



WALTER FELIPE WRESZINSKI

As visões de um cientista exato

**WALTER FELIPE
WRESZINSKI** é professor
do Departamento de Física
Matemática do Instituto de
Física da USP.



USP fez 71 anos. Há sem dúvida muito o que comemorar, mas persistem diversos problemas graves, que constituem séria ameaça às suas próprias raízes. Neste texto gostaria de analisar alguns desses problemas, cujo reconhecimento por uma parcela maior de docentes e estudantes é indispensável para assegurar o futuro progresso da instituição.

Examinarei as questões mencionadas acima sob a ótica dos cientistas exatos e naturais, entre os quais se incluem matemáticos, físicos, químicos e biólogos. Há

características especiais dessa maneira de pensar que tentamos explicar na primeira seção, através, em parte, do exemplo “por que é escuro à noite”. Meu objetivo é definir o que nos distingue de colegas de outras áreas – em particular, humanas – mas também sugerir pontos de aproximação. A importância desse último aspecto pode ser percebida no relato do falecido prof. dr. Edward W. Said, professor de literatura da Universidade de Harvard, comentando uma observação de um neurobiologista após uma palestra sua na faculdade de medicina:

“o senhor falou de música, falou de literatura; isso não pertence ao nosso mundo, ao mundo das ciências naturais ou da medicina”. Eu perguntei por que, e ele respondeu: ‘Porque eu sou neurobiologista. Só consigo conversar com outros neurobiologistas’. Só consigo conversar

sobre os problemas

da Universidade de São Paulo

com outros neurobiologistas'. Não existe mais a idéia do discurso comum, porque, em primeiro lugar, a nossa formação é extremamente especializada, e, depois, porque todo o aparato financeiro está voltado para a *fragmentação* do conhecimento, de modo que se faz cada vez mais sobre cada vez menos" (Barenboim & Said, 2003).

Um dos objetivos do presente artigo é a procura de pontos de vista comuns a todos os acadêmicos referentes a certos valores essenciais à universidade, e que hoje nos parecem seriamente ameaçados. Esses valores, analisados nas seções seguintes, estão relacionados às atividades acadêmicas fundamentais: à pesquisa, ao ensino e a problemas éticos. Agradeço ao prof. dr. Elcio Abdalla, do Departamento de Física Matemática do IF-USP, pelo convite de escrever este artigo para a *Revista USP*, ao prof. dr. João C. A. Barata por chamar-me a atenção para a pertinência da citação de Lincoln, e à minha esposa, por discussões sobre o livro de Barenboim e Said e comentários gerais.

AS CARACTERÍSTICAS DA MANEIRA DE PENSAR DO CIENTISTA EXATO

Sabemos que há diferentes graus ou *escalas* de percepção ou entendimento de um determinado fenômeno natural, até mesmo daqueles fenômenos que afetam o mundo visível, acessível à nossa experiência cotidiana – em contraposição aos fenômenos microscópicos, que se manifestam na escala atômica, ou aos fenômenos cosmológicos, cuja escala é a do universo ou cosmos. Esses fenômenos serão usados como ilustração por não necessitarem de conhecimentos específicos para a sua *observação*, que é o *primeiro* grau de compreensão de qualquer fenômeno natural, e deles consideraremos um exemplo: a escuridão à noite.

Veremos que, surpreendentemente, em um segundo grau de entendimento, a explicação do fenômeno passa por uma escala insuspeitada – a escala cosmológica! Mas

o motivo principal dessas considerações é que, no processo, ficarão claras (espero) as diversas características do pensamento dos cientistas exatos e naturais e, ao mesmo tempo, certos possíveis elementos de aproximação com intelectuais (acadêmicos) de outras áreas.

Porque é escuro à noite? À *primeira* vista, é por causa do movimento de rotação da Terra: quando o Sol brilha do lado da Terra a ele voltado, o outro lado fica escuro.

