



XVI Encontro de Extensão Universitária da Universidade Federal de Campina Grande.
Os desafios da Extensão Brasileira frente à curricularização e às mudanças paradigmáticas.
De 07 a 08 de março de 2023. Cajazeiras, PB – Brasil.

CONHECENDO A RADIOASTRONOMIA COM O RADIOTELESCÓPIO BINGO

Felipe Gomes Barbosa¹, Deyvson Lucas da Silva², Nathalia Guedes Dantas³, Maria Eloisa ferreira Guedes⁴, Julia Neves Araujo⁵, Erik Limeira Guimarães⁶, João Rafael Santos⁷, Alex de Albuquerque Silva⁸
joaorafael@df.ufcg.edu.br e aalb7a@uaep.ufcg.edu.br

Resumo: O desenvolvimento de mecanismos de divulgação científica e de popularização da ciência são um dos objetivos do Programa de extensão RADIOTELESCÓPIO BINGO: LUTANDO PELA CIÊNCIA NO SERTÃO DA PARAÍBA. Por meio deste, temos levado a radioastronomia às escolas da rede pública de ensino fazendo uso de mini radiotelescópios que tem como objetivo captar sinais de rádio de objetos celestes em nossa galáxia e proporcionar assim, uma ligação real entre o aluno e o conhecimento científico.

Palavras-chaves: *Radioastronomia, Radiotelescópio, Divulgação Científica., Radiotelescópio BINGO.*

1. Introdução

A radioastronomia é a parte da astronomia que estuda os objetos celestes por meio das ondas de rádio, ou como usualmente chamamos, por meio da rádio frequência [9].

Desde o seu surgimento a radioastronomia tem proporcionado à humanidade diversos avanços científicos e tecnológicos. Além disto, ela tem contribuído de maneira significativa na divulgação científica. Desde ponto de vista é natural pensar na radioastronomia como uma ferramenta de apoio educacional no processo de ensino-aprendizagem. Por meio de ações experimentais simples como a construção de pequenos radiotelescópios, podemos introduzir os conceitos de radioastronomia em sala de aula, atraindo de forma significativa a atenção dos alunos para as disciplinas de ciência. Uma vez que a radioastronomia é por natureza uma área da ciência que envolve diversos tipos de conhecimentos acadêmicos, é natural pensar nele como um ponto de interdisciplinaridade entre as diversas áreas do conhecimento.

É isso em mente que o Programa de extensão RADIOTELESCÓPIO BINGO: LUTANDO PELA CIÊNCIA NO SERTÃO DA PARAÍBA surgiu. Esse programa de extensão está vinculado às metodologias e ações de divulgação científica da colaboração RADIOTELESCOPIO BINGO. BINGO é um acrônimo para **Baryon Acoustic Oscillation In Neutral Gas Observations**.

O BINGO será o maior radiotelescópio brasileiro e que estará localizado no município de Aguiar no Sertão

Paraíba. De forma resumida, o BINGO tem como principal objetivo medir como a matéria escura tem influenciado a expansão cósmica no nosso Universo. Essas medidas serão realizadas por meio da observação da oscilação acústica de bárions (ou BAO em inglês) [7].

Entre as diversas ações de divulgação científica da colaboração BINGO, podemos citar o desenvolvimento de mini radiotelescópios (minicornetas) que tem como principal objetivo levar a radioastronomia de forma descomplicada e barata para dentro das escolas de ensino básico da rede pública de ensino. Esses instrumentos de ensino, possuem a capacidade de potencializar o ensino, pois por meio dele, os alunos estão tendo contato com a ciência sendo realizada na prática, ao vivo e a cores e isso proporciona que conceitos vistos em sala de aula sejam melhor entendidos e assimilados. As atividades com as minicornetas foram realizadas em escolas públicas do estado da Paraíba, bem como em eventos técnico-científicos, tais como Semana Nacional de Ciência e Tecnologia e Expotec.

