

Créditos da foto: Vito Technology, Inc

Reflexões sobre o futuro da astronomia amadora

It's not in the stars to hold our destiny but in ourselves (William Shakespeare, in Julius Caesar, 1599)

Tasso A. Napoleão – Grupo Alfa Crucis, 2022

Reflexões sobre o futuro da astronomia amadora

Tasso A. Napoleão

Há menos de dez anos, em capítulo do livro “História da Astronomia no Brasil” (2013)¹, tentávamos antecipar algumas das tendências da astronomia amadora para as primeiras décadas deste século 21: na área de pesquisa amadora, o trabalho em equipe, a especialização, a internacionalização e a integração com os pesquisadores profissionais; na área de difusão e ensino não-formal, um interesse cada vez mais intenso do público leigo pela astronomia, estimulado pela cobertura da mídia, pelo uso maciço da comunicação via Internet e redes sociais, e pela disponibilidade ampla e gratuita de softwares e aplicativos populares de *smartphones*. Para a concretização dessas perspectivas, ressaltávamos a necessidade de atualização e aprimoramento técnico contínuo por parte dos astrônomos amadores e em particular por suas associações locais, que fornecem um ambiente ideal para que o iniciante possa ampliar seus conhecimentos com o auxílio e orientação dos colegas mais experientes.

Todas essas tendências, acreditamos, continuam válidas e estão até se materializando de forma mais rápida do que esperávamos – na maior parte dos casos, por avanços tecnológicos, mas, em outros, por fatores imprevisíveis, como as mudanças comportamentais decorrentes da eclosão da pandemia do covid-19 a partir de 2020.

Analisemos em primeiro lugar a área de pesquisa amadora. Evoluímos na tecnologia de comunicação de tal forma que as observações em que haja maior necessidade de precisão (como, por exemplo, a fotometria de séries temporais de certas estrelas variáveis cataclísmicas, ou então o monitoramento de trânsitos de exoplanetas) podem ser feitas sem qualquer dificuldade por astrônomos amadores que disponham do equipamento adequado e que tenham prática nas técnicas de aquisição de imagens CCD. Nesse sentido, não existe diferença maior entre as observações realizadas por astrônomos amadores ou profissionais. Se estes últimos têm o benefício do uso de telescópios de maior abertura, aqueles têm a grande vantagem de poder usar seu equipamento no momento em que desejarem e sem limites de tempo de uso. A robotização dos equipamentos amadores e sua operação remota (cada vez mais freqüente entre os astrônomos amadores) eliminaram as derradeiras restrições nessa área. E mais: com o extraordinário avanço nas comunicações nas duas últimas décadas, nós amadores passamos a trabalhar praticamente *online*, em paralelo aos centros astronômicos internacionais - o que é importantíssimo no caso de alertas sobre fenômenos imprevisíveis, como a explosão de uma nova ou um evento de desconexão na cauda de um cometa. No entanto, é fundamental termos consciência que a tendência global é para que nós amadores trabalheemos em equipe e em nichos: hoje é praticamente impossível competir em volume de descobertas ou na captação de dados brutos com as grandes redes de observatórios robóticos mantidos pelas universidades, institutos de pesquisa e governos de países desenvolvidos, sempre situados em céus privilegiados e que varrem todo o céu diariamente. Falamos de grupos como o Pan-STARRS e o ATLAS no Havaí, o ZTF (Caltech) em Palomar, o ASAS-SN Sky

¹ História da Astronomia no Brasil (2013), Oscar T. Matsuura (Org.), volume 2, Capítulo 15. O livro está disponível no website do Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST / MCTI), no link <http://site.mast.br/HAB2013/index.html>; o capítulo 15 ("Dos tempos do Império aos observatórios robóticos"), em: http://site.mast.br/pdf_volume_2/dos_tempos_imperio_observatorios_roboticos.pdf.

