



Grupo de Astronomia

**Relatório de atividades
01 setembro 2019 - 14 setembro 2022**

Laurindo Sobrinho

Dezembro 2023

Grupo de Astronomia da Universidade da Madeira
Faculdade de Ciências Exatas e da Engenharia
Universidade da Madeira, Campus Universitário da Penteada
9020-105 Funchal
Tel: 351 291 705 230, Fax: 351 291 705 249
astro@uma.pt
<https://astro.web.uma.pt>

Resumo

O Grupo de Astronomia da Universidade da Madeira (GAUMa), fundado em 2000, tem por principais objetivos o ensino, a investigação e a divulgação em Astronomia. Neste relatório damos conta das atividades desenvolvidas pelo GAUMa no período compreendido entre um de setembro de 2019 e 14 de setembro de 2022. Durante este período cerca de 900 pessoas participaram em eventos organizados pelo GAUMa (700 eram alunos oriundos de sete escolas da região acompanhados por cerca de 55 professores). Cerca de 200 pessoas visitaram as instalações da UMa. Entre palestras e sessões de observação (em escolas ou em eventos abertos ao público) contabilizamos 35 eventos. Fizemos oito publicações (três artigos, cinco relatórios e um seminário) e fomos por 24 vezes notícia na imprensa escrita. Em termos de prestação de serviços estamos envolvidos com o projeto Space Surveillance and Tracking (SST) do Ministério da Defesa Nacional (MDN).

Conteúdo

Acrónimos	5
1 Introdução	7
2 Recursos humanos e instalações	11
2.1 Elementos do GAUMa	11
2.2 Biblioteca de Astronomia e Astrofísica	11
2.3 Laboratório de Astronomia e Instrumentação	12
3 Ensino	13
3.1 Estudo do Meio III	13
3.2 Modelos Matemáticos	14
3.3 Modelação Matemática	14
3.4 Formação contínua: Aplicações da Trigonometria do 3 ^o Ciclo na As- tronomia	16
3.5 Sebentas, aulas e textos de apoio	16
3.6 Colaboração com Escolas	16
3.7 Eventos na UMa para alunos visitantes	17
4 Divulgação	23
4.1 Semanas da Astronomia	23
4.1.1 XIX Semana da Astronomia	23
4.2 Eventos abertos ao público em geral	24
4.3 Dia do Asteroide	28
4.4 Dia da Astronomia na Biblioteca Municipal do Funchal	30
4.5 Pergunte ao Astrónomo	30
4.6 NOC-WGA Women and Girls in Astronomy	31
4.7 Comunicação Social	32
4.7.1 Emissão de <i>Press Releases</i>	32
4.7.2 Entrevistas concedidas	32
4.7.3 Saídas na Comunicação Social escrita	32
4.8 Divulgação pela academia	34
4.9 Página do GAUMa na internet	34
5 Investigação e Projetos	37
5.1 Áreas de Investigação	37
5.2 Publicação de Artigos	37
5.3 Revisão de Artigos	38
5.4 Relatórios	38
5.5 Seminários	39
5.6 STARS4ALL	39
5.7 FORWARD	39
5.8 Portugal Space Agency	42
5.9 Submissão de projectos	44

5.10	Recuperação do telescópio Meade LX200	44
5.11	Space Surveillance and Tracking - Instalação	47
5.12	Space Surveillance and Tracking - Inauguração	47
5.13	Space Surveillance and Tracking - Operação	49
5.14	Exploração de imagens SST	55
5.15	Observação de ocultação de estrelas	56
5.16	Estágios de Verão 2019	57
5.17	Estágios de Verão 2021	57
6	Colaborações diversas	59
6.1	Associação de Astronomia da Madeira	59
6.2	Associação Académica da UMa	59
6.3	Ser e Saber +	60
6.4	Macaronight 2020	61
6.5	Zero G	61
6.6	Lançamento do primeiro volume do novo DEM	61
6.7	Astrónomos visitantes	62
6.8	Inquérito ao Potencial Científico e Tecnológico Nacional	63
7	Conclusões	65
8	Futuro	67
	Referências	69