Neste trabalho discutiremos um pouco sobre os princípios da radioastronomia e relação e diferenças da astronomia ótica. Além de apresentar um pouco dos avanços científicos mais recentes nessa área. Também apresentaremos o Radiotelescópio BINGO e suas tentativas em medir a matéria escura do Universo. Apresentaremos os instrumentos de observação da radioastronomia, ou seja, os radiotelescópios. E por fim, trataremos de nossas ações de extensão acadêmica, onde por meio das minicornetas da colaboração BINGO conseguimos fortalecer o conhecimento científico e o processo de ensino-aprendizagem na rede pública de ensino básico.

2. Metodologia

As ações do projeto se constituem em um corpo unido por um conjunto de metodologias de projeto ágeis, em que cada um dos temas é designado a um professor responsável que seleciona o seu time dentro da equipe do projeto. Cada tema então formaliza um framework SCRUM e as ações desenvolvidas com vistas a produto definem os sprints dentro deste tema. Os sprints se desenvolvem conforme o método PDCA (Plan - Do -

^{1,2,3,4,5,6} Estudantes de Graduação, UFCG, Campus Campina Grande, PB. Brasil.

⁷ Orientador/a, Professor, UFCG, Campus Campina Grande, PB. Brasil.

⁸ Coordenador/a, Professor, UFCG, Campus Campina Grande, PB. Brasil.

Check - Act). Todos os sprints incluem a elaboração de um roteiro e de um relatório de ação.

Assim, cada tema inicia diversos SPRINTS e cada um deles é constituído de ações voltadas a produto, tais que podem se encaixar nas seguintes categorias:

1. Planejamento: Todas as ações necessárias para a verificação do escopo, incluindo levantamento de necessidades bibliográficas, expertise adicional, serviços externos, recursos de pessoal e recursos de custeio.
2. Planejamento: produção de roteiros.
3. Planejamento: necessidades logísticas.
4. Ação: execução da atividade programada para o público de forma presencial ou na forma de disponibilização de conteúdo digital.
5. Verificação: aplicação e coleta de dados acerca da qualidade do produto entregue.
6. Ação: análise da avaliação realizada com equipe, público e parceiros e implementação de melhorias.

A equipe é formada por bolsistas e voluntários com segregação de responsabilidades conforme as necessidades do projeto e das atribuições designadas pelo financiador da bolsa, no caso de bolsa externa. Respeitadas as demandas colocadas pelo financiador, toda a equipe de alunos e voluntários é fluante em cada tema, trabalhando por SPRINTs. A equipe de todas as ações tem acesso ao escritório de projeto, estrutura organizacional que centraliza as necessidades de execução orçamentária e alocação de recursos humanos. No escritório de projeto estão todos os coordenadores de projeto e alguns colaboradores externos. Ligado ao escritório de projeto está o escritório de comunicação. Este escritório é responsável por produzir e gerir conteúdo audiovisual ou mídia digital, sob demanda dos projetos. Seu funcionamento é mantido com recursos do projeto, bolsistas e voluntários. O escritório de projeto é responsável pela gestão da massa documental produzida.

Todos os temas propostos para desenvolvimento estão associados a um conjunto de produtos apresentados que podem ser agrupados segundo a sua natureza:

- **EQUIPAMENTO:** produto físico que se apresenta como uma construção feita pela equipe do projeto disponibilizado para demonstrações e utilizações em uma biblioteca de equipamentos.
- **MATERIAL:** produto físico ou digital que consiste em instruções e procedimentos para atividades educacionais, lúdicas ou científicas: roteiros, instruções, textos, vídeos, animações, jogos.
- **APRESENTAÇÃO:** Ação de equipe do projeto em local e horário determinados, com base em roteiro prévio e replicável.

3. Resultados e Discussões

3.1 Astronomia e Radioastronomia

A astronomia é por certo uma das mais antigas formas de ciência empregada pela raça humana. A astronomia surge juntamente com a necessidade do ser humano em entender e descrever o mundo que o cerca. Muito do que

somos hoje como sociedade está atrelado ao desenvolvimento da astronomia. Desde aspectos culturais, como histórias contadas por meio de constelações celestes e que são fundamentais na formação de diferentes civilizações, até desenvolvimentos tecnológicos que permitiram avanços científicos e uma melhor qualidade de vida para a sociedade.

