

Escola de Talentos 2020 - 2022

**JORNADA PELO NADA:
um passo pelas revoluções epistemológicas do Século XVII**

Trabalho de Conclusão do terceiro ano da Escola de Talentos, orientado pelo Prof.^a Silvio Chibeni, apresentado como parte do fecundo projeto de pesquisa desenvolvido entre as partes.

**São Paulo
2022**

Fernando Rezende Balduino

**JORNADA PELO NADA:
um passo pelas revoluções epistemológicas do Século XVII**

**São Paulo
2022**

INTRODUÇÃO

Nesta leitura há o segundo passo do Orientando pelo projeto de pesquisa *Jornada pelo Nada* – um panorama pela evolução epistemológica do conceito Vazio na Física –; onde se discutem os eventos que o tangem pelo Século XVII: a saber, Descartes contra a cognoscibilidade do Vazio; e os experimentos de Galileo, Torricelli e Pascal para produzir o Vácuo.

1 – SUCEDENDO A QUESTÃO DO VAZIO, COM CÉLEBRES EVENTOS DO SÉCULO XVII, NO QUE TANGE AMBAS AS CIÊNCIA E FILOSOFIA NATURAL:

Num tempo na Europa, quando se despediam até os últimos pulsos do coração histórico medieval, ainda se pudera constar, em qualquer Academia séria e respeitável, um ou muitos tomos da *Física*; esta soberba ciência desvendada pelo pagão Aristóteles, e ajustada, em definitivo, com a iluminação conferida por Deus aos Escolásticos, a fim de que toda a Sua perfeição estivesse explícita, sem hipocrisias, com um conjunto categórico e satisfatório de juízos que bastassem para explicar a Natureza material dos homens e das coisas – Amém.

E muito apesar de terem, ao longo de mais de quinze séculos, convertido e satisfeito uma generalidade de apóstolos e laicos, nem sempre os especuladores mais ousados se ocupavam na confiança de tão antiga e restrigente tradição. Restringente, é preciso dizer, porque sempre existiram (e ainda existem!) questões obscuras, quase em sempre reservadas, e que pedem por escrúpulos anteriores ainda a teorias e arbítrios postos, se para que sejam espiadas na profundidade que convém esquadriñar. Justamente, sob estes pórticos enigmáticos habitam as sombras que incitam Revoluções. Incitam a semente de gênios que a uma quinta escura se deparam com o desconhecido da abstração, e se fortes e se oportunos em época, podem expor dogmas latentes e apear totens divinos, braços régios e planetas fixos que travavam, em algum cercado miúdo, a própria meditação humana. Muito disto, deveras, se deu para que se ruíssem os alfarrábios mais bojudos da física aristotélica reformada. Devido, com efeito, às filosofias peculiares a alguns gênios do Século XVII: de que os *atos escritos, narrados*, não estavam sendo propriamente observados e experimentados; e que tal estática sabedoria já punha um novo ambiente intelectual a embeber-se nas desconfianças, nos supostos e truísmos que em certas questões fundamentais, como a do espaço e do vazio, se era preciso dispersar e viandar para distâncias além de um curral peripatético, episódio que se contextualiza bem no epicentro da Revolução Científica.

Ora, nesse breve enredo é que se vê a gênese do que se aprouve alcunhar “*Ciência Moderna*” – uma geração primeira, ainda em muito edificada pelo Cristianismo, mas de fisionomia distinta porque marcada em ralhar de interrogações os fenômenos físicos, e principalmente suas causas *imanes* à própria materialidade. Toda transformação possível dado o gérmen comum dos inquisidores da chamada Nova **Filosofia Natural**, a qual, nas matérias do Vazio, dividiu-se em duas frentes:

-> 1. Num plano teórico, Descartes tomando a ribalta, mais Galileo, ao contribuírem para a rejeição da cosmologia e da física antiga e medieval. Aquele, entretanto, entrando em cosmologia alternativa que nega com veemência a cognoscibilidade do Vazio.

-> 2. Galileo e outros filósofos naturais (i.e. cientistas), abundantes sobremaneira em Itália e França, que deslumbram a natureza por como ela se apresenta: e aos experimentos chamaram seus consortes. Ao operar assim, no nível empírico, marcam para sempre a história da ciência; aprovando nesse espírito, segundo se verá, a ideia da possibilidade física do Vazio.

1.1 DE COMO SE DESCARTA, RACIONALMENTE, A HIPÓTESE DO VAZIO.

Ora, a influência assaz capacitada, pronta a propor uma racionalidade metódica e transparente para seu tempo, fora **René Descartes (1596-1650)** – o pai do pensamento



cartesiano, e nisso responsável pelo fenomenal revolução do *pensamento geométrico analítico*, já em 1637. Não à toa lhe é atribuída tamanha façanha, visto que seu método dedutivo de filosofia atribuía ao espaço sentido positivamente original, coerente e coeso: uma austeridade com a qual responde inflexível e negativamente sobre a possibilidade do Vácuo, *a priori*. Caso seu, em que se pesam todas as inovações que introduziu, a tese aristotélica da inexistência do vazio foi preservada, decerto que em argumentos de diferentes composturas. Afinal, sendo necessária uma aclaração de suas ideias sagazes e distintas, segue-o, para quem tiver interesse.