Patrol na África do Sul, Chile, Havá e Texas, além de iniciativas mais recentes, como o projeto ALERCE (Automatic Learning for the Rapid Classification of Events) que utiliza técnicas de inteligência artificial para identificar e classificar transientes nos *pipelines* de imagens obtidas por algumas das estações de aquisição já citadas. Podemos citar um entre muitos exemplos de conseqüências dessa inexorável tendência: no ano de 2010, foram descobertas 589 supernovas extragalácticas, das quais 20% foram encontradas por astrônomos amadores. Dez anos após, em 2020, o número de supernovas foi de 19283 SN – mas somente 0,2 % delas foram descobertas por astrônomos amadores². E tanto o número de supernovas como o de outros transientes descobertos por amadores provavelmente será ainda menor a partir de 2023, quando entrará em operação o telescópio Vera Rubin (ex-LSST): produzindo nada menos de 30 terabytes de dados a cada noite, espera-se que o telescópio Rubin descubra *milhões* de transientes a cada noite de observação³. Mas isso não deve ser visto como um fator desmotivador: já está previsto que uma parcela do tempo do “Vera Rubin” deverá ser dedicada a atividades de EPO (*Education and Public Outreach*), entre as quais serão incluídos projetos de *Citizen Science* – nos quais os amadores certamente terão espaço. Pessoalmente, acreditamos que o advento do “Vera Rubin” e outros telescópios da nova geração não significam de forma alguma o fim da astronomia amadora – mas sim uma reestruturação de sua metodologia e de procedimentos, incluído aí o trabalho em coordenação com a comunidade profissional, visando sempre o aprimoramento da pesquisa científica.

Costuma-se dizer que o astrônomo amador contemporâneo que se dedica à pesquisa passa menos tempo à ocular do seu telescópio do que ao computador. Embora isso seja fato, em função da eficiência e custo mais acessível dos detectores CCD e CMOS atuais, a nosso ver não significa que a observação visual é uma relíquia do passado. Muito menos que os astrônomos amadores do futuro perderão a proficiência no reconhecimento do céu ou o fascínio milenar da contemplação de uma bela noite estrelada. Afinal, uma regra fundamental para qualquer astrônomo amador que se preza é nunca se aventurar a usar telescópios automatizados ou detectores sofisticados *antes* de dominar por completo a observação visual com binóculos e telescópios simples, que são o embasamento para que ele adquira as técnicas indispensáveis.

Ainda na astronomia amadora de pesquisa, outros nichos que a nosso ver serão comuns entre os amadores com o aperfeiçoamento da tecnologia instrumental são a espectroscopia, a fotometria por séries temporais e o monitoramento contínuo de certos objetos e eventos do sistema solar, como NEOs, ocultações asteroidais e meteoros. Em particular, a prática da espectroscopia data de meados do século 19 entre os profissionais, mas apenas a partir do fim do século 20 começou a ser explorada pelos amadores. Isso é compreensível: Por um lado, a espectroscopia demanda uma formação teórica um pouco mais aprofundada (mas que, felizmente, está sendo cada vez mais acessível nos últimos anos graças à Internet e ao ensino à distância); por outro, o custo do instrumental (como espectrógrafos e acessórios), que era proibitivo ao astrônomo amador (principalmente no Brasil) começa a ser contornado hoje pela fabricação do equipamento pelo próprio amador, com projetos fornecidos gratuitamente por colegas de outros países e/ou disponíveis na Web, aliados à fabricação local de boa parte das peças dos instrumentos com impressoras 3D. Se adicionarmos a isso o desenvolvimento

² Dados de acordo com David Bishop (<https://www.physics.purdue.edu/brightsupernovae/>)

³ Sobre o volume de dados a ser gerado pelo “Vera Rubin” e outros telescópios, ver **APÊNDICES 1 e 2**.

recente de colaborações entre parceiros amadores internacionais, em especial na França, mas também no Reino Unido, na Austrália e alguns outros países, podemos esperar, em nossa opinião, um futuro brilhante para a espectroscopia amadora (aliada à fotometria) nas próximas décadas, em áreas como, por exemplo, a astrofísica estelar e cometária.

A astrofotografia, por outro lado, tradicionalmente uma área de excelência na astronomia amadora, vem se juntar também ao esforço de colaboração entre amadores e profissionais em temas até há pouco inexplorados, como a astrofotografia profunda de galáxias para revelar estruturas tênues e sutis resultantes de interações, antes perceptíveis apenas com os grandes telescópios profissionais.⁴ Ou seja, antevemos uma tendência para que nossos astrofotógrafos se dediquem de forma crescente a projetos de real interesse científico (além daqueles de natureza estética, nas quais já são mestres).