A astronomia por sua vez tem suas ramificações e uma dela é a radioastronomia [10]. Nos seus primórdios, a astronomia estava limitada a observações puramente da luz visível. Ou seja, precisávamos ver um objeto com nossos próprios olhos ou com o ajuda de lentes de aumento (lunetas e telescópio). No entanto, por volta da década de 30 do século passado, uma nova ramificação da astronomia surgia. Ao investigar as interferências de eletricidade estática em comunicações transatlânticas, Karl Jansky observou pela primeira vez radiação eletromagnética no comprimento de onda do rádio vinda do centro da galáxia [9]. Jansky concluiu que outros corpos celestes também poderiam emitir esse tipo de radiação e assim nasceu a radioastronomia. Com a advento dessas descobertas, uma revolução toma conta da astronomia. Agora seria possível observar o universo não apenas no comprimento de onda da luz visível. Também seria possível observar corpos celestes que até então eram “invisíveis” para o ser humano e seus poderosos telescópios. Agora conseguiríamos “enxergar” os corpos celestes por meio das ondas de rádio. As ondas de rádios têm algumas vantagens em relação à luz visível, uma delas é que essas ondas chegam ao nível do solo. Com isso, eliminamos o problema da poluição luminosa causada pelos grandes centros urbanos bem como efeitos causados pela atmosfera terrestre e que tanto atrapalham as observações em telescópios ópticos. Outra ponto positivo da radio frequência é que ela pode atravessar nuvens de poeira e gás que muitas vezes impedem que a luz de objetos distantes chegue até nós. Isso nos possibilitou observar objetos outrora desconhecidos. Além do mais, as emissões de rádio frequência dos objetos celestes, nos permitem obter muitas informações a cerca daquele corpo como por exemplo o seu mecanismo de emissão, picos de frequência, etc. Outra característica importante em relação as ondas de rádio é o seu grande intervalo de comprimento de onda. Enquanto a luz visível compreende uma faixa muito pequena no espectro eletromagnético (entre 390 nm para a luz azul e 760 nm para a luz vermelha), as ondas de rádio possuem um intervalo de comprimento de onda/frequência (que denominamos de banda de frequência) muito maior, com comprimentos de onda da ordem do milímetro até valores da ordem 10^2 metros (ver figura 1). Atualmente estipula-se que cerca de 70% de todo conhecimento que temos a cerca do universo foi obtido graças a radioastronomia [11].