A partir de um intenso esforço intelectual tão somente – e por isso louvável –, Descartes concebia suas conclusões acerca do mundo natural. Não havia necessidade de realizar experimentos para se provar a impossibilidade do vácuo se a categórica reflexão razoável já nos era suficiente para tal. Notadamente, não desmerecia de todo a *prática da verificação empírica*: pois se tolera uma reprodução gratuita, prenda barata; mas é mesmo desnecessária aquela que insiste dizer uma coisa que, racionalmente, não poderia ser. Suas ocupações intelectuais como filósofo, portanto, não eram das pueris prospecções daquilo que não dizia respeito ao questionável, mas eram indagações últimas das causas acerca da natureza, acerca do espaço e dos corpos. Tanto últimas que, mesmo hoje, são pesadas as adições do filósofo a respeito do assunto do Vácuo, confundindo-se sobremaneira em fundamentais contestações de cunho racionalista que defendem ainda hoje admissível alguma ideia de éter:

“não é preciso ir ao laboratório para se determinar se o vácuo existe ou não; nossa razão pode mostrar que o vácuo é impossível. Isso não quer dizer que a observação e a experimentação sejam sempre dispensáveis; mas quer dizer que um empirismo cego é pura perda de tempo, em certas questões fundamentais” (MARTINS, 1993, Em busca do nada).

Quer dizer, houvera nesses ultimatoss proposicionais de Descartes mesmo certo critério prático, visto o tenha possibilitado a desenvolver um *sistema natural do espaço* ricamente detalhado, cartesianamente descrevendo os corpos por meio dele. Já no *parágrafo 4, segunda parte, Princípios de Filosofia (1644)*, diz: que não considerando a dureza, o calor, o odor, e outras qualidades sensíveis dos corpos, a característica mais distinta, em verdade, para a concepção de um corpo é a sua própria extensão. Qualquer substância-extensa (categoria daquilo que não é espírito ou pensamento, mas Ente material), logo, só é revelada por meio de suas dimensões espaciais: altura, profundidade e largura. Segue: não deve haver corpo sem extensão, e deve, pelo bom senso, ser a recíproca verdadeira; e deve qualquer coisa além disso ser um leviano reflexo sem representação objetiva na Natureza. Aplica-se a lógica ao vazio e obtém-se que é inconcebível: se só se pode ter extenso naquilo que contém algo (substância corpórea), o vazio também teria substância extensa, e não seria, portanto, vazio.

Por certo esmero nesta matéria, também devo dizer o que para ele, é *absurdo* na ideia atomista da divisibilidade finita da matéria; e para nós uma *curiosa* fonte epistêmica que não deixa de desenrolar, no Século XXI, um canto de boca, discreto. E vai, pelo argumento da *onipotência de Deus*, que não existiriam átomos. Pois ora, se é Deus fonte do todo poder, pudera, por desejo, fragmentar infinita e indefinidamente a matéria; quando do contrário – isto é, se preso no fim um limite para o fragmento de partes –, por definição e silogismo, estaria completamente afetado o poder divino e a própria possibilidade da onipotência! Fica assim constrangido de tão óbvio, portanto e sempre, todo e qualquer julgamento de possibilidade do vazio pela via do Atomismo grego. Agora, casemos, assim, em síntese, ambas as ideias, do átomo e do vazio cartesiano; e fica, mesmo que insuspeita, uma síntese dotada de nexos e razão irrecusável – já que tão incoerente quanto a ideia de um átomo indivisível é a ideia do Vazio: se a substância das coisas é extensa, e precisa ser, logo todo o Espaço (Plenum) está tomado por corpos (Suas compartimentalizações, em tamanho, forma e movimento); motivo pelo qual deve existir o espaço apenas em função dos corpos extensos – necessariamente divisíveis, e necessariamente impenetráveis. Com tal propriedade, diria Descartes, se a boca e o fundo de um jarro são separadas por uma certa altura, são também separadas por uma substância-extensa de exatamente a mesma altura, e assim, formam um tecido espacial contínuo, livre de quaisquer interstícios vazios entre as substâncias dos supostos indivisíveis que se quis apregoar à matéria. Ou poderia a distância, medida abstrata se não fixada a um corpo, existir, confusa e generalizadamente pelo Universo? Absurdo.

Então, seja talvez pela fatídica e nada sutil ironia do *Espírito do tempo*, que enquanto Descartes dissertava em seu gabinete, houvera homens distintos e empolgados com a experimentação (sê por impropriedades tecnológicas, sê pelo manto diáfano da curiosidade), que se revelaram figuras relevantes, esclarecendo à aparente resolução com pequenas e mansas doses de empirismo, mas que revelariam determinada tendência a ser incrementada pelos naturalistas, filósofos e outros curiosos e interessados que se seguiram nessa investigação multissecular. Adiantemo-nos, portanto, ao lado empirista do séc. XVII.

2 – ONDE SE DESTACAM DUAS QUESTÕES PRÁTICAS, ANTERIORES AO EXPERIMENTO DE TORRITELLI, MAS FUNDAMENTAIS PARA SUSCITAR A QUESTÃO DO VÁCUO:

1 – Sifão inoperante de Baliani, e suas engenhosas observações a respeito do peso do ar e da possibilidade do vácuo:

- *Quando e Onde:* por correspondências entre cidades italianas, verão de 1630.
- *Caso:* dum Sifão que se quisera unir os reservatórios de água entre dois vales.
- *Personagens envolvidas:*

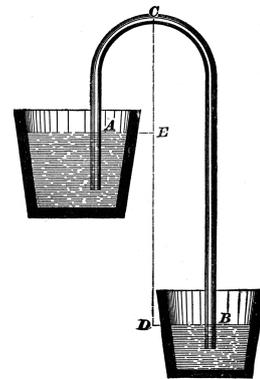


Giovanni Baliani (1582-1666)



Galileo Galilei (1564-1642)

Desde 1614, Baliani, nato de Gênova, fora simultaneamente pesquisador e correspondente do Sr. Galileo, florentino e Lince de formação. Nas correspondências em que estavam eles, demonstrava caprichosamente ao primeiro a matemática dos graves problemas físicos e mecânicos enfrentados cada qual em seus quadros citadinos, muito buscando nessa conjunta investigação algum efeito de desenfastiar o espírito de tantas ocupações instigantes. Uma ocorrência casual sucedeu de ser a de um *sifão* – astuto mecanismo, dum tubo de ramais díspares leva água de um recipiente a outro, sem ser pelo o efeito do derramamento –, o qual pretendia fazer comunicação de entremontes, e que, no processo, carecia que se elevasse a água por uma colina de cerca de 20m de altura.



