicas
Benedito de Oliveira	Brasil - Campinas	Depto. de Imunologia, Unicamp
L. S. Prigenzi	Brasil - Campinas	Depto. de Imunologia, Unicamp
A. de Oliveira Lima	Brasil - Rio de Janeiro	Laboratório de Imunologia, Escola de Medicina Univ. Rio de Janeiro
S. Leal Prado	Brasil - São Paulo	Depto. de Bioquímica, EPM
S. F. Lara	Brasil - São Paulo	Depto. de Bioquímica, Instituto de Química, USP
Willy Beçak	Brasil - São Paulo	Instituto Butantan
Otto Bier	Brasil - São Paulo	Instituto Butantan
Mario Camargo	Brasil - São Paulo	Instituto de Medicina Tropical, USP
R. G. Ferri	Brasil - São Paulo	Depto. de Microbiologia e Imunologia, Fac Med USP
C. Fava Neto	Brasil - São Paulo	Depto. de Microbiologia e Imunologia, Fac Med USP
Maria Siqueira	Brasil - São Paulo	Divisão de Imunologia, Instituto Biológico
Claudio A .M. Sampaio	Brasil - São Paulo	Depto. de Bioquímica da Escola Paulista de Medicina
E. Potworowski	Canadá - Quebec	Institute Armand-Frapier, Université du Quebec
Robert Stroud	EUA - Alabama	FM U.Alabama
E.H.Beutner	EUA - Buffalo	Dept. of Bacteriology and Immunology, State University of Buffalo
W. L. Hale	EUA - Buffalo	Dept. of Bacteriology and Immunology, State University of Buffalo
Stewart Sell	EUA - Califórnia	Depto. de Patologia da Esc Med da U.Califórnia
B. Waksman	EUA - Connecticut	Dept. of Pathology, Yale University
Nelson Vaz	EUA - Denver	The National Asthma Center

E. L. Becker	EUA - Farmington	Dept. of Pathology - The University Connecticut School of Medicine
E. A. Kabat	EUA - New York	Columbia College of Surgeons
Victor Nussenzweig	EUA - New York	Dept. of Pathology, New York Univ.
Celso Bianco	EUA - New York	The Rockefeller University
Lamm	EUA - New York	Dep Bioquímica da U.NY
G. Voisin	França - Paris	Centre of Researches D'Immuno-Patologie, Hospital Saint Antoine
R. Binaghi	França - Paris	Collège de France
G. Biozzi	França - Paris	Foundation Curie, Section of Biology
S. Avrameas	França - Villenuif	Inst Recherches Scientifiques Sur le Cancer
J. G. Howard	Inglaterra - Kent	The Wellcome Research Laboratories
C. Moreno	Inglaterra - Kent	The Wellcome Research Laboratories
Ivan Roitt	Inglaterra - Londres	Dept. of Immunology, The Middlesex Hospital
J. Pepys	Inglaterra - Londres	Inst Doenças Torácicas, Londres
J. L. Turk	Inglaterra - Londres	Royal College of Surgeons
Joseph Haimovich	Israel - Rehonot	Weisman Institute of Science
Ruth Arnon	Israel - Rehonot	Weisman Institute of Science
M. Sela	Israel - Rehonot	Weisman Institute of Science
M. Feldman	Israel - Rehonot	Weisman Institute of Science

Tabela 1. Professores convidados para o curso de IRTC de São Paulo entre 1966 e 1976.

Esse caráter internacional se expressa também no corpo discente. Entre 1966 e 1983, foram formados 131 imunologistas, 107 brasileiros e 24 estrangeiros. Fica claro, portanto, o papel do IRTC na formação de uma massa crítica para a consolidação dessa disciplina no país e na América Latina entre as décadas de 1960 e 1980.

Esse intercâmbio suscitava, além das atividades intrínsecas ao programa, a possibilidade de troca de experiências entre esses professores, oriundos de centros de excelência científica, e demais pesquisadores e grupos de pesquisa brasileiros. Esse aspecto pode auxiliar na explicação do rápido crescimento da imunologia no Brasil²⁸ e seu destaque alcançado entre as disciplinas melhor posicionadas no ranking mundial de produtividade acadêmica²⁹.

²⁸ SANTOS, Neusa F. dos; RUMJANEK, Vivian M., 2001, op. cit.

²⁹ SOCIEDADE BRASILEIRA DE IMUNOLOGIA (SBI). 2016, op. cit.

O IRTC e o campo da imunologia no Brasil e nas Américas: influências e legado

Dada sua amplitude e alcance regional, a qualificação do corpo docente e dos pesquisadores, além do aporte financeiro e de infraestrutura, o WHO/PAHO IRTC São Paulo exerceu forte influência na formação de uma geração de pioneiros no campo da imunologia, assim como conseguiu estabelecer importantes intercâmbios de pesquisadores em uma época na qual esse tipo de ação, quando acontecia, se dava de maneira pontual e de certa forma baseada em relações interpessoais. Nesse sentido, alguns aspectos devem ser ressaltados.

O primeiro é o fato de que, a partir de sua experiência no IRTC, profissionais provenientes de áreas distintas como a parasitologia, a microbiologia, a patologia, a histologia e a bioquímica, acabaram por optar definitivamente pelo campo da imunologia³⁰. O depoimento a seguir exemplifica esse aspecto: “Nunca fui uma pessoa que gostasse de ficar trancada numa sala. Até que eu vi, na universidade, o curso de Imunologia que ia ser ministrado por Dr. Ivan Mota que era pesquisador do Butantan”³¹.

O professor Ivan Motta, diretor do Centro de São Paulo à época, confirma esse aspecto em um relatório apresentado à OPAS em 1976:

Como resultado da sólida base em imunologia adquirida no Curso Básico em Imunologia muitos estudantes focaram decisivamente seus interesses na pesquisa em imunologia e muitos alguns deles foram mandados para o exterior para treinamentos complementares em laboratórios de alto nível na Europa e Estados Unidos (...). Nesse sentido, o IRTC está cumprindo seu papel de selecionar bons candidatos a tornarem-se futuros pesquisadores de primeira classe no campo da Imunologia³².

A possibilidade de intercâmbio entre pesquisadores, o fortalecimento da relação com a Universidade de São Paulo e a possibilidade de realizar uma formação pós-graduada, algo considerado bastante difícil para a época, é reconhecida por pesquisadores egressos do programa:

A gente trabalhava numa linha de Doença de Chagas e convivia muito mais com a Universidade do que com o Instituto propriamente dito [em função do centro]. Inclusive recursos, tudo era independente do Instituto. Assim eu tive possibilidade de desenvolver a pós-graduação, pesquisa, aprender, ir para congresso, algo que, na época, era muito difícil [no Instituto]³³.

Dois dos entrevistados destacam o papel do IRTC na formação de uma geração de especialistas em imunologia que acabaram por se tornar referência na área. Os excertos a seguir

³⁰ SANT'ANNA, 2007, op. cit.

³¹ ENTREVISTADO 2. *Entrevista*. jul/2014. Entrevistador: Cristiano Corrêa de Azevedo Marques. São Paulo: Instituto Butantan, 2014. 70 minutos. Entrevista concedida ao Projeto “A ciência e os cientistas no Instituto Butantan: trajetórias e perspectivas institucionais”.

³² PAN-AMERICAN HEALTH ORGANIZATION (PAHO), 1976, op. cit., p. 13.

³³ ENTREVISTADO 3. *Entrevista*. jul/2014. Entrevistadores: Cristiano Corrêa de Azevedo Marques e Olga Sofia Fabergé Alves. São Paulo: Instituto Butantan, 2014. 32 minutos. Entrevista concedida ao Projeto “A ciência e os cientistas no Instituto Butantan: trajetórias e perspectivas institucionais”.

exemplificam claramente esse papel: “Tinha esse curso de formação em Imunologia que a OMS patrocinava. Vinham professores de fora. Eu diria que a maioria dos imunologistas acima dos 55 anos passaram por aqui. A gente vem dessa tradição”³⁴; e: “Logo que me formei, eu fui fazer o curso da OMS, fui muito bem no curso, os professores queriam me levar para fora”³⁵.

O professor Da Silva reforça essa ideia ao afirmar que “ele (Bier) trazia pessoas importantíssimas de fora, dávamos o curso e formamos aí um contingente fabuloso de novos imunologistas. A maioria dos imunologistas que está aqui em liderança são ex-alunos daqui”³⁶.

Parece claro que o intercâmbio com professores e pesquisadores estrangeiros, assim como a possibilidade de ir para o exterior para cursos de pós-graduação, exerceu forte influência nessa geração de pioneiros e acabou por definir objetos e linhas de pesquisa que permanecem ativas até hoje no Butantan:

O Dr. Otto Bier era o coordenador do curso e o Dr. Guido Biozzi vinha dar aulas. Eram meses de tempo integral. Muitos imunologistas da minha geração foram formados nesse curso. Depois, infelizmente, terminou. Mas nesse curso muitas linhas de pesquisa foram estabelecidas por conta dessas visitas³⁷.

Um segundo aspecto a ser ressaltado é o desenvolvimento de material instrucional no campo da imunologia. Como um dos objetivos da OMS/OPAS na implementação dos IRTC nas várias regiões consistia na introdução da disciplina de Imunologia nas escolas médicas, a disponibilização de material didático era fundamental. Sob a direção de Otto Bier, foi editado em 1973, a partir da experiência do Centro, o primeiro livro dedicado a imunologia em língua portuguesa. De acordo com Bier,

quando começamos a preocupar-nos com a formação dos estudantes pós-graduados em Imunologia, sentimos uma outra dificuldade: a inexistência de um livro de textos que pudesse servir ao estudante pós-graduado. Associei-me, então, a três colegas para escrevermos um livro sobre a Imunologia, cuja pretensão, era, apenas, servir ao estudante pós-graduado. O Dr. Ivan Mota (que, quando me afastei para ser coordenador, indiquei para diretor do Centro); o Dr. Wilmar Dias da Silva, que estava em Belo Horizonte e veio para colaborar com o Centro; e o Dr. Nelson Vaz, imunologista muito talentoso, professor na Faculdade Fluminense de Medicina, atualmente, nos Estados Unidos³⁸.

³⁴ ENTREVISTADO 2. *Entrevista*. jul/2014. Entrevistador: Cristiano Corrêa de Azevedo Marques. São Paulo: Instituto Butantan, 2014. 70 minutos. Entrevista concedida ao Projeto “A ciência e os cientistas no Instituto Butantan: trajetórias e perspectivas institucionais”.

³⁵ ENTREVISTADO 4. *Entrevista*. ago/2014. Entrevistadores: Cristiano Corrêa de Azevedo Marques e Olga Sofia Fabergé Alves. São Paulo: Instituto Butantan, 2014. 93 minutos. Entrevista concedida ao Projeto “A ciência e os cientistas no Instituto Butantan: trajetórias e perspectivas institucionais”.

³⁶ ENTREVISTADO 1. *Entrevista* 1. set/2014. Entrevistadores: Cristiano Corrêa de Azevedo Marques e Olga Sofia Fabergé Alves. São Paulo: Instituto Butantan, 2014. 80 minutos. Entrevista concedida ao Projeto “A ciência e os cientistas no Instituto Butantan: trajetórias e perspectivas institucionais”.

³⁷ ENTREVISTADO 5. *Entrevista*. set/2014. Entrevistadores: Cristiano Corrêa de Azevedo Marques e Olga Sofia Fabergé Alves. São Paulo: Instituto Butantan, 2014. 38 minutos. Entrevista concedida ao Projeto “A ciência e os cientistas no Instituto Butantan: trajetórias e perspectivas institucionais”.

³⁸ BIER, Otto Guilherme, 2010, op. cit., p. 21.

O livro, na sua primeira edição, tem o prefácio do imunologista venezuelano naturalizado americano Dr. Baruj Benacerraf – prêmio Nobel de Fisiologia e Medicina de 1980 pelo descobrimento dos complexos de histocompatibilidade – que ressalta o crescimento explosivo das subdisciplinas como imunoquímica, imunogenética, imunologia celular, imunopatologia e outras, assim como a capacidade dos autores de reunirem todas essas informações em um compêndio com rigor e espírito crítico³⁹. O livro foi traduzido para outros cinco idiomas, “para vocês terem uma ideia da importância que o Bier tinha em suas conexões internacionais, imediatamente o livro foi traduzido para o inglês. Depois, para alemão, depois para tcheco, depois para húngaro e, finalmente, para japonês”⁴⁰.

O livro “Imunologia Básica e Aplicada”⁴¹ tornou-se, dessa forma, referência para grande parte dos imunologistas brasileiros dessa e de outras gerações, o que demonstra, mais uma vez, o papel desenvolvido pelo Centro e seus atores na constituição do campo no Brasil.

Um terceiro aspecto diz respeito à influência do IRTC na criação de uma série de grupos de pesquisa em imunologia no país, assim como da criação Sociedade Brasileira de Imunologia, em 1972. A própria criação do departamento de imunologia no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de São Paulo (ICB-USP) também pode ser considerada como um desdobramento do IRTC:

o curso [no Butantan] já tinha cumprido o seu papel, estava para encerrar; aí abriu um concurso para a USP e eu fui para lá, em 1975. Aí eu fui para a USP; lá eu fui encarregado de organizar o Departamento de Imunologia; eu organizei. Antes era junto com a Microbiologia e eu separei. Depois fui organizar o curso de Pós-Graduação em Imunologia⁴².

Segundo Mota, já na década de 1970, a influência do IRTC também podia ser vista em outras instituições:

Uma outra indicação da influência exercida pelo IRTC no desenvolvimento da imunologia em São Paulo é o forte grupo de imunologistas que estão agora trabalhando no Instituto Biológico em São Paulo. Nessa instituição estão sendo desenvolvidos projetos de pesquisa em imunogenética e em imunoglobulinas em diferentes espécies animais com a colaboração de professores visitantes do curso do IRTC e um antigo membro permanente do Centro⁴³.

Além desse espaço de articulação entre grupos de pesquisadores, a decisão de estruturação do IRTC em São Paulo propiciou um aporte financeiro, advindo da Organização Pan-Americana de Saúde e da FAPESP, sem o qual não seria possível a instalação de uma estrutura e de equipamentos laboratoriais necessárias ao Centro. Graças a essa estrutura, para além de suas atividades didáticas e de pesquisa, o Centro também produzia uma série de reagentes que

³⁹ BIER, O; MOTA, I; SILVA, W; VAZ, N. *Imunologia Básica e Aplicada*. Rio de Janeiro: Ganabara Koogan, 1973.

⁴⁰ ENTREVISTADO 1. *Entrevista* 2. fev/2016. Entrevistadores: Cristiano Corrêa de Azevedo Marques e Olga Sofia Fabergé Alves. São Paulo: Instituto Butantan, 2016. 63 minutos. Entrevista concedida ao Projeto “A ciência e os cientistas no Instituto Butantan: trajetórias e perspectivas institucionais”.

⁴¹ BIER, O; MOTA, I; SILVA, W; VAZ, N. 1973, op. cit.

⁴² PAN-AMERICAN HEALTH ORGANIZATION (PAHO). 1976, op. cit., p. 17.

⁴³ PAN-AMERICAN HEALTH ORGANIZATION (PAHO). 1976, op. cit., idem.

não existiam em escala comercial e não eram comercialmente disponíveis, e que eram utilizados pelos diferentes grupos de imunologistas recém-criados⁴⁴. Adicionalmente é possível dizer que as condições estruturais propiciadas, somadas à possibilidade de fixação de pesquisadores especialistas na área no Instituto Butantan decorrentes do IRTC, resultou na consolidação do Butantan como centro de excelência em pesquisa na área.

Por fim, vale apontar que as pesquisas desenvolvidas no Centro foram responsáveis pela produção acadêmica de qualidade em periódicos científicos renomados: “A pesquisa nesses primeiros anos foi altamente produtiva e levou a várias publicações em importantes periódicos internacionais como o *Immunology* e o *American Journal of Epidemiology*”⁴⁵. Entre 1966 e 1976, por exemplo, foram publicados 21 artigos resultantes de pesquisas conduzidas no IRTC São Paulo⁴⁶, num primeiro momento relacionados à estrutura e funcionamento dos anticorpos, passando posteriormente a temas como a Doença de Chagas e ao Pênfigo Foliáceo – *Pemphigus foliaceus* –, entre outros⁴⁷.

Considerações finais

A partir da década de 1960, a Organização Mundial da Saúde e a Organização Pan-Americana de Saúde envidaram esforços na consolidação da imunologia como um campo de conhecimento em países em desenvolvimento e subdesenvolvidos, pois a compreendiam como um promissor caminho para o enfrentamento de doenças consideradas problemas de saúde pública nesses países. Para tanto, centros de excelência em pesquisa e formação de pesquisadores foram criados e apoiados em diversas partes do mundo, sob a premissa de que era necessária a constituição de uma massa crítica de especialistas para lidar com as diversas realidades locais e regionais. Dentre eles, foi criado o Centro de Pesquisa e Treinamento em Imunologia de São Paulo, primeiramente sediado na Escola Paulista de Medicina, passando posteriormente a funcionar no Instituto Butantan. O IRTC São Paulo pode ser considerado como um elemento fundamental para a consolidação da imunologia no país e na América Latina, na medida em que possibilitou o desenvolvimento de pesquisas de excelência em temas relacionados aos problemas de saúde locais e regionais. Somado a isso, no âmbito do Centro foi formada uma geração de imunologistas brasileiros e latino-americanos pioneiros nesse campo de conhecimento, que se tornaram importantes lideranças científicas no país.

O depoimento do Professor Wilmar da Silva, quando da comemoração dos 40 anos de criação do Centro, é emblemático nesse sentido:

O PAHO/WHO Immunology Research and Training Centre ministrou seu último curso em 1987. Havia atingido seus objetivos. As primeiras gerações de imunologistas sul-americanos estavam formadas, ensinando, pesquisando, preparando pessoal. Contribuiu, certamente, para o avanço da imunologia no Brasil. Um exame da lista dos estudantes que frequentaram cursos ministrados pelo PAHO/WHO Immunology Research and Training Centre mostra que parte substancial desses estudantes ocupa, hoje, posições de destaque na carreira acadêmica como professores, cientistas, formadores de pessoal, em

⁴⁴ PAN-AMERICAN HEALTH ORGANIZATION (PAHO), 1976, op. cit., idem.

⁴⁵ HANKINS, Richard, 2001, op. cit., p. 255.

⁴⁶ PAN-AMERICAN HEALTH ORGANIZATION (PAHO), 1976, op. cit., idem.

⁴⁷ HANKINS, Richard, 2001, op. cit., idem.

hospitais e serviços médicos, e mesmo em empresas privadas produtoras de reagentes imunológicos ou afins⁴⁸.

Esses resultados, assim como o legado deixado pelo IRTC São Paulo, demonstram que ações de caráter mundial e regional coordenadas por entidades como a OMS e a OPAS, a despeito das importantes críticas de que podem ser objeto, podem se constituir como fundamentais para a consolidação de campos de conhecimento especialmente em regiões periféricas. Nesse sentido, ao relatar e analisar essa experiência, buscou-se resgatar um importante momento do desenvolvimento da ciência no país, assim como recuperar o papel dos diversos atores e personagens que podem ser considerados pioneiros no campo da imunologia.

⁴⁸ SILVA, Wilmar Dias da. Centro de Imunologia - OMS-PAHO: 40 anos depois. *Sociedade Brasileira de Imunologia - SBI na rede*, Brasil, p. 1-10, 02 set. 2008, sem paginação.

História da ciência e interdisciplinaridade: alguns exemplos¹

Lia Queiroz do Amaral
Professora Titular do Instituto de Física da USP
amaral@if.usp.br

Recebido em 25/02/2018. Aprovado em 09/05/2018.

Como citar este artigo: Amaral, Lia Queiroz; “História da ciência e interdisciplinaridade: alguns exemplos”. *Khronos, Revista de História da Ciência*, nº5, p. 89-111. 2018. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso em dd/mm/aaaa.

Resumo: Um curso de Iniciação ao Pensamento Científico, estruturado e ministrado na Universidade Aberta à Terceira Idade da USP deu origem a esta visão de uma História da Ciência na perspectiva de seu desenvolvimento no Ocidente, com finalidade de Divulgação Científica para público leigo e também como texto didático. São apresentados tópicos que introduzem as bases conceituais e a interdisciplinaridade existente nas Ciências Exatas, focalizando a autoconsistência no conteúdo do conhecimento, utilizando narrativas históricas, sem excessos de formalismo acadêmico. São discutidas as diferenças entre Conhecimento e Ciência, a evolução dos conceitos de Mecânica e Astronomia, da antiguidade até Newton, e da Matemática até o século 17. Em seguida é discutida a união da Física com a Química, na virada do século 19 para o século 20, definindo as Ciências Exatas. Comentários sobre Metodologia Científica e Interdisciplinaridade nas Ciências da Natureza fecham o texto.

Palavras-chave: narrativa histórica, divulgação científica, autoconsistência, aprendizado ativo.

History of science and interdisciplinarity: some examples

Abstract: A course of Initiation to Scientific Thought, structured and taught at the University Open to the Third Age of USP gave rise to this vision of a History of Science in the perspective of its development in the West, with the purpose of Scientific Dissemination to lay public and also as didactic text. Topics that introduce the conceptual bases and the interdisciplinarity existing in the Exact Sciences are presented, focusing on self-consistency in the content of knowledge, using historical narratives, without excess of academic formalism. The differences between Knowledge and Science, the evolution of the concepts of Mechanics and Astronomy, from antiquity to Newton, and from Mathematics to the 17th century are discussed. Next, the union of Physics with Chemistry at the turn of the 19th century is discussed. century, defining the Exact Sciences. Comments on Scientific Methodology and Interdisciplinarity in the Natural

¹ Agências de fomento: projetos INCT (CNPq, MCT, FAPESP) e NAP_USP, ambos de Fluidos Complexos.

Sciences close the text.

Keywords: historical narrative, scientific divulgation, self-consistency, active learning.

Introdução

A forma de transmissão do conhecimento passa atualmente por grandes transformações. A educação em Ciência torna-se mais inteligível quando focaliza a forma como o conhecimento foi obtido (História da Ciência), bem como a evolução das ideias e conceitos que marcam o avanço do conhecimento humano. Além disso, a linguagem utilizada na transmissão dos conteúdos também se altera, abandonando formatos usuais na academia, mas de pouca inteligibilidade para a sociedade. O conceito de Transposição Didática, teórico e com muitas limitações para sua aplicação na prática, está dando lugar a outras formas de transmissão de conhecimento. Em particular a Divulgação Científica, focalizada no conteúdo do conhecimento, e a narrativa histórica, sem excessos de formalismo acadêmico, se prestam mais à passagem de um ensino formal, centrado em aulas expositivas, ao conceito atual de aprendizado ativo.

A interdisciplinaridade apresenta problemas, pois cada disciplina se desenvolveu a partir de critérios próprios, não havendo em geral pontes conceituais e metodológicas entre elas, as condições de sínteses não são triviais. Focalizo uma experiência feita em Cursos oferecidos na Universidade Aberta à Terceira Idade da USP, com abordagem histórica e ênfase na autoconsistência interna do conteúdo científico, na interface física / química / biologia, ou seja, Ciências da Natureza. Foi estruturado um curso de “Iniciação ao Pensamento Científico” ministrado por três semestres consecutivos, a partir de março de 2005. O grupo de cerca de 20 alunos era formado por homens e mulheres com diferentes formações profissionais e experiências de vida, interessados em conhecer mais sobre Ciência. A interação com os alunos de terceira idade baseou-se sobretudo na curiosidade, que existe naturalmente nos seres humanos desde a mais tenra infância e que é responsável pelas descobertas, e também pela criatividade, tanto de crianças como de adultos. O autor liberou sua própria curiosidade, e criatividade, estimulando os alunos de terceira idade a fazerem o mesmo. O material dessa experiência não foi publicado, nem será usado neste artigo. Apenas alguns tópicos estão sendo retomados agora, após mais de uma década, dedicada a outras atividades de pesquisa, mais ortodoxas. As referências citadas nas notas levaram a pesquisas com critério próprio na internet, em particular na Wikipédia, que não são citadas quando correspondem a conhecimento de uso comum.

Neste artigo são elaborados, de forma livre, alguns assuntos que considero interessantes para divulgação científica, integrando narrativas históricas com conteúdo científico que traz novas abordagens às bases conceituais necessárias tanto para uma definição de Ciência, como para compreensão de sua evolução na cultura ocidental, focalizando alguns exemplos de interdisciplinaridade.

Conhecimento X Ciência Moderna

O tópico inicial do curso de Iniciação ao Pensamento Científico focalizou as diferenças entre Conhecimento e Ciência, que não estavam claras para os alunos do curso. Conhecimento, presente em todas as sociedades e culturas humanas, é construído a partir da memória de resultados obtidos por ensaio e erro, sendo de natureza local e subjetiva. De maneira geral tem propósitos sociais, visando soluções empíricas para problemas específicos. Máquinas simples, como alavancas, acompanham a história da humanidade, desde seu início, pois até os cabos dos machados de sílex, dos homens primitivos, baseavam-se em seu funcionamento. Esse tipo de conhecimento está presente em todas as culturas da antiguidade, como as existentes no Egito, na

Mesopotâmia e na Índia, mas apresenta diferenças relacionadas, por exemplo, com o desenvolvimento da matemática em cálculos astronômicos. A geometria desenvolveu-se mais no Egito, a partir da necessidade de medidas de terras cujas fronteiras eram destruídas pelas inundações do rio Nilo.² O uso de metais, por volta de 4000 a.C. (antes de Cristo) leva a outro nível de experimentação baseada em ensaio e erro, e o início da escrita na idade do bronze marca a passagem da pré-história à história, permitindo a transmissão do conhecimento entre gerações, de forma menos pessoal.

De maneira geral, princípios de mecânica, materiais e o artesanato se inserem em “tecnologias”, enquanto cosmologia e medicina se inserem em “mitologias e mágica”. Mas papíros egípcios se aproximam de apresentação de resultados empíricos de métodos de cura e de casos sem esperança. A medicina avança por explorações feitas tanto em cadáveres como em seres vivos, tanto animais como humanos. Medicina e biologia seguem o princípio de comparação e sistematização na busca de uma classificação de seres vivos, tanto plantas como animais. A contribuição de Aristóteles (384-322 a.C.), de família de médicos, foi fundamental na sistematização em biologia macroscópica, mantendo-se até o século 18, quando o botânico, zoólogo e médico sueco Carolus Linnaeus publica em 1735 *Systema Naturae* (Sistema Natural), sintetizando o conhecimento da época, após o surgimento de observações em microscópio. Mas aqui seguiremos outra direção, buscando inicialmente a compreensão dos fenômenos naturais da matéria inanimada.

Por volta de 700 a.C. aplicações de matemática à astronomia permitem métodos preliminares de predição baseados em observações de longo alcance e a confecção de calendários. Cidades gregas começam a competir com monarquias vizinhas, no chamado “milagre grego, o nascimento da Filosofia”. Na Ásia Menor, o grego Thales de Mileto faz a passagem de cosmogonias mitológicas para a filosofia natural, com ciência racional e secular, e Pitágoras no sul da Itália dá bases à matemática. Os filósofos pré-socráticos surgem no período 600 – 400 a.C., seguidos por Platão e Aristóteles no período 400 - 300 a.C, que fundaram respectivamente a Academia e o Liceo. O período helenístico da grande ciência grega, com Euclides e Arquimedes, vai de 300 a 100 a.C. Assim, desenvolve-se na Grécia a metodologia da razão, ou lógica, com o estudo de regras de pensamento, e princípios de dedução como inferência lógica a partir de premissas conhecidas, definindo a geometria de Euclides, que permanece até hoje. Mas o processo de indução é menos satisfatório, e também as relações entre teoria e experiência permanecem nebulosas.

Segue-se o período Greco-romano de 100 a.C. a 600 d.C. (depois de Cristo), quando se inicia novo enfoque espiritual, com o início do cristianismo. A herança grega passa então aos árabes e ao ocidente latino medieval.

Na antiguidade, máquinas simples como alavanca, polia e parafuso, foram estudadas por Arquimedes e é bem conhecida sua frase: "Deem-me uma alavanca e um ponto de apoio e moverei a Terra", com desenvolvimento da teoria do torque na rotação. A estática, fundamental para o equilíbrio das construções, já era bem conhecida na antiguidade, assim como a lei da alavanca, com proporcionalidade inversa entre os pesos e os braços da alavanca. Mas o mesmo não pode ser dito da cinemática e da dinâmica, englobadas junto com Estática em Mecânica.

O conceito de “ciência moderna” desenvolve-se nos séculos 16 e 17, a partir da renascença italiana, com a mecânica estruturada por Galileu, considerada “universal e objetiva”. Afasta-se da Filosofia, baseando-se na matemática e em experimentos programados para testar teorias.

² Clagett, Marshall. *Greek Science in Antiquity*. New York: Dover Publications, 2001. Republicação do original. New York: Abelard Schuman, 1955.

Surge então uma questão fundamental, focalizada inicialmente neste artigo: quais razões podem explicar o fato de a Física ter demorado cerca de 2000 anos para se estruturar, e os princípios básicos do movimento permaneceram desconhecidos??

A resposta me parece clara: os gregos não deviam ter o conceito de “aceleração”, ou seja, variação da velocidade com o tempo, necessário para a compreensão do movimento!

Para explicar em mais detalhes esse fato é necessário pesquisar o conhecimento sobre Mecânica na Idade Média.³

A Revolução de Galileu na Mecânica Terrestre

O primeiro ponto a enfatizar é que a contribuição essencial de Galileu foi na Mecânica do movimento na Terra, que define o início da Física.

Aristóteles usava duas definições para o mais rápido numa competição:

- o que atravessava espaços iguais em menos tempo
- o que atravessava maiores espaços no mesmo tempo

Ele considerava que a velocidade era diretamente proporcional à distância percorrida, o que é equivocado. Ou seja, não existia ainda o conceito de velocidade como espaço dividido por tempo! Na antiguidade medidas de tempo eram feitas somente em Astronomia, relativas aos períodos que definem as estações, os meses e os dias. Já existiam relógios de sol, e também de água, mas que serviam a outros propósitos, não ao estudo do movimento dos corpos na terra. Existiam medidas de comprimento, área e volume, e também de pesos, e moedas, com finalidades comerciais.

Após Aristóteles houve um filósofo grego, Strato de Lampsacus, diretor do Liceo em Atenas (~ 300 a.C.) que, estudando a diferença entre quedas de gotas de água e água contínua, chegou a propor que um corpo completa a parte final de sua trajetória em queda num tempo menor do que gasta na parte inicial, ou seja, uma primeira evidência de aceleração. Mas essas ideias não foram transmitidas nem para os árabes nem na tradição latina. Somente na Idade Média, no século 13, o matemático Jordano de Nemore (Giordano of Nemi) escreve sobre Mecânica e outros temas, descrevendo movimentos uniformes e acelerados.

Para fazer uma discussão sobre Física e Astronomia é necessário lembrar que a visão de Aristóteles sobre a natureza era de caráter qualitativo e não matemático, distinguindo como essencialmente diferentes as atividades celestiais das terrestres.

O problema básico da filosofia grega era a determinação da “physis”, palavra grega que pode ser traduzida por “natureza enquanto fonte de progresso e evolução”. A busca dos gregos pela physis do universo levou a três modos característicos de ver a natureza, que tiveram enorme influência no pensamento ocidental. A primeira é a visão física ou material, que enfatiza a realidade da matéria e do movimento, bem como a existência de espaço vazio. A visão física atribuía a substância do conhecimento aos sentidos, e atingiu sua expressão mais alta na teoria atômica de Democritus (~500 a.C.), na qual átomos invisíveis e indivisíveis se associavam em diferentes

³ Clagett, Marshall. *Science of Mechanics in the Middle Ages*. Madison: The University of Wisconsin Press, 1959.

configurações. A segunda solução vai da visão psíquica, ou formal da natureza, até a visão matemática, enfatizando a realidade e permanência de formas, ideias e conceitos. Essa visão atingiu sua expressão sistemática com Platão.

A terceira visão da natureza, aquela de Aristóteles, caracteriza-se por um compromisso, rejeitando a ênfase colocada pelos materialistas na “matéria” e pelos platonistas na “forma”. A visão de Aristóteles coloca matéria e forma como inseparáveis e inextrincavelmente ligadas. Dessa maneira conseguia explicar tanto a geração (vir a ser) como a corrupção (deixar de ser), necessárias ao tipo de organização que existe nos organismos vivos. Ele descreve “movimento” como a realização de algo que existe potencialmente. Os elementos na Terra são considerados como tendo “locais naturais”, e se movimentam para retornar ao local natural, a terra no centro, a água em seguida, depois o ar e o fogo. Quando removemos um corpo de seu lugar natural, com um movimento violento, ele retornará por um movimento natural ao seu lugar natural. Essa lógica descreve o mundo terrestre, sublunar. Distinto deste, existe o mundo celestial, incluindo a Lua, o Sol, os planetas e as estrelas, formados por um quinto elemento, o éter, de natureza qualitativa eterna, com tendência apenas ao movimento circular, que não exige nem força nem resistência. Essa visão, nunca aceita pelos atomistas, persiste entre os filósofos naturais até a renascença, no século 16. Mas vale ressaltar que as tentativas mecanicistas imaginadas pelos materialistas gregos para explicar o cosmos não prosperaram.

Voltando à Mecânica, no século 14 desenvolve-se em Oxford um avanço no estudo do movimento com velocidade variável, com o teorema da velocidade média deduzido no Merton College em ~1330. Mas o conceito de velocidade instantânea ainda não existia!

É nesse contexto que se insere o trabalho de Galileu Galilei (1564 - 1642),⁴ que nasceu em Pisa, mas a família mudou-se depois para Florença. Seu pai, Vincenzo Galilei, era um músico independente, teórico e prático, muito influente na sua época,⁵ como será detalhado depois. Galileu tinha muitos talentos e estudou inicialmente medicina em Pisa, conforme desejo de seu pai, e depois se interessou por matemática, onde vislumbrou a possibilidade de uma profissão lucrativa, ao entrar em contato com o matemático e engenheiro militar do grão-duque da Toscana, cuja corte passava férias em Pisa. Nas universidades medievais a educação era abrangente, sem fronteiras definidas entre as matérias, e medicina incluía filosofia natural, lógica e matemática, e também astronomia, pois médicos elaboravam horóscopos de seus pacientes. Galileu familiarizou-se então com álgebra e geometria, redescobrimo Euclides e Arquimedes.

Em Pisa Galileu estudou o movimento do pêndulo, determinando que o seu período não depende da massa, mas apenas do comprimento do fio. Foi o primeiro a pensar que este fenômeno permitiria fazer relógios muito mais precisos, e já no final da sua vida viria a trabalhar no mecanismo de escape que mais tarde originaria o relógio de pêndulo. Sem se formar, voltou a Florença, onde viveu dando aulas particulares. Foi nessa época que inventou a balança hidrostática, cujo mecanismo descreveu no breve tratado "*La bilancetta*", publicado postumamente em 1644. Fez também uma viagem a Roma, onde entrou em contato com matemáticos jesuítas do Colégio Romano, com quem discutiu suas teorias para calcular o centro de gravidade de vários objetos reais.

Nessa época a Europa enfrentava a Reforma protestante no norte da Europa, e a Contra-Reforma católica, com a criação da ordem dos Jesuítas e a reorganização da Inquisição romana. Ao mesmo tempo morre o grão-duque Francisco de Médici, em Florença, sucedido por seu irmão Fernando, cardeal e irmão do matemático Guidobaldo, que Galileu conheceu em Roma. Dessa forma, devido a suas relações com o poder em Florença, Galileu em 1589 foi nomeado

⁴ Naess, Atle. *Galileu Galilei, Um revolucionário e seu tempo*. Rio de Janeiro: Zahar, 2015. Tradução George Schlesinger da versão inglesa, Berlin: Springer, 2005. Original norueguês, Gyldendal Norsk Forlag, 2001.

⁵ Bromberg, Carla. *Vincenzo Galilei contra o numero sonoro*. São Paulo: Editora da PUC, Livraria da Física Editorial, FAPESP, 2011.

para a cátedra de matemática na Universidade de Pisa, onde realizou as suas famosas experiências de queda de corpos. Nestas, demonstra que a velocidade de queda não depende do peso, mas percebeu também que a velocidade estava relacionada com o meio através do qual o corpo caía, sendo diferente no ar e na água. Demonstrou os erros de Aristóteles, que sustentava que qualquer objeto em queda livre atingiria uma velocidade fixa, proporcional ao peso do objeto. Galileu tinha Arquimedes como modelo, e inicialmente concluiu equivocadamente que a velocidade de queda de um corpo seria proporcional à sua densidade de massa. Nessa época Galileu ainda não tinha condições de perceber o âmago da questão do movimento: a necessidade de abstrair totalmente o atrito, para chegar em leis universais válidas na ausência de atrito!

Após a morte do pai em 1591, Galileu, pressionado por questões financeiras para o sustento da família (mãe e 3 irmãos menores), consegue através de contatos influentes uma posição em Pádua, dentro da república de Veneza, tão importante quanto Florença. Nessa época Giordano Bruno fora preso em Veneza, e executado pela inquisição em Roma, e a força das ideias de Nicolau Copérnico, cônego matemático polonês, morto 50 anos antes, começava a se fazer sentir seriamente. Em Pádua Galileu une-se a uma moça de Veneza, tem filhos, desenvolve e comercializa um compasso geométrico e militar, faz experimentos com planos inclinados, mas começa também seu envolvimento com a Astronomia.

Somente no final de sua vida, em prisão domiciliar, teve tempo de redigir seu livro básico sobre mecânica, que foi seu último livro, “Discursos e demonstrações matemáticas acerca de duas novas ciências a respeito da mecânica e dos movimentos locais” (1638). Galileu descreve um experimento com plano inclinado em favor de suas teses sobre a queda dos corpos, o experimento é descrito por uma esfera de bronze que desce sobre uma canaleta em uma viga de madeira inclinada, enquanto uma quantidade de água cai de um recipiente, para marcar o tempo, sua descrição impressiona por sua semelhança com a concepção atual de experimento. Antes da consideração do movimento acelerado e do movimento natural de queda, Galileu examina o movimento uniforme, no qual para todos os tempos iguais um objeto percorre espaços iguais, e sugere o movimento uniformemente acelerado como aquele no qual em quaisquer tempos iguais há incrementos iguais na velocidade. Suas descobertas sobre o movimento tiveram significado especial pela abordagem matemática usada para analisá-las, com avanço na cinemática. A contribuição de Galileu foi essencial para o nascimento da Física moderna, e essas experiências de Galileu constituem a base do curso de Física no primeiro ano das Universidades até os dias de hoje. A variação do ângulo do plano inclinado permite a compreensão tanto do princípio de inércia do movimento na direção horizontal, com abstração do atrito, como o movimento na direção vertical, com aceleração constante devida à gravitação. Galileu definiu também a questão da relatividade entre sistemas inerciais: o movimento depende do observador, mas não existe diferença observável entre referenciais inerciais, que se movem com velocidades relativas constantes. Este princípio básico de Galileu só foi ampliado por Einstein no século 20.

Astronomia: da Antiguidade a Copérnico

Antes de deixar Florença e ir para Pisa, Galileu deu uma palestra na Academia, sobre a localização e as dimensões do inferno de Dante, sendo profundo conhecedor da Divina comédia. A plateia sabia que a terra era redonda, com circunferência calculada por Eratóstenes de Alexandria (276 - 194 a.C), a partir da medida da posição do Sol (medida em ângulos) num determinado dia em Siena e em Alexandria, separadas por 800 km. Por trigonometria simples chegou num diâmetro para a terra que difere só cerca de 2% do valor conhecido hoje.

Na questão da relação entre a Terra e o resto do universo, Galileu aceitou o modelo de Ptolomeu, que colocava a Terra no centro do universo, em torno da qual giram os corpos celestiais, em orbitas circulares, presos a esferas invisíveis, numa interação muito complexa entre teologia e astronomia. Nessa época Galileu já conhecia a teoria de Copérnico, mas não disse nada

sobre isso, porque estava claro para ele que a estrutura cosmológica e teológica do modelo ptolomaico não seria abandonada sem resistência.

Desde a mais remota antiguidade a preocupação com o movimento do Sol, da Lua, dos planetas e das estrelas esteve vinculada ao cotidiano humano, em função tanto das mudanças dia / noite como das mudanças das estações, que definem o ambiente que nos circunda. Todos os povos desenvolveram cosmologias conectando esses eventos a alguma forma de religião e também a formas de tratar as doenças do corpo, e vislumbrar acontecimentos futuros.

Para poder situar como se colocavam as teorias sobre Astronomia vigentes na época de Galileu, é conveniente focalizar um livro em particular: o *Commentariolus*, pequeno comentário de Nicolau Copérnico sobre suas próprias hipóteses acerca dos movimentos celestes, mas na tradução para o português feita por Roberto de Andrade Martins, incluindo uma Introdução crítica e Notas detalhadas, que enriquecem muito a obra, tornando-a essencial.⁶ Além da tradução, dá uma perspectiva bastante completa da astronomia antes de Copérnico e um apanhado das pesquisas históricas sobre o tema.

É conveniente também ler sobre a História da Astronomia, por exemplo no material didático produzido pela Universidade Federal do ABC.⁷

Ressalto os pontos mais importantes para compreensão do assunto:

1) A astronomia desenvolvida pelos gregos tinha aspectos místicos e matemáticos, concebidos pelos filósofos pré-socráticos, e aceitos por Platão e Aristóteles, unindo as observações do céu, como visto da Terra, com movimentos circulares, periódicos e harmônicos, esteticamente associados à divindade que habitava o Céu. Matematicamente qualquer movimento periódico pode ser descrito pela superposição de movimentos circulares. A observação visual do céu permite verificar a existência de movimentos periódicos ao longo do dia, semana, e anos, com os corpos celestes movendo-se em torno da Terra, do nascente para o poente, em círculos paralelos. Essas observações levam naturalmente à noção de que a Terra está no centro, e parada pois não sentimos a existência de nenhum movimento da terra. Os corpos celestes parecem estar numa superfície esférica que envolve a terra, a uma distância da ordem da distância aos planetas, e esse foi o modelo adotado pela Astronomia na antiguidade. A distância de um astro em relação à Terra pode ser estimada pela paralaxe (deslocamento aparente de um objeto quando se muda o ponto de observação) conforme o astro é visto em pontos diferentes da Terra. A ausência de paralaxe na observação das estrelas apoiava na antiguidade a ideia de uma esfera fixa das estrelas. O Sol atravessa as constelações ao longo do ano, marcando os eventos estudados na Astrologia, então indistinguível da Astronomia. Os planetas apresentam um movimento dito retrógrado em relação às estrelas fixas quando observados ao longo do tempo, com paradas e recuos numa trajetória aparente, também periódica.

2) Aristarco de Samos (310 — 230 a.C.) foi o primeiro astrônomo a realmente acreditar em um modelo heliocêntrico (o Sol no centro) para o cosmos, supondo que o movimento diário das estrelas era devido à rotação da Terra. Além disso, criou métodos bastante engenhosos para estimar as distâncias e os tamanhos relativos do Sol, da Lua e da Terra. Aristarco calculou que o Sol está, aproximadamente, 20 vezes mais afastado de nós do que a Lua. E que o Sol é cerca de 20 vezes maior do que a Lua e 10 vezes maior do que a Terra. Analisando a velocidade de deslocamento do sol ao longo do ano concluiu que o centro de rotação não estava na terra, como

⁶ Copernico, Nicolau. *Commentariolus*, pequeno comentário de Nicolau Copérnico sobre suas próprias hipóteses acerca dos movimentos celestes. Introdução, Tradução e Notas de Roberto de Andrade Martins. 2ª edição. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2003.

⁷ <https://astronomiaufabc.files.wordpress.com/2016/06/download-pdf1.pdf>
Acessada em 15/01/2018, e outros textos de astronomia da UFABC.

primeiro astrônomo a considerar uma órbita excêntrica em um sistema orbital. Mas não desenvolveu um sistema completo de cálculos, como elaborado depois por Ptolomeu.