Acrónimos

A3ES – Agência de Avaliação e Acreditação do Ensino Superior

AAAM – Associação de Astronomia da Madeira

AAUMa – Associação Académica da Universidade da Madeira

AG – Angelino Gonçalves

AIA09 – Ano Internacional da Astronomia 2009

AN – António Nunes

ARDITI – Associação Regional para o Desenvolvimento da Investigação Tecnologia e Inovação

AV – Astronomia no Verão

BA – Bojan Arbutina

BAA – Biblioteca de Astronomia e Astrofísica

BAOA – Base de Apoio à Observação Astronómica

BMF – Biblioteca Municipal do Funchal

CAE – Comissão de Avaliação Externa

CAP – Communicating Astronomy with the Public

CCDM – Comissão Científica do Departamento de Matemática

CC – Conselho Científico

CS – Carlos Sobrinho

DATE – Divisão de Apoios Técnicos Especializados

DEM – Dicionário Enciclopédico da Madeira

DGEEC – Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência

DGRDN – Direção Geral dos Recursos da Defesa Nacional

DM – Departamento de Matemática

DO – Duarte Oliveira

DRE – Direcção Regional de Educação

DRJD – Direcção Regional de Juventude e Desporto

EG – Etelvina Góis

EM3 – Estudo do Meio III

FCEE – Faculdade de Ciências Exatas e da Engenharia

FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia

FG – Fernando Góis

FORWARD – Fostering Research Excellence in EU Outermost Regions

GAUMa – Grupo de Astronomia da Universidade da Madeira

GCM – Gabinete de Comunicação e Marketing

HT – Helena Teixeira

IA – Ilídio Andrade

IAU – International Astronomical Union

IFCN – Instituto de Florestas e Conservação da Natureza

ITC – Instituto Tecnológico de Canárias

JM – Jornal da Madeira

LAI – Laboratório de Astronomia e Instrumentação

LS – Laurindo Sobrinho

MR – Marko Radeta

MDN – Ministério da Defesa Nacional

MF – Melissa Freitas

MNRAS – Monthly Notices of the Royal Astronomical Society

NOC – National Outreach Coordinator

PD – Pavol Dubovsky

PSA – Portugal Space Agency

RAM – Região Autónoma da Madeira

RTPM – Rádio e Televisão de Portugal - Madeira

RUP – Região Ultra Periférica

SA – Semana da Astronomia

SC – Sandro Correia

SN – Sara Nóbrega

SOO – Sítio de Observação Ótica

SST – Space Surveillance and Tracking

UC – Unidade Curricular

UMa – Universidade da Madeira

VZ – Vladimir Zekovic

WGA – Women and Girls in Astronomy

1 Introdução

O *Grupo de Astronomia da Universidade da Madeira* (GAUMa), fundado em 2000, é um grupo de investigação da Universidade da Madeira (ver Figura 1). O GAUMa tem por principais objetivos o **ensino**, a **investigação** e a **divulgação** em Astronomia.

Em termos de investigação, a lista de publicações científicas do GAUMa já é extensa, algumas delas com repercussão relevante no mundo científico (22 artigos, 18 publicações em proceedings, oito dissertações, 35 comunicações orais, 25 pósteres, 36 relatórios internos e ainda o registo de uma patente).

No campo da divulgação realizamos diversos eventos em escolas ou abertos ao público em geral (59 sessões laboratoriais com alunos de escolas, 270 palestras, 230 sessões de observação, 31 filmes exibidos e comentados, seis fóruns de discussão, 53 pósteres, 43 exposições). Muitos destes eventos foram integrados na nossa iniciativa anual *Semana da Astronomia* (SA) realizada desde o ano 2001. O GAUMa participou ativamente nas comemorações do *Ano Internacional da Astronomia 2009* (AIA09) com a concretização de 229 eventos um pouco por toda a Região Autónoma da Madeira (RAM). Muitos destes eventos foram realizados com a colaboração ou em colaboração com a *Associação de Astronomia da Madeira* (AAAM).