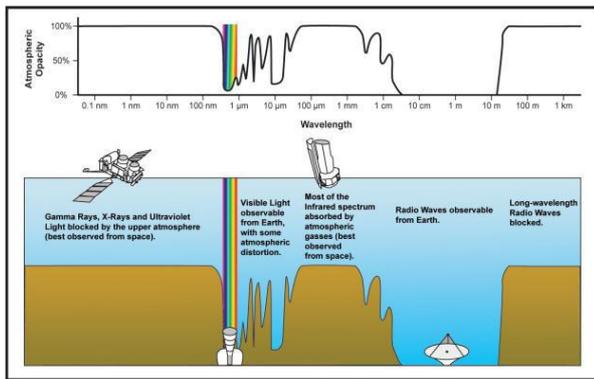


Figura 1: Opacidade atmosférica. Fonte Nasa/IPAC

Os dados experimentais de satélites altamente tecnológicos como o Projeto Planck [3], revelam que nosso Universo é composto por cerca de 70% de energia escura, 26% de matéria escura e apenas 4% de matéria bariônica. A energia escura foi medida no final da década de 90 por dois grupos experimentais denominados Supernova Cosmology Project e High Redshift Supernova Team [4,5]. Ambos os grupos revelaram que nosso Universo passa por uma fase de expansão acelerada, cuja fonte é desconhecida e foi denominada por energia escura. Já a matéria escura foi proposta em 1922 pelo astrônomo holandês Jacobus Cornelius Kapteyn. Em suas análises sobre a distribuição de massas, forças e velocidades em um sistema estelar, ele foi capaz de inferir a existência de matéria não observável que seria responsável pelas acelerações gravitacionais medidas [6]. Já a matéria bariônica, trata-se da matéria que conseguimos medir e manipular experimentalmente, composta pelos elementos químicos que vemos na tabela periódica e pelas partículas do modelo padrão. Sendo assim, é certo dizer que desconhecemos 96% do conteúdo de nosso Universo.

Entre as tentativas para descrever quando e como a energia escura moldou a expansão de nosso Universo, destaca-se a chamada medida da oscilação acústica de bárions (ou BAO em inglês) [7]. Esta oscilação baseia-se em medir a emissão de fótons oriundos do hidrogênio (elemento químico mais abundante no Universo), durante processos de expansão devidos à energia escura, na faixa de comprimentos de onda de 21cm. As BAOs funcionam como réguas padrão que permitem a expansão do Universo em função do desvio para o vermelho, restringindo a expansão da energia escura e contribuindo para a construção de modelos cosmológicos [8].

Uma série de experimentos busca medir as BAOs, partindo desde a radiação primordial de fótons, denominada radiação cósmica de fundo, até períodos de tempo mais recentes de nosso Universo. Dentre tais experimentos, destacamos a colaboração BINGO (Baryon acoustic oscillations from Integrated Neutral Gas Observations) [8]. O BINGO é um radiotelescópio que será construído no sertão da Paraíba para medir a radiação BAO em uma fase mais recente do Universo, que compreende uma distância de desvio para o vermelho (ou redshift em inglês), entre 0.13-0.48 [8]. Esse projeto se enquadra em uma colaboração multinacional envolvendo a Universidade de São Paulo, a Universidade

Federal de Campina Grande, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e instituições do Reino Unido, Suíça, Uruguai e China.

O sítio escolhido para a construção deste projeto fica localizado próximo a cidade de Aguiar no sertão da Paraíba. A ciência por trás dos resultados experimentais do projeto BINGO fundamenta-se em três grandes áreas: Astronomia, Astrofísica e Cosmologia. Deste modo, o projeto torna-se uma grande vitrine para a divulgação dessas áreas junto à comunidade, em especial aos alunos de ensino fundamental e médio. Tal estratégia, além de aproximar esses alunos em tópicos relativos a um experimento de ciência de fronteira, tem potencial de despertar nos estudantes o desejo pela descoberta científica. Além disso, os bolsistas e voluntários envolvidos no projeto de extensão, terão a oportunidade de estudar tópicos de astronomia, astrofísica e cosmologia, bem como auxiliar na preparação de material didático e de eventos de divulgação junto à comunidade escolar alvo do projeto.

3.2 Antenas: Instrumentos de Observação

Os observações em radioastronomia são realizadas por um instrumento bem conhecido por todos nós: antenas de rádio. No caso da radioastronomia, trabalhamos com antes mais sofisticadas que denominamos de radiotelescópios. São vários os tipos e formatos de antenas/radiotelescópios que utilizamos, desde elementos simples como antenas parabólicas, até conjuntos de várias antenas que se comportam como um único e gigantesco radiotelescópio, os conhecidos *arrays* (figura 2) [9].



Figura 2: Um **array**. Conjunto de vários radiotelescópios/antena que se comportam como uma única e gigantesca antena.

A nível de Brasil, temos alguns radiotelescópios em operação e outros em fase de construção. Podemos citar o Radio Observatório de Itapetinga (ROI) que atualmente é administrado pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Na Paraíba temos o Radiotelescópio Uirapuru (ver figura 4^a) que está localizado no Campus da UFCG em Campina Grande e que tem como objetivo estudar as misteriosas rajadas rápidas de rádio provenientes do espaço – conhecidas pela sigla em inglês “FRB” o Radiotelescópio Uirapuru será um radiotelescópio auxiliar ao o maior radiotelescópio

brasileiro que está em fase de construção, o Radiotelescópio BINGO na cidade de Aguiar no interior da Paraíba (figura 3).