Esse argumento pressupõe que a luz do conjunto do resto das estrelas é *muito mais fraca* que a do Sol, pois, se assim não fosse, o efeito cumulativo das demais estrelas poderia iluminar o lado escuro com a mesma intensidade que o claro, e desapareceria a diferença entre o dia e a noite!

Para examinar esse último ponto “óbvio”, coloca-se de imediato a seguinte questão: quantas estrelas são perceptíveis de qualquer ponto da Terra, por exemplo, do “lado escuro”? Mais precisamente, quantas são as estrelas cuja luz está chegando até nós? Isso já introduz a mencionada *escala cosmológica*: se o universo for *infinito*, será que receberemos luz de um número infinito de estrelas, uniformemente distribuídas? Se assim fosse, não seria escuro à noite!

De fato, não vemos um número infinito de estrelas a partir de qualquer ponto da Terra: há uma “distância de visão máxima”. Grosseiramente falando, o tempo que a luz gasta para percorrer essa distância é muitas ordens de grandeza superior à vida média das estrelas – pois as estrelas também morrem. O leitor que assim o desejar encontrará uma explicação um pouco melhor dessas afirmativas no Apêndice.

O poeta e escritor americano Edgar Allan Poe propôs essa solução (correta!) ao paradoxo no seu ensaio *Eureka* (1848): “Só podemos compreender os *vazios* que nossos telescópios encontram em inúmeras direções supondo que a distância ao fundo invisível é tão imensa que nenhum raio conseguiu chegar até nós”. Vemos aqui que um literato acostumado a pensar com precisão e, ao mesmo tempo, dotado de grande imaginação, percebeu a origem da solução de um problema que desafiara astrônomos

por três séculos e meio!

Já distinguimos dois graus de percepção do fenômeno do “escuro à noite”: o primeiro, a observação do fato; o segundo, a interpretação ingênua inicial, que pressupunha o “óbvio”, de que a luz do resto das estrelas é muito mais fraca que a do Sol. Analisando o “óbvio” em maior profundidade, chegamos ao elemento básico da solução, um terceiro grau de entendimento, para o qual uma insuspeitada escala cosmológica (isto é, envolvendo todo o cosmos e não apenas o Sol) teve de ser levada em conta.

Há ainda outros graus de entendimento desse e de outros fenômenos. Por exemplo, o que é feito em *física matemática* é construir modelos *matemáticos* (isto é, tratáveis com rigor matemático) a partir de certas hipóteses fundamentais ditadas pelos conhecimentos atuais da física. Essa maneira de “precisar o conhecimento teórico” também já chegou a alterar de forma decisiva a compreensão *qualitativa* de certos fenômenos. Entretanto, já a passagem do segundo para o *terceiro* grau, mais avançado, de entendimento do fenômeno do “escuro à noite” analisada anteriormente deve convencer o leitor da observação de Franz Kafka (outro literato “rigoroso!”): *“Richtiges Auffassen einer Sache und Missverstehen der gleichen Sache schliessen einander nicht vollständig aus”* (1).

De fato, a explicação ingênua estava fundamentalmente correta, mas dependia de uma hipótese “óbvia”. Tentativas de tornar o argumento preciso ou rigoroso mostravam que tínhamos entendido mal o fenômeno e, ao mesmo tempo, abriram infinitos horizontes! Entretanto, essa abertura de horizontes também coloca novos problemas.

Por exemplo, se olharem o Apêndice, verão que usei o fato (observacional) de que a vida média de “estrelas do tipo do Sol” é da ordem de 10^{10} anos. O que significa “estrelas do tipo do Sol” nesse contexto, e o que determina essa vida média? Essa característica da ciência exata ou natural levou G. B. Shaw a afirmar: *“Religion is always right. Religion solves every problem and thereby abolishes problems from the universe. Religion gives us certainty, stability, peace and the absolute. It protects against*

progress, which we all dread. Science is the very opposite. Science is always wrong. It never solves a problem without raising ten more problems” (apud Patch, 1951) (2).