A nível do ensino tivemos aberta até ao ano lectivo 2004/2005 a *Licenciatura em Engenharia de Instrumentação e Electrónica (ramo de Astronomia)*. Para além disso foram ministradas 33 ações de formação contínua e publicadas internamente seis sebatas e 10 textos de apoio.

Em consequência direta de todas estas atividades registamos mais de 564 notícias na imprensa escrita. Demos várias entrevistas para a televisão e para diversos jornais e estações de rádio.

O GAUMa gere ainda o *Laboratório de Astronomia e Instrumentação* (LAI) o qual tem como objetivos a execução de projetos de investigação relacionados com a Astronomia bem como dar apoio a todas as atividades desenvolvidas pelo GAUMa. O GAUMa gere também a *Biblioteca de Astronomia e Astrofísica* (BAA) a qual é composta por uma vasta coleção de publicações no campo da Astronomia (mais de 6000 volumes) cujas datas variam entre 1827 e o presente.

No último **Relatório de Autoavaliação Institucional da UMA**, datado de 03-07-2017, existem diversas referências ao GAUMa:

O Grupo de Astronomia tem promovido múltiplos eventos, sessões de observação, exposições e ações de formação, onde já participaram cerca de 6000 pessoas. [página 13]

Uma grande percentagem da área de investigação encontra-se agregada simultaneamente aos centros de investigação diretamente associados à FCEE, nomeadamente o Centro de Química da Madeira, o Grupo de Astronomia, Grupo de Segurança Alimentar, o Laboratório de Robótica

INVESTIGAÇÃO

→ **INSTITUTO DE INOVAÇÃO**
MADEIRA INTERACTIVE TECHNOLOGIES INSTITUTE - M-ITI

→ **CENTROS DE INVESTIGAÇÃO FCT**
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO EM EDUCAÇÃO - CIE
CENTRO DE QUÍMICA DA MADEIRA - CQM

→ **CENTROS DE INVESTIGAÇÃO FCT PARTILHADOS**
CENTRO DE ESTUDOS DE ECONOMIA APLICADA DO ATLÂNTICO - CEEAPLA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO EM DESPORTO, CIÊNCIAS DA SAÚDE E DESENVOLVIMENTO HUMANO - CIDESD
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO EM MATEMÁTICA E APLICAÇÕES - CIMA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO EM TURISMO - CITUR-UMA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO EM TECNOLOGIAS E SERVIÇOS DE SAÚDE - CINTESIS-UMA
INSTITUTO DE PLASMAS E FUSÃO NUCLEAR - IPFN-UMA
MADEIRA N-LINCS

→ **OUTROS GRUPOS E NÚCLEOS DE INVESTIGAÇÃO**
BANCO DE GERMOPLASMA ISOPLEXIS
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO EM ESTUDOS REGIONAIS E LOCAIS - CIERL
CENTRO DE LITERATURAS E CULTURAS LUSÓFONAS EUROPEIAS - CLEPUL
GRUPO DE ASTRONOMIA DA UNIVERSIDADE DA MADEIRA - GAUMA
GRUPO DE BOTÂNICA DA MADEIRA - GBM
LABORATÓRIO DE GENÉTICA HUMANA - LGH
LABORATÓRIO DE SEGURANÇA E HIGIENE ALIMENTAR

Mais informação em www.uma.pt/investigacao

Figura 1: Parte da brochura de divulgação da UMa onde é feita referência ao GAUMa enquanto grupo de investigação desta instituição.

e Sistemas de Engenharia (partilhado), o Centro de Investigação em Matemática e Aplicações (partilhado) ou o Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear (partilhado).[páginas 113-114]

*Realçamos também os cerca de 150 eventos, desenvolvidos pelo **Grupo de Astronomia** da FCEE da UMa, nomeadamente palestras, sessões de observação, exposições e ações de formação para alunos e professores de escolas da RAM e/ou para o público em geral, onde participaram cerca de 6000 pessoas. [página 119]*

No presente relatório damos conta das atividades desenvolvidas pelo GAUMa no período compreendido entre 01 de setembro de 2019 e 14 de setembro de 2022 (para períodos anteriores ver relatórios [1, 2, 3]). Durante este período o GAUMa foi coordenado por Laurindo Sobrinho (LS) docente do *Departamento de Matemática (DM)* da *Faculdade de Ciências Exatas e da Engenharia (FCEE)* da UMa e um dos membros fundadores do GAUMa.