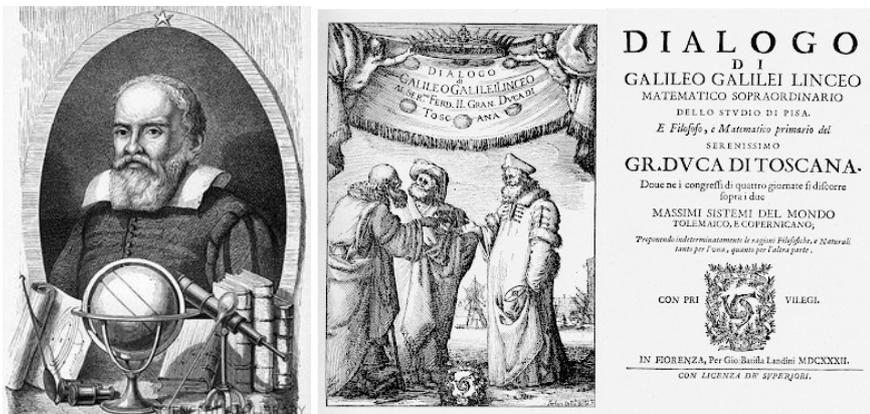
Ao cabo, o resultado da ambiciosa empresa fora, no mínimo, surpreendente: ao invés de a água correr completamente pelo sifão – de modo a evitar a formação de um espaço vazio –, ao destamparem as bocas, a água vazara por ambos os lados. Repetido o experimento, liberando apenas uma das bocas, apenas metade do volume d'água escorrera, conforme a posição da ponta da boca. Passado o espanto e a *verificação do razoável equipamento* de cobre, Baliani escreveu ao cavalheiro Galileo, relatando os fatores do fenômeno, e este logo se prontificou a responder-lho como se segue, simplificada e despretensiosamente: *tal como a corda, que quando muito esticada se rompe, é impossível 'esticar' uma coluna de água em até 12m de altura; dessarte, o vácuo teria um efeito limitado segundo a natureza dos diferentes líquidos, impedindo,*

por fim, a operação do sifão preenchido com a água desejada (G1). Baliani, desconfiado da explicação do Galileo, Linceo, lança outra hipótese (baseada no peso do ar) – que se não faz bem em explicar o ocorrido com o sifão –, e diz acertos decisivos sobre a formação de um vázio (“em tanta Quantidade e tão facilmente”) no interior dos tubos: *para fazê-lo, fosse preciso livrar-se do ar das bocas, vencendo sua respectiva pressão. Internamente, o peso da água devesse ser capaz de expulsá-lo de baixo, e vencer a pressão da atmosfera, criando assim um vácuo no interior do sifão. Em suma, é possível admitir que o ar, sim, deve exercer um peso (Pressão Atmosférica) sobre toda a superfície dos objetos em contato com ele; e que, a depender da camada de ar, deve ser mais fácil, ou mais difícil, proporcionar uma força capaz de superá-lo e, assim, gerar o vácuo dentro dos tubos (B1).*

→ **Desfecho:** parece não ser impossível a produção do vázio, mesmo em notável quantidade e facilidade. Quanto ao caso, independentemente das circunstâncias e dos apontamentos sagazes dos bons senhores, fora concórdia o fim do projeto hidráulico do entremontes: o sifão dera errado, e seria mais prudente desistir dessa mecânica de altitude do que insistir no evidente fracasso da inoperação.

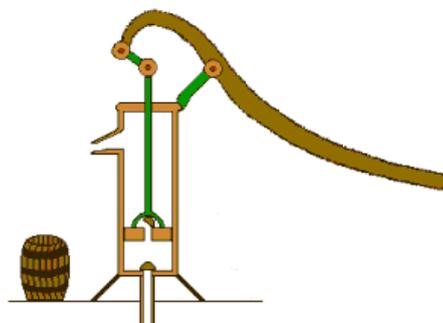
II - Limite de eficiência das bombas de sucção, fenômeno curioso já reconhecido e discutido por Galileo Galilei:

- **Quando e Onde:** em tantas cidades italianas; mas também na mente de Galileo, onde analisou os casos ao longo de 30 anos.
- **Caso:** das bombas de sucção, que são ineficientes a partir de certa altura.
- **Personagens envolvidas:**



Galileo Galilei (1564-1642), com Sagredo, Simplicio e Salviati, seus heterônimos criativos.

Por virtude do muito contemplar, à época já se tinham notícias de efeitos similares àquele relatado por Baliani sobre o sifão inoperante. Bombas que aspiravam a água por uma válvula superior e a erguiam – ao que parece, *não por empurrá-la, mas por atraí-la* – sabidamente apresentavam um limite em sua eficiência, segundo um nível determinado, que deveria variar com a altura. Vulgarmente, devia-se supor que a máquina estivesse, então, desarranjada ou fraca; mas Galileo primeiro desconfiou que não devesse ser assim, e cuidou de se convencer que a desconfiança era uma certeza bem fundada, buscando soluções plausíveis e coerentes para a sucção das bombas.



Quer envolvido na solução por correspondências, quer por imaginação de experimentos comprobatórios, foram sugeridas algumas tendências que caberiam na explicação do fenômeno – tal qual a sugerida por Baliani (**B1**). Em obra **Discursos sobre duas novas ciências** (1628), seus heterônimos produzem, em diálogos, hipóteses que expliquem de alguma forma o fenômeno: propondo novíssimos experimentos, que tocam o tema do vazio ao refletirem sobre a resistência dos corpos à separação; questões postas apenas graças aos próprios exemplos empíricos da produção rudimentar do vácuo. Ao cabo, convenceu-se o naturalista ele-mesmo da sua própria explicação (**G1** – do horror-limitado, ou força, do vácuo), não percebendo a maior verossimilhança na suposição de Baliani, ou admitindo improvável a sua própria.