Sem necessariamente querer endossar aqui a visão de Shaw sobre a teologia (religião), é óbvio que a argumentação se aplica muitas vezes a outras ciências humanas, em conexão com o conceito de “doutrinação”, ao qual voltarei adiante.

Entretanto, os exemplos de Edgar Allan Poe, Franz Kafka e do próprio G. B. Shaw mostram uma possível identidade de visões do mundo entre intelectuais de outras áreas – no caso, a literatura. Mencionarei aqui, para concluir, uma área diferente – a música – em conexão com o aspecto muitas vezes mal compreendido nas ciências exatas: a *criatividade*.

Em ciências exatas, a criatividade está sujeita a regras estritas, impostas pela matemática e por princípios físicos. Mas essas regras estritas não constituem um obstáculo à capacidade de criar, muito pelo contrário. Em suas magníficas aulas em Harvard, Igor Stravinsky (1956) observa “que é um fato da experiência, e um fato que é apenas paradoxal na aparência, que encontramos a liberdade na estrita submissão ao objeto”.

Esse fato se vê em música, que é uma arte abstrata, particularmente na interpretação dos clássicos, como Mozart, em que “a disputa (com as obras) tem lugar em uma crista extremamente estreita, que não permite desvios. Mozart rejeita qualquer pretexto que conduz àquele individualismo pianístico que se satisfaz inflamando-se a si próprio” (Wreszinski & Wreszinski). Em termos da composição musical, poder-se-ia dizer que não são suficientes o vigor e a originalidade se faltam coerência formal e unidade estilística. “Tomemos o melhor exemplo: a fuga, uma forma pura na qual a música nada significa fora de si própria. Não significa a fuga a submissão do compositor às regras? E não é dentro dessas estruturas rígidas que ele encontra o desabrochar integral de sua liberdade como criador? A força, diz Leonardo da Vinci, nasce do vínculo e morre na liberdade” (Stravinsky, 1956).

1 “Uma abordagem fundamentalmente correta de determinado fenômeno e um mal-entendido na compreensão do mesmo fenômeno não se excluem mutuamente por completo.”

2 “A religião está sempre certa. Ela resolve todos os problemas, abolindo-os assim do universo. A religião nos dá segurança, estabilidade, a paz e o absoluto. Ela nos protege do progresso, que todos nós tememos. A ciência é o completo oposto. Ela está sempre errada. Ela nunca resolve um problema sem levantar dez outros mais.”

As observações acima mostram que os pontos de vista do cientista exato se harmonizam perfeitamente com os de pensadores de outros campos do conhecimento. De forma semelhante, espero que o rigor e a precisão no pensamento sejam um *elo* entre muitos acadêmicos da USP que venha a favorecer a procura de *denominadores comuns* na solução dos problemas graves com que se defronta a universidade. Nas seções seguintes, analisarei a pesquisa, o ensino, e os problemas éticos, dentro dessa ótica que, como veremos, não é (nem deveria ser!) apanágio apenas dos cientistas exatos e naturais, mas possui algumas ligações com a maneira de pensar exposta anteriormente. Essas ligações serão apontadas no lugar apropriado.

A PESQUISA

A excelência em pesquisa é a primeira entre as prioridades da USP e de qualquer universidade.

De fato, se um professor utiliza a sua maturidade (científica, ou acadêmica, em geral) ao ministrar um curso – a qual se reflete na profundidade do tratamento, na seleção dos tópicos e, por vezes, na inserção do tópico em um contexto mais amplo e/ou “moderno” –, ele está preenchendo integralmente o seu papel. É por isso que o ensino universitário é *indissociável da pesquisa científica*, já que essa é o veículo para alcançar essa maturidade.