Uma mesma característica pode ser observada em tudo o que foi dito até aqui: finalmente, existe uma percepção generalizada que as fronteiras entre as chamadas “astronomia profissional” e “astronomia amadora” não têm mais sentido algum. O interesse do astrônomo amador moderno não é mais somente contemplar extasiado o céu noturno; ou acompanhar passivamente o noticiário astronômico na mídia, internet ou redes sociais: ele quer ser um agente proativo em favor do avanço da ciência, e sua contribuição está sendo cada vez mais reconhecida e requisitada pela comunidade profissional. Isso está ocorrendo no Brasil e no exterior, incluindo-se aqui a própria IAU (União Astronômica Internacional)⁵. Em duas palavras, a nosso ver, esta será a principal diretriz para a astronomia amadora do futuro: ajudar a erigir e a desenvolver esse precioso monumento da inteligência humana que é a ciência.

Falta aqui, ainda, uma reflexão sobre nossa visão da difusão e ensino não-formal de astronomia no futuro. É incontestável que desde 2020, com o início da pandemia do covid-19, ocorreram e ocorrerão mudanças profundas no comportamento e nos hábitos das pessoas. Algumas destas poderão ser amenizadas ou até descartadas quando terminar a pandemia – mas, definitivamente, o mundo não será mais o mesmo que conhecíamos em 2019. E é evidente que não estamos nos referindo simplesmente ao uso de máscaras ou ao distanciamento, tão indispensáveis para evitar a propagação do vírus. Consideremos, por exemplo, as plataformas de videoconferência que proliferaram com o início da pandemia. Suas aplicações imediatas de maior utilidade, provavelmente, foram no trabalho à distância (*home office*) e em teleconsultas médicas, permitindo manter as atividades econômicas (reduzindo custos e eliminando tempos improdutivos) e preservar a saúde e a vida de milhares (talvez milhões) de pessoas em todo o mundo.

Logo em seguida, no entanto, as mesmas plataformas passaram a ser essenciais para as atividades de divulgação cultural e científica - e para o ensino à distância. Este é um caminho sem volta. Se antes já tínhamos a possibilidade de trocar idéias por emails ou aplicativos de celular, agora temos a vantagem de discuti-las em tempo real, não importa onde está nosso interlocutor no planeta. Alguns dos benefícios imediatos em nossa área foram a possibilidade de participar *online* de conferências e reuniões de entidades astronômicas em qualquer parte

⁴ Ver a respeito o projeto DIM (Deep Images of Mergers) em <https://skyandtelescope.org/astronomy-news/amateur-astronomers-reveal-long-ago-galaxy-mergers/>

⁵ A posição da IAU pode ser em: <https://www.iau.org/news/announcements/detail/ann21064/>

do mundo – algo que seria inviável presencialmente na maior parte dos casos, em função dos custos e do tempo perdido nos deslocamentos. Junte-se a isso a facilidade de ministrarmos aulas e palestras virtualmente com a maior facilidade (embora, é óbvio, neste caso tenhamos de fazer pequenas adaptações em nossa didática). O mesmo se aplica à possibilidade de manter renovado o nosso próprio aprendizado, assistindo a aulas e seminários, quase sempre gratuitos, em universidades e centros de pesquisas astronômicas internacionais.

Evidentemente, isso se estendeu também à divulgação astronômica ao grande público leigo, em uma escala antes inusitada: tanto no Brasil como no exterior, multiplicaram-se os populares canais virtuais de vídeos, entrevistas e “lives” no Youtube e similares. Essa é uma verdadeira revolução na área de divulgação (não só da astronomia como das outras ciências). E aqui também, sem retorno. Em princípio, isso parece ser – e é - uma ótima notícia.