Figura 3: Uma imagem de como será a estrutura do radiotelescópio BINGO.

3.3 As Minicornetas da colaboração BINGO

Quando pensamos em divulgação científica e popularização da ciência, sempre nos deparamos com um clássico questionamento: Como fazer com que os alunos do ensino básico tenham seu primeiro contato com laboratórios e instrumentos experimentais. No nosso caso em particular, como levar a radioastronomia até as escolas públicas de ensino básico e fazer os alunos conhecerem um pouco sobre essa ciência tão fascinante? Evidentemente, o custo de construção dessas estruturas mostradas na figura 2 é exorbitante, o que de certa maneira dificulta o acesso da população e dos estudantes a esses instrumentos.

Foi com o objetivo de contornar essas dificuldades que a colaboração BINGO passou a construir e desenvolver mini radiotelescópios que podem ser facilmente transportados e levados para exibição nas escolas da rede pública de ensino. A esses radiotelescópios demos os nomes de minis cornetas (figura 3a e 3b).



Figura 4a



Figura 4b

Figuras 4a e 4b: Minicornetas da Colaboração BINGO.

Na figura 3a temos uma dos minirradiotelescópios (minicornetas) em primeiro plano e o radiotelescópio Uirapuru ao fundo. Já na figura 3b temos uma das minicornetas sempre preparada para detectar sinais de rádio.

As minicornetas da colaboração BINGO, são radiotelescópios que tem como objetivo captar ondas de rádio oriundas do centro da galáxia e que foram desenvolvidas para captando ondas de rádio de frequência 1420,1 MHz. No entanto, essas antenas também funcionam em frequências diferentes dessa. Por meio delas conseguimos captar sinais de rádios de emissoras de rádio locais, como por exemplo os sinais da emissora de rádio Campina FM que opera na frequência de 93.1 MHz bem como sinais de rádio emitidos por torres de aviação, transponder de aviões, etc.

O principal objetivo das minicornetas da colaboração BINGO é medir a emissão de linhas de hidrogênio neutro no centro da galáxia. Hidrogênio é o elemento mais abundando em nosso universo, portanto, se conseguimos mapear o hidrogênio neutro por meio da emissão de sinais de rádio que ele emite, poderemos ter uma visão clara de como a nossa se parece. Além do mais é possível calcular a curva de rotação da nossa galáxia e estimar a quantidade de matéria escura existente em nossa vizinhança cósmica. E tudo isso pode ser feito junto com os alunos em sala de aula, fazendo uso de poucos equipamentos e de cálculos simples. Dessa forma, conseguimos levar ciência de ponta para dentro da sala de aula do ensino básico e conseguimos assim transportar os alunos para um mundo e uma realidade que em princípio estaria muito distante dele.

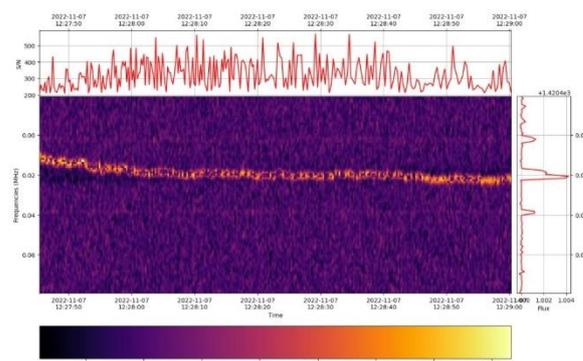


Figura 5: Recepção de Sinais com a Minicorneta. Na imagem acima vemos um sinal de uma fonte de hidrogênio neutro emitido a partir de nuvens de gás no centro da galáxia