Este relatório está organizado em oito capítulos como indicado a seguir:

- 1 **Introdução** - breve introdução ao GAUMa e enquadramento do presente relatório.
- 2 **Recursos humanos e instalações** - ponto da situação acerca dos elementos do GAUMa e das suas instalações (LAI e BAA).
- 3 **Ensino** - envolvimento do GAUMa no ensino da Astronomia em diversas vertentes: formação contínua de docentes, formação para astrónomos amadores e público em geral, publicação de sebatas, Unidades Curriculares (UCs) da UMa e colaboração com escolas da RAM.
- 4 **Divulgação** - aqui relatamos as atividades de divulgação realizadas por elementos do GAUMa, com especial destaque para a *Semana da Astronomia*, comunicação social, artigos de divulgação, eventos abertos ao público em geral e secção *Pergunte ao Astrónomo*.
- 5 **Investigação e Projetos** - publicações científicas, participação em conferências e diferentes projetos. Destaque para o nosso envolvimento no projecto Space Surveillance and Tracking (SST) do Ministério da Defesa Nacional (MDN).
- 6 **Colaborações diversas** - colaborações regulares ou ocasionais do GAUMa com diferentes organismos, instituições ou associações.
- 7 **Conclusões** - balanço geral sobre toda a atividade desenvolvida.
- 8 **Futuro** - algumas diretrizes para a atividade futura do GAUMa no âmbito da investigação, ensino e divulgação.

2 Recursos humanos e instalações

2.1 Elementos do GAUMa

Durante o período a que se reporta este relatório colaboraram diretamente nas diferentes atividades do GAUMa 12 elementos, todos eles colaboradores do GAUMa e/ou associados da AAAM. Cada um dos elementos, abaixo indicados, esteve envolvido em pelo menos dois eventos:

1. (LS) Laurindo Sobrinho - coordenador do GAUMa e docente da UMa
2. (HT) Helena Teixeira
3. (AG) Angelino Gonçalves
4. (IA) Ilídio Andrade
5. (FG) Fernando Góis - presidente da AAAM
6. (AN) António Nunes
7. (SC) Sandro Correia
8. (EG) Etelvina Góis
9. (DO) Duarte Oliveira
10. (PD) Pavol Dubovsky
11. (MR) Marko Radeta
12. (MF) Melissa Freitas

Para além dos colaboradores mencionados temos de deixar aqui uma palavra de apreço por todos aqueles que, não sendo membros do GAUMa ou da AAAM, também deram o seu contributo para que fosse possível levar por diante as atividades desenvolvidas. Estão incluídos neste grupo familiares dos membros do GAUMa e da AAAM, funcionários e docentes da UMa ou de escolas, pessoal do sector administrativo de diversas instituições (regionais, nacionais e internacionais), jornalistas e muitos cidadãos anónimos.

2.2 Biblioteca de Astronomia e Astrofísica

A *Biblioteca de Astronomia e Astrofísica* (BAA) do GAUMa [4] foi criada no ano 2000 por forma a acomodar a vasta coleção de jornais, revistas, livros, DVD's e outro tipo de publicações na área da Astronomia que nos havia sido doada, em particular pelo Professor Emérito Rod Davies (ex-director do Jodrell Bank Observatory em

Manchester). Atualmente a BAA é composta por cerca de 6500 volumes (os mais antigos com mais de 150 anos e os mais recentes com apenas alguns meses). A BAA foi inicialmente instalada na sala de documentação do então DM da UMa e, embora atualmente, o grosso da coleção continue nesse espaço, parte dela foi deslocada para o LAI.