3) Claudius Ptolomeu (90 – 168 d.C.), um dos grandes filósofos da Escola de Alexandria, fez um sistema geométrico-numérico para descrever os movimentos do céu, de acordo com as tabelas de observações babilônicas. O *Almagesto* colocava a Terra como um ponto fixo no centro do cosmos. Era muito sofisticado e dava previsões corretas, unindo a geometria grega com noções de cálculo aritmético dos babilônios, incorporadas na trigonometria grega. O conjunto de 13 livros incluía elementos de astronomia esférica, teorias solar, lunar e planetária, além de falar de eclipses e das estrelas fixas. Existia o sentido instrumentalista de descrever os fenômenos observados, sem implicação de realismo quanto a descobrir a verdade da natureza. O *Almagesto* permaneceu por aproximadamente 1500 anos como o texto definitivo sobre astronomia.

4) Nicolau Copérnico [1473-1543], astrônomo e matemático polonês, cônego da igreja católica, desenvolveu a teoria que colocou o Sol no centro do cosmos. O *Commentariolus de Copérnico*, manuscrito não publicado anterior a sua obra maior, de *Revolutionibus Orbium Caelestium*, contém as ideias essenciais, mas não desenvolve demonstrações matemáticas. Em particular o número de círculos usados não é o mesmo, foram depois aumentados de 34 para 48, e permanece o axioma de órbitas como circunferências. A contribuição de Copérnico foi colocar a Terra em movimento em torno do Sol e elaborar uma teoria matemática detalhada, que pudesse explicar as observações, assim como o modelo de Ptolomeu fazia. Mas também tentava descrever a realidade física, embora não fosse possível nenhuma comprovação. Copérnico faz uma crítica a Ptolomeu no que diz respeito à distância entre a Terra e a Lua, que tem grandes variações ao longo das trajetórias no modelo de Ptolomeu, e variações pequenas, em acordo com a observação, no modelo de Copérnico, que também permite comparar diferenças entre os planetas.

5) É necessário o conhecimento da teoria matemática de Ptolomeu (inacessível a leigos) e também o que era conhecido pelas observações astronômicas existentes na antiguidade, para ser possível entender a dimensão do problema. Na época de Galileu as duas descrições eram de fato idênticas: afirmar que o Sol gira em torno da Terra, que está parada, ou que a Terra gira em torno de seu eixo e do Sol leva a teorias matemáticas muito complexas, ambas capazes de explicar as observações existentes. Ambas exigem postular um grande número de círculos para descrever os movimentos relativos envolvendo vários planetas.

Aristóteles deu argumentos reais contra a rotação da Terra: se a Terra girasse um objeto atirado verticalmente para cima deveria cair num lugar diferente ao do lançamento, pois a terra se moveria enquanto ele estivesse no ar, mas cai no mesmo lugar. Ptolomeu argumentou que se a Terra girasse os corpos deveriam ser atirados para fora dela, e também que deveria ser mais difícil atirar uma flecha para leste do que para oeste. Portanto toda nossa experiência na Terra vai realmente na direção de uma Terra parada e no centro do universo! Copérnico não resolveu essas questões, mas começou a alterar a visão cosmológica, pois seu modelo exigiu que as estrelas estivessem muito mais distantes do que se pensava, o que significa a existência de um vazio imenso.

O ponto importante a ressaltar é que as observações eram todas feitas no referencial da Terra, e que podiam ser muito bem explicadas pelo sistema de Ptolomeu. O sistema de Copérnico não conseguia de fato mudar a correlação entre teoria e observações. Mas tanto Copérnico, como Galileu, eram realistas, atribuindo sentido físico a suas teorias.

Galileu tinha conhecimento dos resultados astronômicos tanto de Ptolomeu como de Copérnico e também das inferências teológicas e religiosas, que uniam o Céu aristotélico aos conceitos da Igreja e aos textos das Sagradas Escrituras. A contribuição de Galileu à Astronomia foi experimental, não teórica, mas ele assumiu uma militância filosófica e política que foram marcantes.

Astronomia e Física: Brahe, Kepler, Galileu e Newton

Uma questão importante no questionamento das ideias de Aristóteles refere-se à descoberta de novas estrelas no céu, evidência clara do céu não ser imutável.

Três anos após a morte de Copérnico nasceu, numa família nobre dinamarquesa, Tycho Brahe (1546-1601), o último grande astrônomo observacional antes da invenção do telescópio. Com 26 anos observou uma estrela brilhante na constelação de Cassiopeia, a "nova de Tycho", e verificou que o seu brilho diminuiu nos meses seguintes, e depois descobriu um cometa. Frederick II da Dinamarca cedeu a Tycho Brahe a ilha Hven, entre Copenhague e a Suécia, onde ele construiu o observatório de Uraniborg, com fundações sólidas que dessem estabilidade às medidas. Usando instrumentos de alta precisão, que ele mesmo fabricava, Tycho produziu entre 1576 e 1598, as maiores tabelas de dados astronômicos existentes até então. Verificando que estavam em desacordo com o modelo de Ptolomeu, mas não detectando qualquer evidência de movimento da Terra ao redor do Sol, propôs seu próprio modelo, uma modificação geocêntrica do modelo de Copérnico: o Sol e a Lua estavam em órbita em torno da Terra, mas os planetas restantes estavam em órbita em torno do Sol. Após a morte de Frederico da Dinamarca, Tycho viajou pela Europa e conseguiu do imperador Rodolfo II da Alemanha a posição de astrônomo em Praga, e em 1600 Tycho contratou para ajudá-lo na análise dos seus dados um jovem e hábil matemático alemão chamado Johannes Kepler.

Johannes Kepler (1571-1630) era um teórico místico e sua obra serviu de base para a teoria da gravitação universal de Newton. Uma boa fonte sobre os aspectos místicos de seu trabalho é encontrada na Wikipédia, aqui dou apenas um breve resumo. Teve uma infância difícil, numa família alemã protestante, estudou teologia, mas desenvolveu já na infância amor pela astronomia, e tinha muito talento para matemática. Aprendeu as teorias de Ptolomeu e de Copérnico e defendeu o heliocentrismo de uma perspectiva tanto teórica quanto teológica. Kepler incorporou raciocínios e argumentos religiosos em seu trabalho, motivado pela convicção religiosa de que Deus havia criado o mundo de acordo com um plano inteligível, acessível através da luz natural da razão. Em 1594 conseguiu um posto de professor de matemática e astronomia em uma escola secundária em Graz, na Áustria. Lá publicou aos 25 anos sua grande obra, "O mistério cosmográfico", que admitia que os planetas (inclusive a Terra) giravam em torno do Sol, mas mostrou, com suposições, que nos espaços entre as órbitas dos planetas então conhecidos encontravam-se os cinco corpos perfeitos, poliedros regulares de Platão. Declarou que, por meio de seus esforços, o engenhoso plano de Deus era demonstrado pelo sistema de Copérnico.

Por ser protestante, Kepler foi obrigado a se exilar depois em Praga, trabalhando com Tycho Brahe, com quem não teve bom entendimento pessoal. Mas Tycho morreu menos de 2 anos depois, e Kepler herdou seu posto e conseguiu acesso a seus dados, aos quais se dedicou pelos 20 anos seguintes.

O planeta Marte tinha as observações mais precisas, e Kepler conseguiu explicar o movimento aparente de Marte aceitando o Sol parado, mas acrescentando uma ruptura radical quanto à forma da órbita, chegando em elipses, com o Sol num dos focos. As duas leis de Kepler foram publicadas no livro "A nova Astronomia", em 1609, mas seus cálculos não tiveram muita repercussão na época:

- Lei das órbitas elípticas: A órbita de cada planeta é uma elipse, com o Sol em um dos focos. Como consequência da órbita ser elíptica, a distância do Sol ao planeta varia ao longo de sua órbita.

- Lei das áreas: A reta unindo o planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais. O significado físico desta lei é que a velocidade orbital não é uniforme, mas varia de forma regular: quanto mais distante o planeta está do Sol, mais devagar ele se move, ou seja, a velocidade areal é constante.

Muito interessante na vida e trabalho de Galileu foi sua relação com Johannes Kepler, sete anos mais novo, que ele nunca conheceu pessoalmente, e com quem raras vezes se correspondeu. Em outubro de 1604 uma estrela nova foi vista por toda a Europa, e o astrônomo Kepler foi o primeiro a vê-la e escreveu um livro sobre ela, com preocupações astrológicas e também filosóficas e religiosas. Kepler e Galileu concluíram de forma independente que a nova estrela estava muito distante, em desacordo com a visão de Aristóteles.

Galileu foi informado em 1609 que um holandês havia inventado recentemente um aparelho que fazia objetos distantes ficarem mais próximos. A partir do compasso que havia construído, e do conhecimento de lentes dos artesãos de vidro de Veneza, Galileu construiu um telescópio e começou a estudar os céus. Com sua habilidade prática aperfeiçoou a lente e o tubo chegando num modelo com maior capacidade de ampliação. Focalizando a Lua, verificou que a superfície era irregular, sem a perfeição aristotélica. Descobriu depois as luas de Júpiter, que receberam o nome de estrelas mediceias em homenagem ao grão duque de Florença, editando o livro “A mensagem das estrelas”. Galileu descobriu novas estrelas na Via Láctea, as fases de Vênus, e também observou as manchas solares. Com esses sucessos obteve reconhecimento público e a almejada posição em Florença, despedindo-se de Pádua e do Senado de Veneza, que havia lhe dado um cargo vitalício.

Galileu enviou a Kepler “A mensagem das estrelas”, e Kepler respondeu com um trabalho apoiando Galileu, que não respondeu. Numa segunda carta Kepler diz que Galileu precisava obter mais resultados, diante de críticas existentes. Galileu respondeu, evitando porém a promessa de enviar um de seus telescópios a Kepler, e nunca utilizou os resultados de Kepler. Os escritos de Galileu têm o estilo científico moderno, muito diferente do misticismo de Kepler. As diferenças de personalidade entre ambos estão bem descritas em livro recente,⁸ que aborda em profundidade o envolvimento de Galileu com as manobras do poder político e suas dificuldades financeiras. Galileu queria abrir espaço e status para uma ciência não aristotélica, e sabia que isso estava vinculado à sua posição dentro da sociedade, junto ao poder político, não à aprovação dentro das torres de marfim da Academia.

Quando o rei da Boemia morreu, Kepler teve dificuldades com o poder, e deixou Praga estabelecendo-se em Linz. Quando sua mãe foi julgada como bruxa, entrou numa batalha legal e teológica para salvá-la. Sua obra seguinte, Harmonia do Mundo (1619) tinha especulações místicas, mas também continha sua terceira lei: o quadrado do período do planeta é proporcional ao cubo do maior raio de sua órbita. Acreditava ter encontrado a prova de seu misticismo planetário, a harmonia divina que deve permear o mundo. Kepler fez também trabalho em ótica, melhorando o telescópio e confirmou descobertas de Galileu, além de trabalhos em outros campos do conhecimento. Kepler viveu numa época em que não havia nenhuma distinção clara entre astronomia e astrologia, mas havia uma forte divisão entre a astronomia (um ramo da matemática dentro das artes liberais) e a física (um ramo da filosofia natural).

Convém ressaltar que foi o místico Kepler quem comprovou o sistema de Copérnico, e não Galileu, orgulhoso expoente da tradição toscana de pensamento cético e independente, que foi um racionalista moderno, mas com muita capacidade prática, e de observação da realidade.

As descobertas seguintes de Galileu, já de volta a Florença, o levaram depois a Roma. Seus movimentos políticos envolvendo articulações com os poderosos, a Igreja, vários papas, os jesuítas, a academia dos linceus, o papa Urbano VIII, que era seu amigo pessoal, podem ser seguidos em detalhe na literatura. Sua obra mais politizada, o famoso “Diálogo sobre os dois principais

⁸ Naess, 2005, op. cit.

sistemas do mundo”, publicado em 1632, corresponde a uma intensa campanha a favor do heliocentrismo e da liberdade de pensamento, dirigida à cultura organizada de sua época.

O lado político e polêmico de Galileu é bastante conhecido e explorado pelo público leigo, mas seu real valor científico só pode ser avaliado por físicos e astrônomos. As objeções contra o movimento da Terra não puderam ser todas respondidas por ele. Conseguiu rebater Aristóteles ao mostrar que um objeto lançado verticalmente cai de volta no mesmo lugar, considerando dois referenciais inerciais. Seu real alvo de crítica era a escolástica vigente no ensino medieval, cujo maior exemplo é a obra-prima de Tomás de Aquino, *Summa Theologica*, que visava conciliar o cristianismo com um sistema de pensamento racional da filosofia grega. Mas não conseguiu rebater Ptolomeu quanto aos efeitos de rotação da Terra, errou em particular na sua teoria das marés, a que deu grande ênfase nos Diálogos, e estava errada. Mas numa carta que escreveu no fim da vida, em suas últimas observações sobre a Lua, ele se pergunta sobre seu efeito nas marés e conclui⁹: “... [as marés] que por consenso comum de todos, a lua é árbitro e superintendente”. Parece que no final de sua vida foi capaz da maior façanha intelectual: reconhecer seu erro a partir de um raciocínio crítico próprio.

O esforço inaudito e individual dos gigantes Brahe, Kepler e Galileu só atinge sua completude com Newton, que conseguiu dar as respostas que faltavam para compreensão do movimento, tanto na Terra como nos céus. A terceira lei de Kepler estabelece que planetas com órbitas maiores se movem mais lentamente em torno do Sol, Newton percebeu que isso implica na força entre o Sol e o planeta decrescer com a distância ao Sol.

Isaac Newton, nasceu na Inglaterra em 25/12/1642 pelo calendário Juliano (janeiro de 1643 pelo calendário atual), um ano depois da morte de Galileu. Seu pai morreu 3 meses antes de ele nascer, e sua mãe passou a administrar a fazenda da família. Quando sua mãe se casou com um pastor, Newton, com 3 anos, já de temperamento difícil e introspectivo, foi viver com sua avó. Aos 17 anos sua mãe tentou fazer dele um agricultor, mas ele conseguiu retornar ao King’s College, adquirindo conhecimentos de matemática antes de ir estudar no Trinity College de Cambridge. Consta que o interesse de Newton por matemática começou aos 20 anos, quando ele comprou um livro de astrologia e não conseguiu entender a matemática usada nele, nem entendeu trigonometria, e resolveu estudar lendo os Elementos de Geometria de Euclides, aprendendo muito como autodidata. Por causa da peste negra, o Trinity College foi fechado em 1666 e Newton foi para a casa de sua mãe no campo, e nesse ano fez quatro trabalhos essenciais: binômio de Newton, cálculo infinitesimal, lei da gravitação universal e construiu um telescópio, observando a decomposição da luz solar num prisma.

Existem muitas evidências quanto à veracidade de Newton ter pensado na força da gravidade ao ver uma maçã cair de uma árvore, no jardim. Pensou que a mesma força poderia ser exercida pela Terra sobre a Lua, e talvez mantê-la em sua órbita. Num cálculo simples fez uma regra de três entre o movimento da maçã e o da Lua, imaginando a força gravitacional como a força centrípeta do movimento rotacional da Lua. Obteve a ordem de grandeza correta, admitindo que a massa da Terra estivesse concentrada no seu centro. Para provar que isso era de fato verdade, inventou o cálculo infinitesimal, e levou mais de uma década trabalhando para publicar seus resultados.

Tornou-se professor de matemática em Cambridge em 1669 e foi eleito Membro da Royal Society em 1672. Sua principal obra foi a publicação “Princípios Matemáticos da Filosofia Natural” em 1687, generalizando e ampliando as constatações de Kepler e de Galileu. Resumiu suas descobertas em três volumes, tratando o cálculo infinitesimal, astronomia, mecânica e física

⁹ Idem, p. 220.

em geral (leis dos movimentos, movimentos de corpos em meios resistentes, vibrações isotérmicas, velocidade do som, densidade do ar, queda dos corpos na atmosfera, pressão atmosférica, etc.). No terceiro volume enuncia a lei da gravitação universal, sendo o primeiro a demonstrar que os movimentos de objetos, tanto na Terra como dos corpos celestes, são governados pelo mesmo conjunto de leis naturais. Também trabalhou em Ótica e desenvolveu a teoria das cores.

As três leis de Newton são bem conhecidas, mesmo no ensino médio:

1ª lei: Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele. É também conhecida como princípio da inércia, uma extensão do princípio de inércia de Galileu.

2ª lei: A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida (princípio da dinâmica). Definiu mudança de movimento como variação do produto da massa pela velocidade, que hoje em dia é reconhecida como mais correto do que usar aceleração, que só foi definida como derivada da velocidade mais tarde.

3ª lei: A toda ação há sempre oposta uma reação igual, ou, as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas a partes opostas (princípio da ação e reação).

A lei da gravitação universal diz que a força sentida num corpo M_1 devido à presença de outro corpo M_2 é igual ao produto de uma constante de gravitação universal G pelo produto das suas massas ($M_1 \times M_2$), dividido pela distância entre eles ao quadrado, e que essa força atua na direção que une os 2 corpos. Note que essa lei recai na lei de queda dos corpos de Galileu quando um dos corpos é a Terra.

Newton aperfeiçoou as teorias que existiam antes dele e criou o sistema científico moderno, que junta observação, experiência, filosofia natural e matemática, e tornou-se presidente da Royal Society em 1703. Teve também participação política como membro do Parlamento Britânico, e em cargos burocráticos na casa da moeda britânica.

Mas é necessário ressaltar que Newton também foi alquimista, dedicando muitos de seus esforços aos estudos da alquimia, escrevendo muito sobre esse tema. Possuía uma extensa biblioteca de teologia e filosofia, e também foi teólogo, escrevendo obras teológicas.

Os detalhes sobre avanços na Física Clássica após Newton não serão revistos aqui, existem em muitos outros lugares. A questão do racionalismo versus o empirismo não é capaz de explicar a revolução na passagem do sistema geocêntrico para heliocêntrico, nem o avanço do conhecimento. Trata-se mais de um embate entre indução e invenção, uma centelha de intuição que permite a mudança de posição entre observador e observado, com implicações filosóficas profundas: a capacidade de “sair de si” e observar FATOS do mundo exterior.

Matemática e Interdisciplinaridade

A importância da Matemática na Astronomia e na Física ficou clara nos itens anteriores. Convém agora entrar na História da Matemática, conforme visto num livro muito bom para uma visão geral desse assunto.¹⁰ Como este é um texto de Divulgação, que deve ser compreensível a leigos, são focalizados conceitos de interesse geral.

¹⁰ Burton, David M. *The History of Mathematics*. An introduction. Seventh edition. New York: Mc Graw Hill, 2011.

A matemática engloba assuntos de natureza quantitativa e espacial, ou seja, números, tamanho, ordem e forma, que existem desde o início das culturas humanas, devido ao desejo / necessidade dos seres humanos de compreender e dominar o mundo natural à sua volta. É usualmente aceito que a matemática teve origem com problemas práticos de contar e gravar números, com símbolos, numa evolução lenta que não é possível conhecer com precisão. Algumas tribos da Austrália só conhecem a distinção entre um e dois, e tribos primitivas da América do Sul na região do Amazonas podem não ter sequer o conceito de número. Em outras tribos não existem palavras para números acima de um, mesmo sabendo contar até 6, designam 3 por “dois-um”, quatro por “dois-dois”, etc. A técnica mais antiga e imediata de contar é comparando o que deve ser contado com uma coleção de objetos conhecidos, como dedos, conchas ou pequenas pedras. Assim animais podem ser colocados em fila à noite, antes de serem soltos, e colocada 1 pedra para cada um, o conjunto de pedras representa o conjunto de animais, que será recontado no dia seguinte. Este é o primeiro passo no longo caminho de separar a sequência de números abstratos dos objetos a serem contados, e a forma de gravar números está ligada à comunicação escrita.

No império Inca do Peru, existia um complexo sistema de contagem, os “quipos”, cordões com nós para registro de acontecimentos, sendo que nunca foi desenvolvido um sistema de escrita. A Grécia usava um sistema para representar números, utilizando letras do alfabeto grego, e os egípcios tinham uma representação de números nos hieróglifos.

Artefatos de ossos com marcas indicam que povos da idade da pedra, 30.000 a.C. já tinham sistemas de contagem por grupos, inclusive para contagem de tempo em dias das fases sucessivas da Lua. Achados arqueológicos comprovam a existência desse tipo de contagem tanto na Europa como no Oriente próximo. Contagens desse tipo existem até o presente em cidades pequenas da Europa, e também na Inglaterra. Lembremos que em inglês até hoje são usadas medidas antropomórficas e não decimais, introduzidas na Europa na época da Revolução Francesa.

O ponto a ressaltar aqui é que existe uma “matemática para coisas práticas”, que existe desde o início mais remoto de todo agrupamento humano, e uma matemática rigorosa, greco-helênica, refinada pela introdução do raciocínio dedutivo e do rigor em provas. Os gregos faziam uma separação clara entre esses dois tipos de matemática, que na verdade coexistem. A descoberta dos números irracionais, já presentes no teorema de Pitágoras relacionando a hipotenusa com os lados de triângulos retângulos, afasta a matemática grega da aritmética simples, incluindo representações geométricas. Mas dentro da lógica grega era inconcebível uma divisão entre quantidades de categorias diferentes, e nunca chegaram numa definição exata de velocidade.

A própria matemática rigorosa desenvolve-se a partir de axiomas, postulados e hipóteses iniciais, que são o fundamento de uma demonstração, porém eles mesmos considerados ‘evidentes & indemonstráveis’. É importante entender que a matemática por si só não pode explicar a realidade, essa conexão é feita pelos *conceitos*, ideias formadas na mente humana e formuladas numa linguagem simbólica.¹¹ Assim, espaço e tempo são conceitos que foram sendo construídos ao longo da evolução humana. A geometria euclidiana, que existe há mais de 2000 anos, deu formalização matemática ao conceito de espaço, que só foi alterado com o advento do conceito de espaço-tempo, surgido já no século 20, a partir de geometrias não euclidianas (ou curvas), elaboradas no século 19. Essas novas geometrias alteraram uma das hipóteses da geometria euclidiana, permitindo aberturas em novas direções.

¹¹ Queiroz do Amaral, Lia. Liberdade de expressão na produção científica, pp 116 - 130. In e-book *Comunicação e liberdade de expressão: atualidades*, Costa, Cristina (org.), São Paulo: ECA-USP, 2016.

Assim dos tempos antigos até agora, a eclosão da criatividade matemática foi frequentemente seguida por séculos de estagnação. O interesse aqui é ressaltar alguns pontos emblemáticos dos saltos qualitativos ocorridos em Matemática, levando a novas direções de abstração criativa. Novas ideias representam aberturas conceituais, que surgem em determinadas circunstâncias, muitas vezes casuais, e que podem ou não ser aceitas pela cultura onde surgiram.

A matemática grega teve um pico em Alexandria mas depois teve um declínio devido a fatores políticos no Egito e em todo o Mediterrâneo, e também o início de preocupações espirituais com o cristianismo. Vale a pena mencionar a primeira mulher a distinguir-se em matemática, filosofia e medicina, em Alexandria, Hypatia (370 – 415), da escola neo-platônica, mística, mas oposta ao cristianismo.

Roma começou a se expandir para fora da Itália, conquistando a Grécia em 146 a.C., e também a Ásia Menor e a Mesopotâmia. A Pax Romana trouxe estabilidade política, mas os romanos tinham interesses práticos, de engenharia, não se interessavam nem pela filosofia nem pela matemática gregas antigas.

Depois de 330 d.C. o império romano se divide numa parte oriental, centrada em Constantinopla, e numa parte ocidental, que é invadida e conquistada pelos povos bárbaros. Como resultado das conquistas árabes na península ibérica, três civilizações contrastantes surgiram no Mediterrâneo: a bizantina, a Europeia latina, e a islâmica, herdeiras do antigo império romano. Os textos em grego foram depois traduzidos arduamente para o árabe, muito depois para o latim, retornando à Europa muitos séculos depois.

Na Europa, no período das invasões bárbaras, século 5, até o século 11, não houve desenvolvimento da matemática, e nada sobrou das civilizações antigas, a Igreja católica tornou-se a única guardiã da vida intelectual, preservada nos mosteiros, como única instituição nas ruínas romanas.

Durante o século 9 o rei Carlos Magno deu alguma importância à educação, e foi restaurado nos mosteiros o ensino das artes liberais, como existiram na Grécia, com o quadrivium (aritmética, geometria, astronomia e música) e o trivium (gramática, retórica e lógica). Muitos manuscritos foram traduzidos e a cidade de Aachen (Aix La Chapelle em francês) tornou-se um centro de cultura, dita “pequena renascença”, mas matemática não era uma necessidade nessa sociedade. Novas invasões levaram à destruição do império, originando as nações separadas da França, Alemanha e Itália. As cruzadas no período 1095-1291, conhecidas na época como "peregrinação" e "guerra santa", originaram-se em sua maioria nos territórios do antigo Império Carolíngio.

O primeiro grande matemático europeu da Idade Média foi Leonardo Fibonacci, italiano de Pisa (1170 – 1250), que escreveu a primeira obra importante sobre matemática desde os gregos, o *Liber Abaci*, introduzindo os numerais hindu-árabicos na Europa, além de discutir muitos problemas matemáticos. Com seu pai, Guglielmo dei Bonacci, representante dos comerciantes da República de Pisa na Argélia, Fibonacci ainda muito jovem teve contato com o mundo do comércio e aprendeu técnicas matemáticas desconhecidas no Ocidente, difundidas pelos estudiosos muçulmanos. Alguns desses procedimentos haviam sido criados por matemáticos da Índia, uma cultura muito distante da mediterrânea. Percebendo que a aritmética, com algarismos árabicos, era mais simples e eficiente do que com os algarismos romanos, Fibonacci viajou por todo o mundo mediterrâneo, chegando até Constantinopla, para estudar com os matemáticos árabes mais importantes, alternando os estudos com a atividade comercial. O ponto mais importante do sistema desenvolvido na Índia correspondia ao algarismo ZERO para compor a sequência de números, permitindo o sistema posicional para adição e subtração de números. A descoberta do zero, ou espaço vazio, é um passo conceitual essencial, que marca o nível de desenvolvimento de uma cultura. Não existia na Grécia, cuja filosofia não aceitava a existência do vazio, e não

existia nos algarismos romanos, mas existia no sistema de cordas e nós dos Incas do Peru, onde uma posição vazia pode ser detectada em cordas adjacentes.

O legado de Fibonacci passou aos mosteiros europeus, sem repercussão imediata. Novo avanço demorou muito, mas o crescimento das universidades nos séculos 12 e 13 foi uma consequência natural da demanda que os mosteiros não podiam mais satisfazer. *Universitas* eram corporações medievais de estudantes e mestres, que depois tiveram reconhecimento de autoridades civis e religiosas, dando origem às Universidades de Bolonha (1088) e Paris (1150), as primeiras, que serviram de modelo às outras, Pádua (1222), Oxford (1214) e Cambridge (1231). Inicialmente sem prédios próprios, as aulas eram na residência dos mestres, depois a competição por bons mestres levou a salários pagos pela municipalidade.

As universidades medievais eram centros de saber, além das Artes Liberais preparatórias ensinavam leis, medicina e teologia. Em Bolonha dominava a jurisprudência, enquanto em Paris dominavam estudos religiosos, Montpellier fundada em 1289 ficou conhecida pela Medicina. Em Oxford dominavam as matérias científicas do quadrivium, enquanto França e Itália tinham predomínio do trívio.

No século 14 a situação na Europa regrediu de forma acentuada, com fome, pragas, guerras, inundações e mortes. Mas por volta de 1450 as calamidades passaram, um novo período de prosperidade começa, as cidades e as populações crescem. Dois séculos de caos e revoluções levaram os povos a preferir a estabilidade de novas monarquias reais, de Luis XI na França (1461), Fernando e Isabel na Espanha (1477) e Henrique VII na Inglaterra (1485), marcando a morte do feudalismo.

Ao mesmo tempo ocorrem eventos marcantes: a queda de Constantinopla para os turcos otomanos (1453) levou os intelectuais a se refugiarem na Europa, levando consigo os manuscritos clássicos em grego para a Europa. A invenção da prensa com tipos móveis por Johannes Gutenberg (1450) marca mudanças profundas na Alemanha, com tradução da Bíblia para o alemão. As grandes navegações, com descoberta da América patrocinada pelos reis católicos da Espanha (1492), e a expulsão dos árabes da Espanha no mesmo ano, mudaram o mundo.

O período de transição entre meados do século XIV e o fim do século XVI é conhecido como Renascença, com características diferentes no norte da Europa e na Itália. No início da impressão de livros houve muito pouco interesse em Matemática, dominavam a Bíblia, textos religiosos, e calendários, e alguns textos de interesse comercial, com início do uso de algarismos arábicos substituindo os algarismos romanos. A reforma protestante sacudiu a Alemanha, com o monge Martinho Lutero publicando suas 95 teses em 31 de outubro de 1517, na porta da igreja do castelo de Wittenberg, com críticas à venda de indulgências e aos abusos do clero católico, pregando um retorno às Escrituras Sagradas. O movimento estendeu-se a vários países europeus, e a Igreja Católica reagiu com a Contra-Reforma, a fundação da Companhia de Jesus em Paris, liderada pelo basco Inacio de Loyola, e o Concílio de Trento (1545 - 1563). Guerras religiosas entre católicos e protestantes dividiram a Europa no período 1618-1648. Na Itália os estudiosos desenvolveram uma devoção ao estudo dos textos clássicos, e isso deu características diferentes à renascença italiana. É nesse ambiente de litúrgio que no século 16 avançam os conhecimentos de Física e Astronomia descritos nos itens anteriores, envolvendo também a Matemática.

Nesse período merece destaque Renée Descartes (1596 – 1650), filósofo, físico e matemático francês, que além da frase célebre “Cogito, ergo Sum”, desenvolveu as coordenadas cartesianas fundindo a Álgebra com a Geometria.

O século 17 viu surgir a Matemática moderna, junto com as mudanças políticas, econômicas e sociais da Renascença. A partir de um início empírico muito antigo, ligado aos jogos de

azar e à necessidade de dados estatísticos para cálculos de seguro, a teoria matemática de probabilidade teve início na correspondência entre os matemáticos franceses Pierre de Fermat (1601 – 1665) e Blaise Pascal (1623 – 1662), que além de matemático era também literato e com ocupações religiosas.

Outra direção de interesse geral é a Música, que existe também desde os primórdios da Humanidade, com estreita ligação com Matemática. É bem conhecido o fato de Pitágoras ter estabelecido as escalas musicais harmônicas, a partir de estudos com o monocórdio, uma corda tensionada por um peso, produzindo sons ao vibrar. A harmonia depende da relação entre a corda tocada solta (tônica) e as outras notas obtidas pressionando o monocórdio em frações simples do comprimento da corda. A nota obtida ao tocar a corda na metade do seu comprimento é interpretada pelo ouvido humano como sendo a mesma nota. Para melhor compreensão da matemática envolvida muita informação pode ser obtida na internet, cito um bom texto.¹² Foram inicialmente definidas 4 notas no monocórdio, nas razões 1 (Tônica) 1/2 (oitava) 2/3 (quinta) 3/4 (quarta) do comprimento da corda. Diz a lenda que Pitágoras percebeu a harmonia ao ouvir sons das batidas de martelos numa oficina de ferreiro, e que os martelos que produziam os sons melhores pesavam 12, 9, 8 e 6 unidades de massa, ou seja, nas razões harmônicas, tomando-se 12 como unidade. Outras escalas foram usadas na Grécia, e também em outras culturas humanas.

A notação musical ocidental atual teve origem nos símbolos usados para pontuar os cantos gregorianos, por volta do século 8. Esse sistema evoluiu até uma pauta de quatro linhas, com claves que permitiam representar a tonalidade, que define a extensão das notas na pauta, que varia com o instrumento musical utilizado. O desenvolvimento da notação absoluta das alturas das 7 notas e sua duração foi feita na Idade Média pelo monge beneditino Guido d'Arezzo (992 – 1050), sendo a oitava a nota harmônica da primeira. Idealizou o solfejo, ensino musical que permite o canto das notas, nomeadas a partir da primeira sílaba de um hino a São João Batista.

Nas universidades medievais da Europa, a Música era estudada junto com a Matemática, o conhecimento musical estava nos mosteiros e a música assumiu uma importância muito grande, na realização das liturgias nas Igrejas e nas manifestações populares. Na Renascença italiana a música sacra era cantada, uma extensão do canto gregoriano medieval, que dependia da Igreja e de reis, mas havia também música laica, mais instrumental, por músicos diletantes ou profissionais. Depois de 1470 a produção musical laica era impressa em pequenos livros, enquanto igrejas e mosteiros preferiam manuscritos. Na segunda metade do século 16, na Itália, principalmente em Veneza, a execução simultânea de diversos coros e conjuntos de instrumentos nas naves das Igrejas, faz surgir a polifonia, e música vocal secular, sem uma teoria explicativa. Nesse contexto foi marcante a presença de Vincenzo Galilei (pai de Galileu), músico teórico e prático, alaudista e compositor, professor independente, que editou e traduziu teóricos de música da Grécia, e fez parte do grupo Camerata Fiorentina. Divergia do conceito pitagórico de música como número, enfatizando a experiência perceptiva real do som, mas como Ciência. Seus escritos tiveram repercussão recente,¹³ que mostram sua importância em estudos da Física do som, fez experiências com vários instrumentos e vários materiais, contribuindo à noção de timbre musical.

O desenvolvimento seguinte está ligado à invenção dos Logaritmos pelo barão escocês John Napier (1550–1617), de grande utilidade prática em cálculos, e o desenvolvimento da escala temperada em música por Johann Sebastian Bach (1685 - 1750). Os intervalos entre as frequências sonoras das 7 notas não era sempre o mesmo, o que dificultava a transposição de melodias,

¹² do Carmo Pereira, Marcos. *Matemática e Música De Pitágoras aos dias de hoje*. Rio de Janeiro: TCC Mestrado, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Curso de Pós-graduação em Matemática, 2013.

¹³ Bromberg, 2011, op. cit.

e essa pequena diferença entre alguns intervalos foi objeto de estudo por parte de músicos do ocidente por séculos.

A solução encontrada para corrigir esse problema foi o temperamento da escala, isto é, a divisão equânime dos intervalos para que eles pudessem estar a uma mesma distância entre si. Várias formas de temperamento foram usadas, mas atualmente a mais adotada as sete notas da escala se tornam doze, com a inclusão de cinco notas colocadas propositalmente entre algumas das sete. Esse temperamento foi proposto em 1691, por Andreas Werckmeister e utilizado com maestria por J. S. Bach em *O Cravo Bem-Temperado*, uma obra de caráter didático composta em dois volumes na qual o músico faz um passeio por todos os doze semitons da nova escala. Toda a sua obra, e essa em especial, influenciou músicos do mundo inteiro e mudou o paradigma vigente. No piano as teclas pretas representam as 5 notas incluídas entre as 7 teclas brancas, com mesmo intervalo em frequência entre todas elas. Para que se possa entender essa relação, deve-se pensar na escala musical como uma escala logarítmica.

A matemática exata, que lida com um mundo ideal, se modificou ao longo do século 17, ultrapassando a separação entre estudos nas universidades e fora dela, como por exemplo Nicolò Tartaglia na Itália. Essa mudança está ligada ao início do cálculo infinitesimal, em problemas práticos, e esse processo envolvendo lutas políticas, intelectuais e religiosas está descrito em livro de grande repercussão, recentemente traduzido para o português.¹⁴ O desenvolvimento científico se desloca para o eixo definido pelo canal da Mancha, com avanço maior no norte da Europa.

Os avanços a partir do século 18 levaram a Matemática a um patamar de abstração inacessível a leigos, e aqui o interesse está focalizado nas mudanças conceituais de interesse geral. Creio poder afirmar que existe uma evolução dialética entre aplicações práticas da matemática e seu aspecto rigoroso, que leva a altas abstrações, mas que só adquirem interesse amplo quando surge alguma aplicação, seja em física teórica seja no mundo real.

A União da Física com a Química

A Física como ciência começa com Galileu, no Renascimento, mas o início da Química como ciência é bem mais recente. A chamada “Física Clássica” se definiu, a partir de Newton, com grande desenvolvimento nos séculos 18 e 19, englobando Mecânica, Óptica, Termologia, Eletricidade e Magnetismo. Só durante o século 17, a alquimia começou a evoluir na direção da Química Moderna a partir dos estudos de alquimia populares entre muitos dos cientistas da época. A História da Química pode ser acessada em vários sites e na Wikipédia, com muitos links que permitem uma visão bastante abrangente. Menciono apenas alguns tópicos, que unem interesse histórico com conteúdo científico, conforme livro recente,¹⁵ em que se buscou também um mecanismo de transferência dos conhecimentos de fronteira à sociedade.

A Química, englobando todas as transformações de matérias e suas explicações, existe desde os primórdios da humanidade, e a alquimia nasceu em Alexandria por volta do século 9

¹⁴ Alexander, Amir. *Infinitesimal*, A teoria matemática que revolucionou o mundo. Tradução George Schlesinger. 1ª edição. Rio de Janeiro: Zahar, 2016. Primeira edição americana, Nova York: Scientific American / Farrar, Straus and Giroux, 2014.

¹⁵ Queiroz do Amaral, Lia. Introdução: do modelo atômico aos materiais do cotidiano, capítulo I, pp. 19-28. In Queiroz do Amaral, Lia (organizadora). *Entre sólidos e líquidos*. Uma visão contemporânea e multidisciplinar. Para formação de professores e divulgação do conhecimento. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. Este item do artigo reproduz ideias e mesmo alguns parágrafos do autor, com autorização da Editora Livraria da Física.

a.C. Os alquimistas tentavam conseguir ouro a partir de diversos metais. Seu objetivo era a fabricação da pedra filosofal, que transmuta os metais em ouro e permite a preparação do elixir da panaceia ou remédio universal.

O nobre irlandês Robert Boyle (1627-1691), inicialmente ainda alquimista, é considerado um dos pais do método científico na Química com seu livro *The Sceptical Chymist* (1661), onde enfatiza não existirem apenas os 4 elementos aristotélicos (terra, água, ar e fogo) e valoriza a experimentação, mostrando como empregar padrões de termos e nomenclaturas nas explicações e apresentações de novos compostos químicos. Fez várias pesquisas sobre o comportamento elástico do ar. Demonstrou a existência da pressão atmosférica e a lei que leva seu nome, sobre a relação inversamente proporcional entre a pressão e o volume do ar contido num recipiente a temperatura constante. Ele também defendeu que a química não deveria somente servir a medicina e a alquimia, mas ascender à condição de ciência, e foi um dos fundadores da Royal Society. Newton foi influenciado Boyle, 15 anos mais velho que ele; as relações entre ambos foram evidenciadas numa longa carta escrita por Newton a Boyle em 1678/9, em que discute o éter, com menções alquímicas. Essa carta foi localizada e publicada pelo Newton Papers Project na internet, em fevereiro de 2013.

As palavras “alquimia” e “química” foram usadas indistintamente no século 17, mas no século 18 definiu-se uma distinção rígida entre as duas, com o trabalho quantitativo do francês Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794), pai da Química Moderna, que deu passos essenciais para a descoberta do oxigênio (completando as descobertas independentes do químico farmacêutico sueco Carl Wilhelm Scheele e do teólogo e filósofo natural britânico Joseph Priestley), a lei da conservação da massa e a teoria da combustão. Lavoisier morreu guilhotinado na revolução francesa, em parte devido ao ódio que Jean Paul Marat, um dos líderes da Revolução Francesa nutria por ele, pois Marat candidatou-se a uma vaga na Academia, em 1780, e foi recusado por defender a teoria equivocada do flogisto, sobre a combustão, que Lavoisier havia elucidado. A estruturação da notação atual das fórmulas químicas foi obra do químico sueco Jöns Jacob Berzelius (1779 – 1848), que adotou as ideias de Lavoisier.

Aqui focalizo a união da Física com a Química, que ocorreu na passagem do século 19 para o século 20, e formou o que hoje chamamos de “Ciências Exatas”. Para mostrar a unificação da Física com a Química numa perspectiva histórica, uma abordagem não muito explorada na Física é a história do número de Avogadro, N_A , mais conhecido em Química. A definição tanto conceitual quanto histórica de N_A é um bom exemplo dessa unificação, pois serve como ligação entre várias constantes físicas e corresponde a um fator de escala quando se passa da escala atômica para a escala macroscópica. É uma constante física fundamental, tendo relação matemática com a constante de Planck da Mecânica Quântica e importância direta para vários campos da ciência e da tecnologia.

A ideia do modelo atômico foi retomada da Grécia antiga pelo cientista britânico John Dalton (1766 – 1844), que após estudos de misturas de gases, desenvolveu sua teoria atômica numa série de conferências que proferiu entre 1804 e 1805 na Royal Institution de Londres, fundada em 1799. Considerou o hidrogênio, o elemento mais leve, como unidade, elaborando a primeira tabela de pesos atômicos. Dalton representava o átomo com formato redondo, tipo bola de bilhar, e sua teoria atômica não conseguia explicar vários compostos moleculares, ou seja, não havia ainda uma diferença clara entre átomos e moléculas, definidas qualitativamente como a menor porção de uma substância que ainda retém suas propriedades físicas e químicas.

A distinção entre átomos e moléculas foi feita por Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro, conde di Quaregna e di Cerreto (Turim, 1776-1856), advogado e físico italiano, autor de um dos mais importantes princípios da química moderna, a hipótese conhecida como *lei de Avogadro*. Apesar de formado em ciências jurídicas e de haver praticado a advocacia por alguns anos, Avogadro manifestou, desde cedo, interesse pela química. Em 1809 foi admitido como professor

de física no Reale Collegio di Vercelli e depois obteve a cadeira de física da Universidade de Turim. Em 1811 enunciou sua famosa hipótese: “o número total de moléculas em qualquer gás é sempre o mesmo para volumes iguais, ou seja, é sempre proporcional aos volumes”.

A hipótese de Avogadro foi retomada por Stanislao Cannizzaro (1816-1910), químico italiano que participou do *Risorgimento* (movimento pela unificação da Itália), exerceu atividade política como senador e foi professor da Universidade de Gênova. Em 1858 Cannizzaro esclareceu a hipótese de Avogadro e precisou a distinção entre peso atômico e peso molecular, consagrando a hipótese de Avogadro como lei. Peso Atômico (ou massa atômica relativa) de um elemento foi definido como o número de vezes que um átomo daquele elemento é mais pesado que um átomo de hidrogênio, considerado como a unidade. O peso molecular corresponde ao peso total do conjunto de átomos de uma molécula.

Em 1860 foi realizada em Karlsruhe, na Alemanha, a primeira conferência internacional de Química, para unificar a notação, nomenclatura e pesos atômicos das substâncias. Nela, as ideias de Avogadro e Cannizzaro foram reconhecidas e a teoria atômica da matéria foi estabelecida definitivamente. Mas Avogadro e Cannizzaro nunca tentaram medir a densidade numérica de moléculas, ou o número de moléculas em um dado volume, e grandes físicos positivistas do século 19 consideravam átomos como uma construção matemática conveniente, sem realidade física. Em particular lord Kelvin (William Thomson), físico-matemático e engenheiro irlandês que criou a escala absoluta Kelvin de temperatura, deu contribuição importante ao conceito de entropia, na termodinâmica. Mas calculou a idade da Terra admitindo que houve resfriamento a partir da temperatura inicial igual à do Sol, chegando num valor muito pequeno, incompatível com as descobertas de fosséis, e morreu sem aceitar as ideias que revolucionaram a Física.

Em 1869 Mendelejev apresenta a tabela periódica dos elementos, sistematizando as propriedades dos elementos químicos até então conhecidos e foi prevista a existência de seis novos elementos, depois descobertos. Essa tabela simboliza o nascimento da Química como ciência, sua explicação só se tornou possível após a união da Física com a Química.