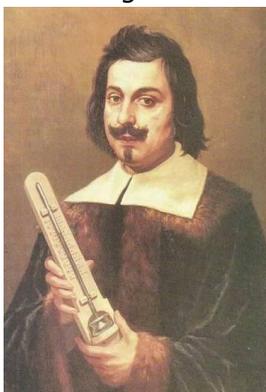
[*Nota: talvez o não convencimento à hipótese de Baliani seja, de fato, demérito de sua própria carta-resposta. Se, de fato, bem analisada: “Não fica totalmente claro como Baliani explica o fenômeno do sifão; mas, daquilo que diz na carta, podemos, com nossos conhecimentos atuais, completar facilmente o raciocínio.” (MARTINS, 1989, pg. 28)].

O Lince também se dedicou às experiências que pudessem revelar com certa precisão o valor da densidade (isto é, a gravidade específica em relação à água) do ar, que o permitiria ter certa noção da ordem de grandeza e, por analogia, verificar os efeitos do próprio ar, se submetido àquelas operações hidráulicas nas bombas e sifões. Sucede que sua medida (adquirida por meio da rarefação do ar de uma seringa) não era lá muito precisa em relação à admitida hoje; e muito apesar disso, foi influente para as tais comparações dos efeitos dos fluidos – esta última empresa especialmente ouvinte das últimas propostas, felinas, de um Galileo de juventude já saudosa, da visão furtado e da insônia refém. Tais derradeiros escritos às matérias de vácuo e peso do ar, propositalmente insinuavam a realização de *ensaios envolvendo não a água, mas líquidos diversos e mais pesados*, supondo que, conforme a maior ou menor densidade em relação à água, deveras menor ou maior o limite perpendicular da altura dessas bombas de sucção.

→ **Desfecho:** *as observações atribuídas ao mestre Galileu houveram de serem seguidas por seus discípulos, e, além das precauções manifestas aos engenheiros hidráulicos de Firenze, a história bem conheceu o desfecho do fatídico ensaio do tubo de mercúrio – tomando as bases do Mestre e doutras histórias notáveis para, novamente, fazer crer a evidência do peso do ar; manifesto que segue, dando continuidade a esse texto.*

3 – DA DESCRIÇÃO ORIGINAL DO FAMOSO EXPERIMENTO DE TORRICELLI, EM UMA CARTA ESCRITA AO MUITO ILUSTRE SENHOR MICHELANGELO RICCI:

- *Quando e Onde:* Firenze, Itália, da parte do emissor; na primavera de 1644.
- *Caso:* da construção de um instrumento curioso, capaz de produzir vácuo de forma simples, mas não menos surpreendente.
- *Personagens envolvidas:*



Evangelista Torricelli (1608 – 1647)



Michelangelo Ricci (1619 – 1682)

1) *Da carta:*

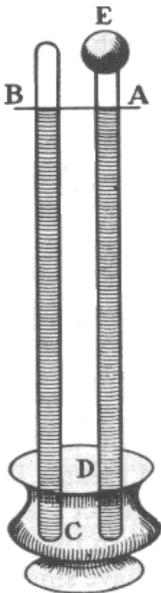
Discípulo ilustre do destro e famigerado Galilei, herético?!, Torricelli muito é lembrado por esta comidinha e gratuita fatia de papel. Um escrito de muita sinceridade e sensatez, na intenção de informar ao “mestre caríssimo” e seu próprio discípulo, Michelangelo Ricci – à época, professor de Matemática em Firenze, e cardeal – a cerca da inovadora construção de um aparelho desenvolvido por si no intento de, percebamos a fineza, verificar as alterações no ar (“*ora mais pesado e grosso, ora mais leve e sutil*”). À parte de tal mérito, há também algumas impressões a respeito das teses gerais sobre a suposta relutância Cósmica à criação do vazio – sobre a qual parece mesmo convencer-se do conhecimento das causas, arranjando estabelecer suas próprias posições e até, prevendo confusões, referindo-se, por contente, possíveis argumentos opostos e, com efeito, sugerindo que, se havendo algum qualquer pepino com sua interpretação – ora!, pudesse o crítico superá-lo pensando.

Torricelli segue em proposições. Em sua distinta ideia experimental – em cuja lição, quiçá por ânsia, recusa o roteiro das instruções direcionadas, imperativas e das descrições instrumentais paulatinas –, fica impresso algum voto de certeza sobre aparato em questão. Ao que parece, havia já conhecido os outros célebres sifões, e *certificado estava da produção do vazio aparente*: fosse, assim, um despropósito insistir na demonstração de sua possibilidade. O passo mais duro, agora, eram as considerações a respeito da força externa (peso aéreo) que permitia o lance do Vazio. Caiu-lhe, assim, muito bem a investigação dessas matérias no que tangia a interpretação da *causa externa do limite das colunas de líquidos*; coisa que, segundo seus votos mais lógicos, haviam de ser “sinal quase seguro” para o envolvimento da atmosfera, e de seu envolvimento sobre todas as coisas.

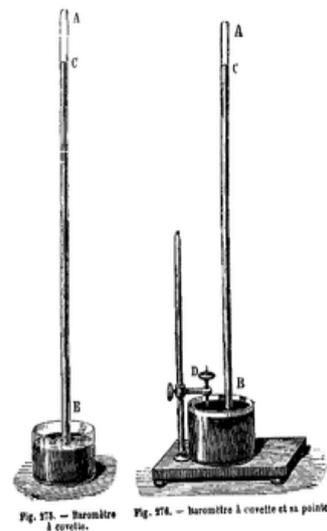
Mas afinal, nem tudo é troféu. A respeito de seu fim original, ficou mesmo no impossível. Não discriminou mudança alguma de densidade no ar; pois a temperatura, esta folgazã, estranhou todo grau do instrumento. Tiramos disto, apesar, um propósito autêntico: que é *devaneio o hoje de se lhe atribuir tentar medir a pressão atmosférica* – sendo que não; foi proeza de Serendip, foi Mirei no que vi, acertei no que não vi.