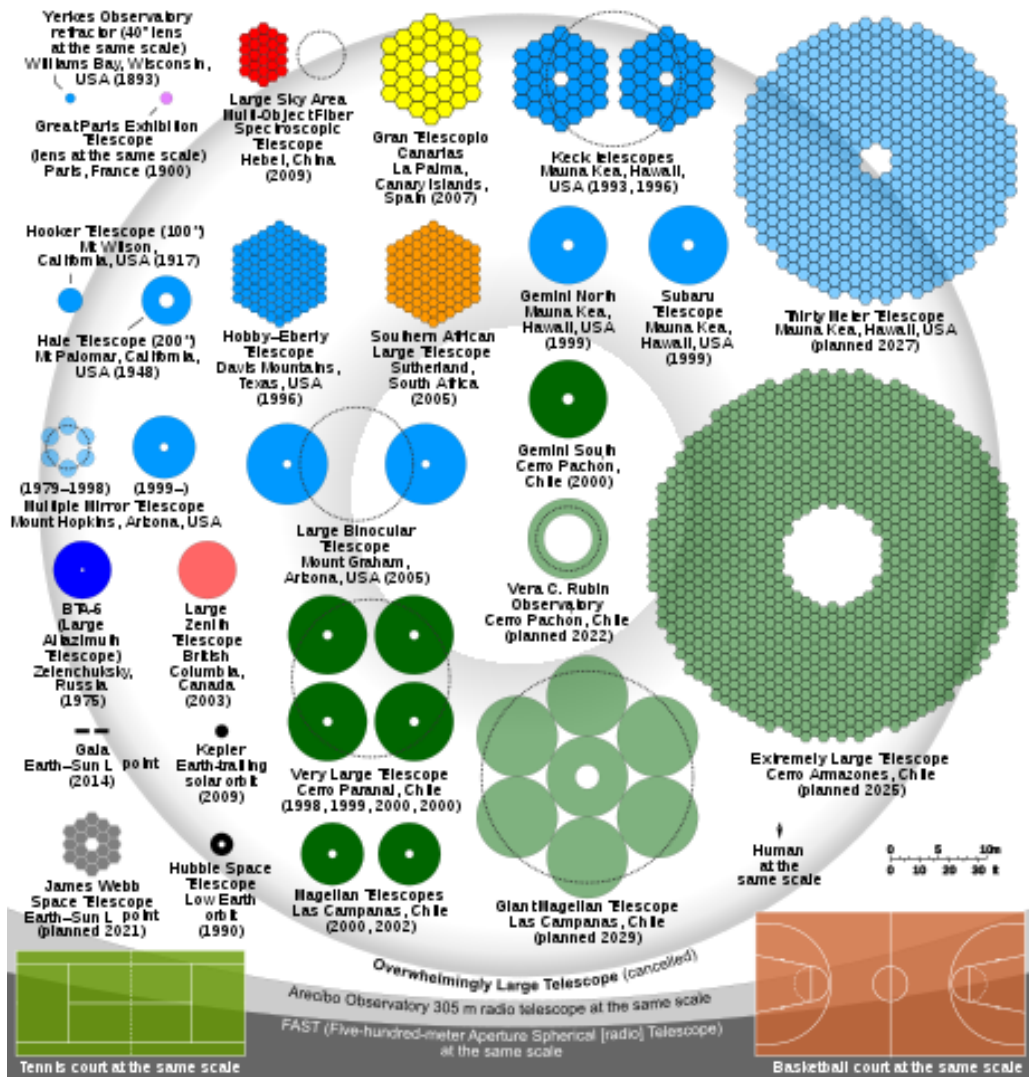
No entanto, cabe um lembrete. Como quase todas as atividades que envolvem redes sociais e Internet, aqui o leitor terá de ser muito seletivo se quiser se informar de modo confiável e não ser simplesmente ludibriado. Tanto no Brasil como no exterior, vemos conteúdos da maior qualidade, na melhor tradição da divulgação astronômica e às vezes com o benefício da transmissão direta do evento a partir de um observatório amador ou profissional; porém há outros, pretensamente “científicos”, que beiram a falácia e a enganação; e isso sem falar em terraplanismo, movimentos anti-vacinas, abdução por alienígenas e outros temas grotescos.