Valores numéricos de N_A só puderam ser obtidos pelo físico austríaco Johann Josef Loschmidt em 1865 usando a teoria cinética dos gases. Os primórdios dessa teoria são mais antigos, mas dificuldades conceituais impediram seu desenvolvimento, e só renasce com o trabalho do físico alemão Rudolf Clausius (1822-1888). A introdução do conceito de caminho livre médio das partículas, entre choques sucessivos, permitiu dar um tratamento matemático ao fenômeno da condução de calor em gases. Em seguida, o físico escocês James Clerk Maxwell (1831-1879) desenvolve a ideia de uma distribuição estatística de velocidades das moléculas, detalhada pelo físico austríaco Ludwig Eduard Boltzmann (1844 – 1906), fundando as bases da mecânica estatística.

Loschmidt, que foi mentor de Boltzmann na escola vienense de termodinâmica, deduziu o tamanho das moléculas no ar, a partir do caminho livre médio das moléculas, usando uma proporção: o volume de um gás está para o volume de todas as moléculas nele contidas, assim como o caminho livre médio de uma molécula está para $1/8$ do diâmetro da molécula. O método foi descrito alguns anos depois por Maxwell, num artigo da *Nature*,¹⁶ onde chega ao número de partículas de um gás por unidade de volume, que recebeu o nome de constante de Loschmidt¹⁷.

O modelo atômico desenvolvido na virada do século 19 para o século 20 pela Física Moderna se concentrou em explicar o átomo de hidrogênio em detalhe, e não vamos repetir aqui as etapas desse processo, que pode ser encontrado em inúmeros outros textos, tanto de História como de Física.

¹⁶ Maxwell, James Clerk. Molecules. *Nature* v. 8, n. 204, p. 437–41, 1873

¹⁷ Virgo, S. E. Loschmidt's Number. *Science Progress* v. 27, p. 634–649, 1933.

A existência dos átomos e moléculas só foi aceita de forma incontestada com a observação em microscópios do movimento browniano aleatório, devido aos choques de partículas visíveis com moléculas invisíveis. O segundo trabalho do físico alemão Albert Einstein, no ano memorável de 1905, foi sobre o movimento browniano, relacionando as grandezas estatísticas desse movimento com o comportamento dos átomos. Isso possibilitou o trabalho experimental do francês Jean-Baptiste Perrin, de 1908 (trabalho publicado em francês em 1909 e depois traduzido para o inglês), considerado a prova final da existência de átomos e moléculas, pelo qual recebeu o prêmio Nobel de Física em 1926,¹⁸ e foi dele a atribuição do nome “número de Avogadro”, então já falecido. O Volume de Avogadro é o volume ocupado pelo número de moléculas N_A no gás ideal, obtido por rearranjo da equação de estado do gás ideal, seu valor é 22,4 litros a 0°C e 1 atmosfera de pressão.

Para sólidos e líquidos não se pode falar em um “volume de Avogadro”, mas o número de Avogadro define um conjunto de partículas, denominada “mol”, e essa quantidade de partículas está associada à massa molar (em unidades atômicas de massa). O termo mol foi introduzido na Alemanha em 1893, e logo depois levado para o inglês. Massa molar é a massa de substância que contém $6,02 \times 10^{23}$ entidades representadas pela fórmula química dessa substância. É um número tão grande que exige notação científica, em potências de dez, e é comumente expressa em g/mol ou $\text{g} \times \text{mol}^{-1}$. Ambas as palavras mol e moléculas têm sua origem no latim *mole*, significando porção, quantidade, grande massa.

Inicialmente, a Química considerou a massa do átomo de hidrogênio como unidade atômica de massa. Porém, a descoberta de isótopos de uma mesma substância química, mas com número de nêutrons diferente, criou um problema na atribuição do peso atômico. O mol passou a ser a unidade de base para a grandeza quantidade de matéria ou quantidade de substância do Sistema Internacional de Unidades (SI), estabelecido em 1959-1960. Físicos e químicos fizeram um acordo histórico em 1961, passando a usar o isótopo Carbono-12 como base de unidade de massa. O número de Avogadro, adimensional, passou a ser definido como o número de átomos em 12 g de C-12. Em 1971 o mol passou a integrar o SI e as definições foram trocadas. O mol foi definido como o número de átomos em 12 g de C-12, com a dimensão de “quantidade de substância”, e o número de Avogadro tornou-se uma constante física, com unidade “por mol” (ou mol^{-1}). A troca foi feita em função de definir quais são “constantes fundamentais” e quais são grandezas derivadas.

Apesar de ser um número imenso de partículas, um mol de uma substância pode se referir a um volume pequeno. Um mol de gás nitrogênio (N_2) inflará um balão com um diâmetro de ~ 30 cm. Mas 1 mol de água líquida ocupa um volume um pouco maior que uma colher de sopa cheia (18 mL). Um mol de açúcar de cana (sacarose - $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) tem 342 g. Todas estas quantidades de substâncias citadas estão contidas em um mol, apresentando $6,02 \times 10^{23}$ moléculas. Esse volume pequeno do mol é devido ao valor típico das distâncias entre partículas nos estados líquido e sólido. A distância entre átomos, como demonstrado pela difração de raios-X no início do século 20, é tipicamente da ordem de 1 Ångstrom = 10^{-8} cm, ou de 0,1 nanômetros ($\text{nm} = 10^{-9}$ m). Assim, 1 mol ocupa, no estado gasoso, 22,4 litros, porém dezenas ou centenas de mililitros na matéria condensada, ou seja, existe um fator entre 100 e 1000 de diferença na densidade de partículas na passagem do estado gasoso para o estado que chamamos “matéria condensada”, englobando líquidos, sólidos e estados intermediários.

A unidade mol é uma grandeza adimensional (sem unidades), utilizada para descrever uma quantidade (assim como a “dúzia”) correspondente ao número de Avogadro. Porém, o uso do mol mostra-se adequado somente para descrever quantidades de entidades elementares.

¹⁸ Palestra proferida por Jean Baptiste Perrin ao receber o prêmio Nobel:
http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1926/perrin-lecture.html?pri

Quando o mol é usado para especificar a quantidade de uma substância, é necessário identificar o tipo de entidade elementar da substância, que pode ser átomos, moléculas, íons, fórmulas químicas (por exemplo Na^+Cl), elétrons, fótons, outras partículas ou grupos específicos de tais partículas. Por exemplo, um mol de água é equivalente a 18,016 g de água, e contém um mol de moléculas H_2O : dois moles de H e um mol de O. A carga de um mol de elétrons é dada pela constante de Faraday, um mol de fótons é chamado um Einstein, etc.

A Física passou, depois, a buscar a compreensão aprofundada do comportamento dos núcleos, e suas partículas elementares. Elétrons foram sempre de interesse tanto da Física como da Química. A compreensão da estrutura do átomo de hidrogênio permitiu, por sua vez, a explicação da tabela periódica dos elementos químicos, que havia sido definida de forma empírica. Os vários elementos químicos puderam ser entendidos pelas diferenças no preenchimento das camadas eletrônicas. A posição de um elemento nessa tabela é definida pelo número de prótons do núcleo, chamado número atômico. A Química estuda as moléculas formadas pela união estável de vários átomos, e as reações que ocorrem entre elas, relacionadas à troca e compartilhamento de elétrons de ligação entre átomos, formando diferentes moléculas. Essas duas ciências exatas se complementam e se superpõem na explicação da matéria, e pesquisas interdisciplinares se tornam cada vez mais frequentes e necessárias.

A constante de Avogadro pode ser considerada emblemática da união da Química com a Física. A história do número de Avogadro e do mol ilustra bem a lógica do processo científico, em que as contribuições de cientistas de vários países se encadeiam ao longo do tempo, construindo aos poucos o conhecimento em profundidade. Os conteúdos, impessoais, são depois racionalizados, o que pode inverter as definições e muitas vezes até o processo histórico. Hoje em dia, a visão microscópica tornou-se usual, com sistema de medidas muito bem definido e usado universalmente. É interessante também ressaltar que a fundação da IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) data de 1919, num processo que começou com a Primeira Conferência Internacional de Química em 1860. Já a IUPAP (International Union of Pure and Applied Physics) foi fundada em 1922, e sua primeira Assembleia Geral ocorreu em Paris em 1923.

O que interessa ressaltar é que existe uma “lógica interna” no conteúdo científico das Ciências Exatas, é mais uma ‘descoberta’ do mundo externo ao ser humano, do que uma invenção humana. O conhecimento científico adquirido no último século tem capacidade prática de agir sobre o mundo e alterá-lo. As questões filosóficas passam a ser de caráter ético, focalizadas no ser humano e sua atuação sobre a Natureza.

Metodologia científica e interdisciplinaridade

Faço menção agora a um livro que discute o Método Científico, com um enfoque Histórico e Filosófico,¹⁹ analisando em detalhe a dedução lógica, a partir de hipóteses definidas, e a inferência indutiva, a partir de fatos observados, bem como o papel da estatística no método científico. Mas não existe uma conclusão clara.

Observação, modelos, teorias e experimentos são essenciais no avanço do conhecimento humano, mas a forma de entrelaçamento entre esses fatores não é nada trivial, nem é possível

¹⁹ Gower, Barry. *Scientific Method*. An historical and philosophical introduction. First published 1997, by Routledge. This edition published in the Taylor & Francis e-Library, 2002. Simultaneously published in the USA and Canada by Routledge

definir facilmente o que é necessário para esse avanço ocorrer. Percepções e ideias nascem na mente de indivíduos e precisam ser expressas para se tornarem efetivas numa sociedade.

Um artigo recente escrito para público leigo descreve a forma de validação da produção científica,²⁰ analisando as origens históricas do processo de avaliação por pares vigente, e também as modificações surgidas na última década, com alterações radicais na forma de transmissão do conteúdo científico.

É essencial enfatizar a necessidade do debate de ideias na evolução da Ciência. Na Renascença tornou-se comum que intelectuais trocassem cartas num debate livre de ideias, e dezenas de sociedades foram formadas na Europa a partir do século 14, inicialmente reunindo literatos e pintores. A primeira sociedade científica foi a Academie des Lynces (Roma, 1603), patrocinada pelo príncipe Federico Cesi, e Galileu Galilei foi um de seus membros. Deu origem à Pontifícia Academia de Ciências, que até hoje promove a pesquisa e examina questões científicas de interesse da Igreja.

A sociedade científica laica mais antiga que existe até hoje é The Royal Society of London for the Improvement of Natural Knowledge, fundada em 1660 por filósofos naturais e médicos, logo apoiada pelo rei Charles II. Um pouco depois surge a Académie des Sciences (Paris 1666), fundada por Luís XIV por sugestão do ministro Jean-Baptiste Colbert, e atualmente integrada ao Institut de France. As sociedades inglesa e francesa tinham filosofias diferentes desde seu início. O lema da Royal Society Nullius in Verba (Nas palavras de ninguém), é o símbolo da liberdade de expressão e comprovação através de experiências.

Hoje em dia o grau de especialização é tão grande que o diálogo entre os vários ramos da ciência é quase inexistente. Mas por outro lado, o interesse em adquirir conhecimento tem levado a propostas originais de Divulgação Científica, para público amplo. Um bom exemplo é o livro que vendeu milhões de exemplares,²¹ de um jornalista que se dispôs a retomar o interesse que havia tido na infância em ciência, mas da qual se afastou porque os textos da escola não respondiam suas perguntas. Esse livro foi utilizado no curso de Iniciação ao Pensamento Científico, para introduzir conceitos básicos sobre o início da Geologia, e estudos sobre a Terra, que não são tratados nos cursos de Física. Esses estudos, com participação amadorística de nobres ingleses no século 18, foram responsáveis no século 19 por uma revolução no conhecimento, tanto pela descoberta de fósseis cuja antiguidade permitiu conhecer a idade da Terra como pela descoberta da deriva dos continentes. O livro entra também em questões relativas à Vida na Terra, de forma a mesclar jornalismo com Divulgação Científica, num tratamento que visa unir Conhecimento e Ciência, mas sem os rigores da Academia.

No último semestre do referido curso para Terceira Idade, foram abordados vários usos práticos de tecnologia moderna, a partir de perguntas dos alunos, visando fornecer explicações que estivessem ao alcance de seu entendimento, sem excesso de detalhamento teórico.

A experiência de 3 semestres com adultos de Terceira Idade, somada à experiência com alunos e professores de Ensino Médio, me mostrou que a forma de ensinar Ciência necessita mudança profunda, focalizando conceitos básicos de alfabetização científica. Detalhamento exato só interessa num grau de especialização posterior, para os que tiverem interesse real num determinado assunto.

²⁰ Queiroz do Amaral, Lia. O processo de validação do conhecimento científico. *Jornal da USP*, 24/04/2017..

²¹ Bryson, Bill. *Breve história de quase tudo*, Do big-bang ao Homo Sapiens. Tradução Ivo Korytowski. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

Quanto às questões sociais envolvidas, é conveniente ressaltar a importância do conhecimento prático, que sempre existiu fora das universidades. Ofícios na Idade Média eram executados por artesãos que dominavam o “saber fazer” e as corporações dos construtores e dos Artesãos surgidas a partir do século 12 tinham hierarquias definidas (mestres, oficiais e aprendizes), ligadas à produção e ao comércio, que deram origem às estruturas sociais posteriores à Revolução Industrial. A Revolução Científica pode ser vista como um prelúdio à Revolução Industrial, com avanços no conhecimento básico, levando depois a mudanças tecnológicas e sociais.

É necessário ainda ressaltar que a forma de tratar conteúdos das Ciências Exatas difere da forma de tratar conteúdos das Ciências da Vida, pois ambas partem de bases conceituais diferentes. O desenvolvimento da Biologia Molecular a partir da segunda metade do século 20 levou a muitos avanços em áreas específicas, na interface com Química e Física, mas esse conhecimento exato ainda não consegue equacionar a funcionamento da mais simples célula viva. A complexidade da vida ainda não foi desvendada.

Existe certamente o ideal das ciências exatas e as ciências da vida se unirem como Ciências da Natureza, mas isso ainda exige muito esforço de pesquisa interdisciplinar, para construção de pontes entre áreas disjuntas. Um exemplo nessa direção é um livro recente ²² que volta à proposta original de Darwin sobre seleção sexual, para explicar a evolução da beleza e a questão do acasalamento, ainda não explicado pela Ciência. Em Medicina os avanços científicos são imensos, mas continua sendo uma ciência empírica, e mesmo as técnicas mais desenvolvidas dependem das percepções humanas para sua compreensão e interpretação correta.

Os desafios do mundo atual exigem novas abordagens, que ainda não se definiram, mas que passam por uma integração do ser humano com o universo que o rodeia. Creio poder afirmar que existe no nível de cada indivíduo uma infraestrutura material, e uma superestrutura mental, de ideias e conceitos, que permite o controle de processos e técnicas operacionais, que definem sua existência concreta.

O desenvolvimento da Física e da Química exatas permite o conhecimento da Matéria e suas interações básicas no nível atômico e molecular, que está levando tanto à compreensão dos materiais naturais como à possibilidade de materiais artificiais com propriedades próximas das biológicas. O desenvolvimento da Matemática aplicada a Computadores levou ao surgimento da Realidade Virtual. De certa forma estamos de volta ao cruzamento das concepções gregas sobre a *physis* da Natureza e do Cosmo, que dominaram a cultura ocidental, já existe uma síntese entre Demócrito, Platão e Aristóteles. Parece ter chegado a hora de uma síntese com as culturas milenares do Oriente.

²² Prum, Richar O. *The Evolution of Beauty*. How Darwin’s Forgotten Theory of Mate Choice Shapes The Animal World and Us. New York: Doubleday, 2017.

Fundamentos de uma pesquisa histórica sobre o Instituto Oscar Freire — apontamentos conceituais, historiográficos e documentais

João Denardi Machado

Bolsista CAPES e Mestrando em Medicina Preventiva da Faculdade de Medicina da USP
joaodenardihistoriador@gmail.com

Recebido em 20/11/2017. Aprovado em 09/03/2018.

Como citar este artigo: Machado, J. D. “Fundamentos de uma pesquisa histórica sobre o Instituto Oscar Freire — apontamentos conceituais, historiográficos e documentais”. *Khronos, Revista de História da Ciência*, nº5, pp. 112 - 123. 2018. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso em dd/mm/aaaa.

Resumo: A partir da percepção de que o conhecimento histórico é construído na tensão entre o objeto de análise e o tripé composto por fundamentos teórico-metodológicos, debate historiográfico e análise documental, o texto demonstra como a história do Instituto Oscar Freire da Faculdade de Medicina da USP pode ser compreendida dentro dessas definições, de forma a romper com a visão linearista e memorialista do passado da instituição.

Palavras-chave: História da medicina legal; história das práticas médicas; Instituto Oscar Freire da Faculdade de Medicina da USP.

Foundations of a historical research about the Oscar Freire Institute – conceptual, historiographical and documentaries appointments

Abstract: Through the perception that historical knowledge is built upon the tension between the object and the tripod composed of the theoretic and methodological foundation, historiographical debate and documental analysis, the text demonstrates how the history of the Oscar Freire Institute of the Faculty of Medicine of USP can be understood inside this definitions, disrupting a memorialist view about the past of the institution.

Keywords: History of legal medicine; history of medical practice; Oscar Freire Institute of the Faculty of Medicine of USP.

Apesar da pós-modernidade ressaltar o peso das aporias filosóficas que permeiam a escrita da história, o modelo delineado por Edward Thompson ainda fundamenta pesquisas e debates profícuos em distintos campos historiográficos¹. Segundo a definição do tripé da história, a explicação histórica surge do exercício de submeter o objeto histórico e as hipóteses formuladas ao constante julgamento da crítica teórico-metodológica, do debate historiográfico e da análise documental. Esse tripé, que ao mesmo tempo limita e possibilita a explicação histórica, afastando-a do ufanismo, é apresentado aqui para referenciar um estudo sobre o Instituto Oscar Freire da Faculdade de Medicina da USP na primeira metade do século XX, instituição de ensino médico-legal intrincada no bojo de diversos processos.

Recortes conceituais de um objeto histórico

A historiografia contemporânea tem como traço primordial a multiplicidade de métodos, objetos, documentos e narrativas que abarca sobre o escopo do conhecimento histórico. No que pese a crítica à fragmentação da história, a diversidade historiográfica contemporânea contribuiu para o desenvolvimento de quadros teórico-metodológicos que ampliaram os horizontes explicativos das ciências sociais e humanas. A proposta da micro-história de Carlo Ginzburg, fundamentada na apreensão do pormenor revelador através do método de saber indiciário, está dentre tais contribuições conceituais e metodológicas da historiografia contemporânea às ciências humanas, capaz de construir o social através da síntese entre detalhes interpretativos e minúcias documentais². A pesquisa que introduzo hoje se posiciona dentro dos quadros da micro-história, o que significa dizer que seu objeto é entendido enquanto diferencial negligenciado que permite acessar particularmente as estruturas e as totalidades, definindo-as internamente. Efetivamente, tal objeto histórico é a cadeira de medicina legal da Faculdade de Medicina e Cirurgia de São Paulo, instituição científica e de ensino médico criada em 1918, batizada de Instituto Oscar Freire³ em 1931 – nome que conserva até hoje —, que será analisada através da leitura de sinais documentais em diferentes matrizes textuais e iconográficas, datadas de 1916 a 1955 e preservadas na Faculdade de Medicina da USP.

Definir o Instituto Oscar Freire como objeto de uma análise de micro-história, todavia, não basta para direcionar a pesquisa, pois diferente do que a perspectiva memorialista da história da medicina legal concebe, a história da instituição não pode ser entendida como fluída continuidade ininterrupta de um objeto a priori. No IOF diferentes temporalidades se atravessam e se embaralham, gerando sobreposições internas e físuras na instituição que inviabilizam a validade de um modelo linearista. Para tornar a pesquisa sobre a história do IOF exequível, é necessário definir como serão recortadas e organizadas as diferentes temporalidades que atravessam esse objeto histórico. De fato, organizar separações, sincronias, articulações e rupturas entre temporalidades aparentemente desconexas de um objeto histórico é parte fundamental do trabalho do historiador, e é precisamente nesse procedimento que o saber indiciário se diferencia pela capacidade de criar associações a partir de detalhes, como se discutirá na conclusão.⁴

¹ THOMPSON, Edward P. *A Miséria da Teoria*. Tradução: Waltensir Dutra. 1ª ed.. Rio de Janeiro: Zahar, 1981.

² GINZBURG, Carlo. Sinais: raízes de um paradigma indiciário. In: GINZBURG, Carlo. *Mitos, Emblemas e Sinais – morfologia e história*. Tradução: Frederico Carotti. 2ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2003. REVEL, Jacques (org.) *Jogos de Escala: a experiência da microanálise*. Tradução: Dora Rocha. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1998. LEVI, Giovanni. *A herança imaterial. Trajetória de um exorcista no Piemonte do século XVII*. Tradução: Cintya Marques de Oliveira. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2000.

³ Para todos os fins, neste artigo, denominaremos sempre a cadeira de medicina legal de Instituto Oscar Freire (IOF) da Faculdade de Medicina da USP, apesar de tal nome ter sido adotado em 1931, e da Faculdade de Medicina de São Paulo ter sido integrada a USP em 1933.

⁴ LE GOFF, Jacques. *A História deve ser dividida em pedaços?* Tradução: Nícia Adan Bonatti. São Paulo: Editora UNESP. 2015. GINZBURG, 1986, op. cit.

Por ora, compete mencionar que a pesquisa recorta o objeto a partir de três círculos concêntricos sobrepostos, definidos enquanto durações e temporalidades de diferentes níveis de determinação que permeiam a história do Instituto Oscar Freire, sempre tendo em vista a abordagem da micro-história indiciária. A figura abaixo esquematiza esses recortes simplificada-mente:

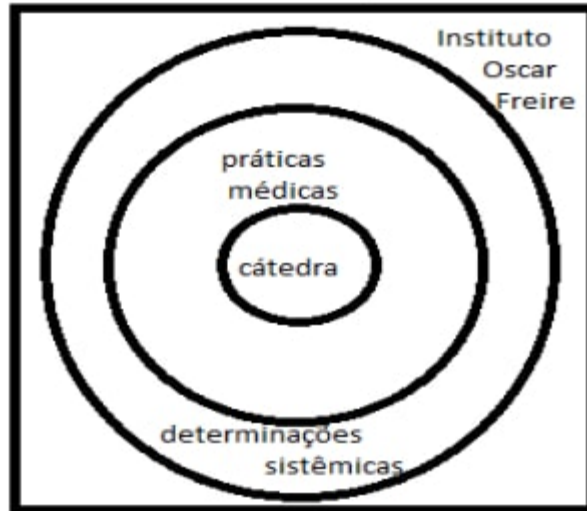


Figura 1. Esquema ilustrando os recortes do objeto.

O círculo central a partir do qual se expandem os demais é delineado pelas temporalidades da cátedra de medicina legal — núcleo diretivo e pedagógico da instituição —, posição ocupada por Oscar Freire entre 1918 e 1923 e depois por Flaminio Fávero entre 1924 e 1955. Essa escolha não se pretende personalista, porque considera a posição de agentes da instituição antes das questões subjetivas; não obstante, reconhece que as respectivas trajetórias singulares dos catedráticos são convergências de linhas de força que uma abordagem meramente estrutural da história do Instituto não seria apta a distinguir. No caso específico desses agentes, documentos como o livreto "XXV aniversário do Instituto Oscar Freire", de 1943, permitem delinear um amplo espectro de atuação e posicionamento privilegiado em hierarquias institucionais educacionais, médicas, jurídicas e penitenciárias pelos agentes que ocupavam a cátedra.

Assentado acima desse primeiro círculo, definiu-se o segundo campo de temporalidades que plasmam a história do Instituto Oscar Freire como a dimensão das práticas médicas em São Paulo no período, o que integra o processo de institucionalização médica e sanitária no estado, com foco na montagem da Faculdade de Medicina e Cirurgia de São Paulo, e seus vínculos com a disseminação da medicina laboratorial e experimental, a formação da corporação médica e sua integração ao mercado de trabalho, a ascensão das especialidades, dos especialistas da medicina tecnológica e, enfim, a consolidação da medicina legal dentro desses contextos⁵. Esses diversos processos médicos são fundamentais para história do Instituto Oscar Freire, e ainda que a pesquisa não pretenda se aprofundar em cada temática separadamente, entende-se que a consolidação da medicina legal e a montagem do Instituto Oscar Freire não podem ser entendidas sem se considerar as especificidades e os contextos das práticas médicas.

⁵ DONNANGELO, Maria Cecília Ferro. *Medicina e sociedade: o médico e seu mercado de trabalho*. 1º Edição. São Paulo: Pioneira, 1975. SCHRAIBER, Lília Blima. *O Médico e Seu Trabalho: Limites da Liberdade*. 1º Edição. São Paulo: Hucitec, 1993. MOTA, André, *Tropeços da Medicina Bandeirante: Medicina Paulista entre 1892 – 1920*. 1ª ed. São Paulo: EDUSP, 2005. SCHRAIBER, Lília Blima; MOTA, André. Medicina sob as lentes da História: reflexões teórico-metodológicas. *Ciência & Saúde Coletiva*. v.19 n.4, 2014, pp.1085-1093.

No nível superior, consideramos as determinações sistêmicas estruturantes, de ordem econômica, política e cultural internalizadas no Instituto Oscar Freire que alteraram seu funcionamento e sua história. Tais linhas de força frequentemente definiam as possibilidades dos agentes e as finalidades sociais das normatividades e práticas médicas, e auxiliam a posicionar o Instituto Oscar Freire na sociedade em que estava inserido. Processos sistêmicos de longa-duração na sociedade brasileira e paulista, como a transição conflituosa de uma sociedade agrícola para uma urbana industrial, devem ser considerados porque inevitavelmente afligem a história do IOF.

Os recortes do objeto histórico, embora sejam imprescindíveis, não podem ser dissociados do conhecimento histórico produzido e acumulado pela historiografia, que fundamenta, mesmo que implicitamente, as próprias categorias adotadas pelo pesquisador. Dessa forma, se faz necessário apontar brevemente os diálogos historiográficos que concedem sentido e lógica histórica a esses recortes do objeto de pesquisa, para depois apresentarmos os documentos e seguirmos para conclusão desta apresentação.

Apontamentos historiográficos e bibliográficos

Procedimento igualmente marcado por escolhas do pesquisador, o diálogo historiográfico define aproximações e distanciamentos de uma pesquisa histórica tanto do ponto de vista acadêmico quanto conceitual. Nesta apresentação, o objetivo é mencionar referências fundamentais para os recortes operados na história do Instituto Oscar Freire — a cátedra, as práticas médicas, e as determinações sistêmicas —, que apesar de não encerrarem os diálogos intertextuais planejados, abrangem os campos essenciais de fundamentação historiográfica.

Em relação ao primeiro, trata-se do menos abordado pela academia, e nenhuma monografia historiográfica foi encontrada sobre a história da cátedra de Medicina Legal da Faculdade de Medicina da USP — o que não significa que as obras que se referem ao tema sejam irrelevantes. Embora a história da cátedra apenas tangencie seus próprios objetos de pesquisa, trabalhos de Mariza Corrêa, Luís Ferla, José Antunes, Marcos Álvarez e Jorge Carreta, dentre outros, disponibilizam apontamentos historiográficos valiosos⁶. Não é o caso de descrever cada uma das pesquisas, cabe aqui somente considerar como observação comum a todos que a cátedra de Medicina Legal catalisou a institucionalização do ensino e da prática experimental laboratorial da especialidade, bem como disseminou ideais de patologização do ato antissocial, de individualização da pena, de intervenção profilática e de normatização médica da sociedade. A ação dos catedráticos durante a primeira metade do século XX, focada no ensino das futuras gerações de peritos paulistas, contribuiu decisivamente para o surgimento de uma comunidade médico-legal paulista integrada por aspectos técnicos, tecnológicos e morais compartilhados a partir das salas de aula e dos laboratórios. Nesse sentido, as trajetórias de ascensão profissional de Oscar Freire e de Flaminio Fávero à posição de catedrático indicam um contexto personalista da montagem da cátedra, em que as relações individuais, o prestígio pessoal e noções rígidas de hierarquia

⁶ CORREA, Mariza. *As ilusões da Liberdade: a Escola Nina Rodrigues e a Antropologia no Brasil*. Bragança Paulista: EDUSF, 1998. CÔRREA, Mariza. Raimundo Nina Rodrigues e a “garantia da ordem social”. *Revista USP*, São Paulo. v. 68, n.4, 2005, pp. 130-139. ANTUNES, José Leopoldo Ferreira. *Medicina, leis e moral: pensamento médico e comportamento no Brasil (1870-1930)*. 1ª ed. São Paulo: Edunesp, 1999. FERLA, Luís. *Feios, Sujos e Malvados – do crime ao trabalho, a utopia médica do biodeterminismo em São Paulo (1920-1945)*. 1ª ed. São Paulo: Alameda/FAPESP, 2009. ALVAREZ, Marcos Cesar. *Bacharéis, criminologistas e juristas: saber jurídico e a nova escola penal no Brasil (1889-1930)*. 1ª ed. São Paulo: IBCCRIM, 2003. CARRETA, Jorge Augusto. A ceroplastia e a medicina legal na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 1934-1950. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*. Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, 2016, pp.771-788.

assumiam papel fundamental no preenchimento dos espaços de poder. Uma vez aquartelados na posição de catedrático, tanto Freire quanto Fávero demonstraram comprometimento em preservar uma memória e uma tradição que remetem a Nina Rodrigues, inclusive criando um acervo de peças que ainda é parcialmente preservado.

Caminhando para o segundo conjunto de temporalidades, que trata das determinações das práticas médicas em São Paulo sobre a história do Instituto Oscar Freire, as referências bibliográficas integram títulos historiográficos e em Saúde Coletiva, como as pesquisas de André Mota, Lília Schraiber, Emerson Mehry, Gabriela Marinho, dentre outras⁷. Resumidamente, a partir dessa bibliografia deve-se situar a história do Instituto Oscar Freire no bojo das transformações do meio médico da época, havendo a vantagem de estar a história do Instituto Oscar Freire sincronizada com a história da Faculdade de Medicina da USP. O processo de apogeu e colapso da medicina liberal, integra tanto a história da Faculdade de Medicina quanto do Instituto Oscar Freire e, de forma geral, ambas as instituições favoreceram o sentido das mudanças promovidas nas políticas de saúde após 1930, marcadas pela centralização e intervenção estatal em que se consolida a figura do médico assalariado e a importância das especialidades médicas a despeito da medicina liberal generalista. O trabalho médico cada vez mais especializado e tecnológico incorporou-se definitivamente ao Estado e às empresas a partir dos anos 1930, e nesse contexto as especialidades médicas lutaram para estabelecer suas prerrogativas, seus espaços de mercado e seus objetos de intervenção — e nessas disputas, o Instituto Oscar Freire certamente foi relevante.

Por fim, sobrepostas as temporalidades da prática médica, devemos traçar um breve panorama dos apontamentos historiográficos que delineiam processos econômicos, políticos e culturais que determinam uma duração mais longa da história do Instituto Oscar Freire. Grosso modo, o aspecto essencial de se mencionar aqui a partir dessa historiografia é que a consolidação institucional da medicina legal — da qual o Instituto Oscar Freire é um dos núcleos paulistas — é parte integrada de um processo histórico de modernização por vias conservadoras do Estado e da sociedade brasileira no século XX, após a desarticulação social do Antigo Regime e do sistema escravista, e indica um novo alinhamento sincrônico entre as instituições republicanas, uma elite social remodelada e os projetos biodeterministas da profilaxia, do higienismo, da eugenia e do racismo científico⁸. Em São Paulo, o protagonismo nacional nesse novo arranjo engendrou diversas criações simbólicas sobre a excepcionalidade civilizatória do povo de Piratininga, organizadas sob a égide do paulistanismo, constantemente tensionado pela realidade de

⁷ MOTA, André, *Tropeços da Medicina Bandeirante*. Medicina Paulista entre 1892 – 1920. 1ª ed. São Paulo: EDUSP, 2005. SCHRAIBER, Lília Blima. *O Médico e Seu Trabalho*. Limites da Liberdade. 1ª ed. São Paulo: Hucitec, 1993. MOTA, André & SCHRAIBER, Lília Blima. Mudanças corporativas e tecnológicas da medicina paulista em 1930. Rio de Janeiro: *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*. Rio de Janeiro, v. 16, n. 2, 2009, pp. 345-360. SCHRAIBER, Lília Blima; MOTA, André. Medicina sob as lentes da História: reflexões teórico-metodológicas. *Ciência & Saúde Coletiva*. v. 19, n. 4, 2014, pp. 1085-1093. MERHY, Emerson Elias. *Saúde: a cartografia do trabalho vivo*. São Paulo: Hucitec, 2002. MARINHO, Maria Gabriela S. M. C.. *Elites em negociação*: breve história dos acordos entre a Fundação Rockefeller e a Faculdade de Medicina de São Paulo (1916-1931). Bragança Paulista: EDUSF, 2003.

⁸ MACHADO, Roberto; LOUREIRO, Ângela; LUZ, Rogério; MURICY, Kátia (org.) *A Dação da Norma – Medicina Social e Constituição da Psiquiatria no Brasil*. 1ª ed. São Paulo: Graal, 1978. CORREA, Mariza. *As ilusões da Liberdade*: a Escola Nina Rodrigues e a Antropologia no Brasil. Bragança Paulista: EDUSF, 1998. SCHWARCZ, Lília Moritz. *O espetáculo das raças*: cientistas, instituições e questão racial no Brasil (1870-1930). 1ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2000. MOTA, André, *Quem é Bom já Nasce Feito*: Sanitarismo e Eugenia no Brasil. 1ª ed. Rio de Janeiro: Ed. DP&A, 2003. MARINHO, Maria Gabriela S.M.C. & MOTA, André.(org.). *Coleção Medicina, Saúde e História*. São Paulo: Faculdade de Medicina/USP, Casa de Soluções Editora. 8 volumes, 2011-2015.

crescimento desenfreado da cidade, da indústria e do crime⁹. Qual foi a ocorrência local desses processos e como eles foram interiorizados no Instituto Oscar Freire? Por vias opostas, qual sentido das ações exteriorizadas socialmente pela instituição na longa-duração? Pretende-se chegar a uma resposta a essas perguntas através da pesquisa documental.

A bibliografia fornece apontamentos que direcionam o foco do pesquisador sobre seu objeto, mas muitas vezes suscitam perguntas e questionamentos, que sobretudo para a História só podem ser respondidos mediante abordagem em documentos e testemunhos. Portanto, se faz necessário apresentar o fundo documental da pesquisa, para enfim prosseguirmos às considerações finais.

Documentos e indícios

O material empírico do estudo está inventariado no fundo documental da pesquisa, e é atualmente composto por 443 objetos dos acervos do Instituto Oscar Freire e do Museu Histórico Carlos Silva Lacaz da Faculdade de Medicina da USP. O fundo documental organiza-se em séries documentais, que visam delimitar um campo coerente relacional para cada peça, e ao mesmo tempo garantir um amplo depositário de objetos – vistos sempre através de suas relações perspectivas, nunca isoladamente.

A partir da abordagem serial combinada com a metodologia indiciária, a pesquisa abarca grande diversidade de documentos, incluindo tomos de livros científicos, coletâneas de necropsias e de laudos periciais, imagens fotográficas, objetos pessoais de médicos legistas, registros de aulas, esculturas de cera, desenhos e gravuras didáticas, peças orgânicas necropsiadas e usadas pedagogicamente, dentre outros tipos de objetos.

Evidentemente, não é cabível demonstrar cada série, tampouco cada documento nesta ocasião, mas nos parece cabível descrever três exemplares que evidenciam a pluralidade das fontes da pesquisa, inclusive para respaldar os recortes do objeto e as associações historiográficas explicitadas acima.

Em primeiro lugar, gostaria de apresentar a série de livros de registros de aulas, composta por quatro livros encadernados com centenas de registros, escritos à mão, das atividades realizadas em sala de aula durante os cursos regulares e de extensão em medicina legal, assinadas pelos professores catedráticos de 1919 até a década de 1950.

A fotografia a seguir exhibe os registros das três primeiras aulas do ano de 1919, realizadas nos dias 13, 18 e 20 de março, que relatam respectivamente: "Lição inaugural, exposição da orientação do programma. O ensino tecnico da Medicina Legal na pericia médica, estado atual da questão"; "Origem e constituição da medicina legal, sua delimitação como disciplina individualizada, sua alçada em relação às práticas judiciárias e às ciências penais"; e finalmente, "Relações da Medicina Legal com a Medicina Clínica e com as sciências biológicas. Ensino de Medicina Legal: necessidade de instrução technica especial para os medicos peritos, instrução médico legal insufficiente aos clínicos; instrução médico-legal conveniente aos juristas. Evolução do ensino da Medicina Legal no Brasil." Os três registros estão assinados por Oscar Freire, porém, na

⁹ ABUD, Kátia. *O sangue intemorato e as nobilíssimas tradições*. A construção de um símbolo paulista: o bandeirante. (Tese de doutorado em História Social). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1985. MOTA, André, *Tropeços da Medicina Bandeirante*. Medicina Paulista entre 1892 – 1920. 1ª ed. São Paulo: EDUSP, 2005.

segunda aula também consta a assinatura de Flaminio Fávero no canto esquerdo; à luz dos registros posteriores, podemos afirmar pelos traços caligráficos que foi Fávero quem registrou as observações da segunda aula no caderno. Das diferentes questões que este pequeno trecho da documentação suscita para história do Instituto Oscar Freire, de temáticas pedagógicas, epistemológicas e técnico-científicas, o mais notável aqui parece ser o indício de que Flaminio Fávero, logo após sua formatura na primeira turma da Faculdade em 1918, já assistia Oscar Freire na realização das atividades da cátedra de medicina legal, o que certamente ajuda a explicar sua ascensão ao posto de catedrático cinco anos depois, com somente 29 anos de idade.

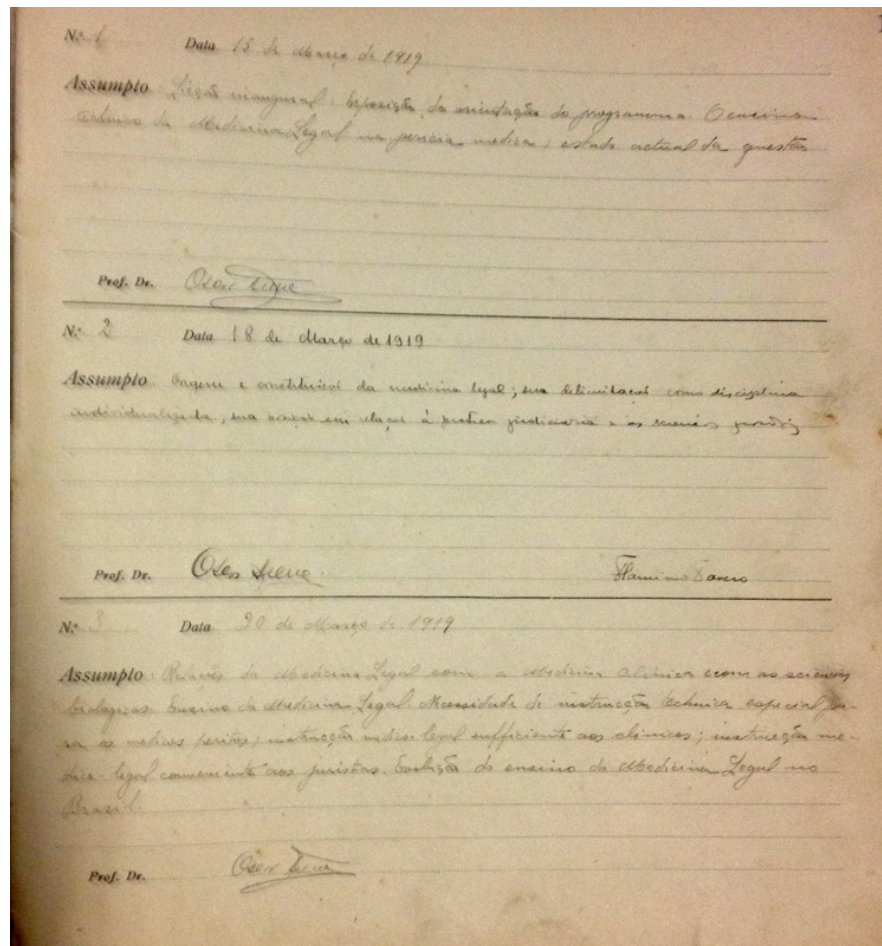


Figura 2. Livro 1 de Registro de Aulas. Acervo do Museu Técnico-Científico do Instituto Oscar Freire, peça localizada no Armário 1, prateleira 2, p. 4. Fotografia do autor.

Em segundo posto, devo mostrar duas imagens que retratam o mesmo objeto — o vitral superior da fachada leste do prédio do Instituto; trata-se de um negativo do vitral atribuído à década de 1930, e uma fotografia contemporânea do mesmo vitral, que foi reformado e teve alguns componentes alterados, mas o eixo central conservado.

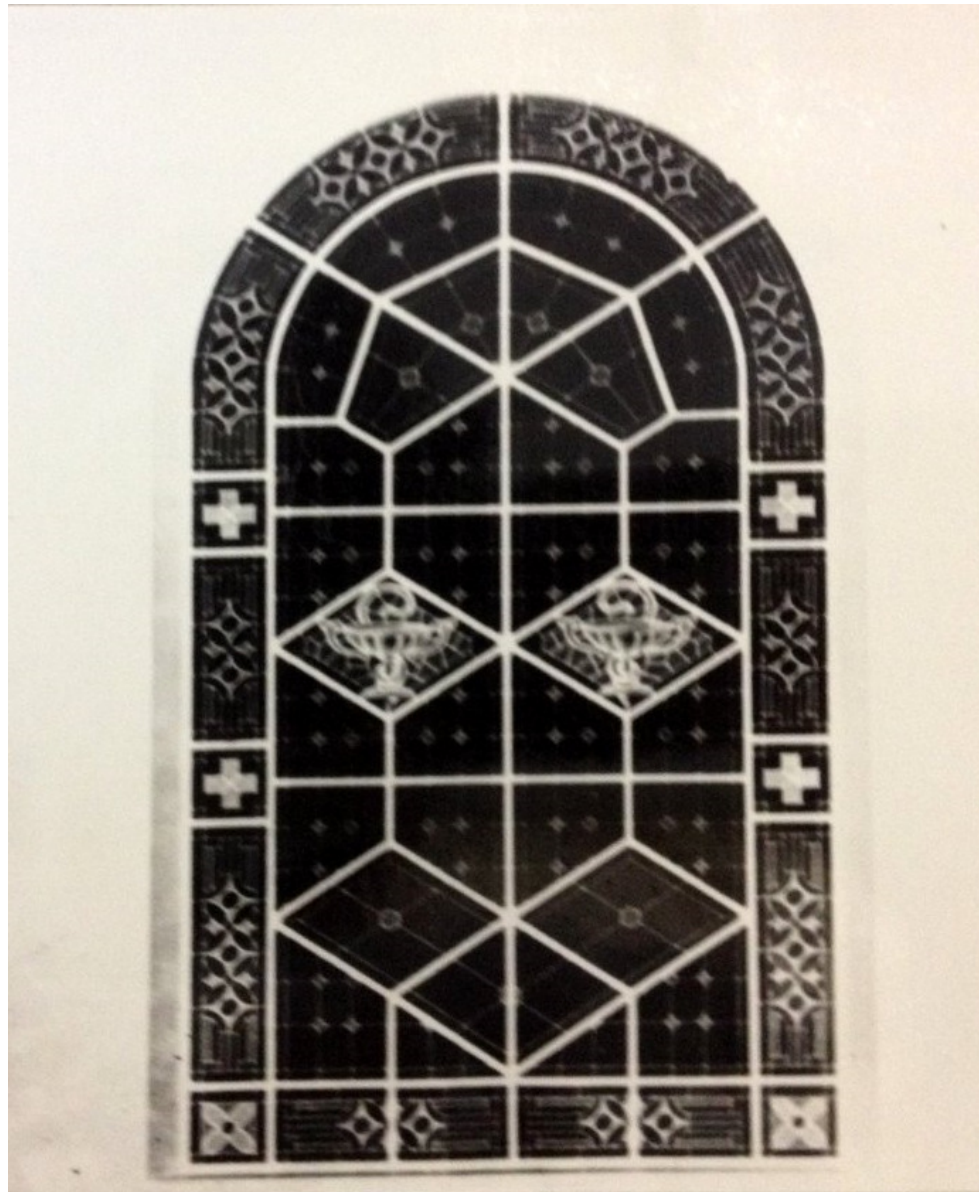


Figura 3. Negativo 17. Acervo do Museu Técnico-Científico do Instituto Oscar Freire, peça localizada no Armário 1, prateleira 4. Fotografia do autor.