II) *Do experimento:*

Eis que o aparato em si é simples, mas engenhoso e criativo o experimento. Compõe-se dum tubo de pescoço longo e extremidade oclusa, que é preenchida de *mercúrio* (pela alta gravidade específica) e, tapado com a ponta do dedo a extremidade livre, é invertido numa vasilha contendo, senão: mais mercúrio. Se 760mmHg é a medida da altura da coluna, bom; mas a graça maior está, de verdade, no *espaço vazio produzido no topo*. Fosse, por exemplo, usada Água e não o Mercúrio, o caso evidenciaria a suposição da força externa mais coerente do que a exercida pelo vácuo: já que se elevaria relativamente mais, segundo seu peso, até de novo entrar em equilíbrio com o peso do ar; fato que se comprova verdadeiro, se executados os cálculos e as medidas precisamente, à mesma temperatura. Como última resistência à origem da força ser externo, Torricelli supõe o que deveria ser se, no aparente vazio, houvesse, na verdade, uma *matéria extremamente sutil*, que de dentro pesasse contra a coluna – em tubos de grandezas e figuras várias: ora, supondo uma maior quantidade da substância rarefeita, esperar-se-ia ainda menor a altura encontrada. Esse não foi o resultado encontrado.



Mas afinal, *a revolução mesma deste experimento é a sua praticidade*. Passível de ser feito em qualquer alcova que detenha certa quantidade de mercúrio, esta curiosa e fina flor empírica convida qualquer mente criativa a aprimorá-la e discutir suas causas; alargar o horizonte de haveres experimentais que vem sendo, em fenomenologias, rearranjadas até o dia de hoje. Já o interesse inicial de Torricelli – verificar as mudanças do ar – carrega uma essência entorpecente se tratado com a seriedade que lhe é devida. Estudar o “abismo do elemento ar” que nos rodeia é também estudar a própria *matéria (substância-estendida)*, que compõe (repartida, para Descartes) a estrutura mesma do *espaço sensível*. Não é óbvio o vazio que reside dentro de um tubo. Substância ontologicamente demente, na realidade, um abissal epistêmico esnobado pela história da opinião comum.



➔ **Desfecho:** apesar de *não obter sucesso em seus intentos* de verificar mudanças de ar, o experimento fez-se relevante por despertar o interesse de muitos sobre o assunto do vácuo. Propriamente, as conclusões mais profundas e decisivas não são fruto apenas dessa pequena produção, mas de todo um arcabouço de experimentos; os quais são, finalmente, sintetizados com notáveis trabalhos de Blaise Pascal, conforme se segue.

4 – DO ORDINÁRIO EXPERIMENTO DO VÁCUO, REFEITOS POR PETIT E ÉTIENNE PASCAL, DESCRITO EM CARTA A CHARUT, CONSELHEIRO DO REI:

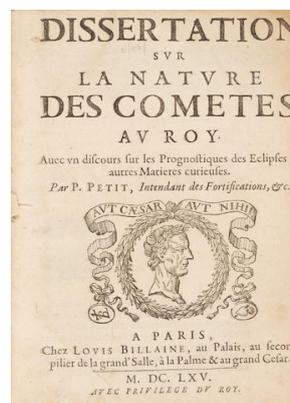
- *Quando e Onde:* de Paris (emissor) a Suécia (destinatário), no outono de 1646.
- *Caso:* descrição pormenorizada do conhecido experimento do tubo de mercúrio, como que por capricho de um gênio naturalista.
- *Personagens envolvidas:*



Étienne Pascal (1558-1651)



Blaise Pascal (1623-1662)



Pierre Petit (1594-1677) e Charut, seu receptor

Com eloquência e clareza, o escrito do Petit trata de entreter intelectualmente o senhor Charut, por meio de sua pequena história de composição e sugestão de experimento para o maravilhamento de seus pares. Sendo este o princípio, há *muito mais detalhes e realismo* no que se executa o procedimento: a saber, ressalvas sobre o reuso do mercúrio (que não deve vir acompanhado de água, a fim de desiludir certa pretensão dos seguidores de Aristóteles, prevenindo-se já das críticas), sobre o tubo (que deve ser aquecido, para eliminar todo e qualquer resquício de água no interior) e sobre o tamanho do vaso (que deveria ser largo e profundo, e não raso como era o deles). O plural aqui se deve, com justiça, à presença do senhor Étienne Pascal, que acompanhado de seu filho – o jovem Blaise Pascal, aos 23 anos –, vislumbraram essa experiência de perto. Salvo melhor juízo, trata-se aqui da *primeira testemunha de experimentos sobre o vazio de Blaise*. Este, a princípio, objeta: conjura haver poros no vidro do tubo, tão minúsculos que o olho humano não os acompanha, e que por aí deveria entrar certa quantidade de ar, ocupando o vazio em questão; ao que se convenceu que o não seria possível, já que nisso estaria contida a possibilidade de mais ar entrar, e derramar de todo o mercúrio no vaso de barro comprido, mas não profundo. Neste e noutros, há menções preocupadas, e apaixonadas, por parte de Petit em pôr esclarecimentos acessíveis, e argumentos contra a opinião comum, tal qual a apresentada pelo jovem Pascal, coisa que, na descrição para o conselheiro do rei, deveria de muito valer para impulsionar a opinião e que estaria posto, à frente, de maneira “incontestável” o vazio.