Em tempos recentes, figuras públicas, a imprensa e órgãos universitários vêm questionando a atuação da universidade, que é conclamada à participação mais direta na solução dos problemas da sociedade. “A *pesquisa aplicada*, o ensino, a saúde pública e a estruturação da *capacidade de desenvolvimento social*, cultural e *tecnológico* não podem ser considerados como atividades de segunda categoria” (Editorial Adusp, julho/2000 – os grifos são meus).

Primeiramente, vejo uma falha crucial no tipo de questionamento acima, porque ele provém da visão distorcida da universidade como uma prestadora *direta* de serviços. A função primordial da universidade é formar

profissionais de alto nível de competência nas diversas áreas. A pesquisa básica (de alta qualidade) é o fator determinante no nível dessa formação, embora seu *único* móvel seja a curiosidade científica – a mesma que levou, por exemplo, o cientista inglês Michael Faraday a descobrir no século XIX o efeito responsável por toda a tecnologia elétrica dos séculos posteriores! No século XX, algumas das descobertas que mais revolucionaram o mundo tecnológico – a do transistor e a da supercondutividade (de baixas e altas temperaturas) – também se originaram na pesquisa básica. Em todos esses casos, as aplicações tecnológicas não surgiram de imediato, motivo pelo qual Faraday, indagado sobre a utilidade de sua descoberta, replicou: “Qual é a utilidade de um bebê recém-nascido?”. Isso ilustra a minha visão de que o desenvolvimento tecnológico (e mesmo social) assim como a interação com empresas e com a sociedade em geral devem ser vistos como consequência e não como prioridade.

O editorial da Adusp acima mencionado observa ainda que “mais importante do que ‘exportar’ artigos é a participação da universidade pública nos problemas da sociedade na qual está inserida”. Essa exortação a não se submeter à avaliação por pares, deixando de submeter trabalhos a revistas internacionais, confirma as palavras recentes de H. M. Nussenzveig (2004):

“[...] igualmente execrados por elas (as hostes sindicais) são acompanhamento e avaliação externa permanentes, contrapartida ‘sine qua non’ para uma responsável autonomia de gestão (universitária) [...] Outro sintoma da ‘avaliofobia’ é a estabilização precoce e na prática permanente de docentes recém-contratados, sem julgamento criterioso, com predominância externa, do seu desempenho no curto período probatório”.

Os problemas expostos acima permanecem graves na USP. Por outro lado, se os sindicatos não nos representam, que canal de comunicação temos? Voltarei ao assunto na seção sobre os problemas éticos.

O ENSINO

Já observei por que a pesquisa é, a meu ver, a *primeira* das prioridades acadêmicas. Nessa lógica de pensamento, os problemas do ensino serão resolvidos com a melhoria de qualidade dos cursos, tornando-os ao mesmo tempo, e cada vez mais, um *desafio* para os estudantes. No extremo apostó está a tendência de aumentar o número de aulas, motivada pela concepção de que o “aluno aprende na aula”.

Mais uma vez sirvo-me das palavras de um grande literato, o russo Maxim Górkki: “Force-me a pensar, a Verdade eu a encontro sozinho”.

Dentro desse último contexto, vale citar o comentário de Daniel Barenboim: “Acho que hoje em dia grande parte do problema da educação na escola, sem falar na universidade, é que ela fornece informação: tudo em forma de sinopse, só *informação* em vez de *educação*” (Barenboim & Said, 2003).

O processo educativo consiste em conferir autonomia, em ensinar a pensar de forma independente, e, para isso, nada substitui o esforço individual: o aumento do número de aulas vai em sentido oposto.

Como observa Said:

“Eu nunca quis ter discípulos, nem como professor, nem como escritor, mas há professores, escritores e intelectuais muito ansiosos para cultivar seguidores. Isso nunca me interessou. Como professor, acho que o melhor que eu posso fazer é levar os meus alunos a me criticarem – não exatamente me ataquem, embora muitos me ataquem, mas se declararem independentes de mim e seguirem o próprio caminho” (Barenboim & Said, 2003).