Figura 4. Vitral situado no segundo andar do prédio do Instituto Oscar Freire da Faculdade de Medicina da USP, rua Teodoro Sampaio, n°115. Fotografia do autor.

O vitral enquanto documento visual suscita diversas questões acerca das linhas de força sobre as esferas do visível, da visão, e da visibilidade¹⁰ no Instituto Oscar Freire. Sua posição arquitetônica privilegiada confere poder aos símbolos evocados; a sutileza semiótica das associações é camuflada pelas diversas cores e formatos, mas é relativamente fácil ver os três signos centrais, que transmitem significados complementares. Nos cantos, na altura central, tem-se o símbolo da cruz vermelha com fundo branco, referência à cruz da ordem de cristo dotada de profundas significações civilizatórias, no Brasil e em Portugal; no centro, o cálice de Higeia aparece duplicado; e, na faixa vertical principal, observa-se uma forma fálica definida pelas hastes pretas e pela cor púrpura nas extremidades. É descuidado fazer afirmações categóricas a partir de fontes visuais analisadas isoladamente, e o risco de se recair em generalizações e análises

¹⁰ MENESES, Ulpiano Toledo Bezerra. Fontes visuais, cultura visual, História visual. Balanço provisório, propostas cautelares. *Revista Brasileira de História*, v.23, n.45, p.11-36. São Paulo: ANPUH, 2002.

superficiais é bastante reconhecido pela historiografia. Não obstante, a análise indiciária dos símbolos na história do Instituto Oscar Freire deve contribuir para criar associações entre aspectos culturais, educacionais, pedagógicos e médicos aparentemente desconexos.

Por fim, devo mencionar brevemente o documento citado no início da apresentação: o livreto "XXV aniversário do Instituto Oscar Freire", de 1943, escrito pelo então catedrático Flamínio Fávero. Na obra fica explícito o interesse de conferir legitimidade histórica à medicina legal paulista, e no trecho escolhido encontramos a primeira referência ao termo "escola paulista de medicina legal", expressão que a partir da década de 1950 se torna corrente. Nas palavras de Fávero:

Nestes 25 anos de atividades, a cadeira de medicina legal tem estado na altura das tradições de seu fundador. Honrou-lhe a memória. Cumpriu, pois, o seu dever. Por isso, mantendo intercâmbio cultural com os principais institutos congêneres do Brasil e do estrangeiro, de toda parte recebe as mais elogiosas apreciações sobre o valor das atividades que desempenha. É mesmo apontada, pelos visitantes ilustres que lhe percorrem as instalações, como um dos principais centros de cultura médico legal do mundo. Sua orientação doutrinária é sempre a da Escola de Nina Rodrigues, recebida através de Oscar Freire. Tem já, naturalmente, aspectos próprios que o regime de tempo integral permitiu criar. Assim razoável é falar numa escola paulista de medicina legal, ramo do fecundo tronco baiano de que direta e indiretamente se esgalharam Afrânio Peixoto, Oscar Freire, Alcântara Machado, Diógenes Sampaio, Estácio de Lima, Leonídio Ribeiro, Almeida Júnior, Arthur Ramos, dentre os principais discípulos da escola de Nina Rodrigues.¹¹

A análise indiciária permite apreender do trecho, dentre outros aspectos, a tradicional visão linearista da história medicina legal, consagrada pela imagem da árvore do conhecimento, metáfora adequada à construção de uma narrativa da progressiva evolução orgânica da medicina legal com base no "fecundo tronco baiano" germinado a partir de Nina Rodrigues, e do qual se esgalharam — sem conflitos nem tropeços, mas com naturalidade — os diversos ramos regionais. Essa visão evolutiva não somente oculta conflitos acirrados na conformação do escopo da especialidade, como também atribui à "escola paulista de medicina legal" o papel de herdeira excepcional de uma tradição nacional, que tem como corolário o *dever* de honrar a memória dos mestres passados.

Ao considerar sinais documentais como a postura estratégica de Fávero, os símbolos do vitral e os registros das aulas da cátedra, é possível perceber como a análise de documentos de diferentes linguagens traz à tona problemáticas que complexificam o entendimento da história do Instituto Oscar Freire, , muitas vezes, ao invés de confirmarem as explicações historiográficas e as hipóteses iniciais, tensionam as categorias do historiador e o obrigam a equilibrar a triangulação entre análise documental, quadro teórico metodológico e debate historiográfico mediante a adoção de constante perspectiva crítica.

No retorno as tensões do ofício do historiador, de onde se iniciou o percurso da apresentação, caminhamos para conclusão desse breve esforço para demonstrar os apontamentos conceituais, historiográficos e documentais da pesquisa histórica sobre o Instituto Oscar Freire.

¹¹ FÁVERO, Flamínio. *XXV Aniversário do Instituto Oscar Freire*. São Paulo: Instituto Oscar Freire. 1943. p. 16-17. Peça do acervo do Museu Técnico-Científico do Instituto Oscar Freire.

Considerações finais

A produção historiográfica francesa — que possui grande influência sobre esta Faculdade, como atesta o nome do auditório em que estamos — é marcada pelo constante balanço crítico de seus enunciados e de sua própria história, inclusive em diálogo (e por vezes conflito) com as demais áreas das ciências humanas, como a antropologia, a sociologia e a linguística. Esse exercício certamente se associa com a construção da categoria profissional do historiador, cuja identidade encontra-se fortemente assentada nos espaços sociais destinados à produção do conhecimento histórico (sobretudo nas universidades), com suas regras de funcionamento e validação. Não obstante, o constante balanço crítico sobre a produção historiográfica responde também às exigências contínuas de construção epistemológica da história, fundamentada na reflexão sistemática sobre os métodos e o lugar da teoria na produção do conhecimento histórico, como forma de responder aos desafios e transformações da pesquisa histórica e das necessidades sociais postas pela contemporaneidade.

A micro-história emerge de desafios epistemológicos e sociais nas décadas de 1980 e 1990, e de forma geral privilegia uma abordagem antropológica da história, com foco nas particularidades dos contextos locais, atenta às relações intersubjetivas e ao papel dos corpos e dos agentes, das escolhas do cotidiano e dos hábitos, que se traduz na diversificação dos documentos analisados e em novas problematizações acerca da narrativa, do discurso e da linguagem. Pensar a história do Instituto Oscar Freire frente às necessidades atuais, todavia, implica perspectivar a abordagem da micro-história indiciária a novos desafios epistemológicos e sociais contemporâneos, que consistem fundamentalmente na necessidade de integrar temporalidades fraturadas através de uma leitura horizontalizante, que não camufle seus recortes nem desconsidere o que é marginal, mas permita entender as relações entre a parte e o todo dentro de contextos estruturados e estruturantes. A história cultural marxista fornece ferramentas para matizar a abordagem em micro-história com gradativos de sistematicidade em torno das categorias do materialismo histórico, e pesquisas recentes demonstram a eficácia entre o cruzamento bibliográfico das perspectivas de Ginzburg, Levi e Revel com enunciados de Gramsci, Thompson e Hobsbawm.

Através desse cruzamento, a investigação histórica é capaz de transitar entre uma matriz explicativa sistêmica, atenta às determinações de longa-duração, e uma matriz analítica da minúcia da prática e do ato humano; portanto, limitar a micro-história a uma abordagem restrita somente à temporalidade do tempo curto e à lógica interna do objeto é um erro que impossibilita a leitura das sobreposições de temporalidades diferentes, que estão de fato internalizadas no objeto histórico não como cristalizações, mas como circularidades em movimento sincrônico ou dissonante entre si, motivando rupturas e permanências no objeto.

O saber indiciário e a abordagem em micro-história, como demonstra Carlo Ginzburg, tem a capacidade de percorrer o trajeto dessas circularidades temporais e revelar não somente especificidades de tramas intersubjetivas, mas também os alicerces culturais de uma sociedade — o que Ginzburg realiza com maestria nos textos *O Queijo e os Vermes* e *Freud, o homem dos lobos e os lobisomens*, para mencionar apenas dois títulos¹².

¹² GINZBURG, Carlo. *Freud, o homem dos lobos e os lobisomens*. In: GINZBURG, Carlo. *Mitos, Emblemas e Sinais – morfologia e história*. Tradução: Frederico Carotti. 2ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2003. GINZBURG, Carlo. *O Queijo e os Vermes – o cotidiano e as ideias de um moleiro perseguido pela Inquisição*. Tradução: Maria Betânia Amoroso. 2ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2011.

À luz desses elementos, a pesquisa sobre a história do Instituto Oscar Freire pode se alicerçar com clareza no tripé do conhecimento histórico composto pelos fundamentos teórico-metodológicos, o debate historiográfico e a análise documental, posicionamento que compõe o objetivo primordial desta apresentação.

Para encerrar, num momento em que a história da ciência é cada vez mais atravessada pelos debates interdisciplinares, parece importante ressaltarmos a especificidade do conhecimento histórico e do ofício do historiador, não como tentativa de salvaguardar prerrogativas, mas como contribuição ao entendimento deste campo tão estratégico e tão vital para a contemporaneidade. Nada melhor para isso do que ceder a palavra a Edward Thompson, defensor inequívoco do valor e da peculiaridade do conhecimento histórico; no trecho, se é certo que Thompson exhibe certo perfil ácido mais ou menos típico dos historiadores, também é indubitável que encarna a perspectiva crítica que faz da história uma disciplina inesgotável, em permanente renovação:

A explicação histórica não pode tratar de absolutos e não pode apresentar causas suficientes, o que irrita muito algumas almas simples e impacientes. Estas supõem que, como a explicação histórica não pode ser Tudo, é portanto Nada, apenas uma narração fenomenológica consecutiva. É um engano tolo. A explicação histórica não revela como a história deveria ter se processado, mas porque se processou dessa maneira, e não de outra; que o processo não é arbitrário, mas tem sua própria regularidade e racionalidade; que certos tipos de acontecimentos (políticos, econômicos, culturais) relacionaram-se, não de qualquer maneira que nos fosse agradável, mas de maneiras particulares e dentro de determinados campos de possibilidades; que certas formações sociais não obedecem a uma 'lei', nem são os 'efeitos' de um teorema estrutural estático, mas se caracterizam por determinadas relações e por uma lógica particular de processo. E assim por diante. E muito mais. Nosso conhecimento pode não satisfazer a alguns filósofos, mas é o bastante para nos manter ocupados.¹³

¹³ THOMPSON, Edward P. *A Miséria da Teoria*. Tradução: Waltensir Dutra. 1ª ed.. Rio de Janeiro: Zahar, 1981, p. 61.

Breves considerações sobre a medicina tropical no mundo lusófono: o caso das tripanossomíases humanas (doença do sono e doença de chagas) nos primeiros anos do século XX

Ewerton Luiz Figueiredo Moura da Silva

Bolsista CAPES e Doutorando em Medicina Preventiva da Faculdade de Medicina da USP
ewertonfigueiredo@usp.br

Recebido em 27/02/2018. Aprovado em 09/05/2018.

Como citar este artigo: Silva, E. L. F. M “Breves considerações sobre a medicina tropical no mundo lusófono: o caso das tripanossomíases humanas (doença do sono e doença de chagas) nos primeiros anos do século XX”. Khronos, Revista de História da Ciência, nº5, pp. 112 - 123. 2018. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso em dd/mm/aaaa.

Resumo: Pretende-se aqui expor uma breve reflexão sobre o exercício da medicina tropical no Brasil e em Portugal privilegiando as chamadas tripanossomíases humanas, patologias causadas pela ação de tripanosomas no organismo humano como a doença de chagas – tida simultaneamente como um emblema da ciência brasileira, mas símbolo de um país doente e negligenciado – e a doença do sono – que assumiu grande importância para Portugal em decorrência de suas possessões africanas e da necessidade de afirmação do país como potência colonial diante da concorrência europeia por territórios na África.

Palavras-chave: mundo lusófono, doença do sono, doença de chagas.

Brief considerations on tropical medicine in the lusophone world: the case of human trypanosomiasis (sleeping sickness and chagas disease) in the early years of the 20th century

Abstract: It is intended here to present a brief reflection on the practice of tropical medicine in Brazil and Portugal favoring the so-called human trypanosomiasis, pathologies caused by the action of trypanosomes in the human organism such as chagas disease - which was simultaneously seen as an emblem of Brazilian science, but a symbol of a sick and neglected country - and sleep sickness - that assumed great importance for Portugal as a result of its African possessions and the necessity of affirming the country as a colonial power in the face of European competition for territories in Africa.

Keywords: lusophone world, sleep disease, Chagas' disease.

Introdução

A medicina tropical configurou-se como especialidade médica na virada do século XIX para o século XX no contexto do imperialismo europeu sobre os continentes africano e asiático e das contribuições científicas em torno da entomologia, da microbiologia, da helmintologia e da protozoologia. Patrick Manson, um médico escocês a serviço do império britânico na China, direcionou suas pesquisas para o estudo da filariose (1877) e identificou o mosquito *Culex fatigans* como o transmissor da doença¹. No final do Oitocentos, outros cientistas também relacionaram o papel dos vetores na disseminação de importantes doenças infecciosas como Ronald Ross que apontou a ação do mosquito do gênero *Anopheles* na transmissão do impaludismo e os trabalhos de Carlos Juan Finlay e Walter Reed que associaram o *Stegomyia fasciata* à difusão da febre amarela².

Patrick Manson publicou, em 1898, a primeira edição de seu *Tropical disease: a manual of the diseases of warm climates* – a obra foi reeditada e sucessivamente atualizada com imagens dos agentes etiológicos microscópicos, dos vetores e das marcas das doenças nos corpos de alguns pacientes³. De acordo com o “pai da moderna medicina tropical”, tal especialidade médica dedicava-se ao estudo de enfermidades infecciosas, causadas por microrganismos transmitidos ao homem pela ação de vetores que careciam de determinadas condições climáticas para seu pleno desenvolvimento, condições estas encontradas, em especial, nas regiões dos trópicos. Manson reconhecia que o uso da palavra *tropical* era conveniente, embora o termo não fosse preciso⁴, uma vez que algumas das doenças observadas poderiam ser encontradas em regiões fora dos trópicos. No entanto, a denominação *tropical* não deve ser compreendida em seu sentido meramente geográfico, mas como um processo de alteridade, um conceito político e cultural, que expressou o olhar europeu para nomear outros ambientes, distintos das regiões temperadas⁵.

Dentro do universo das chamadas doenças tropicais existem diversas moléstias parasitárias e transmitidas ao homem pela ação de vetores, insetos sugadores de sangue, como: a filariose, a oncocercose, o impaludismo, as leishmanioses e as tripanossomíases humanas. Estas últimas constituem uma denominação que indica a presença patogênica no organismo humano de um tipo de protozoário, flagelado e com corpo alongado denominado *Trypanosoma*. As duas principais formas de tripanossomíases, em seres humanos, estudadas no alvorecer do século XX foram: a doença do sono – provocada pela ação do *Trypanosoma brucei gambiense* transmitido ao homem pela picada de dípteros do gênero *Glossina*, conhecidos como moscas tsé-tsé, e a doença de chagas – moléstia atribuída à ação do *Trypanosoma cruzi* transmitido através dos excrementos de um artrópode hematófago, do gênero *Triatoma*, chamado popularmente de barbeiro.

Estas duas doenças chamaram a atenção da comunidade científica do Brasil e de Portugal. Para os brasileiros a doença de chagas constituiu um emblema da pobreza e do abandono do interior do Brasil, um problema a ser enfrentado pelos médicos de Manguinhos e, ao mesmo

¹ WORBOYS, Michael. The emergence of tropical medicine: a study in the establishment of a scientific specialty. In: LEMAINÉ, Gerard (Ed.) et al. *Perspectives on the emergence of scientific disciplines*. Publications de la maison des sciences de l'homme: Mouton e Paris, 1976. p.75-98.

² CAPONI, Sandra. Trópicos, micróbios y vectores. *História, Ciência e Saúde – Manguinhos*, v.9, 2002, p.126-129.

³ STEPAN, Nancy Leys. *Picturing tropical nature*. Reaktion book: London, 2001.p.149-179.

⁴ CAPONI, Sandra. Coordenadas epistemológicas de la medicina tropical. *História, Ciência e Saúde – Manguinhos*, v.10, 2003, p.121-123.

⁵ ARNOLD, David. Introduction: tropical medicine before Manson. In: ARNOLD, David (Org.). *Warm climates and western medicine: the emergence of tropical medicine, 1500-1900*. Amsterdam/Atlanta: Rodopi, 1996.p.6.

tempo, uma descoberta científica brasileira. Já para os portugueses, envolvidos na disputa colonial africana com outras potências europeias, a descoberta do agente etiológico da temida doença do sono, bem como o seu tratamento poderiam constituir um triunfo para a comunidade científica lusitana – a ser reconhecido por seus pares europeus – e a afirmação da presença de Portugal como potência colonizadora e “civilizadora” do continente africano

As obrigações para a conservação de um império: o caso português

A proeminência internacional da medicina tropical ganhou forma no contexto da expansão imperialista, uma vez que as principais potências da Europa buscavam afirmar-se no continente africano e as doenças da região constituíam um obstáculo para o estabelecimento de suas colônias. De acordo com Deborah Neill, a formação de redes transnacionais entre cientistas europeus para estudar e combater a temida doença do sono, em um contexto de competição imperialista, contribuiu para a formação daquela especialidade médica⁶.

A necessidade de combater as enfermidades que os europeus encontravam em seus impérios coloniais esteve na origem da institucionalização da medicina tropical no lusco-fusco do século XIX para o XX com a fundação de centros de pesquisa nos principais países da Europa: na Grã-Bretanha, pioneira neste quesito, com a *Liverpool School of Tropical Medicine* (1898) e a *London School of Tropical Medicine* (1899); na Alemanha com *Hamburger Institut für Schiffs-und Tropenkrankheiten* (1900); em Portugal com a *Escola de Medicina Tropical de Lisboa* (1902) e na França com a *École du Pharo* (1905)⁷.

No seio da acirrada disputa por espaços africanos, as nações europeias que dispunham de escassos recursos militares e econômicos corriam o risco de perder seus territórios coloniais para os países com mais capacidades bélica e industrial, Portugal era uma destas nações. Os portugueses, após a independência do Brasil, buscaram construir um grande império colonial a partir de suas possessões africanas. No entanto, no final do século XIX, as pretensões portuguesas chocaram-se com o aumento do interesse pela África por seus pares europeus e o resultado foi desfavorável a Portugal, como na questão do ultimato britânico em 1890, que gorou o sonho português de unir Angola a Moçambique em um único território (o célebre mapa Cor de Rosa).

Apesar do fracasso em ampliar significativamente seu império colonial, Portugal, manteve na África os territórios de Angola, Moçambique, Guiné, Cabo Verde e São Tomé e Príncipe – o país controlava relevantes possessões, apesar de apresentar escassos e limitados recursos. Esta situação aguçou os interesses das maiores potências europeias e o ultramar lusitano foi alvo de projetos de partilha entre ingleses e alemães em 1898 e em 1913 na hipótese do governo de Lisboa não conseguisse honrar seus compromissos financeiros com credores externos⁸.

Diante do cenário periclitante para o controle português da África e da existência de surtos epidêmicos da doença do sono em suas colônias, denunciados pelas autoridades alemãs, os portugueses organizaram a primeira missão europeia de estudo para a identificação etiológica da referida enfermidade em solo africano. Tratou-se de um grupo de cientistas portugueses –

⁶ NEILL, Deborah J. *Networks in Tropical Medicine*. Internationalism, colonialism and the Rise of a Medical Specialty, 1890-1930. Stanford: Stanford University Press, 2012. p.38-43.

⁷ AMARAL, Isabel. The emergence of tropical medicine in Portugal: the school of tropical medicine and the colonial hospital of Lisbon (1902- 1935). *Dynamis*, v.28, 2008, p. 311-328.

⁸ ALEXANDRE, Valentim. *Velho Brasil, novas Áfricas*. Portugal e o império (1808-1975). Porto: Afrontamento, 2000. p.181-199.

constituído, entre outros, pelo diretor do Real Instituto Bacteriológico Câmara Pestana, Annibal Bettencourt; por Ayres Kopke, diretor do laboratório microbiológico do Hospital da Marinha e por Corrêa Mendes, médico do quadro de saúde de Angola – que partiram de Lisboa em 1901 com destino a Angola e ilha do Príncipe⁹.

A doença do sono, *m'toga* segundo os nativos da bacia do Congo, constituía no início do século XX uma grave e mortal enfermidade que grassava na África Subsaariana caracterizada, principalmente, pelo aparecimento de gânglios cervicais, estado febril e grande sonolência. Devido à preocupação com surtos epidêmicos da doença, e seus efeitos econômicos, cientistas europeus envolveram-se em uma corrida pela busca da etiologia da temida enfermidade. Segundo Isabel Amaral, o êxito da missão portuguesa em descobrir as causas da doença do sono contribuiria para a afirmação de Portugal como potência colonizadora perante seus pares europeus¹⁰.

Os cientistas portugueses examinaram 27 doentes, cinco na ilha do Príncipe e o restante em diferentes partes de Angola, realizaram 13 autópsias e publicaram suas conclusões sobre a etiologia da doença: Tratava-se de uma meningoencefalite de natureza microbiana e seu patógeno, um diplostreptococco¹¹. Porém, em virtude de suas conclusões, a missão comandada por Bettencourt envolveu-se em duas polêmicas científicas: uma com os pesquisadores de Coimbra e a outra, no âmbito internacional, com pesquisadores ingleses, que haviam enviado duas missões de estudo à Uganda com o mesmo propósito de identificação etiológica desta enfermidade em 1902 e 1903.

O desfecho deste embate científico que transcorreu entre os anos de 1902 e 1904 teve como efeito o descrédito da etiologia bacteriana e a confirmação da doença do sono como uma parasitologia, através dos trabalhos de Aldo Castellani e David Bruce – participantes das missões de estudo inglesas – que identificaram e associaram o *Trypanosoma brucei gambiense* com os efeitos da doença.

Entre a data da primeira missão oficial enviada à África (1901) e o encerramento da controvérsia científica (1904), a medicina tropical em Portugal foi institucionalizada em 1902 com a fundação da Escola de Medicina Tropical de Lisboa e de seu Hospital Colonial, embora o ensino do que viria a constituir esta especialidade médica já existisse em Portugal desde 1887 na Escola Naval de Lisboa¹².

Os fins da Escola de Medicina Tropical de Lisboa visavam promover o ensino teórico e prático da medicina tropical e organizar o envio de missões científicas às colônias portuguesas¹³. Entre seus profissionais de maior relevo, esteve o médico naval Ayres Kokpe que se destacou, a partir de 1906, na terapêutica da doença através da aplicação de altas doses hipodérmicas de Atoxyl – anilida meta-arsênica, um composto orgânico arsenical – para a destruição dos tripanossomas presentes na corrente sanguínea¹⁴. Este medicamento era o principal meio empregado na época contra a tripanossomíase africana, embora seus efeitos colaterais pudessem causar sérios danos aos nervos ópticos e levar à cegueira.

⁹ AMARAL, Isabel. A doença do sono/tripanosomíase – o elemento catalisador do progresso da medicina tropical portuguesa (1901-1966). In: MOTA, André; MARINHO, Maria Gabriela S.M.C; BERTOLLI FILHO, Cláudio (Org.). *As enfermidades e suas metáforas: epidemias, vacinação e produção de conhecimento*. São Paulo: USP, Faculdade de Medicina: UFABC, Universidade Federal do ABC: CD.G Casa de Soluções e Editora, 2015.p.13-30.

¹⁰ AMARAL, Isabel. Bactéria ou parasita? A controvérsia sobre a etiologia da doença do sono e a participação portuguesa, 1898-1904. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*. Rio de Janeiro, v.19, 2012, p.1275-1300.

¹¹ A DOENÇA do somno. **A Medicina Contemporânea**. Lisboa, ano 19, n.40, 6 out. 1901.p.325-328.

¹² COSTA, Rui Manuel Pinto; VIEIRA, Ismael Cerqueira. O lugar da medicina tropical nas dissertações da escola médica portuense, 1875-1923. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v.21, 2014, p.629-639.

¹³ FRAGA AZEVEDO, João. *Cinquenta anos de atividade de instituto de medicina tropical*. Lisboa: Instituto de Medicina Tropical, 1952. p.12.

¹⁴ KOPKE, Ayres. *A política sanitária do império*. Lisboa: Agência geral das colônias, 1936. p.15-18.

Além do uso da química medicamentosa, as equipes sanitárias buscaram destruir as tsé-tsé através de sua captura e da intervenção em seu habitat. Estes procedimentos foram empregados durante a campanha contra as glossinas na ilha do Príncipe (1911-1914) orientada por médicos diplomados pela Escola de Medicina Tropical de Lisboa.

A colônia de São Tomé e Príncipe era dependente da importação forçada de trabalhadores braçais de Angola para as suas roças cacauéiras, principal riqueza das ilhas. No entanto, os *serviçais*, como eram chamados, procediam de regiões endêmicas da doença e as moscas adaptaram-se muito bem às condições ambientais do Príncipe, o resultado foi o desencadeamento de uma grave epidemia na região que vitimou 2.525 pessoas entre 1902 e 1913 em toda a ilha¹⁵. Os trabalhos para o extermínio das moscas foram iniciados em 1911 quando foi organizada uma brigada oficial – composta inicialmente por 43 prisioneiros – para serviços de capinação, derrubada de florestas, e eliminação de porcos, cães e mamíferos selvagens – o objetivo destas ações era destruir o habitat e os meios de alimentação das glossinas. Uma das ferramentas empregadas pelo pessoal da brigada para a captura das moscas era o método de Maldonado que consistia no uso de um pano negro embebido por uma substância viscosa nas costas.

Em junho de 1914 o Príncipe, pequena porção de terra de 142 Km² e rodeada pelas águas do golfo da Guiné, foi considerada livre da doença do sono. Embora as condições geográficas da ilha permitissem um controle sanitário mais acirrado, o feito foi tratado como uma grande façanha da medicina tropical lusitana.

Com a extinção, em 1914, da doença do sono na Ilha do Príncipe, demonstra-se, pela primeira vez, a possibilidade de erradicação de um artrópode hematófago no seu ambiente natural, facto, até hoje ainda inédito [...]

Ponderadas as circunstâncias que vimos apontando, podemos hoje, volvidos trinta e oito anos sobre aquele sucesso, afirmar, sem receio de controvérsia, que a debelação da doença do sono no Príncipe é o facto culminante no combate à hipnose em território português [...] feito que, até hoje não repetido por qualquer outra nação, deu à nossa Pátria uma das mais belas páginas da sua muito brilhante história médica ultramarina¹⁶.

A questão da viabilidade de uma nação: o caso brasileiro

No Brasil, país predominantemente tropical, a noção em torno da fatalidade biogeográfica dos trópicos colocava em risco a emergência civilizacional no país. No entanto, com o advento da microbiologia as explicações climáticas e miasmáticas deixaram de ter relevância em favor da teoria dos germes e bactérias, pela qual os seres vivos microscópicos seriam o foco de doenças transmissíveis. Desta forma, as regiões tropicais deixariam de estar condenadas ao “atraso civilizacional” pelo determinismo geográfico.

Mesmo com a influência da medicina pasteuriana, no Brasil, o uso dos preceitos da microbiologia não bastou para o enfrentamento dos problemas sanitários do país – como os casos de febre amarela e malária – tornando-se necessária a abertura de um programa de investigação que integrasse a bacteriologia, a parasitologia e o estudo dos vetores. Segundo Sandra Caponi, a atitude brasileira diferiu da prática seguida por seus vizinhos argentinos que privilegiavam, pelo

¹⁵ COSTA, Vasco Bruto. A ilha do Príncipe e a doença do sono. *Anais do Instituto de Higiene e Medicina Tropical*. Lisboa, v.9, n.3, 1952. p. 729.

¹⁶ COSTA, Vasco Bruto da. A ilha do Príncipe e a doença do sono. *Anais do Instituto de Medicina Tropical*, Lisboa, v.9, n.3, 1952. p.732.

menos até 1916, para o combate das doenças em seu território, a produção de vacinas, medidas de saneamento e desinfecção de imóveis¹⁷.

No âmbito da medicina tropical, o combate às doenças foi encarado como necessário para a viabilidade da construção de um Estado-nacional nos trópicos. Nesta seara, pode-se apontar duas experiências transcorridas durante o século XIX: a primeira tratou-se dos esforços de um grupo liderado por médicos de origem estrangeira – como o alemão Otto Von Wucherer e o português José Francisco da Silva Lima – que desenvolveram investigações originais, entre os anos de 1865 e 1890, na cidade de Salvador, sobre a ancilostomíase e o beribéri, este grupo foi denominado nos anos 1950, de Escola Tropicalista Baiana¹⁸ e a segunda experiência, aqui elencada, foram os trabalhos desenvolvidos no Rio de Janeiro por Domingos Freire e João Batista de Lacerda em torno da busca do agente etiológico da febre amarela durante os anos 1880¹⁹.

No início do século XX, uma instituição federal destacou-se no estudo e combate das doenças tropicais no Brasil, o Instituto Oswaldo Cruz. Em 1899, diante da grave epidemia de peste bubônica que assolou a cidade de Santos, as autoridades brasileiras decidiram fundar dois centros destinados à fabricação de soros antipestosos: o Instituto Soroterápico de São Paulo – localizado na fazenda Butantan²⁰ – e o Instituto Soroterápico da Capital Federal – na fazenda Manguinhos. Em poucos anos a direção deste último foi assumida por Oswaldo Cruz– bacteriologista, especializado no Instituto Pasteur de Paris, responsável pela campanha sanitária que combateu a peste bubônica, a febre amarela e a varíola no Rio de Janeiro.

No decorrer dos primeiros anos do século XX estabeleceu-se em Manguinhos um programa de pesquisa e treinamento de jovens médicos, ampliando desta forma suas atribuições iniciais de centro produtor de soros e vacinas²¹. Profissionais do instituto foram enviados para o combate de doenças, entre elas a malária, que vitimavam operários empregados na construção de ferrovias pelo interior do país²².

Uma destas viagens resultou em uma relevante contribuição científica brasileira para o campo da medicina tropical. Em Lassance, interior de Minas Gerais, um médico vinculado ao Instituto de Manguinhos, Carlos Chagas, identificou formas de um tripanosoma no intestino de um artrópode hematófago bastante disseminado na região, em especial no interior das precárias casas de pau-a-pique das áreas rurais do Brasil, o barbeiro. Com o avanço de suas pesquisas, encontrou tripanosomas em amostras de sangue de uma menina de dois anos que se encontrava febril, batizou os parasitos de *Trypanosoma cruzi*, em homenagem a Oswaldo Cruz e publicou um relatório descrevendo seus trabalhos em 1909 nas *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*²³.

Este acontecimento científico deu início a construção de uma nova doença, até então desconhecida: a doença de chagas que foi apresentada inicialmente como uma entidade nosoló-

¹⁷ CAPONI, Sandra. Trópicos, micróbios y vectores. *História, Ciência e Saúde – Manguinhos*, v.9, 2002, p.111-138.

¹⁸ PEARD, Julian. Tropical Medicine in nineteenth-century Brazil: the case of the “Escola Tropicalista Bahiana” 1860-1890. In: ARNOLD, David (Org.). *Warm climates and western medicine: the emergence of tropical medicine, 1500-1900*. Amsterdam/Atlanta: Rodopi, 1996. p.108-132.

¹⁹ BENCHIMOL, Jaime Larry. *Dos micróbios aos mosquitos*. Febre amarela e a revolução pasteuriana no Brasil. Rio de Janeiro: Fiocruz/Editora UFRJ,1999.

²⁰ RIBEIRO, Maria Alice Rosa. A cidade de São Paulo e a saúde pública (1554-1954). In: PORTA, Paula (Org.). *História de São Paulo: a cidade no império (1823-1889)*. São Paulo: Paz e Terra, 2004.p.307-349.

²¹ BENCHIMOL, Jaime Larry; TEIXEIRA, Luiz Antonio. *Cobras lagartos e outros bichos*. Uma história comparada dos institutos Oswaldo Cruz e Butantan. Rio de Janeiro: editora UFRJ, 1993.p.26-37.

²² BENCHIMOL, Jaime Larry; SILVA, André Felipe Cândido. Ferrovias, doenças e medicina tropical no Brasil da Primeira República. *História, Ciência e Saúde – Manguinhos*, v.15, 2008, p. 719-762.

²³ CHAGAS, Carlos. A nova tripanossomíase humana. Estudos sobre a morfologia e o ciclo evolutivo do *Schizotrypanum cruzi*, agente etiológico de nova entidade mórbida do homem. In: *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, t.1. 1909. p.159-218.

gica multiforme com complicações cardíacas, neurológicas e endócrinas. Chagas inclusive reforçou este último aspecto ao estabelecer uma forte correlação entre a nova enfermidade e o hipertireoidismo, onde o “papo” constituiria o sinal da doença. Daí a proposta de Miguel Pereira, presidente da Academia Nacional de Medicina, em denominá-la por tireoidite parasitária, termo que foi utilizado por Carlos Chagas. A importância das pesquisas do médico mineiro contribuiu para a consolidação da protozoologia como área de excelência de Manguinhos em especial depois da atribuição do Prêmio Schaudinn – concedido pelo *Hamburger Institut für Schiffs-und Tropenkrankheiten* a cada 4 anos ao autor do trabalho mais significativo no âmbito da protozoologia – a Chagas em 1912.

Durante a década de 1910 a doença ganhou projeção quando outros estados da federação confirmaram a existência de triatomíneos (barbeiros) em seus territórios como a Bahia, a partir dos trabalhos de Pirajá da Silva²⁴, e São Paulo onde importantes centros voltados para questões de saúde pública como os institutos Bacteriológico, Pasteur e Butantan mapearam a distribuição geográfica dos triatomíneos pelo estado e identificaram casos da existência da doença em São Paulo em 1914²⁵.

Embora a descoberta em torno da doença tenha sido aplaudida como uma importante conquista da ciência brasileira, ela também contribuiu para levar à capital da República informações a respeito de Brasil rural, doente e esquecido. Chagas atribuía à doença a causa de grandes prejuízos para as populações do interior do Brasil:

No ponto de vista prático, para salientar os malefícios da moléstia, lembraremos, na forma cardíaca, essa condição quase universal da insuficiência circulatória nas zonas fortemente contaminadas; lembraremos, na forma nervosa, o grande número de criaturas condenadas à existência de monstros, reduzidas à condição miserável de paráliticos, de idiotas e de dementes; lembraremos, nas grandes síndromes ganglionares, o total desequilíbrio da vida orgânica, inutilizando o homem para o trabalho produtivo e furtando-lhe o gozo de viver²⁶.

Os estudos sobre a doença contribuiriam para o desencadeamento da campanha sanitária nos anos 1920 que buscou denunciar o estado de abandono das populações rurais pelas autoridades brasileiras e defender a regeneração da nação através do saneamento. O movimento foi abraçado por médicos como Arthur Neiva e Belisario Penna – que percorreram os recantos de quatro estados do país (Bahia, Pernambuco, Piauí e Goiás) em 1912, onde produziram um pormenorizado relatório descrevendo as agruras vividas em paisagens longínquas do Brasil²⁷ – e pelo escritor Monteiro Lobato através de seu célebre personagem Jeca Tatu.

As precárias casas de pau-a-pique representavam a pobreza dos habitantes rurais, mas também os viveiros do inseto transmissor da temida doença de chagas. Belisario Penna, em seu livro *Saneamento do Brasil*, teceu uma narrativa aterradora em torno da realidade vivida por milhares de sertanejos em suas casas de taipa infestadas de barbeiros:

Essas cafuas compõem-se, em geral, de dois compartimentos: um que se comunica com o exterior por duas portas, uma na frente, outra no fundo, e um outro em comunicação com o primeiro, sem janela, onde dormem toda a família.

²⁴ SILVA, Manoel Augusto Pirajá da. Notas de parasitologia. O barbeiro (*Conorhinus megistus*. Burm) na Bahia. *Arquivos brasileiros de medicina*. Rio de Janeiro, v.1 ,n.3, 1911.p.627-632.

²⁵ SILVA, Luiz Jacintho. *A evolução da doença de Chagas no estado de São Paulo*. São Paulo: Hucitec, 1999.p.73-74.

²⁶ CHAGAS, Carlos. Assuntos de atualidade. Moléstia de chagas. *Brasil-médico*. Rio de Janeiro, ano 25, n.37, 1 out.1911.p.373.

²⁶ A DOENÇA do somno. *A Medicina Contemporânea*. Lisboa, ano 19, n.40, 6 out. 1901.p.325-328.

²⁷ NEIVA, Arthur; PENNA, Belisario. Viagem científica pelo norte da Bahia, sudoeste de Pernambuco, sul do Piauí e de norte a sul de Goiás. In: *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, v.8, n.3, 1916. p.74-224.

O “barbeiro” vive aí, à vontade, nas inúmeras frestas das paredes, em plena escuridão, porque ele é inimigo da luz.

A sua função sugadora exerce-se à noite, depois de extintas as luzes.

Das frestas surgem, às centenas, as larvas, ninfas e adultos do terrível inseto, e atiram-se as vítimas incautas, preferindo as crianças, sem provocar-lhes irritação nem coceira.

Certa ocasião apanhei em flagrante de sucção sanguínea, sobre o corpo de uma criança de quatro anos, 16 ninfas e oito barbeiros adultos, além de cinco na cama repletos de sangue. Todos esses exemplares estavam infectados²⁸.

No entanto, no decorrer dos primeiros anos após a publicação dos resultados de Carlos Chagas, a tireoidite parasitária foi alvo de polêmicas científicas como a levantada a partir das pesquisas argentinas lideradas pelo austríaco Rudolf Kraus, em 1915, que identificaram barbeiros contaminados com o tripanosoma e pacientes com os sintomas de hipertireoidismo, porém sem apresentarem sinais do parasito em seus organismos. Para os argentinos, as complicações endócrinas não poderiam ser atribuídas à ação do tripanosoma e estariam restritas a algumas localidades do interior do Brasil.

Os resultados do país vizinho obrigaram Carlos Chagas a minimizar os efeitos endócrinos, a centralidade do “papo” como sinal da doença, e a reforçar seus aspectos cardíacos. Mesmo diante da polêmica e os debates científicos por ela despertados, a doença de chagas não conheceu uma terapêutica eficaz. Seu principal meio de combate era a profilaxia com a recomendação de reboco nas paredes das casas de pau-a-pique de modo a impossibilitar a existência de frestas que servissem de esconderijo para o temido barbeiro. Embora esta recomendação fizesse parte do Regulamento do Departamento Nacional de Saúde Pública de 1923, apenas a legislação não foi suficiente para debelar o problema enquanto as populações do interior continuassem no estado de pobreza e abandono pelos poderes públicos.

À guisa de finalização

Este artigo propôs dissertar sobre as contribuições que os estudos sobre as duas formas de tripanossomíase humana – a africana ou a doença do sono e a americana ou a doença de chagas – despertaram para o desenvolvimento da medicina tropical nos dois países de língua portuguesa. Em Portugal, a Escola de Medicina Tropical de Lisboa diplomou médicos que organizaram missões de estudos e de combate aos casos de doença do sono nas colônias africanas como forma de melhorar os serviços sanitários disponíveis no ultramar e reforçar o papel de Portugal enquanto potência colonizadora. No Brasil, os trabalhos em torno da tripanossomíase americana contribuíram para a consolidação do Instituto Oswaldo Cruz como o principal centro de ressonância científica do país em torno da medicina tropical, mas não o único sendo que outros estados como a Bahia e São Paulo também procederam em pesquisas em busca dos vetores e da possibilidade de existência da doença em seus territórios. Paralelamente, esta enfermidade tornou-se um dos grandes símbolos da capacidade da ciência nacional e das mazelas econômicas e sociais do interior do país.

²⁸ PENNA, Belisario. *Saneamento do Brasil*. Rio de Janeiro: Jacinto Ribeiro dos Santos editor, 1923.p.245-247.

Percebe-se, ao estudar os dois casos aqui apresentados, que ambas as doenças constituíram pontos de encontro entre o sertão e a cidade, no caso brasileiro, e a metrópole e suas colônias, no caso português, onde, a princípio, os espaços ultramarinos e sertanejos foram tratados como focos de importantes doenças infecciosas e obstáculos à fixação populacional e, ao mesmo tempo, os espaços metropolitano e urbano como centros de produção de conhecimento científico, integrado à redes internacionais, capazes de desenvolver práticas e saberes médicos próprios para o combate de tais enfermidades.

ARTIGOS - ARTICLES

Mecanismo de Anticítera: o extraordinário Cosmos portátil

Beatriz Bandeira

Pós-Doutoranda em História da Ciência (2018), FFLCH (USP)
bandeirabeatrizbb@gmail.com

Recebido em 15/01/2018. Aprovado em 09/05/2018.

Como citar este artigo: Bandeira, Beatriz.; "Mecanismo de Anticítera: o extraordinário Cosmos portátil". *Khronos, Revista de História da Ciência*, nº5, p. 133-144. 2018. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso em dd/mm/aaaa.

Resumo: O mecanismo de Anticítera é um instrumento astronômico geocêntrico que permite prever, tanto acontecimentos do passado, quanto do futuro com singular precisão. Estudado por investigadores a mais de um século, este extraordinário Cosmos portátil revela, os surpreendentes enigmas de sua estrutura e funcionamento que fascinam pesquisadores das mais diversas áreas. Este artigo trata em específico, de apresentar algumas investigações atuais relacionadas às estrelas e aos eclipses que, por sua vez, definem possíveis regiões e data de construção do aparato.

Palavras-chave: Mecanismo de Anticítera, Cosmos portátil, estrelas, eclipses.

Antikythera mechanism: the extraordinary portable Cosmos

Abstract: The Antikythera mechanism is a geocentric astronomical instrument that allows predicting both past and future events with singular precision. Studied by researchers for more than a century, this extraordinary portable Cosmos reveals the amazing puzzles of its structure and functioning that fascinate researchers from many different areas. This article deals in particular with presenting some current investigations related to stars and eclipses that, in turn, define possible regions and date of construction of the apparatus.

Keywords: Antikythera mechanism, portable cosmos, stars, eclipses.

1. O extraordinário Cosmos portátil

Restos de um dispositivo antigo descoberto por mergulhadores gregos (1901) compõem o mecanismo de Anticítera, reconhecido hoje, como um extraordinário Cosmos portátil, composto por engrenagens movidas por uma manivela.

Divido em três mostradores principais: um localizado na parte da frente, dividido em três seções, e dois na parte posterior, o aparato de Anticítera (ver figura 1) mostra na parte da frente, duas escalas concêntricas. A interna representa o Zodíaco e mostra através de ponteiros, as posições do Sol (anomalia), da Lua (fases e anomalia), os dias do ano, as posições dos planetas conhecidos na época, e, a externa assinala o calendário Egípcio.



Figura 1. Reconstrução completa do modelo computacional do mecanismo. (cf. Freeth, 2014).