- *Desfecho:* seguramente, testemunha-se no episódio a presença dum *espírito empírico transbordante*, que certamente influirá o jovem Pascal em seus momentos de árdua dedicação no assunto físico: propondo – como há de se ver, prosseguindo – inúmeros *experimentos criativos*, que envolvessem não só recipientes e instrumentos variados, mas líquidos, segundo o interesse de comparar sua gravidade com a água.

5 – DA EXPOSIÇÃO DO EXPERIMENTO DE PÉRIER, NO MONTE PUY-DE-DÔME, UM DOS MAIS ELEVADOS DE AUVERGNE, QUE ANEXA MUITO AO TRABALHO DE PASCAL:

- *Quando e Onde:* monte Puy-De-Dôme e arredores; no fim do verão de 1648.
- *Caso:* dum teste solicitado por Blaise Pascal, de repetir o experimento do tubo de mercúrio nas diversas altitudes do monte.
- *Personagens envolvidas:*



Florin Périer (1605-1672), cunhado de Blaise; e companheiros da região (cônego, reverendo, doutor em medicina e conselheiros).

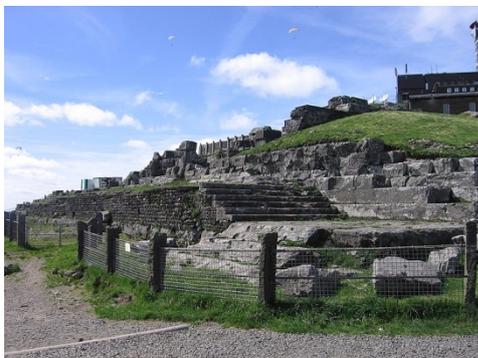


Blaise Pascal (1623-1662)

Numa tarde em seu gabinete, o jovem Pascal, com 25 anos completos, recebe a aguardada e detalhada resposta de Florin Périer, acerca da execução dum experimento nos *distintos níveis da montanha do Puy-de-Dôme*. Alegria quase infantil! O procedimento – na época, “*experiência ordinária do vazio*” – fora indicado pelo próprio geniozinho de Pascal como reavaliações do instigante mecanismo de Evangelista; superado por sua invenção nas feições plurais das verificações empíricas, tanto a respeito da variedade dos locais – arredores da cidade – quanto das quantidades de medidas cuidadosamente notadas e repetidamente realizadas, muito, muito. Em verdade, o invento era sua própria segurança de romper com as *desconfianças da possibilidade da causa interna*; este demo inquietante que desassossegaria qualquer naturalista no berço das ciências físicas.



Monte Puy-de-Dôme, em Auvergne, Centro-Leste da França.



Curiosamente, dos povos Galo-Romanos, restaram no célebre monte, ruínas dum templo muito antigo, dedicado, senão, ao deus Mercúrio. À época estavam ainda escondidas, atentas aos périplos de Périer; mas seguidos 24 anos de conjecturas, ao ouvirem dalgum vento Oriental, ou do próprio mensageiro Mercúrio o sucesso definitivo do passeio pelo monte, resolveram-se revelar e tomar parte no mérito.

Demais, é admirável como, de espontâneo, a *criatividade e a curiosidade* de Périer conduzem o método da experimentação. As opiniões entre as testemunhas “de boa condição” – isto é, cujas faculdades não fossem não de tuta e meia, mas de sabedorias canônicas – cooperam em construir, ao longo de um único sábado, um roteiro bastante de improvisos, bastante de volitivos. Às cinco da manhã, notando o dia propício a viagens de altitude, se fez a precaução de deixar um tubo de controle fixamente vigiado a uma casa. Já pelas oito da manhã, quando encontrados todos em coorte, saíram a palmilhar sem mais regências, e a uma turba de impulsos, interesses e dúvidas, misturarem-se em voz os distintos personagens que se acompanhavam. – Idas e vindas, imprevistas, o bel-prazer do tempo, os compromissos saturnais, todos, laicos e clérigos, perpassando a então cidade de Clermont desde o *jardim dos Padres Mínimos* (ponto quase mais baixo da cidade) até diversos pontos nas alturas do Puy-de-Dôme. Périer, tendo aproveitado o muito entusiasmo dos companheiros, liberou-os em satisfação e em sinceridade de suas medições, de tal modo que, contando aos interessados da região, estes também se pegavam propondo lugares para medições, maneiras para se acertar o valor de altitude. Um próprio reverendíssimo padre de La Mare recomenda a Périer que vá à mais alta das torres da Notre-Dame de Clermont, a mesma altura de determinada parte do monte. É evidente que, a equipe admitida em genuínas disposições pela descoberta, o fizeram, concluindo pontos muitos. Como fossem a lugar coberto na capelinha do monte, ou ao descampado, ou ao vento, ou em bom tempo, ou durante a chuva ou durante a neblina: não importa. *Se é mesma a altitude, mesmo é o grau discreto no tubo.* O jovem Pascal lê isto muito orgulhoso. Comparando os resultados, afinal, pudera a sua denominada “**Grande Experiência sobre o Vácuo**” em vez por todas de constatar a variação da pressão do ar segundo a altitude.