A pseudociência não é a única ameaça à razão, evidentemente: ainda mais lamentáveis são certas notícias fraudulentas e mentirosas (“*fake news*”) colocadas deliberadamente em redes sociais e blogs, por motivos torpes e até criminosos. Em um caso como em outro, é forçoso verificarmos a veracidade da informação; confrontá-la com os meios tradicionais de comunicação; checar se a linguagem usada é culta; se a ortografia está correta e se não existem erros grosseiros de escrita; conferir qual é a fonte da informação e se ela é confiável ou não; e pesquisar as referências nas quais a informação se embasa. E nunca - nunca - compartilhar qualquer notícia ou informação que não declare o nome do autor, ou que você não possa confirmar, ou sobre a qual você tenha qualquer dúvida. A Internet e as mídias sociais são ferramentas poderosíssimas para a difusão do conhecimento, porém são igualmente eficientes quando usadas de forma desonesta para disseminar a desinformação.

É inevitável que a fase pós-pandemia traga uma revisão de padrões e de valores em escala global, o que não deixa de ser uma oportunidade – talvez a última que temos neste século. Vai depender exclusivamente de nós decidirmos sobre nossa sobrevivência (ou não) como espécie biológica. Temos de escolher: ainda podemos evoluir na direção de uma maior consciência social e ambiental, reverter o dano que causamos a nossas florestas e clima, reconfigurar a economia global para reduzir as desigualdades e o consumismo desenfreado que ameaça destruir nossa sustentabilidade, e substituir a estupidez pela tolerância, o obscurantismo cego pela racionalidade e o negacionismo pela ciência. Não existe solução alternativa - e não temos muito tempo para decidir: a pandemia já nos colocou no divisor de águas.

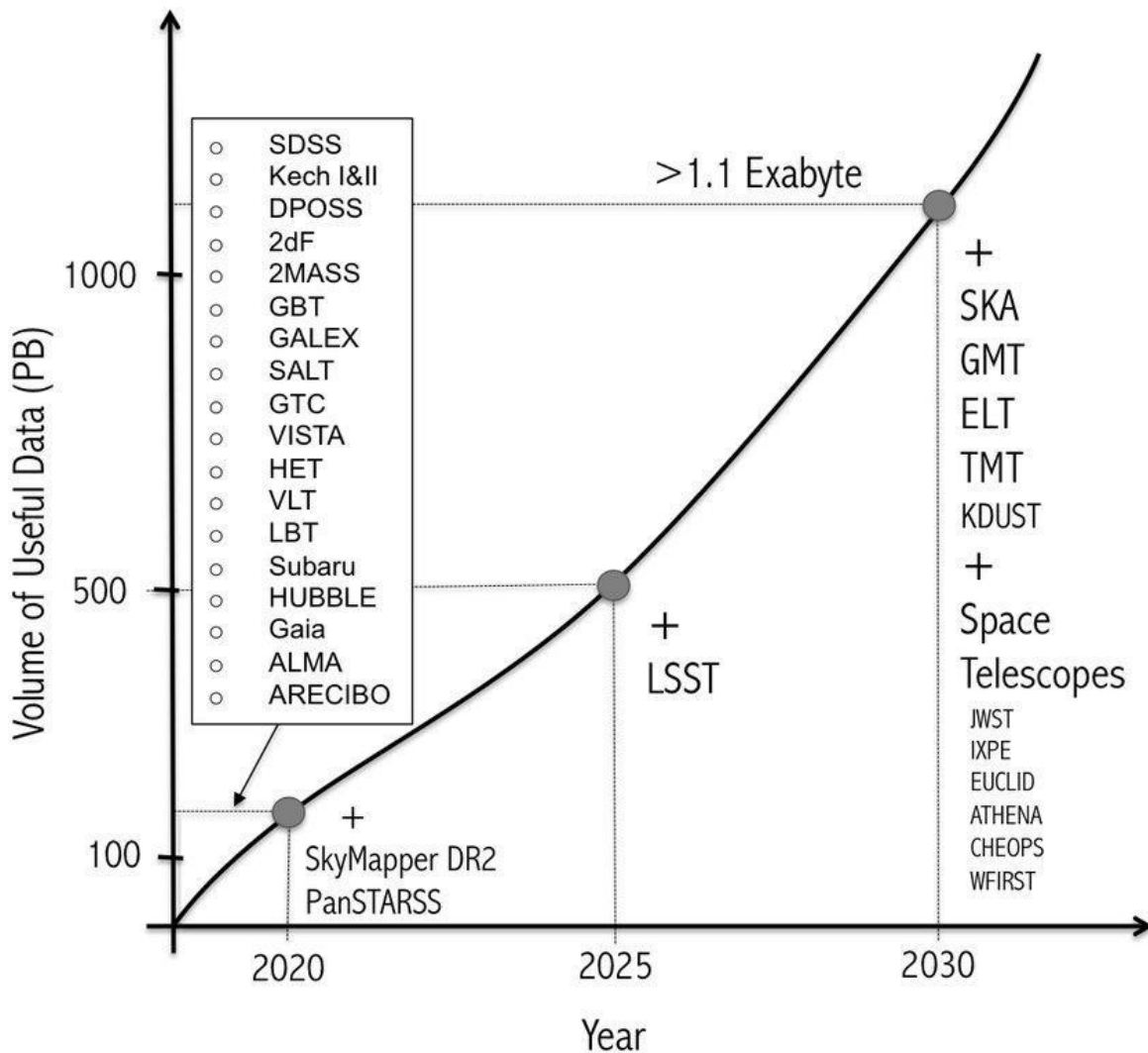
Para nós astrônomos não pode haver dúvidas: Carl Sagan já nos apontava o caminho quando comparava a ciência com uma vela no escuro em “O mundo assombrado pelos demônios” (1995): “*A ciência é a ferramenta absolutamente essencial para qualquer sociedade que tenha a esperança de sobreviver no século 21 com seus valores fundamentais intactos*”.