Ainda na parte frontal, acima e abaixo destas marcações principais, o dispositivo mostra uma lista de datas da primeira e da última aparição das estrelas, inscritas em um *parapegma*¹ com

¹ Calendário de eventos astronômicos usados na Grécia antiga. (Lehoux, 2007). Os antigos atenienses também faziam referência a um calendário sazonal, o *παράπηγμα* (*parapegma*; pl. *parapegmata*) muitas vezes referidos por estudiosos como as datas do "Almanaque Grego." Ao contrário do Calendário das Olimpíadas, no entanto, o calendário sazonal não calcula datas em anos sucessivos, mas sim, observações de fenômenos astronômicos visíveis específicos, dentro de um determinado ano. Catalogados durante séculos por vários astrônomos, os *parapegmata* têm registrado quer na pedra ou pergaminho, uma lista de mudanças climáticas sazonais recorrentes em relação as primeiras e últimas aparições de estrelas ou constelações ao lado de eventos solares como equinócios e solstícios - juntamente com, em muitos casos, as fases da Lua. A principal necessidade para um calendário sazonal surgiu, porque os gregos antigos precisavam marcar o início de mudanças climáticas, para regular determinada atividade humana, como a agricultura, navegação e guerra. Mais especificamente, um calendário sazonal observa os primeiros e últimos levantamentos de certas estrelas e constelações particulares (que surgem e se põem) acima do horizonte em relação aos equinócios e solstícios, para marcar datas importantes. Em seguida, os Atenienses, registraram a primeira aparição de estrelas e constelações específicas para certas tarefas. Por exemplo, Hesíodo (*Trabalhos e Dias*) disse: "que os

suas principais constelações.

Na parte posterior superior, o mecanismo apresenta o calendário lunissolar Metônico, que consta de dois relógios subsidiários em seu interior; um que representa o ciclo Calíptico, e outro a data dos Jogos Pan-helênicos. Na parte inferior, mostra o calendário predictor de eclipses (lunares e solares) Saros que, com um relógio subsidiário em seu interior representa o ciclo Exeligmos.

Com efeito, estas descobertas nos permitem detalhar sobre algumas investigações atuais relacionadas às conjecturas propostas para a parte da frente do aparato, que fazem referências às estrelas e definem possíveis regiões para sua construção e, para parte de trás do dispositivo que indicam que os calendários lunissolar e de previsão de eclipses permitem estabelecer a data de sua construção, conforme veremos nas seções que seguem.

2. Investigações atuais

2.1. Estrelas

2.1.1. Anastasiou et al., (2013)²

Na parte da frente do mecanismo as estrelas são representadas por um mostrador graduado fixo, ou seja, um Parapegma com inscrições com 9 linhas de texto³, e, em alguns casos 11 linhas de inscrições⁴ com registros de fenômenos astronômicos acima e abaixo do mostrador central.

Considerando que, as inscrições que assinalavam os eventos de uma estrela que surgia ou que, desaparecia durante o ano, dependem das latitudes geográficas e também, de um calendário anual, foi investigado⁵, a ordem de algumas latitudes para determinar uma possível região para a construção e uso do aparato, assunto este que será tratado no decorrer desta seção.

Estes pesquisadores tomaram como referência investigativa o fragmento C do dispositivo no qual há duas peças interligadas C1-a⁶ e C1-b, que são partes que descrevem os fenômenos astronômicos^{7,8} em cada uma das nove linhas sendo que cada uma das linhas começa com letras do alfabeto grego (Κ, Λ, Μ, Ν, Ξ, Ο, Π, Ρ, Σ) em sua ordem (ver figura 2).

agricultores colhem quando Plêiades sobe”. Ptolomeu, além disso, defendeu que fenômenos astronômicos realmente causavam as mudanças sazonais no clima. Alguns parapegmatas incluem observações sobre outros fenômenos anuais como eclipses, as migrações de pássaros, ou eles podem rastrear o caminho do Sol através de signos zodiacais. (cf. Plenaux, 2015).

² Anastasiou M, Seiradakis JH, Evans J, Drougou S. & Efstathiou K. *The astronomical events of the parapegma of the Antikythera Mechanism*, Journal for the History of Astronomy, 44 Part 2, (2013). pp.173-86.

³ Price, D de S. *Gears from the Greeks. The Antikythera Mechanism: A Calendar Computer from ca. 80 B. C.* Transactions of the American Philosophical Society, (New Series), Vol. 64, Part. 7, 1974. pp. 1–70.

⁴ Freeth T. & Jones A. (2012), *The Cosmos in the Antikythera Mechanism*. SAW. Papers, Volume 4. Disponível em: <http://dlib.nyu.edu/awdl/isaw/isaw-papers/4/>.

⁵ Anastasiou et al., 2013, idem p. 3.

⁶ O Fragmento C1-a, o maior dos dois, preserva as 9 ou 11 linhas de inscrições do almanaque. Os eventos astronômicos descritos neste parapegma ocorrem periodicamente uma vez ao ano, e podem ser observados somente de um local específico (latitude geográfica) ou em um ano específico.

⁷ Freeth T, Jones A, Steele J. & Bitsakis Y. *Calendars with Olympiad display and eclipse prediction on the Antikythera Mechanism*. *Nature* 454, 2008. pp. 614-617.

⁸ Freeth, T.; Bitsakis, Y.; Moussas, X.; Seiradakis, J. H.; Tselikas, A.; Mangou, H.; Zafeiropoulou, M.; Hadland, R.; Bate, D.; Ramsey, A.; Allen, M.; A. Crawley, A.; Hockley, P.; Malzbender, T.; Gelb, D.; Ambrisco, W.; & Edmunds, M. G. *Decoding the ancient Greek astronomical calculator known as the Antikythera Mechanism*. 30 novembro. *Volume* 444, 2006. pp. 587-591.

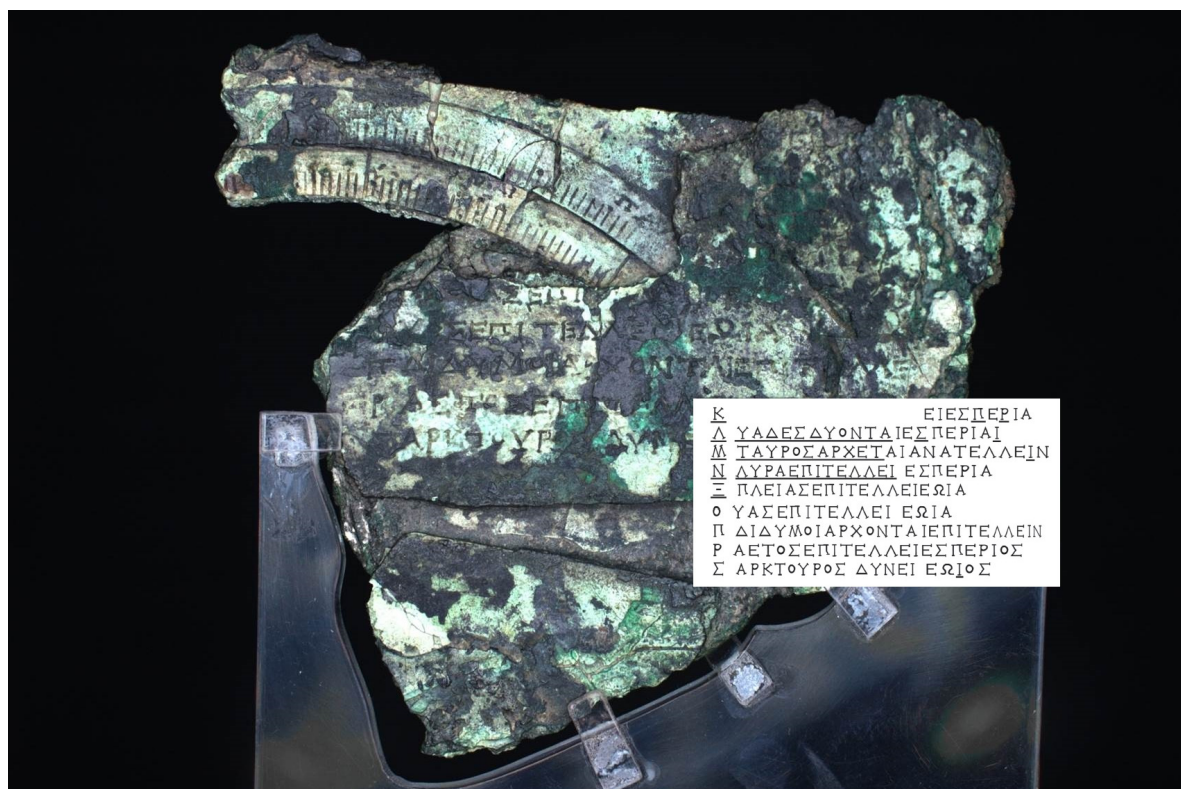


Figura 2. Fragmento C parte da frente (à esquerda). Direitos autorais da imagem reservados ao AMRP. Inscrições do parapegma (à direita). (cf. Anastasiou et al., 2013:174)

No prato C1-a estão representados os 6 eventos das estrelas, que surgem (ΕΠΙΤΕΛΛΕΙ), estrelas que se põem (ΔΥΝΕΙ) complementado pelos adjetivos pela manhã (ΕΩΙΟΣ) ou à noite (ΕΣΠΕΡΙΟΣ), indicando que o Sol está a Leste ou Oeste respectivamente. Assim, combinando as posições das estrelas e do Sol, são formados quatro eventos: 1. estrela que surge ao amanhecer, 2. estrela que se põe ao amanhecer, 3. estrela que surge ao anoitecer e, 4. estrela que se põe ao anoitecer⁹.

No prato C1-b os eventos que correspondem aos 3 signos do Zodíaco seguidos pelas frases ΑΡΧΕΤΑΙ/ΑΡΧΟΝΤΑΙ ΑΝΑΤΕΛΛΕΙΝ/ΕΠΙΤΕΛΛΕΙΝ e eram usados na Grécia antiga e também foram citados nos parapegmas de Geminus, Cálipo e Eudoxo¹⁰.

Sabendo-se que, a visibilidade de uma estrela no céu era determinada por comparação de magnitude, utilizaram¹¹ dois tipos de análises^{12,13} para calcular os eventos do prato C1-a e C1-b, e indicar as posições das estrelas no parapegma de Anticítera.

⁹ Evans, J. *The History and Practice of Ancient Astronomy*. New York: Oxford University Press, 1998.

¹⁰ Anastasiou et al., 2013, op cit., p.174.

¹¹ Anastasiou et al., 2013, idem p. 3.

¹² Nawar, S. *Sky twilight brightness and colour during high solar activity*, *The Moon and the planets*, XXI, 1983. pp. 99–105.

¹³ Koomen, M. J., Lock, C., Packer, D. M., Scolnik, R., Tousey, R., Hulburt, E. O., *Measurements of the brightness of the twilight sky*, *Journal of the Optical Society of America*, xlii, 1952. pp. 353–6.

Tomaram também como referência para os cálculos destes eventos, as latitudes entre 25°N-45°N levando em conta a precessão do equinócio¹⁴ e os anos entre 150 a.C. - 100 a.C.¹⁵, em função de que os resultados seriam os mesmos para qualquer data entre os anos 100 a.C. - 200 a.C.

As relações dos signos do Zodíaco, para os dias do ano foram determinadas a partir do prato C1-b, no qual foi lido “equinócio de outono”, que acontece quando o Sol (duração de cruzamento) está entre o signo de ΧΗΛΑΙ (Libra). De acordo com a coordenada equatorial do Sol para o ano 150 a.C., o equinócio de outono ocorreu em Setembro (27/9), assim, 27/9 marca o início do signo de Libra mencionado no Parapegma de Geminus¹⁶.

Logo, com a interpretação das análises da ordem dos eventos das estrelas^{17,18} identificaram¹⁹, que os eventos de Vega e Arcturus são iguais nos mesmos dias e nas mesmas latitudes.

Esta definição possibilitou calcular, a sequência de erros dos eventos do Zodíaco na ordem mencionada no parapegma do dispositivo de Anticítera, para as latitudes entre 25°N-45°N, tomando em consideração o coeficiente de extinção k , que varia com a localização em três casos diferentes, com $k = 0,17, 0,23, 0,30$, mostraram que às vezes a ordem de aparição das estrelas muda com as latitudes.

Todas as curvas dos Zodiácos analisadas têm estruturas similares com uma constante, exceto, para latitude Norte onde a escala do Zodíaco aumenta e chega ao mínimo de cinco dias para $k=0,17$. Esta sequência de erros foi tomada como guia para determinar as latitudes dos seis eventos inscritos no prato C1-a do mecanismo. Para $k=0,17$ temos a sequência de eventos do parapegma na latitude 34,0°N²⁰ e 34,5°N²¹.

Em resumo, cabe-nos enfatizar que, mesmo com um número pequeno de eventos preservados no parapegma do aparato, as melhores latitudes encontradas para todos os casos de valores de brilho considerados em k (eventos estelares e zodiacais do parapegma) ficaram entre 30,3°N e 38,5°N. E, as latitudes 33,3°N e 37,0°N estão localizadas em zonas adjacentes às cidades gregas de Rodes 36,4°N, e Siracusa 37,1°N^{22,23}, consideradas como possíveis regiões para a construção e uso do dispositivo²⁴ (ver figura 3).

¹⁴ Duffett-Smith, P. *Astronomy with your personal computer*. New York, 1990.

¹⁵ Freeth T.; & Jones A. (2012), The Cosmos in the Antikythera Mechanism. SAW. Papers, Volume 4, 2012. Disponível em: <http://dlib.nyu.edu/awdl/isaw/isaw-papers/4/>.

¹⁶ Evans, J.; & Berggren, J. L. *Geminus's Introduction to the Phenomena: A Translation and Study of a Hellenistic Survey of Astronomy*. Princeton University Press, 2006. pp. 231–40.

¹⁷ Nawar, 1983, idem, p. 4.

¹⁸ Koomen et al., 1952, idem, p. 4.

¹⁹ Anastasiou et al., 2013, idem, p. 3.

²⁰ Nawar, 1983, idem, p. 4.

²¹ Koomen et al., 1952, idem, p. 4.

²² Price, 1974, idem, p. 3.

²³ Freeth et al., 2008, idem, p. 3.

²⁴ Anastasiou et al., 2013, op. cit., pp.177-178.



Figura 3. Localização e latitudes de Rodas 36,4°N e Siracusa 37,1°N (cf. Anastasiou et al., 2014). Imagem. (cf. Italy CIA Map. 2016, Greece CIA Map. 2016). Latitudes (linhas na cor vermelha) traçadas por Driely A. Amorim, 2016.

Sendo assim, além destas conjecturas propostas para a parte da frente do mecanismo, é oportuno enfatizar também, que outros intensos trabalhos de análise da parte posterior do mecanismo foram realizados. Todavia, esses estudos revelaram aspectos importantes sobre a estrutura da parte posterior do aparato desenvolvido por outros estudiosos que, fundamentados nas análises dos eclipses solares e lunares, encontraram o ano de construção do dispositivo, conforme veremos na sequência deste artigo.

2.2.Datação

2.2.1.Carman e Evans (2014)²⁵

Inicialmente o mecanismo de Anticítera foi datado por volta de 87 a.C.²⁶ e, posteriormente, por volta de 150 a.C. a 100 a.C. com base em inscrições²⁷.

A partir da análise dos eclipses solares e lunares apresentados no Saros, foi encontrado²⁸ o ano de construção do mecanismo (205 a.C.).

Desde os estudos iniciais²⁹ das letras e glifos para compreensão da ocorrência dos eclipses solares e lunares mostrados no Saros do aparato, nenhuma data específica foi encontrada para sua construção.

²⁵ Carman, C. C & Evans, J. *On the epoch of the Antikythera mechanism and its eclipse predictor. Archive for History of Exact Sciences.* 2014. pp. 1-82.

²⁶ Price, 1974, op. cit., p. 19.

²⁷ Freeth et al., 2006, idem, p. 3.

²⁸ Carman e Evans, 2014, idem p. 6.

²⁹ Freeth et al., 2008, idem, p. 3.

Recentemente, investigadores³⁰ analisaram novamente as previsões dos eclipses do mostrador Saros (ver figura 4), examinaram a aritmética estilo babilônica, e concluíram que, os padrões de repetições dos eclipses do dispositivo, coincidem com o esquema babilônico com o número de 38 eclipses em cada ciclo de 223 meses.

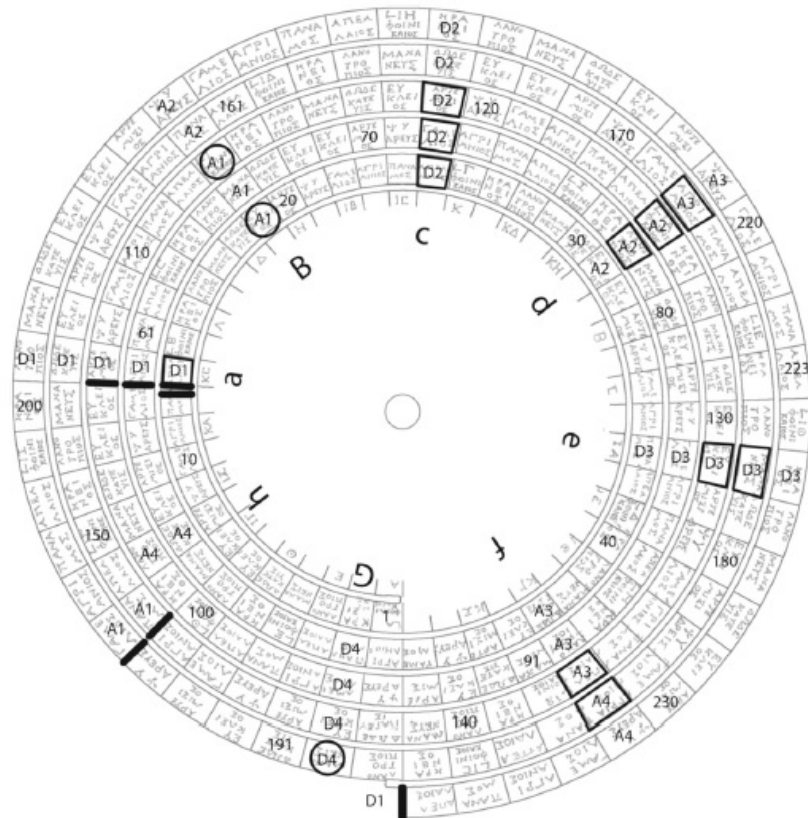


Figura 4. Eclipses solares do mostrador Saros exibidos na espiral do Calendário Metônico. Eclipses solares preservados estão indicados por paralelogramos. A reconstrução particular do padrão babilônico 8-8-7-8-7, usados nesta figura é padrão 7, as possibilidades (EPs) que estão faltando no mostrador Saros são indicadas por círculos. (desenho do mostrador calendário Metônico reproduzido com permissão © Tony Freeth, 2008). (cf. Carman e Evans, 2014:17).

Também consideraram³¹ algumas possibilidades, para a teoria que fundamenta as horas dos eclipses³², com o objetivo de encontrar a data em que o aparato foi construído.

³⁰ Carman e Evans, 2014, idem, p. 6.

³¹ Carman e Evans, 2014, idem p. 6.

³² Jones, A. *Historical Background and General Observations*. *Almagest*: Vol. VII, Issue 1, 2016. pp.36-67.

Centrados na hipótese de que os glifos dos eclipses do mecanismo teriam sido uma prática babilônica³³ com repetições 8-8-7-8-7³⁴, e com o uso do “Crivo de Eratóstenes³⁵”, estes pesquisadores testaram os glifos lunares³⁶; inscritos nas células dos meses 20, 26, 61, 67, 79, 114, 120, 125, 131, 137, 172, 178, 184, e 190 e os glifos solares com suas possibilidades (EPs) inscritas nas células dos meses 13, 25, 72, 78, 119, 125, 131, 137, 172, 178 e 184.

Com efeito, unindo estas combinações de eclipses, os investigadores³⁷ concluíram que há 2 combinações para os eclipses lunares que foram denominadas α e β , e 7 possíveis combinações de eclipses solares enumerados de 1-7. Com estas combinações obtiveram como resultado umas 14 possibilidades de construção do Saros, porém, alguns eclipses lunares (1α , 2α , 3β , 4α , 5β , 6β e 7α), foram omitidos com base na elongação nodal.

Assim, fundamentados nestas análises empíricas, dos eclipses solares e lunares, estes estudiosos encontraram como candidato para a data do mecanismo de Anticítera, o eclipse solar D1 na célula 13 do Saros. Analisaram as previsões das horas dos eclipses e, baseados no estilo babilônico e nas horas dos eclipses dados pelo mecanismo de Anticítera (que mudam muito mais irregularmente que 8 horas por ciclo), compararam as horas atuais dos eclipses.

Identificaram então, que a série 44 do Saros, é a série que mostra mais evidências para a construção do aparato com o eclipse solar do mês 13, com o relógio subsidiário Exeligmos fixado em 0h, adicionado para o eclipse do ciclo a partir de - 203, 8h adicionados às vezes, para o ciclo a partir de - 185, 16h adicionados às vezes, para o ciclo inicial em - 167, e assim por diante.

Por fim, confirmaram que o início do Saros do mecanismo datou o eclipse solar 13 da série 44, que corresponde a 17 de maio de 203 a.C., com a Lua Cheia do mês 1 em 12 de maio de 204 a.C. Concluíram também, que o primeiro eclipse do dispositivo ocorreu em 25 de junho de 205 a.C. às 15:35 hora local de Atenas, e que o aparato poderia sim, ter sido construído por Arquimedes.

Diante destes resultados é oportuno ainda, que além destas investigações, outras questões sobre as previsões dos eclipses, e o estabelecimento de uma data específica para a construção do dispositivo, foram discutidas neste mesmo ano (2014), e serão apresentadas na seção que segue.

2.3 Eclipses

³³ Steele, J. M. *Eclipse prediction in Mesopotamia*. Archive for History of Exact Science, 2000a. pp 422-424; 431-433.

³⁴ Cada 8 representa um grupo ou sequência de oito eclipses em intervalos de 6 meses. E, cada 7 representa uma sequência de sete eclipses em intervalos de 6 meses. O último eclipse de qualquer grupo de 8 ou 7, é separado a partir do primeiro eclipse do seguinte grupo por um intervalo de apenas 5 meses. Assim, as localizações dos intervalos de 5 meses são indicados pelos hifens. O número total de eclipse lunar num ciclo é $8 + 8 + 7 + 8 + 7 = 38$, e a duração do ciclo de 38 eclipses lunares é $47 + 47 + 41 + 47 + 41 = 223$ meses sinódicos. Naturalmente, este é um ciclo, com ponto de partida arbitrário. Assim, pode-se ter um eclipse lunar nos padrões 8-7-8-7-8- ou 7-8-7-8-8-, por exemplo, e em uma sequência real dos eclipses previstos, pode-se começar com um grupo de 8 ou um grupo 7. Os eclipses solares também foram previstos pelos babilônios usando o mesmo tipo de esquema 8-8-7-8-7-, porém, não havia nenhuma maneira confiável para determinar quais os eclipses solares seriam realmente visíveis.

³⁵ O Crivo de Eratóstenes é uma tabela de eliminações progressivas, com a qual se torna fácil determinar se um número é primo ou não até um limite que escolhemos.

³⁶ Freeth et al., 2008, idem, p. 3.

³⁷ Carman e Evans, 2014, idem p. 6.

2.3.1 Freeth (2014)³⁸

Alguns meses depois da primeira análise³⁹, outra interpretação dos eclipses⁴⁰ apresentados no mostrador Saros do mecanismo foram realizadas por intermédio de uma análise detalhada sobre a estrutura de previsão dos eclipses no dispositivo.

Este investigador⁴¹ considerou glifos, letras de indexação e inscrições que, conforme mostraremos nesta seção resultaram em mudanças significativas em seus trabalhos já publicados^{42, 43}, e também, no estabelecimento da mesma data específica para a construção do aparato (205 a.C.).

Fundamentado em dois modelos aritméticos para explicar o esquema completo de previsão de eclipses no mecanismo, usou como primeiro, o Modelo Ano Eclipse (EYM), que utiliza os princípios de proximidade do nodo⁴⁴ e assimetria da observabilidade dos eclipses solares para resolver o problema da distribuição dos glifos, o agrupamento, a ordenação anômala das letras de indexação, as estruturas das inscrições e também, inscrições perdidas de eclipses lunares.

Como segundo modelo, este investigador aproximou as horas dos eclipses e explicou as 4 voltas do mostrador Saros (ver figura 5). Utilizou como referência para investigar a estrutura e funcionamento deste mostrador, as técnicas de PTM⁴⁵ e de Raios-X-CT⁴⁶ para análise dos glifos, letras e inscrições.

³⁸ Freeth, T. *Eclipse Prediction on the Ancient Greek Astronomical Calculating Machine Known as the Antikythera Mechanism*. PLoS ONE 9(7): e103275, 2014. Disponível em: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0103275>.

³⁹ Carman e Evans, 2014, idem p. 6.

⁴⁰ Freeth, 2014, idem, p. 10.

⁴¹ Freeth, 2014, idem, p. 10.

⁴² Freeth et al., 2006, idem, p. 3.

⁴³ Freeth et al., 2008, idem, p. 3.

⁴⁴ Ponto imaginário em que a órbita da Lua ao redor da Terra intercepta a órbita da Terra ao redor do Sol (eclíptica). Essas duas interseções podem ser calculadas e estão situadas diametralmente opostas, formando a linha dos nodos. Para trás demorando cerca de 18,6 anos para se mover através dos zodíacos. Os nodos lunares são: ascendente e descendente e, quando a Lua está em um desses nodos, ou perto dele, e em fase Cheia ou Nova, ocorrem respectivamente os eclipses da Lua e do Sol. O eixo nodal, se forma traçando-se uma linha a partir do signo em que se encontra o nodo.

⁴⁵ Malzbender, T.; Gelb, D. H.; & Wolters, H. Polynomial texture maps. SIGGRAPH '01, *Proceedings of the 28th annual conference on computer graphics and interactive techniques*, ACM, New York, NY, USA, 2001. pp. 519–528.

⁴⁶ Ramsey, A. T.; Dermody, G. S.; Hadland, R.; & Haig, I.G. The development of a high-precision microfocus X-ray computed tomography and digital radiography system for industrial applications. *International Symposium on CT and Image Processing for Industrial Radiology*, Berlin, June, 2003.

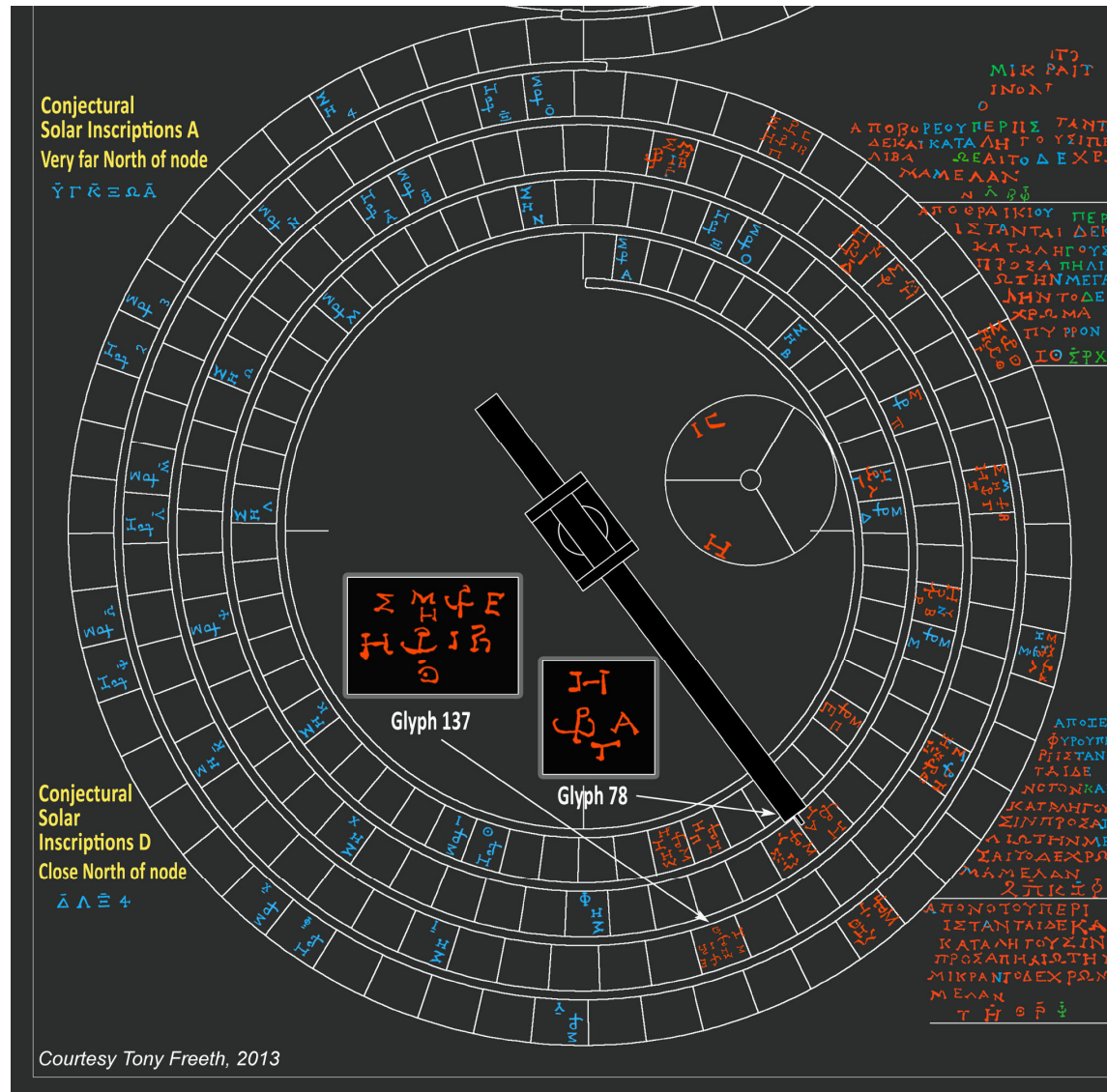


Figura 5. Mostrador Saros (223 meses lunares). O texto em vermelho foi traçado a partir de dados obtidos; em azul reconstruído a partir do contexto; em verde são incertos. Possibilidades de Previsões de Eclipses (EPS), (Freeth et al., 2006) são especificadas pelos glifos, numerados por seu mês no mostrador. (cf. Freeth, 2014).

Em função destas investigações, revisou⁴⁷ suas versões já publicadas^{48,49} para compreender a distribuição dos glifos no mostrador Saros, e apresentou um novo resultado para os grupos de letras a partir de uma calibração do eclipse lunar no mês 210.

Encontrou novas evidências relacionadas ao grupo de letras de indexação sobreviventes: (L9: N₁, Λ₂, B₁, Φ₂), (L. 18: Z₁, Θ₁, Σ₂, P₁, X₁), (L. 29: 2, Π₂, K₁, Z₂, Φ₁), (L. 36: T₁, H₂, Θ₁, P₂, Ψ₂). Identificou⁵⁰ que cada um destes grupos, precedidos pelo seu número de linha, foi traçado a partir dos dados regulares e, os dados incertos foram reconstruídos em itálico. Sendo que, todas

⁴⁷ Freeth, 2014, idem, p. 10.

⁴⁸ Freeth et al., 2006, idem, p. 3

⁴⁹ Freeth et al., 2008, idem, p. 3.

⁵⁰ Freeth, 2014, idem, p. 10.

estas letras de indexação referem-se à glifos que incluem previsões de eclipses solares e, menos da metade incluem previsões de eclipses lunares.

Logo, a partir destes grupos de letras, o matemático⁵¹ analisou os eclipses solares e, com as linhas correspondentes às inscrições descreveu suas características comuns. Conseguiu resolver o problema de agrupamento das letras de indexação, sua ordem dentro de cada grupo e, ofereceu uma solução para calcular a distância de cada previsão de eclipses.

Em seguida, listou estes eclipses em ordem de distância decrescente, e reconstruiu o índice de grupos de letras observados, estabelecendo os glifos dos eclipses que foram inscritos em volta do mostrador, em ordem decrescente desde sua maior distância ao Norte, à sua maior distância ao Sul. Conjecturou então, um arranjo de inscrições na parte de trás do mecanismo composto por quatro grupos de letras, indexadas à esquerda, três à direita. Identificou as previsões das horas de ocorrência dos eclipses, e reconstruiu computacionalmente o Saros e o Exeligmos (ver figura 6).



Figura 6. Reconstrução computacional do mostrador Saros e Exeligmos com inscrições associadas aos eclipses solares (H) no mecanismo de Anticítera. (cf. Freeth, 2014, p.7).

⁵¹ Freeth, 2014, idem, p. 10.

A partir dessa análise associados às inscrições e aos eclipses solares o estudioso⁵² afirma, que os antigos gregos construíram uma máquina que pode prever, por muitos anos à frente, não só eclipses, mas também uma notável variedade de outras características, tais como, instruções de obscurecimento, magnitude, cor, diâmetro angular da Lua, relações com nodo e eclipse da Lua, mesmo que, não inteiramente exatos.

3. Conclusão

Em vista disso, cabe-nos enfatizar que, mesmo com um número pequeno de eventos preservados no parapegma do aparato, as melhores latitudes ($33,3^{\circ}\text{N}$ e $37,1^{\circ}$) encontradas por Anastasiou et al., (2013), estão localizadas em zonas adjacentes às cidades gregas de Rodes e Siracusa, já conjecturadas por Price (1974) e por Freeth et al., (2008).

Além dessas investigações, é oportuno salientar que as análises sobre as previsões dos eclipses lunares e solares de Carman e Evans (2014) e as interpretações de Freeth (2014) além de, confirmarem-se entre si o ano (205 a.C.), para a construção do dispositivo, resultaram em mudanças significativas nos trabalhos já publicados de Freeth et al., (2006, 2008) e, ainda reforçaram as conjecturas de que essa máquina geocêntrica, poderia ter sido projetada por Arquimedes (287 – 212 a.C.).

Sendo assim, a partir do exposto sobre esses estudos que definem regiões e datas de construção do Mecanismo de Anticítera: o extraordinário Cosmos portátil é importante ressaltar também, que recentemente (2016), investigadores desvendaram um conjunto completo das inscrições, em torno de 3.500, que, todavia, serão tratadas em outro momento.

⁵² Freeth, 2014, idem, p. 10.

Tentativa de uma teoria da fricção dos fluidos¹

Leonhard Euler

Recebido em 20/12/2017. Aprovado em 20/05/2018.

Como citar este artigo: Euler, L. "Tentativa de uma teoria da fricção dos fluidos". Tradução por: Sylvio Reynaldo Bistafa. Khronos, Revista de História da Ciência, nº5, pp. 145 - 188. 2018. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso em dd/mm/aaaa.

Resumo: Em 1761, Leonhard Euler (1707-1783) publicou um tratado escrito em Latim com o título "Tentativa de uma teoria da fricção dos fluidos," no qual ele assumiu que, similar ao atrito sólido, a fricção nos fluidos é proporcional à pressão. Diversos experimentos foram propostos por Euler para derivação de um fator de fricção, com o objetivo de confirmar experimentalmente suas equações. Em seu tratado, foram apresentadas descrições detalhadas de cinco diferentes problemas de descarga, levando em conta a perda de carga em condutos. No apêndice, é dado um exemplo de cálculo da altura do jato de uma determinada fonte, alimentada com condutos de diferentes áreas de seções transversais.

Palavras-chave: história da mecânica dos fluidos, fricção nos fluidos; velocidade de jato.

Attempt at a Theory of the Friction of Fluids

Abstract: In 1761, Leonhard Euler (1707–1783) published a treatise written in Latin with the title "Attempt at a Theory of the Friction of Fluids," in which he assumed that, as is the case for solid friction, fluid friction is proportional to pressure. Several experiments were proposed by Euler to derive a friction factor, which were intended to experimentally confirm his equations. Detailed developments of five different problems of discharge were presented in his treatise, considering the loss of head in the conduits. In the appendix, an example is given of the calculation of the jet heights of a particular fountain, fed with conduits of different cross-sectional areas.

Keywords: history of fluid mechanics, fluid friction; jet velocity.

¹ *Opera Omnia*. Series 2, Volume 12, pp. 169 – 214. Reprodução da edição feita em 1954 por Clifford Truesdell (C.T.). A presente tradução e as figuras seguem esta edição. O texto foi traduzido diretamente do latim pelo Prof.º Sylvio Reynaldo Bistafa, Departamento de Mecânica, Escola Politécnica - USP. E-mail: sbistafa@usp.br. As notas são do tradutor, exceto quando indicado em contrário (N.E.).

SUMÁRIO²

Vários experimentos atestam que os fluidos sofrem certa fricção, enquanto são transportados através de canais, e tanto que os Fisiologistas não hesitam em atribuir o calor animal à fricção que afeta o movimento do sangue; mas isto, no entanto, de modo nenhum foi até agora satisfatoriamente provado, contudo é certo que, se a água for desviada para fontes de jatos d'água através de longos canais, o seu movimento é não pouco retardado por causa da fricção, por isso que a altura do jato tanto mais se afasta da altura da água no reservatório, quanto mais longo for o curso e mais estreitos os próprios canais. Além disso, não há dúvida de que esta fricção e a fricção dos corpos sólidos sigam leis similares, podendo ser consideradas como sólidos as menores partículas fluidas escoando junto das laterais dos canais, por causa disto a fricção que é observada deva ser sempre estimada proporcional à pressão. Visto que verdadeiramente as partículas dos fluidos são muitíssimo escorregadias, a fricção delas deve ser sem dúvida estimada muito menor, do que nos sólidos, para a qual também isto convém que se concorde, que nos fluidos, somente as partículas consideradas tangentes às laterais dos tubos sofram fricção, enquanto que próximo aos interiores, estas podem fluir livremente, donde é necessário que o efeito desta fricção torne-se muito menor. Mas visto que acontece desta maneira, já que em qualquer seção do tubo as partículas interiores são movimentadas mais rapidamente que aquelas que estão contíguas às laterais, é derrubada a hipótese vigente, para a qual a teoria do movimento dos fluidos através dos tubos de escoamento é construída, posto que as conclusões imediatamente deduzidas do cálculo se afastam muito da verdade. Pois estas são transmitidas pelo muito Famoso Euler nesta dissertação à respeito da fricção através dos tubos que escoam água; na mesma, o próprio Autor apregoa simples como certa e consentânea à verdade; mas antes existe todo um estudo diante da tentativa de investigação desta fricção na natureza, com a qual quer fornecer uma facilidade aos escrutinadores da natureza, tanto através de experimentos, como através de cálculos acurados. Portanto, assume a conhecida hipótese, pela qual, em qualquer seção do tubo, a água é colocada para ser levada à diante com movimento uniforme e ainda estabelece ser submetida à fricção proporcional à pressão da água contra os flancos do tubo, que, no entanto, a partir de certos experimentos grosseiros, considera mil vezes menor que nos sólidos, para a mesma pressão. No entanto, primeiro observa que nos tubos cilíndricos o efeito da fricção é duas vezes menor, do que nos tubos de mesma amplitude, cujas secções são quadradas. Então, verdadeiramente, determina a diminuição do movimento da água através de quaisquer tubos se verticais ou se inclinados em relação ao horizonte e define os limites em todos os casos, tanto no comprimento dos tubos, quanto das estreitezas dos mesmos, onde o movimento da água diante da fricção é contido internamente, de sorte que estes mesmos limites possam ser facilmente explorados através de experimentos, daqui especialmente é obtida uma forma conveniente de completar a teoria da fricção dos fluidos por meio de experimentos.

Além disso, o Autor adapta esta teoria ao curso das correntes até então³ não pouco imperfeita (pág. 198⁴), onde observa que a água vai se estagnar, a não ser que a declividade da corrente supere certo limite em presença de dada profundidade do leito: de tal maneira que assumida a mesma medida da fricção, a qual alguns experimentos grosseiros pareciam aconselhar, cessaria de fluir a corrente da qual a profundidade seja 25 pés e a declividade do leito para uma distância de 1000 pés fosse menor que 9 polegadas⁵: mas se a profundidade for 15 pés, é suficiente para o escoamento, que diante de uma distância de 1000 pés, a declividade supere meio pé: aqui também é constatado que o efeito da fricção é demasiadamente grande.

² O Sumário foi introduzido em 1761 pelo editor das Memórias da Academia de Ciências de Petersburgo (Rússia), em 6 (1756/7), 1761, pp. 338-388. Sumário ibidem p. 29 - 32. (N.E.).

³ Edição primeira: 'teoria também até então'. Baseado na versão do sumário contido no manuscrito desta edição. A.S. Nota do Tradutor: presume-se que A.S. seja Andreas Speiser, um dos produtores da Reprodução de 1954.

⁴ Nota do Tradutor: Caso IV.

⁵ Nota do Tradutor: esta estimativa de declividade está incorreta, se tiver sido baseada na equação do parágrafo 91, pois para a profundidade $g = 25$ pés, esta equação fornece: $z > \frac{30}{4g} = 0,3 \text{ pé} = 3,6 \text{ polegadas}$ de declividade. Por outro

É anexado o apêndice (pág. 204) acerca das fontes de jatos d'água que para tal, esta teoria foi aplicada e, quanto pode ser feito a partir dela, mostrando claramente, para qual altitude a água será projetada para o alto nas fontes deste tipo, sendo conhecida a elevação do reservatório e não a amplitude tampouco o comprimento. Também aqui é principalmente apropriado de notar como calculamos o efeito desta fricção também dependendo da pressão da atmosfera, de tal modo que o efeito da fricção seja aumentado igualmente com a pressão da atmosfera aumentada: razão pela qual se a água é desviada através de canais para fontes de jatos d'água, se deve considerar este singular fenômeno local, que a água seja projetada mais alto, quanto mais baixo mantenha-se o mercúrio no barômetro.

Finalmente (pag. 207) é juntada uma longa tabela, da qual diante do comprimento e amplitude dos canais, se pode definir facilmente a altura para a qual a água é elevada, para qualquer altitude da água no reservatório, onde em geral será útil ser notado, que quanto mais longos e simultaneamente mais estreitos forem os canais, através dos quais a água é derivada, maior será o prejuízo na altura de qualquer fonte.

Portanto, para as fontes de jatos d'água a serem construídas, importa bastante que o reservatório seja estabelecido mais próximo e simultaneamente que sejam adotados os tubos mais amplos. Verdadeiramente, além disso, é prontamente advertido, que esta teoria precisa de correção, que dificilmente será posta adiante com sucesso, antes de avaliar os muitos novos experimentos que com muito cuidado tenham sido planejados, que mais adiante é inteiramente conveniente, na qual tanto os Físicos como os Geômetras empreguem as suas forças com todo o estudo.

Tentativa de uma teoria da fricção dos fluidos

I.

1. Uma brilhante experiência confirma, que a água, enquanto através de canais é movida para frente, não sofre pouca diminuição do seu movimento, sendo que esta é tanto mais notável, quanto mais longínquos tenham sido, e simultaneamente mais estreitos, os canais deste tipo. E também esta diminuição de movimento é percebida em primeiro lugar nas fontes que vertem, junto às quais a água através dos tubos, ou canais é conduzida; devendo desta forma, conforme a Teoria do movimento dos fluidos, a água inteiramente para a mesma altitude afluir, a partir da qual escoando em direção ao orifício tinha caído da fonte, entretanto a experiência atesta que esta altitude ela nunca atinge, mas a partir desta ela costuma a afastar-se mais, quanto mais longo o percurso pelos tubos tenha completado, e quanto mais estreitos tenham sido aqueles tubos.

2. Embora por causa disto a Teoria por muitas práticas não costuma parecer um tanto suspeita, ainda que ela seja suportada com os certíssimos princípios da mecânica, a sua verdade por causa deste dissenso é muito pouco debilitada, mas antes a causa desta aberração para estes tipos de circunstâncias convém ser procurada, as quais na Teoria não têm sido devidamente consideradas. Se porventura em realidade a água em seu movimento encontre impedimentos deste tipo, dos quais na Teoria nenhum cálculo tenha sido considerado, não é surpresa, se o resultado da Teoria muito pouco esclareça.

lado, de acordo com esta mesma equação, a menor declividade para que a água escoe $z = 9$ polegadas = $\frac{3}{4}$ pé, seria para a profundidade de 10 pés, e não de 25 pés.