→ **Desfecho:** *fora concluída a posição acerca das variações do peso do ar, bem como sua relação com a formação do aparente vácuo dentro do tubo de vidro. Demais, rendeu-lhe, à época, consolos finais à questão controversa e novíssimos meios de verificação de altitude e mudanças atmosféricas. Mais além de ao senhor Périer, ao reverendo Bannier, ao Senhor Mosnier, cônego da catedral da cidade, e aos Senhores la Ville e Begon, médicos de admiráveis conduta e conhecimento, um passeio deliciosamente histórico, no dia de sábado, pela cidade de Clermont, pelo monte Puy-de-Dôme e pelos seus arredores.*

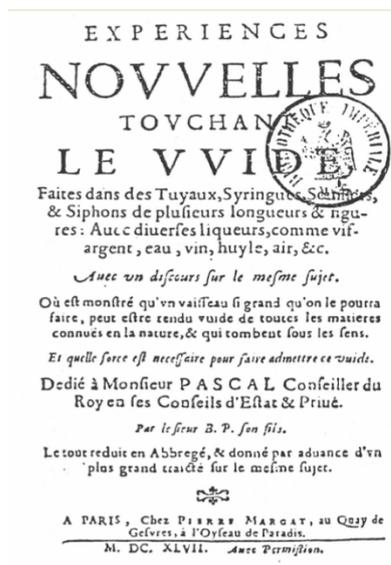
6 – DA PRIMEIRÍSSIMA PUBLICAÇÃO DO SENHOR PASCAL, “NOVAS EXPERIÊNCIAS SOBRE O VÁCUO”, DESTACANDO SUA VALIA NAS MATÉRIAS SOBRE O VAZIO:

→ *Matéria:* trabalho de divulgação de experimentos que agregariam ao assunto do vácuo, publicado em outubro de 1647; destinado à comunidade científica da época.

→ *Autor:*



Blaise Pascal (1623-1662)



1) Da forma:

Escrito em francês e favorecido pela biblioteca imperial, o trabalho de divulgação de Blaise Pascal (filho do senhor Étienne Pascal, o velho, cuja família era notavelmente abastada) é o primeiro texto público escrito e atribuído a esse tão notável polímata de seu tempo. Em verdade, o trabalho não tinha o intuito de ser detalhado, ou muito rigoroso, mas funciona como que *antecipando os principais resultados* que julgava relevante segundo a sua proposta. O trabalho final, conforme planejado, seria descrito num outro, que viria a ser publicado postumamente, em 1663, intitulado “**Tratado sobre o Equilíbrio dos Líquidos e sobre o Peso da Massa do Ar**”. Como se evidencia na indicação especial “ao leitor”, a ideia fosse a de apresentar, direta e resumidamente, os ditos *novos experimentos* (imaginados sim, mas nem todos propriamente realizados por ele) sobre o vácuo à sociedade da ciência filosófica naturalista – isto é, *pesquisadores ou curiosos* – da época, sempre reiterando a expectativa positiva gerada por todo o arcabouço empírico anterior. Esse espírito de inclinação ao resultado, entretanto, pode ser considerado “uma postura contrária ao empirismo indutivismo: hipóteses orientando a pesquisa e resultados interpretados” (HIDALGO e QUEIROZ em texto de 2019), servindo-nos muito como *comparação da prática em nossa época* – em que tal esperança apaixonada deva ser evitada, especialmente se fiada em ser excedida num texto escrito, de divulgação e exposição do trabalho.

Quanto aos experimentos propriamente ditos, são *oito*. Não há referências certas e exatas dos materiais e instrumentos utilizados, mas se apreendem facilmente os procedimentos, as ideias e princípios gerais que devem reger os resultados;

tentando, sempre com ímpeto, argumentar engenhosamente a favor do vazio. Vem em seguida uma série de *sete máximas*, que resumem critérios objetivos que foram solucionados e são apresentados na obra. Por mérito de ressalva intelectual, ainda, há *cinco potenciais objeções* às suas conclusões, mas que, para ele, já teriam sido superadas com a sua seção de máximas.

Segue algumas das considerações a respeito das principais experiências, de maneira respeitosamente crível e abreviada; bem como transcrições das máximas relacionadas que se pode tirar de tais experimentos, com comentários originais.

II) *Das experiências:*

Experimentos 1 e 2. Imersões na água da seringa e do fole.

Tomando-se uma seringa de vidro com um êmbolo tão rente quanto o possa estar, emerge-se a seringa tapando seu orifício com o dedo; ao puxar êmbolo (com força finita – que não era consenso entre os filósofos), e tendo o dedo pressionando o orifício, observa-se, conforme o aumento da distância, a formação de um espaço vazio. Há, por parte do dedo, a sensação de estar “puxado e dolorido”, que não é explicitamente explicada por Pascal. Ora, sem o conceito que é-nos claro agora – o da Pressão Atmosférica –, é possível que o experimentador insistisse em um poder que o espaço vazio tinha de atrair corpos, e para si segui-lo. Fato mesmo é que, cotidianamente, poderia haver, conforme demonstrado, a formação de um vazio rudimentar e simples, mas não menos espantoso e instigante às almas investigadoras. Anexo, em vídeo, temos o experimento em questão.



Quanto ao fole, não há grandes descrições a cerca do experimento – coisa que o torna de realização questionável para alguns historiadores: como Martins, em texto de 1989.

“deve-se levar em conta que os foles não eram construídos para suportar grandes esforços. nem possuíam boa vedação (isso não era necessário para seu uso ordinário de soprar ar). Mesmo dispondo-se da força necessária. possivelmente o fole se quebraria ou permitiria entrada de água (ou ar) do exterior. Para realizar o experimento. Pascal teria que construir um fole especial, muito pequeno, resistente, com ótima vedação; se ele o fez, é curioso que não o tenha descrito” (MARTINS, 1989, pg. 59).



Máximas relacionadas

1 - “*Que todos os corpos sentem repugnância por se separarem uns dos outros e permitir em seu intervalo esse vazio; ou seja, que a natureza tem horror a esse vazio aparente*”.

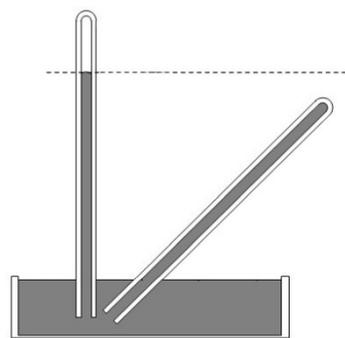
Isto é, em geral, o vácuo não é comum no mundo natural, do dia-a-dia.