Na vigência 2022 dos projetos de extensão relacionadas ao Radiotelescópio BINGO, foram realizadas diferentes atividades experimentais e de divulgação científica por meio do uso das minicornetas para diferentes escolas públicas de ensino básico. Entre essas atividades, podemos citar as exposições realizadas na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, onde foram apresentados e discutidas coisas como:

- Conceitos de um radiotelescópio;
- Diferenças entre telescópio óptico e radiotelescópio;
- Diferenças entre ondas de rádio e a luz visível;
- Como captar ondas de rádio com um radiotelescópio;

- Funcionamento de um radiotelescópio em tempo real.
- Entre outras atividades.

Nas imagens da figura 5 podemos ver a exposição e interação com alunos da rede pública de ensino durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia realizadas em Campina Grande – PB.



Figuras 6: Exposição das minicornetas na semana nacional de ciência e tecnologia.

4. Conclusão

O sucesso do nosso projeto de extensão está no fato de que temos conseguido promover o fortalecimento e difusão da ciência por meio da radioastronomia. Esta é uma ciência que dia após dia tem se desenvolvido e proporcionado ao ser humano alcançar novos horizontes no conhecimento sobre o universo. Ao se introduzir aparatos experimentais como os mini radiotelescópios (minicornetas) da colaboração BINGO no ensino de física e de ciência no geral, conseguimos despertar o interesse dos alunos para os temas daquelas disciplinas que estão relacionados com a atividade experimental. Dessa forma, conseguimos proporcionar aos alunos um conhecimento real, onde ele consegue enxergar na prática toda aquela coletânea de conceitos e teorias vivenciados em sala de aula. Diante disso, podemos dizer que a astronomia/radioastronomia tem um grande potencial de envolver os alunos com todas as áreas da ciência, desde a biologia, passando por matemática, química e chegando na Física. Precisamos continuar caminhando nessa direção e repensar o ensino de ciências e isso pode ser realizado por meio da implementação de diferentes tipos de atividades experimentais.

5. Referências

- [1] Ian Morison, “Introduction to Astronomy and Cosmology“, John Wiley & Sons, Reino Unido (2008).
- [2] B. P. Abbott, *et al.*, “Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger”, *Phys. Rev. Lett.*, **116**, 061102 (2016).
- [3] P. A. R. Ade, *et al.*, “Planck 2015 results XIII. Cosmological parameters”, *A&A*, **594**, 63 (2016).
- [4] A. G. Riess *et al.*, “Observational Evidence from Supernovae for an Accelerating Universe and a Cosmological Constant”, *The Astronomical Journal*, **116**, 1009 (1998).
- [5] G. Perlmutter *et al.*, “Measurements of Ω and Λ from 42 High-Redshift Supernovae”, *ApJ*, **517**, 565 (1999).
- [6] J. C. Kapteyn, "First attempt at a theory of the arrangement and motion of the sidereal system", *Astrophysical Journal*, **55**, 302 (1922).
- [7] D. J. Eisenstein *et al.* "Detection of the Baryon Acoustic Peak in the Large-Scale Correlation Function of SDSS Luminous Red Galaxies", *The Astrophysical Journal*, **633**, 560 (2005).
- [8] BINGO website: <http://www.bingotelescope.org/pt/>
- [9] GORJÃO, j. Rádio Astronomia. *Jornal da AMRAD* vol. 2. setembro de 2012. Website: <http://www.amrad.pt/jornais/>
- [10] MONTEIRO, L. S. et al. A Radioastronomia Como Estratégia De Desenvolvimento Científico-Tecnológico No Ensino De Física. Disponível em: <http://www.sociedadeastronomica.com.br/enast/trabalho/s/>

Agradecimentos

Ao Governo do Estado da Paraíba, a FAPESQ, FAPESP, CNPQ, MCTI e FINEP pelo suporte e colaboração no desenvolvimento das atividades.

À UFCG pela concessão de bolsa(s) por meio da Chamada PROPEX 003/2022 PROBEX/UFCG.