3. Mas se, por outro lado, esta diminuição de movimento, que a água sofre nos tubos, nós examinamos cuidadosamente, sem que nenhuma dúvida seja deixada para trás, porque então não seja esta iniciada pela fricção, ou pelo atrito da água contra a parede do tubo. Quando efetivamente corpos sólidos, à medida que são movidos sobre planos ainda que polidos, encontrem considerável resistência devido à fricção, efeito similar no movimento dos fluidos, enquanto nas paredes dos tubos, através dos quais transitam, são atritados, deve originar-se (a fricção), de onde o movimento do fluido seja retardado: de onde também é imediatamente percebido, este retardamento deve ser tanto maior, quanto maior a extensão que a água seja obrigada a percorrer nos tubos, e ao mesmo tempo quão estreitos tenham sido esses tubos.

4. Ainda que, no entanto, ninguém a tenha facilmente negado, porque então o movimento dos fluidos não seja da mesma maneira submetido à fricção, e até mesmo a maior parte dos Autores que anteriormente deram atenção ao mencionado enfraquecimento do movimento, atribuam o mesmo pela evidente fricção, entretanto nenhum deles, tanto quanto certamente consta para mim, ou determinou as leis desta fricção, ou pelo menos tenha tentado investigar. Tanto, por causa disto, seja esta determinação de grande importância, caso queiramos aplicar a Teoria na prática, quanto por causa daquelas grandes dificuldades que esteja envolvido oferecerei esta obra, de tal maneira que a matéria a tratar possa ser feita, por conta das forças que eu descubra e que eu esclareça.

5. E primeiramente na verdade, não existindo nenhuma dúvida, de que as menores partículas dos fluidos possam ser retidas sobre sólidos, elas, enquanto avançam próximo a lateral dos tubos, e por aí quase comprimem, devem sentir o efeito da fricção; e também as leis desta fricção exatamente similares existirão para elas, as quais no movimento dos corpos sólidos são observadas, ainda que se a magnitude da fricção, por causa da maior lubricidade das partículas fluidas, sem dúvida seria muito menor.

6. Nos corpos principalmente nos sólidos observamos, a fricção, que se distribui por qualquer caminho sobre uma superfície, sempre dada a segurar em proporção à força, que por aí comprimem a superfície, de tal forma que nem a forma dos corpos, nem a extensão da base, que toquem a superfície, nenhum que confira aumento ou diminuição da fricção. Deste modo com experimentos foi verificado, se quaisquer corpos caírem sobre superfícies lenhosas, ou metálicas, contanto que não muito notável aspereza esteja presente, a fricção da quarta e sucessivamente da terça parte da força, as quais contra estas superfícies comprimem, eram as mesmas.

7. É, portanto, visto como certo, que é válida similar lei da fricção nos fluidos, de tal forma que para qualquer porção do fluido a fricção tenha certa proporção, diante da força, que esta porção do fluido contra as laterais do tubo, através do qual escoar, é comprimida: e aqui o cálculo por meio dos experimentos deverá ser explorado, o qual talvez possa ter sucesso em variações diversas, como tubos diferentes e também com matéria diferente que tenham sido produzidos. No cálculo, por conseguinte, será conveniente assumir que esta (a matéria) é indefinida, a fim de que ela mais tarde através dos experimentos, para os quais a Teoria será aplicada, possa ser determinada.

8. Se então nós colocamos (Fig. 1) a massa da água para escoar através do tubo $ABCD$ e as paredes internas do tubo sobre o elemento $MNmn$ pela água com certa força é premido, tanto mais fossem (as paredes) pressionadas, se sob a água quiescente imersa estivessem na profundidade = p , esta profundidade explicará o estado de compressão da água que estará aplicado contra o elemento $MNmn$. Mas se então u exprime o perímetro da seção do tubo feita em MN e ds a extensão Mm do elemento $MNmn$, será a superfície interna deste elemento = uds e, portanto, a pressão, a qual aquela superfície suporta, será equacionada para o peso do volume de água = $puds$.

9. Já a fricção, a qual o elemento de água $MNmn$ sofre no seu movimento através do tubo, tendo uma dada proporção em relação à força de compressão, será indicada a força de fricção por meio de $\lambda puds$, onde λ pode ser facilmente coletável na fricção de pouca importância, cujo valor deve ser determinado através dos experimentos. Desta forma, portanto, com força = $\lambda puds$ será contido o movimento do elemento de água $MNmn$, e seja a massa do elemento, dada pela amplitude do tubo dentro de $MN = zz$, = $zzds$, será o tal retardamento originado pela fricção

$$= \frac{\lambda pu}{zz}.$$

10. Consequentemente ponderará a fricção tanto o tamanho como a forma da cavidade do tubo: se para a seção do tubo em MN fixemos que fosse feita retangular, com um lado sendo = m , outro = n : será o perímetro dela $u = 2m + 2n$, e com área $zz = mn$, de onde para este caso será o retardamento

$$= \frac{2\lambda p(m+n)}{mn},$$

e se a seção seja quadrada, ou $m = n$, será o retardamento

$$= \frac{4\lambda p}{n}.$$

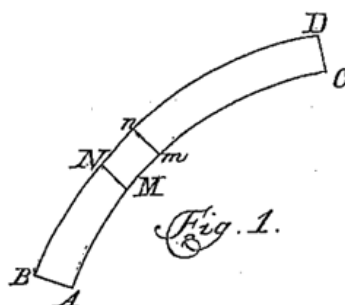
Mas se, no entanto, seja circular, possuindo raio = n , por isso

$$u = 2\pi n \quad \text{e} \quad zz = \pi n^2$$

será o retardamento

$$= \frac{2\lambda p}{n}.$$

11. E se por causa disso, posto que principalmente como é de costume, a seção do tubo seja circular e de sua área em MN seja colocada = zz , será o raio dela $n = z/\sqrt{\pi}$, de onde o retardamento, originado pela fricção, revela

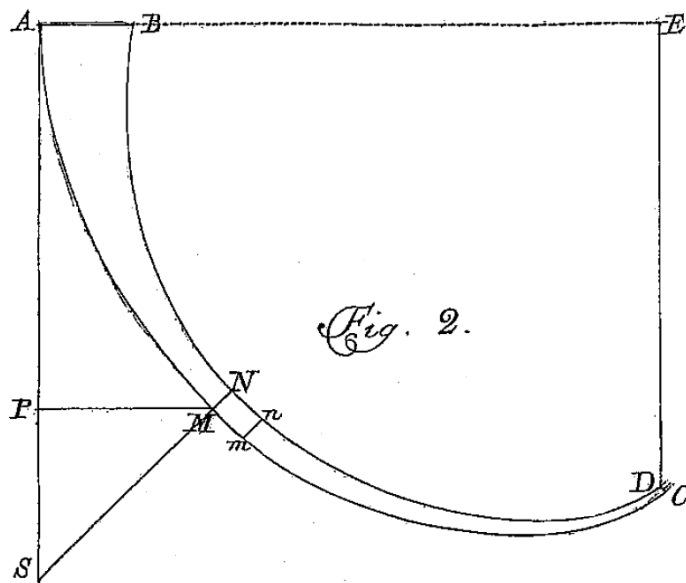


$$= \frac{2\lambda p \sqrt{\pi}}{z}$$

Sendo, no entanto, $\pi = 3,14159265$ este número poderá ser combinado conjuntamente dentro de 2λ , então a fim de que o retardamento originado pela fricção possamos exprimir por $\alpha p/z$: que em presença de experimentos, os quais na verdade de tal maneira são instituídos aos tubos, tornará o valor do próprio α conhecido, e sem muito recupera daí o próprio valor de $\lambda = \alpha/2\sqrt{\pi}$.

12. Portanto em relação ao efeito da fricção para onde quer que seja necessário investigar delimitando a queda da pressão, a qual a água apresenta em todos os lugares nas laterais: ou o estado de compressão da água em todos os locais do tubo se deve definir. Mas estando pendente o estado de compressão da velocidade, a velocidade na realidade seja diminuída pela fricção e por esta razão não seja possível sem ser ela (a velocidade) conhecida, é evidente esta investigação, segundo os bons costumes junto aos Analistas, é dever ser estabelecido, sem dúvida a fim de que as grandezas desconhecidas no cálculo bem como as conhecidas sejam tratadas.

13. Portanto eu remontarei esta investigação desde os primeiros princípios da mecânica com a qual se possa compreender facilmente a verdade das conclusões a partir desse momento deduzidas. Seja então (Fig. 2) um vaso no alto em AB constantemente cheio com água, já seja porque a amplitude AB seja infinita, já seja porque continuamente um adequado recurso d'água flua. Além disso, este vaso acaba na parte de baixo num tubo, ou melhor, no canal $ABMNCD$, tanto de forma quanto de amplitude variável de qualquer modo, através do qual a água escoe e em seu orifício CD irrompa.



14. Mesmo se o movimento da água, tendo começado a fluir pela primeira vez, é acelerada, ainda que em pouco tempo for reconduzido para um movimento uniforme, com o qual logo em seguida prosseguirá a fluir continuamente. Por causa disto, nesta coisa, assumirei que o movimento da água neste momento chegou até este estado de uniformidade, de tal sorte que a questão seria com quanta velocidade a água teria sido expelida do orifício CD ; ou com a fricção removida, a velocidade da água é para a altitude DE , que é rebaixada como se um orifício estivesse embaixo da superfície superior da água AB , pede-se, quanto menor seja então a velocidade futura por causa da fricção.

15. Seja então a amplitude do orifício $CD = hh$, e a velocidade, por onde esta água no ar é irrompida, seja devida à altitude = v , será, portanto, v uma quantidade fixa. Seja ainda a profundidade deste orifício CD sob o nível da água ABE , ou altitude $DE = a$. Então sendo guiada a reta para a vertical APS , um ponto qualquer M do tubo seja referenciado às coordenadas ortogonais $AP = x$ e $PM = y$, em M na verdade seja a amplitude do tubo $MN = zz$, e será a velocidade da água por esta seção MN limitada por

$$= \frac{hh\sqrt{v}}{zz},$$

ou devida à altitude

$$= \frac{h^4v}{z^4};$$

pela razão que as velocidades da água são recíprocas para as amplitudes⁶ do tubo.

16. Coloquemos um diferencial do tempo dt suficiente para que uma gota d'água aparecida em MN chegue à seção mn e seja o elemento

$$Mm = \sqrt{(dx^2 + dy^2)} = ds,$$

o qual um pequeno espaço percorrido no diferencial de tempo dt pela velocidade $(hh\sqrt{v})/zz$, será

$$ds = \frac{hhdt\sqrt{v}}{zz} \text{ ou } dt = \frac{zzds}{hh\sqrt{v}},$$

onde deve ser notado que irão ser s e zz funções das próprias coordenadas x e y , com as quais é designado o ponto M do tubo. Além do mais coloquemos o elemento Mm inclinado com o ângulo = φ em direção à reta vertical, será

$$dx = ds \cos \varphi \quad \text{e} \quad dy = ds \sin \varphi.$$

17. Contudo é preciso que a água tenha a força de manter este movimento que concebemos, posto que qualquer gota d'água, contida na seção MN , que seja impelida por dupla força aceleradora, das quais uma é vertical segundo AP

$$= \frac{2ddx}{dt^2},$$

a outra certamente horizontal segundo PM

$$= \frac{2ddy}{dt^2},$$

aplicado com o elemento dt fixo. Todavia é

$$\frac{dx}{dt} = \frac{hh \cos \varphi \sqrt{v}}{zz} \text{ e } \frac{dy}{dt} = \frac{hh \sin \varphi \sqrt{v}}{zz};$$

⁶ Edição primeira: altitudes. C.T. Corrigiu.

donde é feito:

$$\frac{ddx}{dt} = -\frac{hh d\varphi \operatorname{sen} \varphi \sqrt{v}}{zz} - \frac{2hh dz \cos \varphi \sqrt{v}}{z^3}$$

e

$$\frac{ddy}{dt} = -\frac{hhd\varphi \cos \varphi \sqrt{v}}{zz} - \frac{2hh dz \operatorname{sen} \varphi \sqrt{v}}{z^3}.$$

18. Estas fórmulas multiplicadas por

$$\frac{2}{dt} = \frac{2hh\sqrt{v}}{zzds}$$

fornecerão as forças aceleradoras procuradas

$$\text{Força } AP = h^4 v \left(-\frac{2 d\varphi \operatorname{sen} \varphi}{z^4 ds} - \frac{4 dz \cos \varphi}{z^5 ds} \right),$$

$$\text{Força } PM = h^4 v \left(\frac{2d\varphi \cos \varphi}{z^4 ds} - \frac{4 dz \operatorname{sen} \varphi}{z^5 ds} \right).$$

Donde além do mais são derivadas duas outras forças segundo as direções Mm e MS , das quais esta é normal àquela. Surge, entretanto

$$\text{Força } Mm = \text{força } AP \cos \varphi + \text{força } PM \operatorname{sen} \varphi = -\frac{4 h^4 v dz}{z^5 ds},$$

$$\text{Força } MS = \text{força } AP \operatorname{sen} \varphi - \text{força } PM \cos \varphi = -\frac{2 h^4 v d\varphi}{z^4 ds}.$$

19. No presente estágio, temos apenas uma dificuldade para a força anteriormente exposta, com a qual a água é propelida segundo a direção Mm : e, portanto, esta força aceleradora deve ser igual à mesma força, com a qual a água é efetivamente posta em movimento no tubo segundo esta direção. Mas primeiro, em qualquer lugar, uma gotícula de água é forçada para baixo pela força da gravidade, que ao manifestar-se com uniformidade, dará origem, portanto, a uma força aceleradora segundo a direção do tubo $Mm = \cos \varphi$.

20. Então se o estado de compressão da água em MN for expresso pela altitude p , será ele em $mn = p + dp$: logo sendo a água do elemento $MNmn$ propelida para frente pela força p , mas sendo repelida pela força $p + dp$ para trás, logo originará uma força aceleradora dirigida segundo a direção Mm

$$= -\frac{dp}{ds},$$

sendo p função do próprio s ou das mesmas x e y .

21. Terceiro por causa da fricção o movimento da água é resistido pela força retardadora $= \frac{(\alpha p)}{z}$, como foi desenvolvida acima no parágrafo 11, donde a força aceleradora segundo a direção Mm será

$$= -\frac{\alpha p}{z}.$$

Com o resultado da água estando submetida a estas três forças, é necessário que seja:

$$-\frac{4 h^4 v dz}{z^5 ds} = \cos \varphi - \frac{dp}{ds} - \frac{\alpha p}{z}$$

ou

$$dx - dp - \frac{\alpha p ds}{z} + \frac{4 h^4 v dz}{z^5} = 0,$$

por causa de $ds \cos \varphi = dx$.

22. Chegamos, portanto, a esta equação, de onde em primeiro lugar deve ser definido o estado de compressão para qualquer região MN do tubo

$$dp + \frac{\alpha p ds}{z} = dx + \frac{4 h^4 v dz}{z^5},$$

que multiplicada por $e^{\alpha \int \frac{ds}{z}}$, denotando e o número, cujo logaritmo hiperbólico é $= 1$, se torna integrável. Por conta da brevidade será considerado como estabelecido $\int \frac{ds}{z} = r$:

$$e^{\alpha r} p = C + \int e^{\alpha r} dx + 4 h^4 v \int \frac{e^{\alpha r} dz}{z^5}.$$

23. Mas o valor desta integral $\int \frac{ds}{z} = r$ seja deste modo aceito, para que na região mais elevada AB do vaso, ou onde $x = 0$, se anule. Com isto posto, sendo α uma fração extremamente pequena, será

$$e^{\alpha r} = 1 + \alpha r + \frac{1}{2} \alpha^2 r^2 + \frac{1}{6} \alpha^3 r^3 + \frac{1}{24} \alpha^4 r^4 + \text{etc.},$$

será

$$e^{\alpha r} p = C + x + \alpha \int r dx + \frac{1}{2} \alpha^2 \int r r dx + \frac{1}{6} \alpha^3 \int r^3 dx - \frac{h^4 v}{z^4} - 4 \alpha h^4 v \int \frac{r dz}{z^5} - 2 \alpha^2 h^4 v \int \frac{r r dz}{z^5} - \frac{2}{3} \alpha^3 h^4 v \int \frac{r^3 dz}{z^5} - \text{etc.}$$

24. Sendo $dr = \frac{ds}{z}$, com isso a integração também é possível de ser realizada com método instituído:

$$\int e^{\alpha r} dx = e^{\alpha r} x - \alpha \int \frac{e^{\alpha r} x ds}{z},$$

$$\int \frac{e^{\alpha r} dz}{z^5} = -\frac{e^{\alpha r}}{4z^5} + \frac{\alpha}{4} \int \frac{e^{\alpha r} ds}{z^5}$$

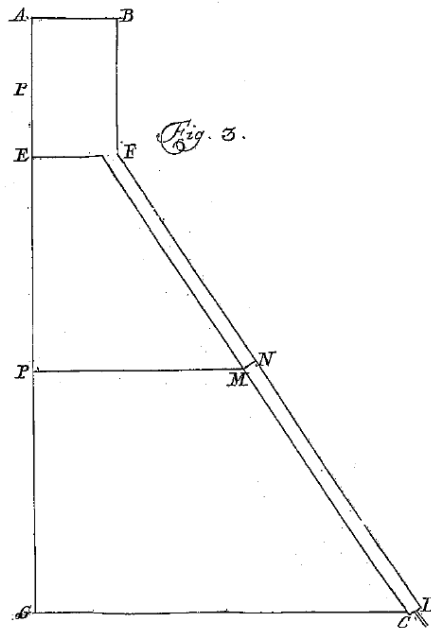
e assim desta forma será

$$p = Ce^{-\alpha r} + x - \alpha e^{-\alpha r} \int \frac{e^{\alpha r} x ds}{z} - \frac{h^4 v}{z^4} + \alpha h^4 v e^{-\alpha r} \int \frac{e^{\alpha r} ds}{z^5}$$

ou

$$\begin{aligned} p = & +C - \alpha Cr + \frac{1}{2} \alpha \alpha Crr - \frac{1}{6} \alpha^3 Cr^3 \\ & + x - \alpha \int \frac{x ds}{z} + \alpha \alpha r \int \frac{x ds}{z} - \frac{1}{2} \alpha^3 rr \int \frac{x ds}{z} \\ & - \frac{h^4 v}{z^4} - \alpha h^4 v \int \frac{ds}{z^5} - \alpha \alpha \int \frac{rx ds}{z} + \alpha^3 r \int \frac{rx ds}{z} \\ & + \alpha \alpha h^4 vr \int \frac{ds}{z^5} - \frac{1}{2} \alpha^3 \int \frac{rrx ds}{z} \\ & - \alpha \alpha h^4 v \int \frac{r ds}{z^5} - \frac{1}{2} \alpha^3 h^4 vrr \int \frac{ds}{z^5} \\ & + \alpha^3 h^4 vr \int \frac{r ds}{z^5} \\ & - \frac{1}{2} \alpha^3 h^4 v \int \frac{rr ds}{z^5} + \text{etc.} \end{aligned}$$

25. Também explicará a partir de onde desenvolvi alguns casos particulares, através dos quais o efeito da fricção se pode mostrar facilmente. Seja, portanto (Fig. 3), o vaso cilíndrico vertical mais elevado $ABEF$, cuja amplitude seja = gg e a altura $AE = a$; além disso, acoplado a este vaso, exista o tubo cilíndrico FCD , de comprimento $DF = b$ e de amplitude = ff , que



⁷ Edição primeira: +. Tradutor corrigiu.

⁸ Edição primeira: +. Tradutor corrigiu.

⁹ Edição primeira: +. Tradutor corrigiu.

¹⁰ Edição primeira: -. Tradutor corrigiu.

¹¹ Edição primeira: +. Tradutor corrigiu.

faça com a reta vertical o ângulo = ξ ; também na base inferior exista com abertura $CD = hh$, através da qual a água escoe para fora, enquanto o vaso superior é mantido continuamente cheio.

26. Tomemos primeiro o ponto indefinido P no tubo superior $ABEF$, onde é $z = g$, $ds = dx$ e $r = \frac{x}{g}$. Logo de tal modo integrando, para que a integral no ponto supremo A desapareça, será:

$$\int e^{\alpha r} dx = \int e^{\frac{\alpha x}{g}} dx = \frac{g}{\alpha} \left(e^{\frac{\alpha x}{g}} - 1 \right),$$

$$4 \int \frac{e^{\alpha r} dz}{z^5} = \frac{1 - e^{\alpha r}}{g^{4.12}} + \frac{\alpha}{g^5} \int e^{\frac{\alpha x}{g}} dx$$

e por esta razão

$$4 \int \frac{e^{\alpha r} dz}{z^5} = -\frac{1}{g^4} \left(e^{\frac{\alpha x}{g}} - 1 \right) + \frac{1}{g^4} \left(e^{\frac{\alpha x}{g}} - 1 \right) = 0,$$

portanto

$$e^{\frac{\alpha x}{g}} p = C + \frac{g}{\alpha} \left(e^{\frac{\alpha x}{g}} - 1 \right)$$

ou

$$p = C e^{-\frac{\alpha x}{g}} + \frac{g}{\alpha} \left(1 - e^{-\frac{\alpha x}{g}} \right).$$

27. Sendo também em geral

$$4 \int \frac{e^{\alpha r} dz}{z^5} = \frac{1}{g^4} - \frac{e^{\alpha r}}{z^4} + \alpha \int \frac{e^{\alpha r} ds}{z^5},$$

será no ponto extremo E dos vasos, onde a amplitude seja subitamente = ff

$$4 \int \frac{e^{\alpha r} dz}{z^5} = \frac{1}{g^4} - \frac{1}{f^4} e^{\frac{\alpha x}{g}} + \frac{1}{g^4} \left(e^{\frac{\alpha x}{g}} - 1 \right) = e^{\frac{\alpha x}{g}} \left(\frac{1}{g^4} - \frac{1}{f^4} \right),$$

de onde seja a pressão em F

$$= C e^{-\frac{\alpha a}{g}} + \frac{g}{\alpha} \left(1 - e^{-\frac{\alpha a}{g}} \right) + h^4 v \left(\frac{1}{g^4} - \frac{1}{f^4} \right).$$

Mas na superfície suprema AB a pressão será = C , que deverá ser igual à pressão da atmosfera, é a mesma equacionada à coluna de água de altitude = l , será $C = l$ e a pressão em F

$$= l e^{-\frac{\alpha a}{g}} + \frac{g}{\alpha} \left(1 - e^{-\frac{\alpha a}{g}} \right) + h^4 v \left(\frac{1}{g^4} - \frac{1}{f^4} \right).$$

28. Com a pressão em F descoberta, consideremos agora exclusivamente outro tubo FCD , para o qual é

¹² Edição primeira: g^5 . Tradutor corrigiu.

$$zz = ff \quad \text{e} \quad dx = ds \cos \zeta .$$

Seja também agora $EP = x$ e a pressão em $M = p$. Agora por causa de $r = \frac{s}{f}$ será

$$\int e^{\alpha r} dx = \frac{f}{\alpha} \left(e^{\frac{\alpha s}{f}} - 1 \right) \cos \zeta$$

e

$$4 \int \frac{e^{\alpha r} dz}{z^5} = \frac{1}{f^4} - \frac{e^{\frac{\alpha s}{f}}}{z^4} + \frac{1}{f^4} \left(e^{\frac{\alpha s}{f}} - 1 \right),$$

cujo valor desaparece em qualquer ponto intermediário, mas no ponto D no entanto, onde subitamente $z = h$ e $s = b$, será

$$4 \int \frac{e^{\alpha r} dz}{z^5} = e^{\frac{\alpha b}{f}} \left(\frac{1}{f^4} - \frac{1}{h^4} \right).$$

29. Portanto em qualquer ponto intermediário M será a pressão

$$p = C e^{\frac{-\alpha s}{f}} + \frac{f}{\alpha} \left(1 - e^{\frac{-\alpha s}{f}} \right) \cos \zeta ,$$

e porque, tendo sido colocado $s = 0$, a pressão em F revela-se = C , é necessário, que seja

$$C = l e^{\frac{-\alpha a}{g}} + \frac{g}{\alpha} \left(1 - e^{\frac{-\alpha a}{g}} \right) + h^4 v \left(\frac{1}{g^4} - \frac{1}{f^4} \right).$$

Com este valor escrito a pressão se revela no orifício extremo CD

$$= C e^{\frac{-\alpha b}{f}} + \frac{f}{\alpha} \left(1 - e^{\frac{-\alpha b}{f}} \right) \cos \zeta + h^4 v \left(\frac{1}{f^4} - \frac{1}{h^4} \right).$$

30. Visto que esta água verdadeiramente irrompe na atmosfera, outra pressão não suporta, além do peso da atmosfera, donde será

$$l = C e^{\frac{-\alpha b}{f}} + \frac{f}{\alpha} \left(1 - e^{\frac{-\alpha b}{f}} \right) \cos \zeta + h^4 v \left(\frac{1}{f^4} - \frac{1}{h^4} \right)$$

e substituído pelo valor do próprio C

$$l = l e^{\frac{-\alpha a}{g} - \frac{\alpha b}{f}} + \frac{g}{\alpha} e^{\frac{-\alpha b}{f}} \left(1 - e^{\frac{-\alpha a}{g}} \right) + e^{\frac{-\alpha b}{f}} h^4 v \left(\frac{1}{g^4} - \frac{1}{f^4} \right) + \frac{f}{\alpha} \left(1 - e^{\frac{-\alpha b}{f}} \right) \cos \zeta + h^4 v \left(\frac{1}{f^4} - \frac{1}{h^4} \right).$$

31. Imediatamente desta equação é extraída a velocidade, pela qual a água irrompe através do orifício CD . Assim aparecerá a altura devida por esta velocidade

$$v = \frac{l \left(1 - e^{-\frac{\alpha a}{g} - \frac{ab}{f}} \right) - \frac{g}{\alpha} e^{-\frac{ab}{f}} \left(1 - e^{-\frac{\alpha a}{g}} \right) - \frac{f}{\alpha} \left(1 - e^{-\frac{\alpha b}{f}} \right) \cos \zeta}{e^{-\frac{ab}{f}} \cdot \frac{h^4}{g^4} + \left(1 - e^{-\frac{\alpha b}{f}} \right) \frac{h^4}{f^4} - 1}$$

ou sendo mudados os sinais do numerador e do denominador

$$v = \frac{\frac{g}{\alpha} e^{-\frac{ab}{f}} \left(1 - e^{-\frac{\alpha a}{g}} \right) + \frac{f}{\alpha} \left(1 - e^{-\frac{\alpha b}{f}} \right) \cos \zeta - l \left(1 - e^{-\frac{\alpha a}{g} - \frac{ab}{f}} \right)}{1 - \left(1 - e^{-\frac{\alpha b}{f}} \right) \frac{h^4}{f^4} - e^{-\frac{ab}{f}} \cdot \frac{h^4}{g^4}}$$

Mas se conseqüentemente o tubo FD seja vertical, será feito $\cos \zeta = 1$; mas se, no entanto, este fosse horizontal, será $\cos \zeta = 0$.

32. Por causa de α sendo extremamente pequeno,

$$e^{-\frac{\alpha a}{g}} = 1 - \frac{\alpha a}{g} + \frac{\alpha^2 a^2}{2g^2} - \frac{\alpha^3 a^3}{6g^3} + etc. ,$$

$$e^{-\frac{\alpha b}{f}} = 1 - \frac{\alpha b}{f} + \frac{\alpha^2 b^2}{2f^2} - \frac{\alpha^3 b^3}{6f^3} + etc. ,$$

será, não avançando além da segunda potência do próprio α :

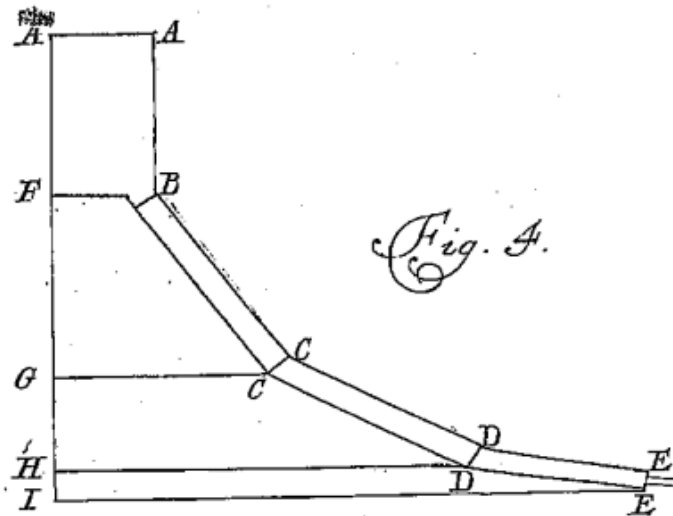
$$v = \frac{\begin{cases} a + b \cos \zeta \\ -\alpha \left(\frac{aa}{2g} + \frac{ab}{f} + \frac{bb \cos \zeta}{2f} + \frac{al}{g} + \frac{bl}{f} \right) \\ +\alpha \alpha \left(\frac{a^3}{6gg} + \frac{aab}{2fg} + \frac{abb}{2ff} + \frac{b^3 \cos \zeta}{6ff} + \frac{1}{2} l \left(\frac{a}{g} + \frac{b}{f} \right)^2 \right) \end{cases}}{1 - \frac{h^4}{g^4} - \frac{\alpha b}{f} \left(\frac{h^4}{f^4} - \frac{h^4}{g^4} \right) + \frac{\alpha \alpha b b}{2ff} \left(\frac{h^4}{f^4} - \frac{h^4}{g^4} \right)}$$

onde $a + b \cos \zeta$ denota a altitude total AG .

33. Se a amplitude do vaso superior $ABEF$ for quase infinita ou $g = \infty$, será:

$$v = \frac{a + b \cos \zeta - \frac{\alpha b}{f} \left(a + \frac{1}{2} b \cos \zeta + l \right) + \frac{\alpha^2 b b}{2ff} \left(a + \frac{1}{3} b \cos \zeta + l \right)}{1 - \frac{\alpha b h^4}{f^5} + \frac{\alpha \alpha b b h^4}{2f^6}}$$

donde fica exposto que a velocidade é assim menor, que aquela que adquire o corpo caindo da altitude AG ; e especialmente uma diminuição que aplica o peso l da atmosfera, deste modo ainda que no vácuo o efeito da fricção há de ser muito menor.



34. Se o canal (Fig. 4) através do qual a água cai, se ajusta por meio de vários tubos cilíndricos inclinados de qualquer modo em relação ao horizonte, então o movimento da água ou a velocidade do efluxo, com o movimento tendo sido prontamente restaurado à uniformidade, sem dificuldade poderá ser resolvido.

Seja, pois, estabelecido para cada uma das partes

$$\begin{aligned} AF = a, \text{ amplitude } AA = ff & \quad \text{e} \quad \text{ângulo com a vertical} = 0, \\ BC = b, \text{ amplitude } BB = gg & \quad \text{e} \quad \text{ângulo com a vertical} = \zeta, \\ CD = c, \text{ amplitude } CC = hh & \quad \text{e} \quad \text{ângulo com a vertical} = \eta, \\ DE = d, \text{ amplitude } DD = ii & \quad \text{e} \quad \text{ângulo com a vertical} = \theta. \end{aligned}$$

Finalmente seja o orifício $EE = kk$, que até aqui indicamos por hh .

35. Seja enfim v a altitude devida pela velocidade, com que a água efluirá através do orifício $EE = kk$, e seja colocado o estado de compressão da água

$$\begin{aligned} \text{em } AA = l, & \quad \text{que é uma altitude em torno de 30 pés,} \\ \text{em } BB = P, & \\ \text{em } CC = Q, & \\ \text{em } DD = R, & \\ \text{em } EE = l, & \quad \text{com este seja feito o efluxo.} \end{aligned}$$

36. Mas posto que o cálculo já estabelecemos antes, encontraremos

$$\begin{aligned} P &= l e^{\frac{-aa}{f}} + \frac{f}{\alpha} \left(1 - e^{\frac{-\alpha a}{f}}\right) + k^4 v \left(\frac{1}{f^4} - \frac{1}{g^4}\right), \\ Q &= P e^{\frac{-ab}{g}} + \frac{g}{\alpha} \left(1 - e^{\frac{-\alpha b}{g}}\right) \cos \zeta + k^4 v \left(\frac{1}{g^4} - \frac{1}{h^4}\right), \\ R &= Q e^{\frac{-ac}{h}} + \frac{h}{\alpha} \left(1 - e^{\frac{-\alpha c}{h}}\right) \cos \eta + k^4 v \left(\frac{1}{h^4} - \frac{1}{i^4}\right), \\ l &= R e^{\frac{-ad}{i}} + \frac{i}{\alpha} \left(1 - e^{\frac{-\alpha d}{i}}\right) \cos \theta + k^4 v \left(\frac{1}{i^4} - \frac{1}{k^4}\right) \end{aligned}$$

e daqui a velocidade procurada ou a altitude v é definida: e simultaneamente estabelece a lei, que servirá para avançar, se o canal é composto com várias partes.

37. A fim de que desenvolvamos estas fórmulas com comodidade, estabeleçamos em favor da brevidade

$$e^{\frac{-\alpha a}{f}} = 1 - \alpha A, \quad e^{\frac{-\alpha b}{g}} = 1 - \alpha B,$$

$$e^{\frac{-\alpha c}{h}} = 1 - \alpha C, \quad e^{\frac{-\alpha d}{i}} = 1 - \alpha D,$$

de tal modo que seja

$$A = \frac{a}{f} \left(1 - \frac{\alpha a}{2f} + \frac{\alpha^2 a^2}{6f^2} - \frac{\alpha^3 a^3}{24f^3} + \text{etc.} \right),$$

$$B = \frac{b}{g} \left(1 - \frac{\alpha b}{2g} + \frac{\alpha^2 b^2}{6g^2} - \frac{\alpha^3 b^3}{24g^3} + \text{etc.} \right),$$

$$C = \frac{c}{h} \left(1 - \frac{\alpha c}{2h} + \frac{\alpha^2 c^2}{6h^2} - \frac{\alpha^3 c^3}{24h^3} + \text{etc.} \right),$$

$$D = \frac{d}{i} \left(1 - \frac{\alpha d}{2i} + \frac{\alpha^2 d^2}{6i^2} - \frac{\alpha^3 d^3}{24i^3} + \text{etc.} \right).$$

38. Sendo conseqüentemente

$$P = (1 - \alpha A)l + Af + k^4 v \left(\frac{1}{f^4} - \frac{1}{g^4} \right),$$

será

$$Q = (1 - \alpha A)(1 - \alpha B)l + (1 - \alpha B)Af + (1 - \alpha B)k^4 v \left(\frac{1}{f^4} - \frac{1}{g^4} \right) + Bg \cos \zeta$$

$$+ k^4 v \left(\frac{1}{f^4} - \frac{1}{g^4} \right)$$

ou

$$Q = (1 - \alpha A)(1 - \alpha B)l + (1 - \alpha B)Af + Bg \cos \zeta$$

$$+ (1 - \alpha B) \frac{k^4 v}{f^4} + \alpha B \frac{k^4 v}{f^4} - \frac{k^4 v}{h^4}.$$

Daqui em diante é feito

$$R = (1 - \alpha A)(1 - \alpha B)(1 - \alpha C)l + A(1 - \alpha B)(1 - \alpha C)f$$

$$+ B(1 - \alpha C)g \cos \zeta + Ch \cos \eta + (1 - \alpha B)(1 - \alpha C) \frac{k^4 v}{f^4}$$

$$+ \alpha B(1 - \alpha C) \frac{k^4 v}{g^4} + \alpha C \frac{k^4 v}{h^4} - \frac{k^4 v}{i^4},$$

donde finalmente é obtida esta igualdade

$$l - (1 - \alpha A)(1 - \alpha B)(1 - \alpha C)(1 - \alpha D)l$$

$$= A(1 - \alpha B)(1 - \alpha C)(1 - \alpha D)f + B(1 - \alpha C)(1 - \alpha D)g \cos \zeta$$

$$+ C(1 - \alpha D)h \cos \eta + Di \cos \theta + (1 - \alpha B)(1 - \alpha C)(1 - \alpha D) \frac{k^4 v}{f^4}$$

$$+ \alpha B(1 - \alpha C)(1 - \alpha D) \frac{k^4 v}{h^4} + \alpha C(1 - \alpha D) \frac{k^4 v}{h^4} + \alpha D \frac{k^4 v}{i^4} - v.$$

39. Seja, além disso, colocado para abreviação

$$\begin{aligned} e^{-\frac{\alpha a}{f}} = 1 - \alpha A = \mathfrak{A}, & \quad e^{-\frac{\alpha b}{g}} = 1 - \alpha B = \mathfrak{B}, \\ e^{-\frac{\alpha c}{h}} = 1 - \alpha C = \mathfrak{C}, & \quad e^{-\frac{\alpha d}{i}} = 1 - \alpha D = \mathfrak{D}, \end{aligned}$$

além disso verdadeiramente:

$$\frac{k^4}{f^4} = \mathfrak{f}, \quad \frac{k^4}{g^4} = \mathfrak{g}, \quad \frac{k^4}{h^4} = \mathfrak{h} \quad \text{e} \quad \frac{k^4}{i^4} = \mathfrak{i},$$

será

$$v = \frac{A\mathfrak{B}\mathfrak{C}\mathfrak{D}f + B\mathfrak{C}\mathfrak{D}g \cos \zeta + C\mathfrak{D}h \cos \eta + Di \cos \theta - l + \mathfrak{A}\mathfrak{B}\mathfrak{C}\mathfrak{D}l}{1 - \mathfrak{B}\mathfrak{C}\mathfrak{D}\mathfrak{f} - \alpha B\mathfrak{C}\mathfrak{D}\mathfrak{g} - \alpha C\mathfrak{D}\mathfrak{h} - \alpha Di},$$

onde $a + b \cos \zeta + c \cos \eta + d \cos \theta$ é a altitude da água mais elevada acima do orifício EE .

40. Caso negligenciemos todas as potências do próprio α superiores a primeira, encontraremos:

$$v = \frac{\begin{cases} a + b \cos \zeta + c \cos \eta + d \cos \theta - \alpha a \left(\frac{a}{2f} + \frac{b}{g} + \frac{c}{h} + \frac{d}{i} \right) \\ - \alpha l \left(\frac{a}{f} + \frac{b}{g} + \frac{c}{h} + \frac{d}{i} \right) & - \alpha b \cos \zeta \left(\frac{b}{2g} + \frac{c}{h} + \frac{d}{i} \right) \\ & - \alpha c \cos \eta \left(\frac{c}{2h} + \frac{d}{i} \right) \\ & - \alpha d \cos \theta \left(\frac{d}{2i} \right) \end{cases}}{1 - \mathfrak{f} + \alpha \mathfrak{f} \left(\frac{b}{g} + \frac{c}{h} + \frac{d}{i} \right) - \alpha \mathfrak{g} \frac{b}{g} - \alpha \mathfrak{h} \frac{c}{h} - \alpha \mathfrak{i} \frac{d}{i}}$$

e, se fosse exatamente nula a fricção ou $\alpha = 0$, surgisse:

$$v = \frac{a + b \cos \zeta + c \cos \eta + d \cos \theta}{1 - \mathfrak{f}},$$

donde criada com a altitude total $AI = q$ será

$$v = \frac{f^4}{f^4 - k^4} \cdot q.$$

41. Em trânsito observo o seguinte, caso a amplitude dos vasos de cima seja máxima com relação a amplitude do orifício, haverá de ser $v = q$, ou a velocidade do efluxo em EE é devida à altitude $AI = q$, o que concorda com o princípio conhecido. Mas se, no entanto, a amplitude dos vasos de cima ff não muito exceda a amplitude do orifício kk , então $v > q$, ou se a água com maior velocidade efluísse, com relação ao caso precedente, o que por não pouco será percebido um paradoxo. A verdadeira razão desta aceleração na nossa hipótese deve ser procurada, por um lado assumimos que o vaso supremo é mantido sempre cheio com água, onde no cálculo colocamos que a água escoante corre naquele vaso com a mesma velocidade, que a água que nele

entra: e deste modo esta água inicia o escoamento sem o repouso; donde não é surpresa, se ela irrompa através do orifício com maior velocidade, que aquela que convém à altitude $AI = q$.

42. Além disso, a partir daqui é percebido, porque o valor do próprio v , no caso em que o orifício kk é igual ao da amplitude da suprema ff , até que se fez infinito; daqui evidentemente chegou ao conhecimento este caso do movimento da água ser acelerado continuamente e nem que em algum tempo alcance o estado de uniformidade. Há quanto tempo, pois, quantidade igual de água acima flui, quanto embaixo irrompe, e certamente sempre tanta velocidade, quanto a água que entra, este movimento continuo da mesma maneira será acelerado, e que costuma ocorrer na queda dos mais pesados. Além disso, muito menos estado de uniformidade local pode existir, se fosse $kk > ff$, exceto, para o caso que a água é separada das laterais do tubo.

43. Se também consequentemente o vaso supremo é mantido continuamente cheio com água, a não ser se ao mesmo tempo a água seja derramada no vaso com tanta velocidade, quanto cai a superfície suprema, o cálculo a partir da Teoria não é capaz de ser conduzido a um resultado. Mas se consequentemente desejemos acomodar o cálculo aos experimentos, será necessário ser aceito o vaso supremo amplíssimo, para que kk diante de ff possa ser rejeitado com segurança; assim efetivamente a água que é derramada vagarosamente o movimento da água não é turbilhonado, sendo que a superfície suprema irá também cair muito lentamente.

44. No entanto, para que reconheçamos com mais clareza o efeito da fricção, convirá ser desenvolvido alguns casos mais simples, que possam ser comparados com experimentos, para que então se possa definir o valor da letra α . No entanto, com este valor uma vez definido, deixei para trás todos os casos, quanto mais tenham requerido multiplicidade de esforços, é fornecida abundância de fórmulas livradas de dificuldade e principalmente será determinada a diminuição da velocidade oriunda da fricção: todavia devido à razão antes atribuída à amplitude suprema ff diante do orifício kk estabelecerei enfaticamente maior, para que assim o valor da letra f pelo valor nulo possa ser tomado. No entanto é manifestado, contanto que seja $f > 3k$, haverá de ser $f < \frac{1}{81}$, cujo valor poderá ser desprezado sem erro apreciável.