De fato, Said diz acima que, para conferir autonomia aos alunos, faz-se mister *não doutrinar*. Tanto em ciências exatas como humanas não há doutrinas de pensamento *absolutas* (compare com as observações de Shaw sobre religião e ciência citadas anteriormente). Mas o perigo da doutrinação é maior em humanas, já que nas ciências (naturais) exatas há a necessidade de se ater

a fatos objetivos, dentro de regras rígidas, ditadas pela matemática, que (surpreendentemente!) descreve bem a natureza! Esse último fato foi denominado por Wigner (1960) “*the unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences*”.

O perigo da doutrinação (e politização) na universidade é grave ameaça às suas próprias raízes. Como diz Barenboim: “Basta despertar a curiosidade dos alunos e lhes fornecer os meios para que eles a desenvolvam!” (Barenboim & Said, 2003).

OS PROBLEMAS ÉTICOS

O ano de 2004 marca o quinquagésimo aniversário de uma carta do grande físico norte-americano David Bohm, que veio para o Brasil em novembro de 1952 perseguido pelo macarthismo, a Albert Einstein (3/2/1954) (*Ciência Hoje*, s.d.). Ministrando aulas em português, David Bohm ocupou por quase três anos a cadeira de Física Teórica e Física Matemática.

No final desta seção, o leitor poderá julgar por si próprio o que mudou nestes cinquenta anos com referência aos problemas éticos que irei discutir.

O antropólogo Edgar Morin afirma que, após a decadência da família e da religião, impõe-se um novo conceito de ética individual baseado na *solidariedade*. Entretanto, Bohm afirma na carta a Einstein: “A maioria dos professores não é tão boa assim, e eles pioram as coisas, participando de brigas mesquinhas e sujas que impossibilitam *tornar unido* o Departamento de Física” (o grifo é meu).

O fato de que “a maioria dos professores não é tão boa assim” se deve – ainda hoje – às deficiências na avaliação mencionadas na seção sobre pesquisa. De fato, “a estabilização precoce e na prática permanente de docentes recém-contratados, sem julgamento criterioso...” (Nussenzveig, 2004), gera muitas vezes um *professor titular* que influirá de forma negativa nos aspectos acadêmicos da instituição, “participando de brigas mesquinhas e sujas” que geram desunião e atentam, em última análise,

contra o princípio da excelência, pois tornam muito difícil a existência de uma “massa crítica solidária” estável em qualquer área. O fato de que uma política de contratações total e exclusivamente voltada para o mérito científico pode gerar essa massa crítica é demonstrada pelo IMPA (Instituto de Matemática Pura e Aplicada, Rio de Janeiro), que, na área de sistemas dinâmicos, é um dos melhores institutos do mundo, com uma circulação internacional comparável à das grandes instituições europeias e norte-americanas.

A *desunião*, a *polarização* no IF-USP está hoje mais acesa do que nunca. Um discurso de Abraham Lincoln (um político de pensamento rigoroso!) exprime bem o caráter lógico do “cientista exato” nesse domínio – a rejeição das ambigüidades, a precisão e firmeza de pontos de vista. Reproduzimo-lo aqui, pois ele define de forma dramática e atual os problemas com os quais nos defrontamos:

“If we could first know where we are, and whither we are tending, we could better judge what to do, and how to do it. We are now far into the fifty year since a policy was initiated with the avowed object and confident promise of putting an end to slavery agitation. Under the operation of that policy, that agitation has not only not ceased, but has constantly augmented. In my opinion, it will not cease until a crisis shall have been reached and passed. A house divided against itself cannot stand. I believe this government cannot endure permanently half slave and half free. I do not expect the Union to be dissolved – I do not expect the house to fall – but I do expect it will cease to be divided. It will become all one thing, or all the other. Either the opponents of slavery will arrest the further spread of it, and place it where the public mind shall rest in the belief that it is the course of ultimate extinction; or its advocates will push it forward till it shall become alike lawful in all the States, old as well as new, North as well as South” (3).