APÊNDICE 1



Comparação entre as aberturas dos maiores telescópios ópticos (históricos, atuais e futuros). O telescópio Vera Rubin (com espelho de 8.4m), que teve sua primeira luz adiada de 2022 para 2023, está no centro. A nova geração de telescópios, planejada para operar na década de 2020-2030, é vista à direita: o GMT (*Giant Magellan Telescope*), no Chile, com sete espelhos de 8.4m cada (poder de resolução equivalente a um espelho único de 25.4m), previsto para 2029; o TMT (*Thirty Meter Telescope*), em Mauna Kea, Havaí, em princípio previsto para 2029, mas sofrendo atrasos devido a fatores culturais e ambientais; o ELT (*Extremely Large Telescope*), do consórcio ESO e com 39.3m abertura, que será o maior telescópio óptico do mundo, a partir de 2027 no Chile. Indicados na figura estão também os diâmetros do OLT (*Overwhelmingly Large Telescope*), de 100m abertura, projeto europeu, atualmente cancelado por seu alto custo e substituído pelo ELT; e ainda, do radiotelescópio de Arecibo (305m), situado em Porto Rico e destruído em 2020; e do FAST (500m), situado na China e, desde 2016, o maior radiotelescópio do mundo. São também incluídos na figura quatro telescópios espaciais (GAIA, Kepler, Hubble e James Webb), bem como uma figura humana e quadras de tênis e basquete para comparação das dimensões. (Licença: Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0).

APÊNDICE 2



“Big data” em astronomia: O gráfico demonstra a projeção do fluxo de dados científicos úteis que serão gerados pela entrada em operação da nova geração de telescópios. Os valores são inferidos a partir das estimativas feitas por cada projeto, admitindo-se que um percentual de até 25% dos dados brutos obtidos possa ser descartado por motivos operacionais diversos. Note-se que, considerando o uso dos diversos telescópios já existentes (relação à esquerda) e mais a entrada em operação em 2023 do telescópio Vera Rubin (aqui identificado por seu antigo nome LSST), espera-se que, já no ano de 2025, o fluxo de dados úteis atinja a marca de 500 petabytes (5×10^{15} bytes); a partir daí, a introdução da nova geração de supertelescópios óticos e no infravermelho como o ELT, TMT, GMT, e mais a operação do maior conjunto de radiotelescópios no mundo (Square Kilometer Array, ou SKA), além do lançamento de diversos novos telescópios espaciais poderão fazer o fluxo de dados científicos superar 1.1 exabytes (1.1×10^{18} bytes ou 1100 petabytes). (Fonte: ROSA, R. R.: Data Science Strategies for Multimessenger Astronomy. Anais da Academia Brasileira de Ciências 93 (2021): Lab for Computing and Applied Mathematics (LABAC), National Institute for Space Research (INPE).