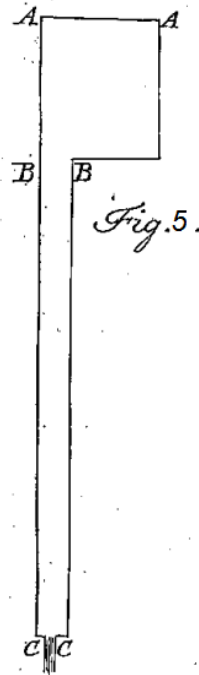
CASO I
CASO A ÁGUA DO VASO SUPREMO EFLUA ATRAVÉS
DE UM TUBO CILÍNDRICO VERTICAL

45. Seja (Fig. 5) a amplitude do vaso supremo $AA = ff$ e sua altura $AB = a$, que estabeleço ser mantido sempre cheio com água. A este vaso seria fixado verticalmente o tubo cilíndrico $BBCC$ de altura $BC = b$ e de amplitude = gg ; cuja base inferior do tubo seria perfurada com uma abertura $CC = kk$, através da qual a água eflua. Seja também $\frac{k^4}{f^4} = f = 0$, e tenham sido estabelecidos

$$\mathfrak{A} = e^{\frac{-\alpha a}{f}}, \quad \mathfrak{B} = e^{\frac{-\alpha b}{g}}, \quad A = \frac{1 - \mathfrak{A}}{\alpha} \quad \text{e} \quad B = \frac{1 - \mathfrak{B}}{\alpha}$$

Diante de $\cos \zeta = 1$ e $g = \frac{k^4}{g^4}$ será a velocidade, com que a água eflui através do orifício CC , devida à altitude v , que seria

$$v = \frac{A\mathfrak{B}f + Bg - l(1 + \mathfrak{U}\mathfrak{B})}{1 - \alpha Bg}.$$



46. E assim para valores tão próximos aos reais tanto quanto desejemos, teremos

$$\begin{aligned} & v \left(1 - \frac{abk^4}{g^5} \left(1 - \frac{ab}{2g} + \frac{\alpha^2 b^2}{6g^2} - \frac{\alpha^3 b^3}{24g^3} + \text{etc.} \right) \right) \\ &= a + b - \alpha a \left(\frac{a}{2f} + \frac{b}{g} \right) + \alpha^2 a \left(\frac{aa}{6ff} + \frac{ab}{2fg} + \frac{bb}{2gg} \right) \\ &\quad - \alpha^3 a \left(\frac{a^3}{24f^3} + \frac{a^2 b}{6ffg} + \frac{ab^2}{4fgg} + \frac{b^3}{6g^3} \right) + \text{etc.} \\ &\quad - \frac{abb}{2g} + \frac{\alpha ab^3}{6gg} - \frac{\alpha^3 b^4}{24g^3} + \text{etc.} \\ &= -\alpha l \left(\frac{a}{f} + \frac{b}{g} \right) + \frac{1}{2} \alpha^2 l \left(\frac{a}{f} + \frac{b}{g} \right)^2 - \frac{1}{6} \alpha^3 l \left(\frac{a}{f} + \frac{b}{g} \right)^3 + \text{etc.}, \end{aligned}$$

que é reduzida à seguinte forma:

$$\begin{aligned} & v \left(1 - \frac{k^4}{g^4} \left(\frac{ab}{g} - \frac{\alpha^2 b^2}{2g^2} + \frac{\alpha^3 b^3}{6g^3} - \text{etc.} \right) \right) \\ &= a + b - \alpha \left(\frac{aa}{2f} + \frac{ab}{g} + \frac{bb}{2g} + \frac{al}{f} + \frac{bl}{g} \right) \\ &\quad + \alpha \alpha \left(\frac{a^3}{6ff} + \frac{aab}{6fg} + \frac{abb}{2gg} + \frac{b^3}{6gg} + \frac{1}{2} l \left(\frac{a}{f} + \frac{b}{g} \right)^2 \right) \\ &\quad - \alpha^3 \left(\frac{a^4}{24f^3} + \frac{a^3 b}{6ffg} + \frac{aabb}{4fgg} + \frac{ab^3}{6g^3} + \frac{b^4}{24g^3} + \frac{1}{6} l \left(\frac{a}{f} + \frac{b}{g} \right)^3 \right) + \text{etc.} \end{aligned}$$

47. Se a altitude do vaso supremo $AB = a$ for muito curta, e, além disso, a amplitude ff muito maior que a amplitude do tubo gg , e simultaneamente o comprimento deste tubo $BC = b$ seja suficientemente grande, fica evidente que a fração $\frac{b}{g}$ é extremamente superior à fração $\frac{a}{f}$; desta forma consequentemente perante aquela desprezada, será

$$\begin{aligned} & v \left(1 - \frac{k^4}{g^4} \left(\frac{\alpha b}{g} - \frac{\alpha^2 b^2}{2gg} + \frac{\alpha^3 b^3}{6g^3} - \text{etc.} \right) \right) \\ &= a + b - \frac{\alpha b}{g} \left(a + \frac{1}{2} b + l \right) + \frac{\alpha \alpha b b}{gg} \left(\frac{1}{2} a + \frac{1}{6} b + \frac{1}{2} l \right) \\ &\quad - \frac{\alpha^3 b^3}{g^3} \left(\frac{1}{6} a + \frac{1}{24} b + \frac{1}{6} l \right) + \text{etc.} \end{aligned}$$

e esta série converge tanto mais, quanto menor for a fração $\frac{\alpha b}{g}$.

48. No entanto, por causa de certos consistentes experimentos na medida em que foi possível coletar de passagem, o valor do próprio α surgiu aproximadamente $= \frac{1}{4000}$. Logo, contudo que o número $\frac{b}{g}$ será menor que 4000, bastará que no limite subsistam os termos mais importantes, assim que seria

$$v \left(1 - \frac{\alpha b}{g} \cdot \frac{k^4}{g^4} \right) = a + b - \frac{\alpha b}{g} \left(a + \frac{1}{2} b + l \right)$$

ou

$$v = a + b - \frac{\alpha b}{g} \left(a + \frac{1}{2} b + l - \frac{k^4}{g^4} (a + b) \right).$$

49. Se o orifício $CC = kk$ for mínimo, de tal modo que $\frac{k^4}{g^4}$ por zero possa ser tomado, será

$$v = a + b - \frac{\alpha b}{g} \left(a + \frac{1}{2} b + l \right),$$

mas se no entanto, o tubo inferior esteja livre ou $gg = kk$, será considerado

$$v = a + b - \frac{\alpha b}{g} \left(l - \frac{1}{2} b \right).$$

Portanto, neste caso a velocidade do efluxo é mínima e é impedida ao máximo pela fricção; no entanto o caso é visto poder ocorrer, de maneira que se torna em $v = a + b$, como se a fricção não estivesse presente.

50. Certamente, se por acaso devesse acontecer, $b = 2l$, ou sendo l de trinta pés, fosse $b = 60$ pés: e ainda de tal modo, se fosse $b > 60$ pés, o nosso cálculo fornecesse $v > a + b$. Entretanto ainda que certíssimo é, a fricção nesta situação não pode ser de maneira que a água exile com maior velocidade, como se não estivesse presente a fricção. Declaro, pois, que casos deste tipo certamente não possam aqui ocorrer, pelo motivo que a água não adira em toda a

parte do tubo, mas deixasse para trás o vácuo, posto que sem dúvida o cálculo não possa ser a eles aplicado.

51. Para que isto seja visto mais claramente, deve ser observado que a água enquanto preencher toda a cavidade do tubo, até o ponto que é oprimida contra sua parede: sem que portanto ceda, para que a pressão da água dentro do tubo em algum lugar ou desapareça ou se faça um tanto negativa, de fato nesse lugar a parede do tubo abandonará e deixará para trás o vácuo, posto que sem dúvida o movimento da água que sem contestação há de existir de outra forma, e é definido através do cálculo. Efetivamente o cálculo não é capaz de valer neste local, a não ser que o estado de compressão da água no tubo neste local seja positivo.

52. Coloquemos, portanto, o estado de compressão da água na seção BB sendo $= R$, e por causa do parágrafo 36 teremos

$$l = R e^{\frac{-\alpha b}{g}} + \frac{g}{\alpha} \left(1 - e^{\frac{-\alpha b}{g}} \right) \cos \theta + \frac{k^4}{g^4} v - v$$

e por esta razão

$$R = e^{\frac{\alpha b}{g}} l - \frac{g}{\alpha} \left(e^{\frac{\alpha b}{g}} - 1 \right) + v \left(1 - \frac{k^4}{g^4} \right) e^{\frac{\alpha b}{g}}.$$

Já por causa de

$$e^{\frac{\alpha b}{g}} = 1 + \frac{\alpha b}{g} + \frac{\alpha^2 b^2}{2g^2},$$

será

$$R = l + \frac{\alpha b l}{g} - b - \frac{\alpha b b}{2g} + \left(1 + \frac{\alpha b}{g} \right) v \left(1 - \frac{k^4}{g^4} \right)$$

e sendo substituído pelo valor de v descoberto antes, resultará desprezados os termos multiplicados por α

$$R = l + a - \frac{k^4}{g^4} (a + b).$$

53. A menos que seja

$$l + a > \frac{k^4}{g^4} (a + b),$$

hipótese assumida no cálculo que não pode ter lugar; e por este motivo deve o comprimento do tubo b ser menor, que

$$\frac{g^4}{k^4} (l + a) - a.$$

Razão pela qual se o tubo inferior BC esteja totalmente aberto ou $gg = kk$, é necessário, que seja $b < l$: donde a hipótese é arruinada, se fosse $b = 2l$. Caso $gg = kk$, o comprimento

do tubo $BC = b$ não pode superar trinta pés, donde colocando $b = l$ para a máxima velocidade do efluxo, ou que é mínima impedida pela fricção, que é devida à altitude

$$v = a + b - \frac{\alpha ll}{2g}$$

e assim é menor, que aquele caso não existisse a fricção.

54. Mas em geral, caso seja $\frac{a}{f}$ tão pequeno, que perante $\frac{b}{g}$ possa ser considerado zero, será

$$\mathfrak{A} = 1 \quad , \quad A = \frac{a}{f} ;$$

$$v = \frac{ae^{-\frac{\alpha b}{g}} + \frac{g}{\alpha} \left(1 - e^{-\frac{\alpha b}{g}}\right) - l \left(1 - e^{-\frac{\alpha b}{g}}\right)}{1 - \frac{k^4}{g^4} \left(1 - e^{-\frac{\alpha b}{g}}\right)},$$

donde, caso o tubo inferior BC esteja totalmente aberto ou $\frac{k^4}{g^4} = 1$, será

$$v = a + \frac{g}{\alpha} \left(e^{\frac{\alpha b}{g}} - 1\right) - l \left(e^{\frac{\alpha b}{g}} - 1\right).$$

55. Se, pois, o tubo BC for tão fino, tal que seja $g = \alpha l$, a água em CC não efluirá com maior velocidade, que efluísse com o tubo em BB livre. E ainda se, além disso, o tubo BC for mais fino ou $g < \alpha l$, por exemplo $g < \frac{1}{2} \alpha l$, será feita

$$v = a + \frac{1}{2} l \left(e^{\frac{2b}{l}} - 1\right),$$

e se a altura b for muito pequena perante l , será

$$v = a - b - \frac{bb}{l};$$

por isso se não for $a > b + \frac{bb}{l}$, a água simplesmente não efluirá, isto é, nem que seja $a > b$.

56. Então o tubo BC pode ser tão fino, para que a fricção retenha completamente o efluxo da água através de seu orifício CC , e logo muito comodamente o valor da letra α através de experimentos poderá ser investigado. Seja assim fixado a um vaso suficientemente amplo AB , no qual a água ocupa uma altitude $AB = a$ não demasiadamente grande, um tubo, que costuma ser chamado, capilar, que existindo com amplitude = gg , seja estabelecido $g = \frac{1}{n} \alpha l$, e sendo

$$v = a - \frac{(n-1)}{n} l \left(e^{\frac{nb}{l}} - 1\right) = a - (n-1)b,$$

instalo este tubo que fosse no início tão longo, para que nenhuma água efluísse; imediatamente depois, seja diminuído de modo sucessivo o comprimento deste, até que a água comece

a escoar: com este comprimento anotado, qual seja = b , sendo $a - (n - 1)b = 0$, será $n = \frac{a+b}{b}$ e por esta razão

$$\alpha = \frac{a+b}{b} \cdot \frac{g}{l}.$$

57. O mesmo experimento também deste modo pode ser montado, para que um determinado comprimento do tubo capilar BC seja adotado, qualquer que seja o tamanho, tal que, se um mínimo de água no vaso superior seja derramada, nada eflua; então certamente seja aumentada a altura da água no vaso até o ponto, em que a água através do tubinho capilar inicie a efluir. Estando isto acontecendo, seja anotada a altitude = a , e porque é colocado o comprimento do tubinho b bem como já tendo sido conhecida sua amplitude gg , conforme antes é obtido

$$\alpha = \frac{a+b}{b} \cdot \frac{g}{l}.$$

58. Também evidente é o tubinho, que queremos usar, que deve ser tão estreito, para que seja $g < \alpha l$; pois se fosse $g > \alpha l$, o uso deste caso nunca serviria, para que o efluxo da água seja estorvado. Mas seja então que fosse permitido supor, $\alpha = \frac{1}{4000}$, por causa de $l = 30$ pés deveria ser

$$g < \frac{3}{400} \text{ pés} \quad \text{ou} \quad g < 0,0075 \text{ pés}$$

assim o diâmetro do tubinho deveria ser menor, que $\frac{85}{10000}$ pés ou que $\frac{1}{118}$ pés. Então o limite, inferior ao qual o diâmetro do tubinho devesse ser tomado, fosse em torno de uma só linha.

59. Se fosse $g = \alpha l$ ou $g < \alpha l$ e $a = 0$, então se um tubo deste tipo, de qualquer comprimento que fosse, que com água seja enchido, nada do interior dele escoará, mesmo que seja mantido na vertical. Então, sendo l um comprimento de 30 pés, facilmente poderá ser investigado o valor da letra α através de experimentos. Isto é, sejam preparados diversos tubinhos, dos quais as amplitudes gg sejam diferentes, que estejam os mesmos repletos com água; então dos mais amplos certamente a água efluirá, sem dúvida doutro modo dos mais estreitos, então tudo que é necessário, que deste tubinho, que abundante água não sai, seja medida a amplitude gg , e será então $\alpha = \frac{g}{l}$. Mas este verdadeiro efluxo deve ser observado, com o qual a água eflui estendida continuamente; pois se somente cai gota-a-gota, será o mesmo como se a água não efluísse. Pois finalmente tendo certamente discernida a fricção neste movimento, até que a água se acalme, devido à gravidade as gotas são gradualmente arrancadas e cairão, o que a fricção não tem força de impedir.

60. Fica, portanto, patente a estreiteza desses tipos de tubinhos, que mesmo que sejam abertos de ambos os lados, não deixam efluir a água contida, que pende pelo peso da atmosfera l , visto que isto acontece, se $g < \alpha l$. Devido a isto, observamos no vácuo, onde $l = 0$, que estes tubinhos eliminam totalmente a água, a menos até o ponto devido à natural constituição, que é particular aos tubinhos capilares, a água neles fique retida até certa altitude, mas que efluirá a água remanescente no vácuo, que na atmosfera caia toda gota-a-gota.

61. Também geralmente é entendido que devido à pressão da atmosfera que o efluxo da água é sempre retardado, e que certamente a fricção é a causa desta retardação: com efeito, vimos (54), que quanto menor seja a pressão da atmosfera l , por isto com maior velocidade a água jorra.

Mas se, portanto, seja a pressão da atmosfera diminuída não importa a causa, a água mais velozmente eflui do vaso; que por esta razão suponho ser, que o efluxo da água seja considerado ser acelerado pela eletricidade.

62. Não posso desprezar este fenômeno, aliás fácil de ser explicado, que certamente, se o vaso superior seja infinitamente estreito, ou se sua amplitude ff desapareça completamente, de tal modo que o tubo BC acima esteja inteiramente fechado, a água não eflui através do orifício CC , a não ser que o tubo fosse muito longo. De fato, este fenômeno, desprezando a fricção, esta teoria não vai ao encaixe, não se anulando o próprio valor de v , mesmo que seja colocado $f = 0$.

63. Mas levando em conta a fricção no duto, como, por causa de $f = 0$, torne-se $\mathfrak{A} = 0$, será da fração, cujo valor fornece o próprio v , o numerador

$$= Bg - l = \left(1 - e^{-\frac{\alpha b}{g}}\right) \frac{g}{\alpha} - l,$$

efetivamente para o denominador não é trabalho que me ocupe, que envolvesse a fração $\frac{k^4}{f^4} = \mathfrak{f}$, a qual desprezamos no parágrafo 45. Mas do numerador é reconhecido como sempre

$$1 - e^{-\frac{\alpha b}{g}} < \frac{\alpha l}{g},$$

pode haver aqui um efluxo nulo. Este, portanto, acontece se

$$e^{-\frac{\alpha b}{g}} > 1 - \frac{\alpha l}{g}$$

ou

$$= 1 - \frac{\alpha b}{g} + \frac{\alpha^2 b^2}{2g^2} - \frac{\alpha^3 b^3}{6g^3} + etc. > 1 - \frac{\alpha l}{g}$$

e por esta razão se

$$l > b - \frac{\alpha b b}{2g} + \frac{\alpha^2 b^3}{6g^3} - etc.$$

Ou a água não eflui, todas as vezes que for

$$\frac{\alpha b}{g} < -\log\left(1 - \frac{\alpha l}{g}\right)$$

ou

$$b < l - \frac{\alpha ll}{2g} + \frac{\alpha^2 l^3}{3gg} - \frac{\alpha^3 l^4}{4g^3} + etc.$$

Portanto, a não ser que o comprimento do tubo b fosse maior que este, a água não é capaz de efluir.

64. Além disso, percebamos diante de algum caso determinado, quanto seria o efeito da fricção, colocado o valor $\alpha = \frac{1}{4000}$, que na verdade é visto não ser muito inconsistente. Seja então a altitude do amplíssimo vaso supremo $AB = a = \frac{1}{3}$ pés, o comprimento do tubo anexo $BC = b = 4$ pés, sua amplitude $gg = \frac{1}{2500}$ pé ou $g = \frac{1}{50}$ pé este tubo embaixo seja completamente aberto, posto que se torne $kk = gg$; daqui será

$$\frac{\alpha b}{g} = \frac{1}{20} \quad e \quad e^{\frac{\alpha b}{g}} - 1 = 0,05127$$

e ainda $\frac{g}{\alpha} - l = 50$.

$$v = \frac{1}{3} + 2,564 = 2,897 \text{ pés}^{13}.$$

Portanto, para este caso, a altitude que é devida pela velocidade que a água eflui, é tão grande quanto 2,897 pés, com a fricção removida = $4\frac{1}{3}$ pés.

65. Se o efeito da fricção fosse menor, que aquele que assumi, a velocidade da água se aproximasse mais em direção à altitude de $4\frac{1}{3}$ pés. Para que isto apareça mais claramente, será

$$\frac{\alpha b}{g} = \frac{1}{30} \quad e \quad e^{\frac{\alpha b}{g}} - 1 = 0,033894$$

e ainda $\frac{g}{\alpha} - l = 50$, de onde será feito

$$v = \frac{1}{3} + 3,05056 = 3,8389 \text{ pés}^{14}.$$

Portanto a altitude que é devida pela velocidade houvesse de ser agora 3,8370, e por isto se aproximasse mais perto de $4\frac{1}{3}$ pés.

66. Mas com um vaso construído dessa forma, pode ser investigado através de um experimento, com quanta quantidade de água eflui em certo tempo. Pois, deixemos efluir num primeiro minuto uma quantidade de água, qual seja m pés cúbicos, e que igualmente em pés será $v = 100000 m m$, cujo valor seja comparado com aqueles, os quais determinamos para v a partir das hipóteses $\alpha = \frac{1}{4000}$ e $\alpha = \frac{1}{6000}$, ou se estas hipóteses menos concordem, sejam desenvolvidos outros cálculos, assim será conhecido o verdadeiro valor do próprio α . Conduzirá também diversos experimentos que dessa forma estabeleci, até que sejamos capazes de estar plenamente certos acerca do verdadeiro valor do próprio α .

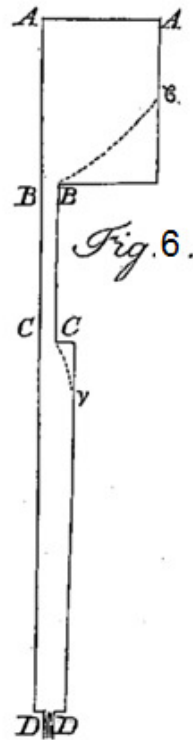
CASO II

SE A ÁGUA DO VASO SUPREMO EFLUI ATRAVÉS DE UM TUBO CILÍNDRICO VERTICAL COMPOSTO DE DUAS PARTES CILÍNDRICAS

67. Seja (Fig. 6) a amplitude do vaso supremo $AA = ff$, que seja muito grande, e que sua altura $AB = a$, de maneira que estabeleço que o vaso é continuamente conservado cheio com

¹³ Edição primeira: $v = \frac{1}{3} + 2,563 = 2,896$. Valor mais acurado retirado da fórmula do parágrafo 64: 3,028. C.T. Corrigiu.

¹⁴ Edição primeira: $v = \frac{1}{3} + 3,05046 = 3,8379$. Valor mais acurado retirado da fórmula do parágrafo 64: 3,48729. C.T. Corrigiu.



água. Que a partir deste vaso a água flua no tubo BC , de cuja amplitude seja $BB = gg$ e altitude $BC = b$: seja, além disso, anexado àquele tubo em CC um tubo vertical CD , de amplitude = hh e de comprimento $CD = c$: de cuja base inferior tenha sido perfurada uma abertura $DD = kk$, através da qual a água eflua na atmosfera. Que também l expresse a altitude da coluna d'água de mesmo peso da atmosfera: seja também kk perante ff tão pequeno, para que $\frac{k^4}{f^4}$ possa ser tomado como zero.

68. Sendo estes estabelecidos por causa da brevidade

$$\mathfrak{A} = e^{\frac{-\alpha a}{f}}, \quad A = \frac{1 - \mathfrak{A}}{\alpha}, \quad \mathfrak{B} = e^{\frac{-\alpha b}{g}}, \quad B = \frac{1 - \mathfrak{B}}{\alpha},$$

$$\mathfrak{C} = e^{\frac{-\alpha c}{h}}, \quad C = \frac{1 - \mathfrak{C}}{\alpha},$$

além disso, certamente

$$g = \frac{k^4}{g^4} \quad e \quad h = \frac{k^4}{h^4}.$$

Agora a água que eflui através do orifício $DD = kk$ é descoberta com a velocidade devida pela altitude, qual seja

$$v = \frac{A\mathfrak{B}\mathfrak{C}f + B\mathfrak{C}g + Ch - (1 - \mathfrak{A}\mathfrak{B}\mathfrak{C})l}{1 - (1 - \mathfrak{B})\mathfrak{C}g - (1 - \mathfrak{C})h},$$

donde, como já acima apontamos, resulta, caso a fricção desapareça

$$v = a + b + c ,$$

desse modo a altitude que fosse devida pela velocidade iguala à toda altitude AD .

69. Se a amplitude do tubo do meio BC fosse igual à amplitude do mais baixo CD , voltaria para o caso que precede; mas se, no entanto, fosse mais amplo, como pudesse ser visto como uma parte do vaso supremo, e pura e simplesmente haveria voltado para o primeiro caso. Por isso, portanto, se os fenômenos, que são próprios ao caso, desejamos descobrir, o tubo médio BC virá juntamente numa posição vertical, muito mais estreito que o vaso superior ou que o tubo mais baixo CD . Está confirmado pelos experimentos, que por causa da fineza deste tipo de passagem média BC , a velocidade do efluxo não é apreciavelmente diminuída, donde a causa desta diminuição é abertamente atribuída à fricção, com a fricção removida a amplitude deste tubo gg não afetaria a velocidade do efluxo.

70. Contudo, se a amplitude do tubo BC é muito menor, que a do superior e do inferior, é evidente que o veio de água, que do vaso superior para ele entra, imediatamente é contraído, e com modo similar, sai daí no tubo mais amplo CD , mas também depois de egresso permanece mais estreito; e deste modo a água desta forma será movida, como se passasse através do tubo $\beta B B C C \gamma$, ainda que deva tomar-se em conta que tanto o vaso superior quanto o tubo inferior contrair-se de qualquer maneira. Esta circunstância será considerada no cálculo, se o comprimento do tubo mais fino BC um tanto maior seja considerado, que é na realidade, até o ponto que seja subtraída a altura dos tubos contíguos.

71. Assumirei, portanto, que é feita, neste momento, esta alteração na designação das alturas a, b, c , para que seja a quantidade b tanto maior, quanto sejam verdadeiramente menores a e c , como na realidade são tomados. Desta forma, portanto, a altura b é considerada tanto maior, quanto menor tenha sido a amplitude deste tubo, diante da amplitude tanto do superior quanto do inferior. Por isso, se o tubo BC tenha sido estreitíssimo ou gg mínimo, e também a altura deste BC fosse mínima, contudo o valor da letra b deverá ser considerado extraordinário; e se BC quase desaparecesse, o que acontece, se o fundo do vaso superior fosse perfurado com uma abertura exígua, todavia a letra b caberia no cálculo um valor pequeno.

72. Seja, pois, a amplitude quase evanescente do tubinho BC ou g quase igual a zero, de tal forma que o valor do próprio b alcance uma magnitude moderada, ainda que acidentalmente a própria altura BC seja mínima; e será $\frac{b}{g}$ um número assaz grande, pelo qual o próprio $\mathfrak{B} = \frac{-ab}{g}$ resultará numa fração muito menor que a unidade, tal que, se fosse $g = 0$, terá sido integralmente $\mathfrak{B} = 0$. Além disso, verdadeiramente, tornar-se-á $g = \frac{k^4}{g^4}$ uma quantidade máxima. Visto que verdadeiramente as amplitudes ff e hh são estabelecidas não assaz pequenas, será

$$\mathfrak{X} = 1 - \frac{aa}{f} + \frac{aaaa}{2ff} , \quad \mathfrak{C} = 1 - \frac{ac}{h} + \frac{\alpha^2 cc}{2hh}$$

e

$$A = \frac{a}{f} - \frac{aaa}{2ff} \quad e \quad C = \frac{c}{h} -^{15} \frac{acc}{2hh} .$$

¹⁵ Edição primeira: +. Tradutor corrigiu.

73. No entanto, antes que possamos definir o próprio efluxo, deve ser observado, que se a água neste vaso permanece contínua e é capaz de aderir-se nas laterais do vaso; o que procuramos ao final é o estado de compressão da água em CC , que seria expresso pela altitude R , e será

$$l = R\mathfrak{C} + Ch + \mathfrak{h}v - v,$$

daí que é achado:

$$R = \frac{l - Ch + (1 - \mathfrak{h})v}{\mathfrak{C}},$$

que se a magnitude fosse negativa, a água não permaneceria contínua e por esta razão seria adverso o cálculo do efluxo.

74. Então sendo estabelecido \mathfrak{B} muito pequeno e por isso $B = \frac{1}{\alpha}$

$$v = \frac{a\mathfrak{B}\mathfrak{C} + \frac{g}{\alpha}\mathfrak{C} + Ch - l}{1 - \mathfrak{C}g - \alpha C\mathfrak{h}} = \frac{\frac{g}{\alpha}\mathfrak{C} + Ch - l}{1 - \mathfrak{C}g},$$

com os menores termos desprezados será

$$R = \frac{l - Ch}{\mathfrak{C}} + \frac{(1 - \mathfrak{h})\frac{g}{\alpha}}{1 - \mathfrak{C}g} - \frac{(1 - \mathfrak{h})(l - Ch)}{\mathfrak{C}(1 - \mathfrak{C}g)},$$

$$R = \frac{(1 - \mathfrak{h})\frac{g}{\alpha}}{1 - \mathfrak{C}g} - \frac{(\mathfrak{C}g - \mathfrak{h})(l - Ch)}{\mathfrak{C}(1 - \mathfrak{C}g)}.$$

Mas sendo muito próximo

$$\mathfrak{C} = 1 \quad e \quad Ch = c,$$

será

$$v = \frac{\frac{g}{\alpha} + c - l}{l - g} \quad e \quad R = \frac{\frac{g}{\alpha}(1 - \mathfrak{h}) - (g - \mathfrak{h})(l - c)}{1 - g}.$$

75. Portanto, fica logo patente, se fosse $g = 1$ ou $g > 1$, que o efluxo jamais será conduzido ao estado de uniformidade e por esta razão o movimento a partir de fórmulas, as quais são apropriadas a este estado, não pode ser definido inteiramente; por isso sem se mexer desde o início do cálculo que de tal modo devesse ser preparado, para que a altura v como variável fosse introduzida. Mas se, no entanto, tivesse sido $g < 1$ ou $kk < gg$, o efluxo certamente passará a uniforme e a água efluirá, se tivesse sido

$$\frac{g}{\alpha} + c > l \quad e \quad \text{simultaneamente} \quad \frac{g}{\alpha}(1 - \mathfrak{h}) > (g - \mathfrak{h})(l - c);$$

mas se, no entanto, seja

$$\frac{g}{\alpha} + c = l \quad \text{ou} \quad \frac{g}{\alpha} + c < l,$$

a água simplesmente não efluirá, ainda que assumimos existente $kk < gg$. Todavia caso seja

$$\frac{g}{\alpha} + c > l \quad \text{por exemplo} \quad \frac{g}{\alpha} + c = l + \gamma,$$

o efluxo alcançará a uniformidade, todas as vezes que $c < l$. Mas nos casos, para os quais $c > l$, este ocorrerá com muito mais razão, pois, diante de $h < g$, então o valor do próprio R é sempre positivo.

CASO III
SE A ÁGUA DO VASO CONSTANTEMENTE CHEIO EFLUI ATRAVÉS DE
UM TUBO HORIZONTAL

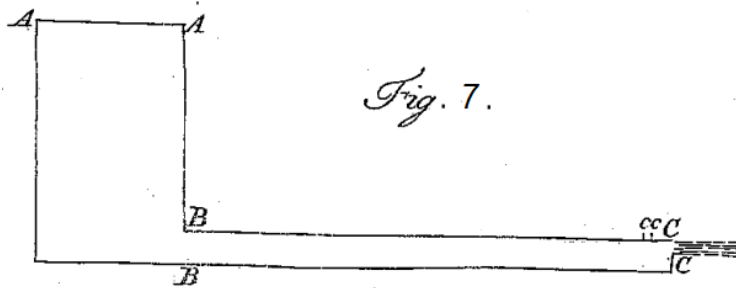
76. Seja (Fig. 7) a amplitude do vaso $AA = ff$ e altura $AB = a$, verdadeiramente de um tubo fixado horizontalmente o comprimento $BC = b$, a amplitude $BB = gg$, e um lume através do qual a água eflui, $CC = kk$. Seja colocado por causa da brevidade

$$\mathfrak{A} = e^{-\frac{\alpha a}{f}}, \quad A = \frac{1 - \mathfrak{A}}{\alpha}, \quad \mathfrak{B} = e^{-\frac{\alpha b}{g}},$$

$$B = \frac{1 - \mathfrak{B}}{\alpha}, \quad \mathfrak{f} = \frac{k^4}{f^4} = \mathfrak{f} \quad \text{e} \quad \mathfrak{g} = \frac{k^4}{g^4};$$

será a altura devida pela velocidade do efluxo, diante de $\zeta = 90^\circ$ e $\cos \zeta = 0$, denotando l a altitude de 30 pés,

$$v = \frac{A\mathfrak{B}f - (1 - \mathfrak{A}\mathfrak{B})l}{1 - \mathfrak{B}\mathfrak{f} - \alpha B\mathfrak{g}}.$$



77. Se o vaso AB fosse muito grande, seria

$$\mathfrak{f} = 0, \quad \mathfrak{A} = 1 - \frac{\alpha a}{f} \quad \text{e} \quad A = \frac{a}{f} - \frac{\alpha a^2}{2ff},$$

donde a velocidade do efluxo será devida à altitude

$$v = \frac{a\mathfrak{B} \left(1 - \frac{\alpha a}{2f}\right) - \left(1 - \mathfrak{B} + \frac{\alpha a}{f} \mathfrak{B}\right) l}{1 - (1 - \mathfrak{B})\mathfrak{g}},$$

donde com $g = \frac{k^4}{g^4}$, que não pode superar a unidade, o denominador será sempre uma quantidade positiva $> Bg$: cuja evidência é que certamente o efluxo da água chegará ao estado de uniformidade.

78. Também, para que o movimento eflua a água, é necessário, que seja

$$a\mathfrak{B} \left(1 - \frac{\alpha a}{2f}\right) > \left(1 - \mathfrak{B} + \frac{\alpha a}{f} \mathfrak{B}\right) l$$

ou

$$\mathfrak{B} > \frac{fl}{f(a+l) - \alpha a \left(\frac{1}{2}a + l\right)} ;$$

e por esta razão

$$e^{\frac{\alpha b}{g}} < 1 + \frac{a}{l} - \frac{\alpha a a}{2fl} - \frac{\alpha a}{f} ;$$

daqui com a tomada dos logaritmos seja necessário

$$\frac{\alpha b}{g} < \log \left(1 + \frac{a}{l}\right) - \frac{\alpha a(a+2l)}{2f(a+l)} ,$$

onde $\log \left(1 + \frac{a}{l}\right)$ denota o logaritmo hiperbólico do número $1 + \frac{a}{l}$. Portanto, o efluxo cessará, caso seja

$$b > \frac{g}{\alpha} \log \left(1 + \frac{a}{l}\right) - \frac{ag(a+2l)}{2f(a+l)} .$$

79. Por isso, quanto mais longo fosse o tubo horizontal BC , tanto mais lentamente a água efluiria, e o seu comprimento pode crescer de tal maneira que a água através dele simplesmente não eflua; que naturalmente ocorrerá se fosse

$$b > \frac{g}{\alpha} \log \left(1 + \frac{a}{l}\right) - \frac{ag(a+2l)}{2f(a+l)} .$$

Isto também deve ser percebido, se fosse feita uma abertura CC na parte de cima da extremidade do tubo BC . Pois certamente efluiria se fosse na parte de baixo, por conta da própria gravidade da água no tubo horizontal, a qual não foi por mim contemplada no cálculo.

80. Se a altura a for menor que l , será aproximadamente

$$\log \left(1 + \frac{a}{l}\right) = \frac{a}{l} .$$

Portanto, assim que o comprimento do tubo b terá superado esta quantidade

$$\frac{ga}{\alpha l} - \frac{ag(a+2l)}{2f(a+l)} ,$$

o efluxo de água através do orifício CC cessará. E porque o segundo termo é mínimo com relação ao primeiro, a água não efluirá abundante, quando terá sido $b > \frac{ga}{\alpha l}$. Logo seja necessário para que a água eflua,

$$b < \frac{ga}{\alpha l}.$$

81. Portanto, se a altura do vaso $AB = a$ for de um único pé, diante de $l = 30$ pés, o efluxo da água será retido se o comprimento do tubo BC fosse maior que $\frac{g}{30\alpha}$. Logo, um novo modo é obtido para ser determinado o valor da letra α : sendo através de experimentos explorado o comprimento do tubo horizontal b , cuja amplitude gg seja anotada, quando cessa o efluxo, será

$$\alpha = \frac{ga}{bl}.$$

82. Portanto experimentos deste tipo poderão ser instituídos com tubos não tanto estreitos, da mesma maneira que com o modo antes exposto, donde este mesmo modo é reconhecido ter sido antes aplicado. Pois, tubos muito estreitos, que costumam ser chamados capilares, sejam providos com propriedades singulares, sempre uma dúvida seria deixada para trás, se, perante estas propriedades, o efluxo da água através destes tipos de tubos não sofra uma perturbação particular, de modo que o valor do próprio α daí coletado fosse dado como duvidoso.

83. A fim de que eu apresente um exemplo de experimentos deste tipo, estabeleçamos que exista um vaso amplíssimo AAB , que exista o comprimento $b = 2$ pés e a amplitude $gg = \frac{1}{625}$ pés quadrados, e por esta razão $g = \frac{1}{25}$ pés, de um tubo BC verdadeiramente horizontal; também o lume dele kk que de tal forma seja pequeno, para que $g = \frac{k^4}{g^4}$ possa ser considerado como zero. Daqui, perante o vaso amplíssimo AAB poderá ser ignorada a fração $\frac{aa}{f}$, e será considerado

$$\mathfrak{B} = e^{\frac{-\alpha b}{g}} = 1 - \frac{1}{80},$$

tomado $\alpha = \frac{1}{4000}$. Certamente será obtido

$$v = a - \frac{a - 30}{80} = \frac{79a - 30}{80}.$$

Para que então neste caso a água eflua com ação, é necessário, que seja

$$a > \frac{30}{79} \text{ pés.}$$

84. Se tivéssemos colocado $\alpha = \frac{1}{6000}$, surgiria

$$\mathfrak{B} = 1 - \frac{1}{120} \quad \text{e} \quad v = a - \frac{a - 30}{120} = \frac{119a - 30}{120},$$

logo, a água começaria a efluir imediatamente certamente quando a altura da água a no vaso AB superasse $\frac{30}{119}$ pés. Então, com α colocada incógnita seria

$$\mathfrak{B} = 1 - 50 \alpha \quad e \quad v = a(1 - 50 \alpha) - 1500 \alpha,$$

seria aumentada gradualmente a altura da água no vaso AB , até que a água através do orifício CC inicie a efluir, e seria anotada então a altura $AB = a$ em pés, será

$$\alpha = \frac{a}{50a + 1500}.$$

85. Se o mesmo experimento fosse montado com outro tubo horizontal, do qual tanto o comprimento b quanto a amplitude gg seja qualquer, mas, entretanto, de tal maneira que $\frac{ab}{g}$ permaneça uma fração assaz pequena, e que seja suficientemente exata

$$\mathfrak{B} = 1 - \frac{\alpha b}{g} \quad e \quad v = a \left(1 - \frac{\alpha b}{g} \right) - \frac{\alpha b l}{g},$$

e ainda que a altura da água no vaso AB seja anotada, quando a água através do orifício CC inicie a efluir pela primeira vez, assim será obtido

$$\alpha = \frac{ag}{b(a + l)}$$

e que é visto como um certíssimo modo de investigar o verdadeiro valor do próprio α .

86. No entanto, consideremos como conhecido o valor do próprio α , qual seja $\alpha = \frac{1}{4000}$, e vejamos por um exemplo, quanta debilitação deva resultar por causa da fricção nas fontes com jorros d'água. Seja então o vaso AB assaz alto, qual seja $a = 100$ pés e sua amplitude $ff = 1$ pé quadrado ou $f = 1$. Além disso, seja a amplitude do tubo horizontal $gg = \frac{1}{100}$ ou $g = \frac{1}{10}$ e seu comprimento $b = 100$ e um lume $kk = \frac{1}{10000}$: será $\mathfrak{f} = 0$ e $\mathfrak{g} = \frac{1}{10000}$, então verdadeiramente

$$\mathfrak{A} = 1 - \frac{1}{40} + \frac{1}{2 \cdot 1600} - \text{etc.}$$

ou

$$\mathfrak{A} = 0,97531 \quad e \quad \mathfrak{B} = 0,77880 \quad e \quad A = 98,760.$$

87. Com estes valores estabelecidos aparecerá a altitude que é devida pela velocidade do efluxo

$$v = 69,703 \text{ pés}^{16}.$$

Mas se, no entanto, seja criado um lume no dorso do tubo de cerca de cc , que através dele a água irrompa verticalmente, o jorro d'água da fonte se elevará a uma altitude do tamanho de $69\frac{2}{3}$ pés, e por esta razão se afastará com 30 pés da altitude da água no vaso. Verdadeiramente este salto também será diminuído de uma quantidade indefinida por causa da resistência da atmosfera, de modo que a fonte nem mesmo alcance a altitude de $69\frac{2}{3}$ pés.

¹⁶ Edição primeira: 69,701.

CASO IV
CASO A ÁGUA DO VASO CONSTANTEMENTE CHEIO ESCORRA
ATRAVÉS DE UM TUBO CILÍNDRICO INCLINADO

88. Seja (Fig. 8) a amplitude do vaso $AA = ff$ e de altura $AB = a$, o comprimento do tubo inclinado $BC = b$, amplitude $BB = gg$ e o ângulo, que está inclinado com direção à reta vertical, $= \zeta$, de modo que $\cos \zeta$, exprima o seno da inclinação em relação ao horizonte; verdadeiramente eflui água através do lume $CC = kk$, que diante de ff seja mínimo, para que seja

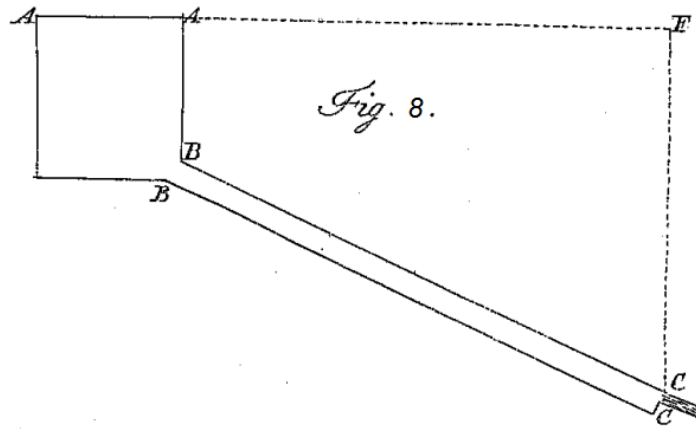
$$\frac{k^4}{f^4} = \mathfrak{f} = 0.$$

Além disso seja colocado

$$\frac{k^4}{g^4} = \mathfrak{g}, \quad \mathfrak{A} = e^{\frac{-\alpha a}{f}}, \quad A = \frac{1 - \mathfrak{A}}{\alpha}, \quad \mathfrak{B} = e^{\frac{-\alpha b}{g}}, \quad \text{e } B = \frac{1 - \mathfrak{B}}{\alpha};$$

com estes tendo sido colocados, será a altitude devida pela velocidade, com a qual a água eflui através de CC

$$v = \frac{A\mathfrak{B}f + Bg \cos \zeta - (1 - \mathfrak{A}\mathfrak{B})l}{1 - \alpha \mathfrak{B}g}.$$



89. Não sendo a altura do vaso $AB = a$ assaz grande e a sua amplitude ff enorme, será $Af = a$ e $\mathfrak{A} = 1$, aproximadamente, donde será obtido

$$v = \frac{a\mathfrak{B} + \frac{1}{\alpha}(1 - \mathfrak{B})g \cos \zeta - (1 - \mathfrak{B})l}{1 - (1 - \mathfrak{B})g},$$

onde, não podendo g superar a unidade e sendo $\mathfrak{B} < 1$, o denominador será uma quantidade positiva; donde o movimento atingirá a uniformidade. Contudo se o numerador fosse $= 0$ ou uma quantidade negativa, a água certamente não efluiria, pelo contrário em quietude permanecerá.

90. Se a altura do vaso $AB = a$ seja até certo ponto mínima, o efluxo não está com disposição de se expor, a não ser que seja

$$g \cos \zeta > \alpha l$$

ou a não ser que a projeção da declividade do tubo seja maior que $\frac{\alpha l}{g}$. Então que seja colocado

$$g = n \alpha l = 0,0075 n \text{ pés,}$$

para que a água escorra através do tubo *BC*, é necessário que seja

$$\cos \zeta > \frac{1}{n}.$$

Portanto, se $n = 1$ ou se $n < 1$, a água através de tal tubo certamente não escorrerá; razão pela qual, para que a água escorra, é necessário que seja $n > 1$ ou $g > \alpha l$, e então a projeção da declividade deve ser maior que $\frac{1}{n}$.

91. Daqui a declividade do leito pode ser designada em favor das correntes, de tal modo que, caso a declividade fosse menor, a água ficasse estagnada. Dependerá, no entanto, esta declividade da letra *g*, que é declarada como a profundidade da corrente. Então, a fim de que definamos esta declividade para qualquer profundidade de corrente, seja a altitude diante da distância de mil pés, através do qual o leito se estabelece, = *z* pés e será $\frac{z}{1000}$ o seno da declividade. Pelo que, portanto, se a profundidade da corrente seja *g* pés, por isso $g = \frac{3}{400}n$ e $n = \frac{400}{3}g$ será feito $\frac{z}{1000} > \frac{3}{400}g$: então para que a água escorra através do leito, é necessário que seja

$$z > \frac{30}{4g} \quad \text{ou} \quad z > \frac{1000 \alpha l}{g}.$$

92. Portanto, poderemos definir a declividade do leito para qualquer profundidade da corrente, que convenha para uma distância de mil pés, no momento em que pela primeira vez a água segue o fluxo: de tal modo que se a declividade fosse menor, a água ficaria estagnada, que gera a seguinte tabela.

Profundidade da Corrente pé	Declividade diante da dist. 1000 pés pé	Profundidade da Corrente pé	Declividade diante da dist. 1000 pés pé
0,5 ped.	15,00 ped.	5 ped.	1,50 ped.
1,0	7,50	6	1,25
1,5	5,00	7	1,07
2,0	3,75	8	0,94
2,5	3,00	9	0,83
3,0	2,50	10	0,75
3,5	2,14	11	0,68
4,0	1,87½	12	0,62½
4,5	1,67	13	0,58
5,0	1,50	14	0,53½
		15	0,50

93. Se, portanto, a declividade diante de uma dada profundidade fosse maior, que esta tabela indica, a água escoará; e a sua velocidade chegará logo a seguir ao conhecimento, caso fosse colocado $g = 1$, donde será feito

$$v = a + \left(e^{\frac{\alpha b}{g}} - 1 \right) \left(\frac{1}{\alpha} g \cos \zeta - l \right).$$

Portanto, sendo mantida a mesma declividade, fica assim patente que contanto que

$$\cos \zeta > \frac{\alpha l}{g},$$

a velocidade da corrente será tanto maior, quanto mais longa for a extensão da corrente. Além disso, convém ser observado, o curso da própria corrente ser acelerado, caso seja diminuído o peso da atmosfera.