O discurso de Lincoln acima trata de indivíduos ainda escravos, sob o jugo de

uma lei (e de um sistema) ambíguos. O caráter indefeso daqueles docentes realmente dedicados à pesquisa e ao ensino, diante de conflitos político-universitários que tendem a desmotivar e desestabilizar essas atividades acadêmicas prioritárias, deve-se em grande parte à ausência de canais de *real* comunicação.

Na carta de Bohm fica claro que ele se ressentia até mesmo da *indiferença* dos professores que o rodeavam. “Não suportava esse isolamento [...] As pessoas costumam ignorar umas às outras e convivem apenas com seus familiares.” Em resposta, de 22/1/1954, Einstein diz entender que Bohm esteja sofrendo com a “aridez da atmosfera intelectual” brasileira.

Essa aridez é bem demonstrada por uma experiência pessoal minha. Recentemente enviei cópias de trabalhos meus a diversos colegas, a maioria de grande projeção, nos EUA e na Europa. Obtive, como consequência, quase o mesmo número de respostas, com comentários e até sugestões de horizontes futuros! Aqui poucos sabem o que fazem os colegas do próprio departamento, quase não há discussões científicas! É fácil entender que me sinto como o Josef K. de *O Processo* de Kafka, que “foi preso uma manhã sem ter feito nada de mal”. O guarda da prisão lança uma certa luz sobre o tipo de acusação e sobre o motivo da prisão com as observações: “O senhor vai sem dúvida querer ir ao banco agora?” ‘Ao banco?’, perguntou K, ‘eu pensei que estava preso [...] Como posso ir ao banco, se estou preso?’ – ‘Ah, entendo, disse o guarda, já próximo à porta. O senhor me entendeu mal. O senhor está preso, sem dúvida, mas isso não deve impedi-lo de exercer a profissão. O senhor não se deve sentir impedido na sua maneira habitual de proceder’”. Essa prisão em *O Processo* significa, simbolicamente, um bloqueio do desenvolvimento intelectual de Josef K. e foi magistralmente analisada por E. Fromm (1984). Em grande parte ela se origina em uma sociedade estéril, sem canais de comunicação para aquela “inquietação intelectual” que outrora foi um dos marcos da tradição humanístico-cultural da USP, proveniente de seus fundadores,

3 “Se pudéssemos primeiro saber onde estamos, e para onde tendemos, poderíamos melhor julgar o que fazer, e como fazê-lo. Estamos agora avançados no quinquagésimo ano desde que uma política foi iniciada com o reconhecido objetivo e a promessa confiante de pôr fim à agitação da escravidão. Sob a aplicação dessa política, a agitação não apenas não cessou, mas tem constantemente aumentado. Na minha opinião, ela não cessará até que uma crise seja atingida e contornada. Uma casa dividida contra si própria não pode resistir. Acredito que esse governo não pode suportar permanentemente a condição de meio-escravo e meio-livre. Não acredito que a união se dissolva – não acredito que a casa irá cair – mas acredito que ela cessará de permanecer dividida. Ela se tornará, ou bem uma coisa, ou outra. Ou bem os oponentes da escravidão conseguirão impedir a sua progressiva disseminação, e colocá-la onde a mente pública pode repousar na crença de que ela está em vias de extinção final; ou bem os seus defensores a levarão adiante até que ela se legalize em todos os estados, velhos e novos, do Norte e do Sul” (grifos meus).

que para aqui trouxeram Fernand Braudel e Claude Lévi-Strauss! Essa comunicação, entre cientistas “exatos” e “não-exatos”, que estejam de acordo sobre os valores ameaçados na USP, precisa ser restaurada urgentemente!