2 - “*Que esse horror ou essa repugnância que todos os corpos possuem não é maior para permitir um grande vazio aparente do que um pequeno, quer dizer, para afastar-se um grande intervalo do que um pequeno*”.

No caso, o êmbolo conseguiu ser puxado com igual esforço em ambos os efeitos: formar um vácuo em pequena distância, ou na maior que a seringa permitia fazer.

Experimento 3. Medições em um tubo de enorme, com 46 pés (~15m) de comprimento, preenchido com vinho bem vermelho.

Mentalmente – tendo em vista as limitações práticas da execução –, imagina-se o grande tubo, hermeticamente fechado numa ponta, preenchido de todo pelo vinho e tampado pela outra ponta, também hermeticamente. Logo, se posicionado à ponta-revés numa bacia d'água, acaba, ao ser destampado, por tingir a água de modo perceptível e ter no topo o fatídico espaço vazio. Tornando a inclinar o grande tubo em pequenas medidas, o vinho (ou a água já tingida) volta a subir ao tubo, tendo quão maior a inclinação, maior a altura no vinho no tubo: com a inclinação já na altura onde se iguala a força do ar com a do vinho, o vazio volta a ser preenchido. Demonstra-se, assim, que o vazio que fora formado pode ser desconstituído, como se evidencia pelo seu preenchimento total pelo vinho outrora afastado. Novamente, há fortes evidências da singular proposição mental desta notável experiência de Pascal. Tais alguns notáveis efeitos que, segundo relatos posteriores, devessem ter sido encontrados se feito de fato.



Máximas relacionadas

3 -> *“Que a força desse horror é limitada, sendo semelhante àquela com a qual a água de uma certa altura, que é cerca de 31 pés, tende a correr para baixo”.*

O vazio pode ser formado, uma vez superado o peso que é equilibrado com os líquido (Pressão Atmosférica).

6-> *“Que a força dessa tendência [de se preencher o vazio] é limitada, sendo sempre semelhante àquela com a qual a água de uma certa altura, que é cerca de 31 pés, tende a correr para baixo”.*

Em igual medida, o vazio pode ser desfeito, uma vez reconstituído o peso de equilíbrio da coluna do líquido.

Experimentos 4 e 7. Efeitos de duas bacias d'água ou de mercúrio, cujas alturas relativas são distintas, conectadas por um sifão escaleno, cujas pernas também o são.

Trata-se de um problema similar ao enfrentado por muitos engenheiros que trabalhavam com sifões, especialmente os que enfrentavam elevada altura. Baliani descreveu-o, e aqui se aplica outra vez: o líquido vaza pelas duas aberturas, segundo a altura das pernas em relação às bacias. Complementado o número 7 pelo efeito da inclinação (experimento 3), parece que aqui Pascal clareia, ainda sutil, a concepção sobre a atração que o vazio corresponde aos corpos próximos. O argumento aqui, como no de Baliani, segue o mesmo: o horror ao vácuo é limitado.

Máximas relacionadas

4 -> *“Que os corpos que limitam esse vazio aparente possuem a tendência a preenchê-lo”.*

No caso, a água, para ele, estava sendo atraída pelo espaço vazio.

5. *“Que essa tendência não é mais forte para preencher um grande vazio aparente do que um pequeno”.*

De modo semelhante à indiferença do tamanho do vazio que pode ser produzido, a tendência a preenchê-lo é também poderosa naquele nível.

CONCLUSÃO

Finalmente, temos aqui exposto um considerável panorama dos eventos que embeberam esse primeiro tempo da revolução científica. No plano teórico, muitas ideias lúcidas e de base robusta, até hoje muito consideráveis; ao passo que o empirismo floresce como nunca, desenvolvendo uma impressionante intuição dos princípios hidrostáticos e dos fenômenos de natureza vacuolar. Doravante, erguer-se-ão ainda mais as propostas aplicáveis para o curioso fenômeno do vazio: tecnologias escavando possibilidades novas, e desfrutando da norma natural para religar-se a pouco e pouco mais com suas convicções mais criativamente nutritivas, capaz de fascinar algum espírito humano – *Sapere Aude!*

REFERÊNCIAS

DESCARTES, René. **Princípios de Filosofia**. 1644. *Parte 2, §§ 4-7, 16-19*.

MARTINS, Roberto de Andrade. **Tratados Físicos de Blaise Pascal. Introdução ao número especial de Cadernos de História e Filosofia da Ciência**. Campinas, n. 02, 1989. Segunda Parte, seções 7 a 13. Disponível em: <https://www.academia.edu/3783151/Tratados_f%C3%ADsicos_de_Blaise_Pascal._MARTINS_Roberto_de_Andrade>.

TORRICELLI, Evangelista. **Carta de Torricelli a Michelangelo Ricci**. 1644. Traduzida em *Martins*, 1989, p. 157-159.

HIDALGO, Juliana Mesquita; QUEIROZ, Daniel de Medeiros. Blaise Pascal (1623-1662), um humano: recorte biográfico e proposta para a formação docente. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Santa Catarina, v. 36 n. 02, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2019v36n2p457>>.

SAPUNARU, Raquel Anna. A Noção de Espaço em Descartes e em Newton. **O Conceito Leibniziano de Espaço: distâncias e proximidades físicas do conceito newtoniano**. Capítulo 2. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/37546/37546_3.PDF>.

APÊNDICE

Referência audiovisual 1 – Demonstração: como fazer o barômetro de mercúrio: <https://www.youtube.com/watch?v=GgBE8_SyQCU> (Acesso: 06 de janeiro de 2022)

Referência audiovisual 2 – Demonstração caseira, nossa, do dito experimento: <<https://www.youtube.com/watch?v=jOcnhqJgiVO>> (Acesso: 06 de janeiro de 2022)