94. Visto que perante o caso que desenvolvemos (86, 87), no qual a água do vaso com altura de cem pés por uma distância de cem pés através de um tubo horizontal, cuja amplitude $gg = \frac{1}{100}$ pés, era desviada, coloquemos agora que seja a altura deste mesmo vaso a menor possível e que do interior dele a água através do tubo, inclinado com um ângulo semirreto em relação ao horizonte, ser conduzida ao mesmo local C , e diante de ser

$$gg = \frac{1}{100} \quad \text{ou} \quad g = \frac{1}{10} \text{ pés},$$

será

$$\cos \zeta > \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \text{e} \quad b = 100\sqrt{2} = 141,4 \text{ pés}.$$

95. Sendo, pois, $\frac{\alpha b}{g} = 0,3536$, será $\mathfrak{B} = 0,7022$. Estabeleçamos, para aqui, o orifício kk menor possível, e perante uma quantidade mínima a será

$$v = 0,2978 \left(\frac{400}{\sqrt{2}} - 30 \right) = 75,299 \text{ pés}^{17}.$$

Que sendo uma quantidade com $5\frac{2}{3}$ pés maiores que o caso precedente, segue que a água neste caso ter subido a uma altitude maior, que o caso precedente.

CASO V

CASO A ÁGUA DO VASO AB ESCORRA OU ATRAVÉS DE UM TUBO CILÍNDRICO INCLINADO BE OU ATRAVÉS DE UMA INFLEXÃO bcE E DESSE LUGAR IRROMPA ATRAVÉS DE UM TUBO VERTICAL cD ¹⁸

96. Seja mínima a altitude a do vaso AB , verdadeiramente máxima a amplitude ff : então porque aqui estabeleci desenvolver dois casos, seja em ambas os casos a amplitude do tubo que transporta

¹⁷ Edição primeira: $\mathfrak{B} = 0,7021$, $v = 0,2979 \left(\frac{400}{\sqrt{2}} - 30 \right) = 75,309$. C.T. Corrigiu.

¹⁸ Nota do Tradutor: embora não mencionada no texto original, acredita-se que este caso tenha como referência a Figura 9 apresentada no Apêndice.

$$BB = bb = cc = gg,$$

A altura do tubinho vertical $CD = c$ e amplitude $cc = hh$ e um lume em $DD = kk$. Então para o primeiro caso, seja o comprimento do tubo $BE = b$ e que sua inclinação em relação à vertical = ζ ; será para o outro caso

$$bc = b \cos \zeta \quad \text{e} \quad cE = b \sin \zeta.$$

Além disso, seja colocado

$$\frac{k^4}{g^4} = g \quad \text{e} \quad \frac{k^4}{h^4} = \mathfrak{h}.$$

97. Com estes estabelecidos para o primeiro caso teremos:

$$\mathfrak{A} = e^{\frac{-\alpha a}{f}}, A = \frac{a}{f}, \mathfrak{B} = e^{\frac{-\alpha b}{g}}, B = \frac{1 - \mathfrak{B}}{\alpha}, \mathfrak{C} = e^{\frac{-\alpha c}{h}} \quad \text{e} \quad C = \frac{1 - \mathfrak{C}}{\alpha};$$

donde a velocidade do efluxo será originada da altitude v , qual seja

$$v = \frac{a\mathfrak{B}\mathfrak{C} + \frac{1}{\alpha}(1 - \mathfrak{B})\mathfrak{C}g \cos \zeta - \frac{1}{\alpha}(1 - \mathfrak{C})h - (1 - \mathfrak{B}\mathfrak{C})l}{1 - (1 - \mathfrak{B})\mathfrak{C}g - (1 - \mathfrak{C})\mathfrak{h}}$$

ou quando substituídos os valores assumidos:

$$v = \frac{e^{\frac{-\alpha b}{g} - \frac{\alpha c}{h}} a + \frac{1}{\alpha} \left(1 - e^{\frac{-\alpha b}{g}}\right) e^{\frac{-\alpha c}{h}} g \cos \zeta - \frac{1}{\alpha} \left(1 - e^{\frac{-\alpha c}{h}}\right) h - \left(1 - e^{\frac{-\alpha b}{g} - \frac{\alpha c}{h}}\right) l}{1 - \left(1 - e^{\frac{-\alpha b}{g}}\right) e^{\frac{-\alpha c}{h}} g - \left(1 - e^{\frac{-\alpha c}{h}}\right) \mathfrak{h}}$$

ou se

$$v = \frac{e^{\frac{-\alpha b}{g} - \frac{\alpha c}{h}} \left(a - \frac{1}{\alpha} g \cos \zeta + l\right) + e^{\frac{-\alpha c}{h}} \left(\frac{1}{\alpha} g \cos \zeta + \frac{1}{\alpha} h\right) - \frac{1}{\alpha} h - l}{1 - \mathfrak{h} - e^{\frac{-\alpha c}{h}} (g - \mathfrak{h}) + e^{\frac{-\alpha b}{g} - \frac{\alpha c}{h}} g}$$

98. Verdadeiramente para o outro caso, em vista do exposto no parágrafo 39, teremos:

$$\mathfrak{A} = 1, Af = a, \mathfrak{B} = e^{\frac{-\alpha b \cos \zeta}{g}}, \cos \zeta = 1, g = g, g = g \quad \text{e} \quad B = \frac{1 - \mathfrak{B}}{\alpha}.$$

Então

$$\mathfrak{C} = e^{\frac{-\alpha b \sin \zeta}{h}}, \quad \cos \eta = 0, \quad h = g, \quad \mathfrak{h} = g \quad \text{e} \quad C = \frac{1 - \mathfrak{C}}{\alpha}$$

e também

$$\mathfrak{D} = e^{\frac{-\alpha c}{h}}, \quad \cos \theta = -1, \quad i = h, \quad i = \mathfrak{h} \quad \text{e} \quad D = \frac{1 - \mathfrak{D}}{\alpha};$$

com tais valores substituídos, produzirá a altitude que é devida pela velocidade do efluxo

$$v = \frac{(l+a)e^{-\frac{\alpha b \cos \zeta}{g} - \frac{\alpha b \sin \zeta}{g} - \frac{\alpha c}{h}} a + \frac{1}{\alpha} \left(1 - e^{-\frac{\alpha b \cos \zeta}{g}}\right) e^{-\frac{\alpha b \sin \zeta}{g}} g - \frac{1}{\alpha} \left(1 - e^{-\frac{\alpha c}{h}}\right) h - l}{1 - \left(1 - e^{-\frac{\alpha b \cos \zeta}{g}}\right) e^{-\frac{\alpha b \sin \zeta}{g} - \frac{\alpha c}{h}} g - \left(1 - e^{-\frac{\alpha b \sin \zeta}{g}}\right) e^{-\frac{\alpha c}{h}} g - \left(1 - e^{-\frac{\alpha c}{h}}\right) h}$$

ou

$$v = \frac{e^{-\frac{\alpha b \cos \zeta - \alpha b \sin \zeta}{g} - \frac{\alpha c}{h}} \left(a - \frac{1}{\alpha} g + l\right) + e^{-\frac{\alpha b \sin \zeta}{g} - \frac{\alpha c}{h}} \frac{1}{\alpha} g + e^{-\frac{\alpha c}{h}} \frac{1}{\alpha} h - \frac{1}{\alpha} h - l}{1 - h - e^{-\frac{\alpha c}{h}} (g - h) + e^{-\frac{\alpha b \cos \zeta}{g} - \frac{\alpha b \sin \zeta}{g} - \frac{\alpha c}{h}} g}$$

99. Também se deve notar, que embora a altura do tubinho $CD = c$ fosse pequena, entretanto diante da razão anteriormente exposta, esta deve ser tomada maior, e quanto menor fosse a sua amplitude hh , tanto mais deva ser aumentada a real altura de c . Mesmo se, portanto, o tubo CD fosse o mais estreito ou perfurada uma pequena abertura por uma lâmina, a fração $\frac{\alpha c}{h}$ por isso terá um valor tanto maior, quanto menor fosse a pequena abertura ou quanto menor fosse h . Portanto, sendo neste caso $e^{-\frac{\alpha c}{h}}$ um número assaz pequeno, é evidente que a pequena abertura tanto menor pode ser feita, de modo que a água por causa disto absolutamente não eflua.

100. Se o tubinho DC fosse aberto internamente em DD , será $h = 1$ e para o primeiro caso será obtido

$$v = \frac{e^{-\frac{\alpha b}{g}} \left(a + l - \frac{1}{\alpha} g \cos \zeta\right) + \frac{1}{\alpha} (g \cos \zeta + h) - e^{-\frac{\alpha c}{h}} \left(l + \frac{1}{\alpha} h\right)}{1 + \left(e^{-\frac{\alpha b}{g}} - 1\right) g}$$

Também, diante do segundo caso será obtido

$$v = \frac{e^{-\frac{\alpha b \cos \zeta - \alpha b \sin \zeta}{g}} \left(a + l - \frac{1}{\alpha} g\right) + \frac{1}{\alpha} e^{-\frac{\alpha b \sin \zeta}{g}} g + \frac{1}{\alpha} h - e^{-\frac{\alpha c}{h}} \left(l + \frac{1}{\alpha} h\right)}{1 + \left(e^{-\frac{\alpha b \cos \zeta - \alpha b \sin \zeta}{g}} - 1\right) g};$$

portanto, todas as vezes que for $g < 1$, o movimento da água atingirá o estado de uniformidade.

101. O primeiro caso é o que mais serve para ser determinada a retardação da água originada pela fricção através do aqueduto. De cujo movimento que exibimos um exemplo, seja a altitude a da água no receptáculo muito pequena, o comprimento do aqueduto $BE = b = 2000$ pés, a amplitude $gg = \frac{16}{25}$, ou $g = \frac{4}{5}$ pés, altura bc , ou $b \cos \zeta = 150$ pés, também a abertura kk tão pequena, que $g = \frac{k^4}{g^4}$ possa ser tomado como zero. Finalmente, seja $c = \frac{1}{10}$ pés, a altura do tubinho CD e $h = \frac{1}{100}$ pés.

102. Com estes estabelecidos, assumido $\alpha = \frac{1}{4000}$ será $\frac{\alpha b}{g} = \frac{5}{8}$, e por esta razão

$$e^{\frac{-\alpha b}{g}} = 0,535261^{19} \quad \text{e} \quad e^{\frac{\alpha c}{gh}} = 1,002503.$$

Logo daqui será

$$v = \frac{1}{2}a + 97,41988 \text{ pés}^{20}.$$

Logo, para este caso, contanto que a altitude do vaso AB fosse de seis pés, a água através do lume DD jorrará para a altitude de 100 pés, assim a fricção tira 50 pés do jato.

103. Se com os remanescentes mantidos os mesmos, seja $gg = 1$ e $g = 1$, será

$$\frac{\alpha b}{g} = \frac{1}{2} \quad \text{e} \quad e^{\frac{-\alpha b}{g}} = 0,606531,$$

e daqui é obtido

$$v = \frac{3}{5}a + 106,06 \text{ pés}^{21},$$

de tal maneira que a água haveria de se elevar nove pés mais alto, do que o caso precedente, devido a amplitude aumentada do tubo BE . Mas se pelo contrário a amplitude do tubo for diminuída, de tal maneira que seja $gg = \frac{9}{25}$ ou $g = \frac{3}{5}$ pés, diante de $\frac{\alpha b}{g} = \frac{5}{6}$ será

$$e^{\frac{-\alpha b}{g}} = 0,43460$$

e por esta razão, a altitude devida pela velocidade do efluxo

$$v = \frac{3}{7}a + 84,635 \text{ pés}^{22}$$

e desse modo cai mais de 12 pés da altitude do parágrafo precedente. Todavia se for $gg = \frac{1}{4}$ ou $g = \frac{1}{2}$ pés, de modo que seja obtido $\frac{\alpha b}{g} = 1$, será

$$e^{\frac{-\alpha b}{g}} = 0,36788$$

e por esta razão

$$v = a + 75,679 \text{ pés}^{23};$$

portanto, agora a altitude do jato é 9 pés menor que anteriormente.

104. Portanto fica patente que nas fontes com jorros d'água a altitude do jato não depende só da altura do receptáculo ou do reservatório, que geralmente os Autores hidráulicos designam, mas também principalmente da amplitude e do comprimento dos canais, através dos quais a água do interior do reservatório é desviada para as fontes de jorros d'água. Pois quanto

¹⁹ Edição primeira: 0,535255. C.T. Corrigiu.

²⁰ Edição primeira: 97,42124. C.T. Corrigiu.

²¹ Edição primeira: 106,24. C.T. Corrigiu.

²² Edição primeira: 84,810. C.T. Corrigiu.

²³ Edição primeira: 75,854. C.T. Corrigiu.

mais amplos e mais curtos forem os canais, tanto mais próximo a fonte de jato d'água atinge a altitude do reservatório, no entanto, com os canais mais estreitos e com os excessivamente longos que pode se tornar muito estendidos, a tal ponto que a água acenda a uma altitude nula. A causa desta debilitação é, pois, a fricção, aqui expressa pela letra α , de cujo valor aqui coloquei

$$\alpha = \frac{1}{4000};$$

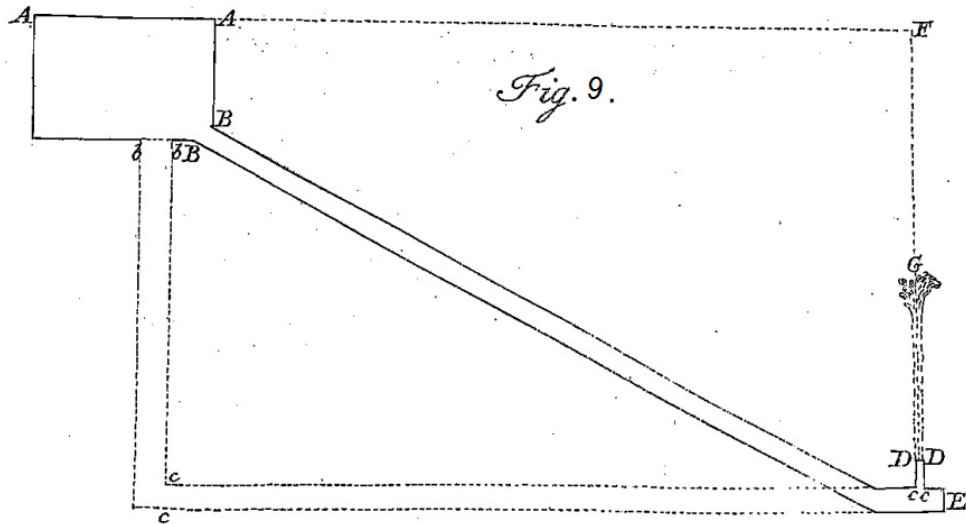
no entanto, considerados certos experimentos, é visto que deve ser colocado

$$\alpha = \frac{1}{4540}.$$

APÊNDICE ACERCA DAS FONTES DE JATOS D'ÁGUA²⁴

105. Portanto, daqui se poderá definir cuidadosamente a altitude, para a qual a água nas fontes de jorros d'água será lançada para cima. Com efeito, seja colocada (Fig. 9) primeiramente a altitude da água no reservatório ou $AB = a$ tão pequena, que à vista da própria elevação acima do orifício da fonte DD possa ser avaliada como zero. Além disto, verdadeiramente o tubinho CD nem muito longo nem muito estreito, tal que $\frac{ac}{h}$ ²⁵ seja uma fração menor quanto possível; pois para aqui geralmente se submetem todos os casos das fontes de jorros d'água. Com aqueles tendo sido estabelecidos, será a altitude devida pela velocidade, com que a água jorrará através do orifício DD ,

$$v = \frac{g \cos \zeta}{\alpha} \left(1 - e^{-\frac{ab}{g}} \right) - l \left(1 - e^{-\frac{ab}{g}} \right).$$



106. Nesta expressão l denota a altitude da coluna d'água com pressão igual ao peso da atmosfera, e será, portanto, aproximadamente $l = 30$ pés. Além disso, b exprime o comprimento total do aqueduto BE , através do qual a água é desviada desde o reservatório até a fonte

²⁴ A aplicação do corrente método de cálculo da perda de carga em condutos revela que Euler superestimou consideravelmente a altura do jato da fonte.

²⁵ Na Reprodução de 1954 e na Edição primeira: $\frac{ac}{h}$. Tradutor corrigiu.

DG ; que se colocada disposta segundo uma linha reta, como é geralmente o costume, será $b \cos \zeta$ a altitude da água no reservatório acima da fonte. Por isso, portanto, se esta altitude for declarada $= q$, será $\cos \zeta = \frac{q}{b}$; e deste modo será

$$v = \left(\frac{gq}{ab} - l \right) \left(1 - e^{-\frac{ab}{g}} \right).$$

107. Além disso assumimos todo o aqueduto cilíndrico, assim que deste modo a sua amplitude²⁶ seja em toda parte a mesma, $= gg$; se, portanto, o diâmetro deste aqueduto seja $= d$, será

$$gg = \frac{1}{4} \pi d d \quad \text{e} \quad g = \frac{1}{2} d \sqrt{\pi}.$$

Pois, tendo sido coletado através de experimentos que é $\alpha = \frac{1}{4540}$, será

$$\frac{g}{\alpha} = 2270 d \sqrt{\pi} = 4023 d.$$

Portanto, um cálculo satisfatoriamente preciso se conduzirá, caso assumamos para o diâmetro do canal $= d$

$$\frac{g}{\alpha} = 4000 d.$$

108. Então sendo

$$v = \frac{g}{ab} \left(q - \frac{\alpha b l}{g} \right) \left(1 - e^{-\frac{\alpha b l}{g}} \right),$$

diante de

$$1 - e^{-\frac{\alpha b l}{g}} = \frac{\alpha b}{g} - \frac{\alpha^2 b^2}{2g^2} + \frac{\alpha^3 b^3}{6g^3} - \frac{\alpha^4 b^4}{24g^4} + \text{etc.}$$

será obtida a altitude do jato vertical:

$$v = \left(q - \frac{\alpha b l}{g} \right) \left(1 - \frac{\alpha b}{2g} + \frac{\alpha^2 b^2}{6g^2} - \frac{\alpha^3 b^3}{24g^3} + \text{etc.} \right);$$

onde é

$$\frac{\alpha b}{g} = \frac{b}{4000d}.$$

109. Portanto, eis que segue a regra descoberta sobre a altitude do jato em qualquer fonte de jato d'água: *Seja dividido o comprimento total do canal pelo diâmetro da amplitude do mesmo canal e o resultado seja colocado = n, então será*

$$N = 1 - \frac{n}{2 \cdot 4000} + \frac{n^2}{6 \cdot 4000^2} - \frac{n^3}{24 \cdot 4000^3} + \frac{n^4}{120 \cdot 4000^4} - \text{etc.}$$

²⁶ Edição primeira: altitude. C.T. Corrigiu.

Além disto q será a elevação da água no reservatório acima da fonte, e será a altitude do jato

$$v = Nq - \frac{3}{400}Nn \text{ pés.}$$

Ou colocando $\frac{3}{400}Nn = M$ será a altitude do jato expressa em pés

$$v = Nq - M.$$

110. Portanto, a partir de um dado numero n , que revela, um certo comprimento do canal dividido pelo seu diâmetro, sejam coletados os valores das letras N e M ; então primeiro seja multiplicado o número N pela elevação da água no reservatório acima da fonte, cuja altitude tenha sido dada em pés, e deste produto seja subtraído o segundo número, M , e o resíduo revelará a altitude do jato expressa em pés.

111. No entanto, este modo não somente produzirá a própria altitude do jato, como também a altura devida pela velocidade, com que a água jorra; efetivamente diante desta altitude subsiste a resistência do ar que adicionalmente a diminui um pouco, de tal maneira que, se a fonte jorrar verticalmente, a altitude será um pouco menor, que aquela obtida por meio da regra. Verdadeiramente deste abatimento, a qual tem a origem em outra causa, aqui não haverá nenhuma consideração.

112. Portanto, para qualquer caso apresentado, se possa obter facilmente a altitude do jato diminuída somente devido à fricção, convirá ser construída uma tabela, a qual para qualquer valor do próprio n , ou descoberto qual o número da divisão do comprimento do canal pelo seu diâmetro, forneça os valores das letras N e M . Efetivamente, com estes descobertos, se a altura do reservatório acima do orifício da fonte q for introduzida no cálculo, sem dificuldade a altitude do jato v daí será obtida, qual seja

$$v = Nq - M \text{ pés.}$$

TABELA²⁷

que apresenta os valores das letras N e M para cada um dos valores da letra n

²⁷ Na tabela de Euler existem muitos erros. Nesta nova tabela, forneci o que foi calculado por R. Weillero. São anexados aos valores da primeira edição pequenos valores entre parêntesis, assim, por exemplo, 8,8594 (-4) signifique que a tabela de Euler exhibe o número 8,8590. C.T.

<i>n</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>n</i>	<i>N</i>	<i>M</i>
100	0,9876	0,7407	2 400	0,7520 (— 1)	13,5357 (— 3)
200	0,9754 (+ 2)	1,4631 (+ 3)	2 500	0,7436 (— 1)	13,9422 (— 3)
300	0,9634 (+ 1)	2,1677 (+ 1)	2 600	0,7353	14,3386 (— 1)
400	0,9516	2,8549 (— 1)	2 700	0,7272 (— 1)	14,7253 (— 3)
500	0,9400	3,5251 (— 1)	2 800	0,7192 (— 1)	15,1024 (— 4)
600	0,9286	4,1788 (— 1)	2 900	0,7113 (— 1)	15,4703 (— 5)
700	0,9174	4,8163 (— 1)	3 000	0,7035	15,8290 (— 4)
800	0,9063 (+ 1)	5,4381	3 100	0,6959 (— 1)	16,1789 (— 5)
900	0,8955	6,0445 (— 1)	3 200	0,6883	16,5201 (— 3)
1 000	0,8848	6,6359 (— 2)	3 300	0,6809	16,8530 (— 5)
1 100	0,8743	7,2128 (+ 1)	3 400	0,6736 (+ 2)	17,1776 (— 5)
1 200	0,8639	7,7755 (— 1)	3 500	0,6664	17,4941 (— 5)
1 300	0,8538 (— 1)	8,3242 (— 3)	3 600	0,6594 (— 1)	17,8029 (— 3)
1 400	0,8437	8,8594 (— 4)	3 700	0,6524 (— 1)	18,1041 (— 5)
1 500	0,8339	9,3813 (— 3)	3 800	0,6455	18,3978 (— 3)
1 600	0,8242	9,8904 (— 3)	3 900	0,6388 (— 1)	18,6842 (— 5)
1 700	0,8147 (— 1)	10,3869 (— 3)	4 000	0,6321	18,9636 (— 3)
1 800	0,8053 (— 1)	10,8712 (— 4)	4 100	0,6256 (— 1)	19,2361 (— 5)
1 900	0,7960	11,3434 (— 3)	4 200	0,6191	19,5019 (— 4)
2 000	0,7869	11,8041 (— 3)	4 300	0,6127	19,7611 (— 6)
2 100	0,7780	12,2533 (— 3)	4 400	0,6065	20,0139 (— 3)
2 200	0,7692	12,6915 (— 3)	4 500	0,6003	20,2604 (— 4)
2 300	0,7605	13,1189 (— 4)	4 600	0,5942	20,5009 (— 4)
			4 700	0,5882	20,7354 (— 3)
			4 800	0,5823	20,9642 (— 2)
			4 900	0,5765	21,1873 (— 4)
			5 000	0,5708	21,4049 (— 5)
			5 100	0,5652 (— 1)	21,6171 (— 7)

n	N	M	n	N	M
5 200	0,5596 (— 1)	21,8240 (— 6)	8 000	0,4323	25,9399 (— 1)
5 300	0,5541 (— 1)	22,0259 (— 5)	8 100	0,4286	26,0402 (— 3)
5 400	0,5487 (— 1)	22,2228 (— 4)	8 200	0,4250	26,1380 (— 3)
5 500	0,5434	22,4148 (— 3)	8 300	0,4214	26,2333 (— 2)
5 600	0,5381 (+ 1)	22,6021 (— 4)	8 400	0,4179	26,3263 (— 2)
5 700	0,5330	22,7847 (— 3)	8 500	0,4144	26,4170 (— 2)
5 800	0,5279	22,9629 (— 2)	8 600	0,4109	26,5055 (— 3)
5 900	0,5229	23,1366	8 700	0,4075	26,5918 (— 3)
6 000	0,5179	23,3061 (— 3)	8 800	0,4042 (— 1)	26,6759 (— 2)
6 100	0,5130	23,4714 (— 5)	8 900	0,4009 (— 1)	26,7580 (— 2)
6 200	0,5082	23,6326 (— 5)	9 000	0,3976	26,8380 (— 3)
6 300	0,5035	23,7898 (— 4)	9 100	0,3944	26,9161 (— 5)
6 400	0,4988 (+ 1)	23,9431 (— 3)	9 200	0,3912 (+ 1)	26,9922 (— 5)
6 500	0,4942	24,0926 (— 2)	9 300	0,3881 (+ 1)	27,0665 (— 5)
6 600	0,4897	24,2385 (— 4)	9 400	0,3849 (+ 1)	27,1389 (— 4)
6 700	0,4852	24,3808 (— 4)	9 500	0,3819	27,2096 (— 2)
6 800	0,4808	24,5195 (— 3)	9 600	0,3789	27,2785 (— 3)
6 900	0,4764 (+ 1)	24,6548 (+ 6)	9 700	0,3759 (+ 1)	27,3457 (— 3)
7 000	0,4721	24,7868 (— 2)	9 800	0,3729 (+ 3)	27,4112 (— 2)
7 100	0,4679	24,9155 (— 4)	9 900	0,3700 (+ 2)	27,4751 (— 1)
7 200	0,4637 (+ 1)	25,0410 (— 4)	10 000	0,3672	27,5375 (— 2)
7 300	0,4596 (+ 1)	25,1635 (— 4)	11 000	0,3404	28,0822 (— 1)
7 400	0,4555 (+ 1)	25,2829	12 000	0,3167	28,5064 (— 1)
7 500	0,4515	25,3994 (— 5)	13 000	0,2958	28,8368 (— 5)
7 600	0,4476 (— 1)	25,5129 (— 4)	14 000	0,2771	29,0941 (— 1)
7 700	0,4437 (— 1)	25,6237 (— 3)	15 000	0,2604	29,2945 (— 1)
7 800	0,4399 (— 1)	25,7318 (— 2)	16 000	0,2454	29,4505 (— 101)
7 900	0,4361 (— 1)	25,8372 (— 1)	17 000	0,2319	29,5721 (+ 7)

n	N	M	n	N	M
18 000	0,2198 (— 1)	29,6667 (— 3)	50 000	0,0800	29,9999
19 000	0,2087 (— 1)	29,7404 (+ 1)	55 000	0,0727	30,0000
20 000	0,1987 (— 1)	29,7979 (— 1)	60 000	0,0667 (— 1)	30,0000
21 000	0,1895	29,8426 (— 1)	65 000	0,0615	30,0000
22 000	0,1811	29,8774 (— 1)	70 000	0,0571	30,0000
23 000	0,1733 (+ 1)	29,9045 (+ 1)	75 000	0,0533	30,0000
24 000	0,1663	29,9256	80 000	0,0500	30,0000
25 000	0,1597	29,9421	85 000	0,0471 (— 1)	30,0000
26 000	0,1536	29,9549 (— 2)	90 000	0,0444	30,0000
27 000	0,1480 (— 1)	29,9649	95 000	0,0421	30,0000
28 000	0,1427	29,9726 (+ 1)	100 000	0,0400	30,0000
29 000	0,1378	29,9787	110 000	0,0364	30,0000
30 000	0,1333 (— 1)	29,9834 (+ 4)	120 000	0,0333	30,0000
31 000	0,1290	29,9871 (+ 3)	130 000	0,0308	30,0000
32 000	0,1250	29,9899 (+ 2)	140 000	0,0286	30,0000
33 000	0,1212	29,9922 (+ 3)	150 000	0,0267	30,0000
34 000	0,1176	29,9939 (+ 34)	160 000	0,0250	30,0000
35 000	0,1143	29,9952	170 000	0,0235	30,0000
36 000	0,1111	29,9963 (+ 1)	180 000	0,0222	30,0000
37 000	0,1081	29,9971 (— 34)	190 000	0,0211	30,0000
38 000	0,1053	29,9978 (+ 1)	200 000	0,0200	30,0000
39 000	0,1026 (— 1)	29,9983	300 000	0,0133	30,0000
40 000	0,1000	29,9986 (+ 1)			
41 000	0,0976	29,9989 (+ 1)			
42 000	0,0952	29,9992			
43 000	0,0930	29,9994			
44 000	0,0909	29,9995			
45 000	0,0889	29,9996			

113. Não é tarefa, que esta tabela seja continuada mais além; se, com efeito, n for um número maior que 50 000, será justamente

$$N = \frac{4000}{n} \quad \text{e} \quad M = 30 \text{ pés} .$$

Logo, qualquer que fosse a distância ou o comprimento do canal e do diâmetro, a partir de n calculado, que surge da divisão do comprimento pelo diâmetro, com a ajuda desta tabela facilmente são selecionados os valores N e M , que tendo sido descobertos, se a elevação da água no reservatório acima da fonte seja colocada = q , será a altura da fonte

$$v = Nq - M \text{ pés} .$$

114. Se nula fosse a fricção, a altura da fonte v seria igual à altitude do reservatório q ou $q = v$. Donde fica exposto que por causa da fricção esta altitude q diminui com duplo modo: com efeito, primeiro deve ser multiplicada por N , que é um número menor que a unidade; então verdadeiramente, além disto, deste produto se deve subtrair a altura M , a qual não pode superar 30 pés, e ainda esta última diminuição é devida à pressão da atmosfera, a qual se maior ou menor fosse, os números M pela mesma razão devessem aumentar ou diminuir.

115. Portanto, daqui fica claro, que se a altura do reservatório q for menor que $\frac{M}{N}$, a água não sai do orifício DD , pois o movimento dela é profundamente restringido pela fricção. Desse modo se fosse $n = 100\ 000$, a fonte não dará jato, a não ser que seja

$$q > \frac{3000}{4} \quad \text{ou} \quad q > 750 \text{ pés} .$$

No entanto, por outro lado, se a altura q fosse concedida, para que a água pelo menos eflua, deve ser $\frac{M}{N} < q$; pois como cresça o valor $\frac{M}{N}$ com o aumento de n , logo chegará ao conhecimento o limite, abaixo do qual deve cessar o valor do próprio n .

116. Se o local do reservatório for dado juntamente com o local da fonte e seja procurado este duto de água, com o qual a fonte acomete a máxima altitude, primeiro deve ser dirigido o duto do reservatório segundo uma linha reta o quanto for possível; depois, verdadeiramente desejável de preferência que fique satisfeito, se foi atribuída a máxima amplitude ao canal, quanto as circunstâncias permitam. Com efeito, da tabela a altitude do jato mostra-se antes de tudo depender da amplitude do canal.

117. Afim de que seja examinado um exemplo, seja a altitude do reservatório $q = 130$ pés e a distância dele até a fonte $b = 2500$ pés e diante dos diâmetros de vários canais a altitude do jato deste modo se conhecerá:

Diâm. do canal	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$
número n	2500	5000	7500	10 000	12 500	15 000
N	0,7436	0,5708	0,4515	0,3672	0,3059 ²⁸	0,2604
M	13,942	21,405	25,399	27,538	28,682 ²⁶	29,295
alt. do jato v	82,72	52,80	33,30	20,19	11,10 ²⁶	4,56

²⁸ Edição primeira: 0,3062, 28,660, 11,19. C.T. Corrigiu.

Portanto, se o diâmetro do canal fosse menor que $\frac{1}{6}$ pé, a água claramente não saltará.

118. Além disso, fica evidente que a água não pode ser trazida de local muito afastado, a não ser que esse local seja bastante elevado: por essa razão, não é permitido que os canais sejam feitos demasiadamente amplos. Desse modo, se a água for retirada de uma distância de um milhar, tal como seja $b = 25\ 000$, e o diâmetro dos canais seja de $\frac{1}{4}$ pé, será $n = 100\ 000$, que não pode ser colocada à disposição, a menos que o reservatório esteja elevado a mais de 750 pés acima do local da fonte. Portanto, estabeleçamos que esta elevação seja $q = 1000$ pés e a água da fonte não ascenderá a uma altitude maior que 10 pés: mas se fosse $q = 2000$ pés, a altura do jato avançasse a 50 pés e para cada mil pés, com os quais a altura q é aumentada, a altitude do salto aumenta em 40 pés de cada vez.

119. Se a atmosfera exercesse pressão nula, devesse ser omitida a quantidade M ; e neste caso a água irrompesse através do orifício DD , como se a água no reservatório fosse mais elevada. Mas fosse $v = Nq$, ou se diante da fricção se tivesse CG junto de CF , como que o número N próximo da unidade; todavia é $N < 1$, a menos que $n = 0$, e os principais valores do próprio N para sequências de valores do próprio n corresponderão:

$N = 1$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{9}$
$n = 0$	400	500	300	1300	5700	9860	4000	8000	2000	6000

Daqui se fosse $N = \frac{1}{v}$ e $v > 5$, será $n = 4000v$.

120. No entanto, diante da pressão da atmosfera, a altura da fonte CG é mais reduzida e da altura já diminuída Nq se deve, além disso, subtrair a altura M , de tal modo que apareça:

$$v = Nq - M.$$

Também, fica patente da tabela anexa, que todas as vezes que o número $\frac{b}{d} = n$ for maior que 50 000, será

$$v = \frac{4000d}{b}q - 30 \text{ pés}.$$

pois, sendo a pressão da atmosfera variável e proporcional com a altura do mercúrio no barômetro, segue que as fontes de jato d'água devem por isso ascender para uma altura maior, quanto menos elevado for o mercúrio no barômetro.

IN MEMORIAM

Jorge Wagensberg (1948-2018)



Faleceu em Barcelona no dia 3 de março o cientista e professor da Universidade de Barcelona, Jorge Wagensberg Lubinski, após uma luta árdua contra o câncer. Nascido na mesma cidade em 2 de dezembro de 1948, Wagensberg se formou em física, especializando-se em termodinâmica, mas foi um prolífico pensador multidisciplinar e um notável divulgador da ciência para o público geral. Sua inquietação cultural o levou a transitar igualmente bem nas ciências da vida e do meio ambiente, na filosofia e história da ciência, e no campo em que obteve um reconhecimento mundial, o da museologia. Publicou mais de uma centena de artigos com repercussão internacional em todos esses assuntos. Como editor, dirigiu a coleção Metatemas (Tusquets), desde 1983, em que publicou 130 obras referenciais de renomados cientistas contemporâneos. Nesta coleção figuram também livros seus, como *Ideas sobre la complejidad del mundo*, *El gozo intelectual (Teoría y práctica sobre la inteligibilidad y la belleza)* e o magistral *La rebelión de las formas (O como perseverar cuando la incertidumbre aprieta)*.

Criador de um dos museus de ciência mais inovadores e interessantes da atualidade, o *Cosmocaixa*, da Fundação La Caixa, da Espanha, elaborou uma concepção original (“museu total”) de que um museu só tem significado para um visitante se a visão de mundo desta pessoa, qualquer que seja sua idade ou formação, se altera desde a entrada até a saída do museu. Implantado num antigo asilo religioso nas colinas de Barcelona, a arquitetura do *Cosmocaixa* acompanhou o programa museológico de Wagensberg e mereceu prêmios de grandeza internacional. Jorge veio para o Brasil diversas vezes em busca de material para ilustrar suas ideias científicas e epistemológicas. Além de estar presente com um grande painel do varvito de Itu na “parede geológica” daquele museu, o Brasil está representado por uma imensa árvore amazônica com 19 m de altura. Ao entrar no espaço expositivo, o visitante obrigatoriamente acompanha a “árvore da vida” caminhando por rampas que a circundam e sentindo as variações de luz e umidade desde sua copa até as raízes subaquáticas, vivenciando as diferenças de habitat (e da vida) ao longo da descida. A partir dessa experiência, Jorge foi incessantemente convidado para ajudar a projetar museus de natureza vária em diversos países do mundo.

Jorge Wagensberg esteve por diversas vezes em São Paulo e outras cidades brasileiras, como consultor museológico, inclusive da USP. Um laço mais forte ainda foi ter um filho brasileiro com Simone Mateos, tornando-se assim genro do livreiro catalão Raul Mateos, que emigrou

para São Paulo, onde foi o antigo dono da Livraria Ciências Humanas. Após o fechamento de sua loja no centro, bastante frequentada por intelectuais da USP e de outros lugares, Raul se instalou até hoje com sua conhecida banca de livros no prédio de Ciências Sociais da FFLCH na USP.

Conhecer Jorge Wagensberg foi um grande privilégio e debater com ele em público uma experiência enriquecedora. Generoso, não se furtava a ir expor e discutir suas ideias com os alunos da Biologia nas minhas aulas de História da Ciência. Amigo da boa mesa, era uma cabeça fervilhante de ideias de um dinâmico e incansável trabalhador intelectual. Através dele, conheci melhor uma fase pouco comentada na vida do pintor Salvador Dalí, que foi o patrocínio de encontros periódicos na casa deste em Barcelona, em que congregava por vários dias grandes constelações de artistas, filósofos e cientistas, muitos deles prêmios Nobel de física, química e fisiologia/medicina, para discutir perspectivas filosóficas das ciências naturais. Jorge privou da amizade do famoso pintor, que muitas vezes abordou temas científicos em suas telas, e ajudou-o a organizar essas magníficas reuniões transdisciplinares, onde certamente sua inquietação humanista pôde se desenvolver e frutificar no que viria ser uma incessante faina de agitador cultural. Que seu exemplo possa ser seguido.

Gildo Magalhães

Diretor, Centro de História da Ciência da Universidade de São Paulo

INSTRUÇÕES PARA COLABORAÇÕES

A apresentação dos originais será realizada através do sistema de submissão eletrônica. Antes de submeter os textos originais, novos autores devem se registrar no endereço eletrônico

<http://www.periodicos.usp.br/khronos/user/register>

Após preencher todas as informações indicadas com asterisco, o novo utilizador deve marcar a opção “Cadastrar como Autor: Pode submeter à revista” no final do formulário.

As colaborações para a revista **Khronos** devem ser inéditas, sempre enviadas em arquivos do tipo DOC ou DOCX, digitadas em fonte Times New Roman 12, com espaço 1,5 entre linhas e margens de 2,5cm.

Em qualquer tipo de contribuição, não personalizar o estilo ou utilizar no texto marcas desnecessárias, como recuo, grifo, bordas, negrito etc.

As notas incluem as referências bibliográficas (bibliografia citada e consultada), devem ser apresentadas no rodapé do texto (com chamada numérica sequencial no texto). A bibliografia não é publicada em separado, sendo inserida nas notas.

Apenas citações longas (cerca de 400 caracteres com espaço ou mais) devem ser destacadas do corpo do texto, com recuo de 4cm e fonte 11.

Qualquer citação literal deve incluir, na nota correspondente, o número da página em que se encontra na referência original.

Eventuais agradecimentos podem constar em um parágrafo informativo no final do texto ou podem ser inseridos em nota específica.

As contribuições não devem conter traços de autoria. Isso serve para assegurar a avaliação cega pelos pares. Todas as informações sobre o autor, inclusive titulação, apoio financeiro recebido para pesquisa, endereço para correspondência e e-mail deverão ser informadas no momento do cadastro de autor. Eventuais agradecimentos podem constar desse parágrafo informativo ou podem ser inseridos em nota específica.

Os artigos, transcrições e traduções comentadas de fontes primárias deverão ter um título no idioma principal da contribuição e em inglês, e ser acompanhados de dois resumos (idioma principal e inglês, cada um contendo até 700 caracteres com espaços) e de três a cinco palavras-chave indicativas do conteúdo do trabalho (idioma principal e inglês). Para contribuições desse tipo cujo idioma principal for o inglês, é obrigatório acrescentar título, resumo e palavras-chave em português.

No caso de ensaios e depoimentos, os Editores definirão a pertinência de resumos e palavras-chave.

Resenhas devem incluir informações bibliográficas completas sobre a obra analisada.

As imagens referentes aos trabalhos deverão ser digitalizadas em 300 dpi e enviadas no formato JPG (sem reduzir seu tamanho original), em arquivos separados, nomeados com sobrenome do autor e número da figura (ex: sobrenome fig 1.jpg). Legendas e fonte/autoria (créditos) são obrigatórias e deverão constar no corpo do trabalho.

É de responsabilidade dos autores providenciar autorização para uso de imagens cobertas por direitos autorais.

Normatização das referências:

LIVRO

SOBRENOME, Nome. *Título do livro em itálico*: subtítulo não itálico. Ano da edição. Cidade: Editora, ano. p. xxx (informar número da página em caso de citação).

Obs.: chamada no texto: (SOBRENOME, Ano da edição, página).

CAPÍTULO DE LIVRO

SOBRENOME, Nome. Título do capítulo ou parte do livro. In: SOBRENOME, Nome do organizador (Org.). *Título do livro em itálico*: subtítulo não itálico. Tradução. Edição. Cidade: Editora, ano. p. xxx (informar número da página em caso de citação).

Obs.: chamada no texto: (SOBRENOME, Ano da edição, página).

ARTIGO DE PERIÓDICO

SOBRENOME, Nome. Título do artigo. *Título do periódico em itálico*, sem abreviatura, v. ____, n. ____, p. x-y, mês (em caso de necessidade) ano. p. xxx (informar número da página em caso de citação).

Obs.: chamada no texto: (SOBRENOME, Ano da edição, página).

TESE E DISSERTAÇÕES

SOBRENOME, Nome. *Título da tese/dissertação em itálico*, sem abreviatura. Tipo do trabalho [Exemplos: “Dissertação (Mestrado)”, “Tese (Doutorado)”] – Nome da Faculdade ou Instituto, Nome da Universidade, Cidade, Ano.

Obs.: chamada no texto: (SOBRENOME, Ano da defesa, página).

Após a primeira referência em nota a uma obra, as seguintes devem ser feitas no formato SOBRENOME, ano, op. cit., p. xxx [informar número da página em caso de citação], ou, em se tratando de notas consecutivas, apenas como Idem, p. xxx.

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista; caso contrário, deve-se justificar em "Comentários ao editor".
2. O arquivo da submissão está em formato Microsoft Word ou OpenOffice (compatível com Microsoft Word).
3. URLs para as referências foram informadas quando possível.
4. O texto está em espaço 1,5; usa uma fonte de 12-pontos; emprega itálico em vez de sublinhado (exceto em endereços URL); as figuras e tabelas estão inseridas no texto, não no final do documento na forma de anexos.
5. O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em "Diretrizes para Autores", na página Sobre a Revista (<http://revistas.usp.br/khronos/about>).
6. Em caso de submissão a uma seção com avaliação pelos pares (ex.: artigos), as instruções disponíveis em no endereço eletrônico da revista foram seguidas.
7. O autor confirma que não submeteu trabalhos para seções indexadas desta revista nos últimos 24 meses.

Declaração de Direito Autoral

Autores que publicam nesta revista concordam com os seguintes termos:

- a. Autores mantém os direitos autorais e concedem à revista Khronos o direito de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a "Licença Creative Commons Attribution" que permite o compartilhamento do trabalho com reconhecimento da autoria e publicação inicial nesta revista.
- b. Autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não-exclusiva da versão do trabalho publicada na revista Khronos (ex.: publicar em repositório institucional ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial nesta revista.
- c. Autores têm permissão e são estimulados a publicar e distribuir seu trabalho online (ex.: em repositórios institucionais ou na sua página pessoal) a qualquer ponto antes ou durante o processo editorial, já que isso pode gerar alterações produtivas, bem como aumentar o impacto e a citação do trabalho publicado.

Política de Privacidade

Os nomes e endereços informados na revista Khronos serão usados exclusivamente para os serviços prestados pela publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou a terceiros.