APÊNDICE

De fato, não vemos um número infinito de estrelas a partir de qualquer ponto da Terra. Há uma analogia simples: quando contemplamos uma floresta de árvores, o alcance da nossa vista em qualquer direção horizontal é obstruído por um fundo de troncos. De forma semelhante, observando a partir da Terra o cosmos à noite vê-se em todas as direções uma “floresta de estrelas”. Estrelas, como troncos de uma árvore, têm certa dimensão e por isso tendem a *obstruir* a nossa visão de estrelas mais distantes, motivo pelo qual uma reta qualquer traçada a partir do nosso olho se estende a um fundo contínuo de estrelas até uma distância finita, ou seja, *limitada*, que pode ser calculada (4) e é denominada “distância de máxima visão”. Não parece haver motivo contrário, *a priori*, de que o firmamento seja coberto por estrelas brilhantes sem espaços vazios entre elas. Nesse caso, seria como se estivéssemos encerrados em uma superfície esférica de raio igual à distância de máxima visão, cuja temperatura fosse igual à temperatura da superfície das estrelas – aproximadamente seis mil graus para estrelas do tipo do Sol. O nosso céu em cada

ponto estaria brilhando como o disco solar, e, no meio desse inferno de luz intensa, a vida cessaria em segundos, a atmosfera e os oceanos se evaporariam em minutos! O argumento acima, aparentemente lógico, mas levando à última conclusão em óbvia total discordância com a experiência, constitui o “paradoxo do céu escuro à noite”, historicamente conhecido erroneamente como “paradoxo de Olbers”, e que deveria ser denominado de “paradoxo de Kepler”, pois foi o grande astrônomo J. Kepler que o apontou (Harrison, 1974).

A luz trafega com velocidade finita, e, por isso, quando observamos o cosmos até a distância de máxima visão, também olhamos para trás no tempo – o tempo que a luz gastaria para percorrer essa distância, que vamos chamar por brevidade de “tempo de visão passada”, que pode ser calculada dada a velocidade da luz e a distância de máxima visão como sendo da ordem de 10^{23} anos (Harrison, 1974; supondo por simplicidade que todas as estrelas são do tipo do Sol). Ocorre, entretanto, que – e esse é o ponto crucial! – estrelas do tipo do Sol brilham apenas por alguns bilhões de anos, sua vida média é da ordem de 10^{10} anos, *vida essa, portanto, muito curta em comparação com o tempo de visão passada!* Assim, estrelas a distâncias maiores que o correspondente a 10^{10} anos, isto é, maiores que 10^{10} anos-luz (o ano-luz sendo a distância percorrida pela luz em um ano), estão brilhando agora – da mesma forma que as estrelas próximas – mas a luz delas *ainda não chegou até nós!*

4 Ver, para um relato popular: Harrison, 1974.

BIBLIOGRAFIA

- BARENBOIM, Daniel; SAID, Edward W. *Paralelos e Paradoxos*. São Paulo, Companhia das Letras, 2003.
- CIÊNCIA HOJE – *Revista da SBPC*, vol. 15, nº 90, pp. 44-7.
- FROMM, E. *Märchen, Mythen, Träume*. Rowohlt, 1984.
- HARRISON, E. R. “Why the Sky is Dark at Night”, in *Physics Today*, February, 1974.
- KAFKA, F. *Der Prozess*. Frankfurt, S. Fischer Verlag, 1965.
- NUSSENZVEIG, H. M. “Universidade Democrática é Meritocrática”, in *Folha Opinião*, 12/11/2004.
- PATCH, Blanche. *Thirty Years with G.B.S.* London, Gollancz, 1951 (parte de discurso de 1930 em homenagem a A. Einstein, que estava presente na ocasião).
- STRAVINSKY, I. *Poetics of Music in the Form of Six Lessons*. New York, Vintage Books, 1956.
- WIGNER, E. P. *Comm. Pure Appl. Math.*, 13, 1, 1960.
- WRESZINSKI, W. F.; WRESZINSKI, V. E. “A Evolução da Interpretação Musical”, inédito.