Entre setembro de 2019 e setembro de 2022 recebemos os números 48 e 49 da revista *Science in School*. Recebemos ainda a oferta do livro *Evolution of Supernova Remnants* (Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade, n^o97, 2017) de Bojan Arbutina oferecido pelo próprio aquando da sua visita à UMa em janeiro de 2020 (ver Secção 6.7).

2.3 Laboratório de Astronomia e Instrumentação

O Laboratório de Astronomia e Instrumentação (LAI), inaugurado a 15 de junho de 2007 pelo Magnífico Reitor da UMa, é o espaço que utilizamos para reunir e para preparar as nossas atividades [5]. Todas as sessões de observação, por exemplo, começam e terminam no LAI onde está armazenado praticamente todo o nosso equipamento. Reparações técnicas simples são também efetuadas com alguma regularidade no LAI.

Durante a segunda metade do mês de julho de 2022 LS e Carlos Sobrinho (CS) deram início à arrumação e inventariação do material existente no LAI, aproveitando também para dar uma organização diferente tendo em conta a nossa colaboração no projeto Space Surveillance and Tracking (SST) do Ministério da Defesa (MDN) - ver Secções 5.11, 5.12 e 5.13.

Durante o período a que se reporta este relatório foram adquiridos os seguintes equipamentos ao abrigo do projeto SST:

- Mala de ferramentas [215 peças]
- Carro de ferramentas [7 gavetas, 160 peças]
- PC portátil [Lenovo ThinkPad E14 G2 14P I7-1165G7 16GB] (2 unidades)
- Disco externo [Toshiba 4TB 2.5 Canvio Basics USB 3.0] (2 unidades)
- Disco externo [SAMSUNG SSD 1TB T7 SHIELD USB 3.2 GEN 2]

3 Ensino

3.1 Estudo do Meio III

A remodelação do curso de *Educação Básica* (1^o ciclo) inclui, a partir do ano letivo 2013/2014, a UC *Estudo do Meio Físico-Natural I*, atualmente designada por *Estudo do Meio III* (EM3), especialmente dedicada à abordagem de conteúdos de Física incluindo um módulo de Astronomia. O plano curricular para o módulo de Astronomia, da responsabilidade de LS, foi elaborado tendo em conta os programas do primeiro ciclo do ensino básico em vigor.

Durante as aulas Teórico-Práticas do módulo de Astronomia são abordados, de forma interligada entre si, tópicos tais como:

1. Sol; Planetas do Sistema Solar; Planetas anões e pequenos corpos; modelo do Sistema Solar (à escala); campo magnético da Terra, do Sol e de outros planetas; aceleração da gravidade; o Sistema Terra-Lua-Sol; fases da Lua; Leis de Kepler; estações do ano na Terra e nos outros planetas.
2. Constelações; diferentes tipos de estrelas; formação e evolução das estrelas; sistemas binários de estrelas; distância das estrelas; tamanho das estrelas; movimento do Sol ao longo do dia e ao longo do ano; a estrela Polar e o eixo de rotação da Terra; movimento das estrelas e dos planetas na Esfera Celeste.
3. A nossa Galáxia, estrutura e composição; Nebulosas e Enxames; outras galáxias.
4. Exploração do espaço; propagação das ondas sonoras e eletromagnéticas (na atmosfera e no espaço), decomposição da luz e espectroscopia, telescópios e acessórios.

Como material de apoio tem vindo a ser utilizado, com algumas alterações, muito do material preparado para a ação de formação contínua de docentes *Introdução à Astronomia* que funcionou nos anos lectivos 2012/2013 e 2013/2014 [6, 7]. Foi ainda preparada uma Sebenta específica para o módulo de Astronomia, a qual ficou disponível em fevereiro de 2019 [8].

As aulas de Prática Laboratorial foram aproveitadas para a realização de problemas. Com a série de problemas propostos procurou-se ir de encontro a situações práticas que podem ajudar os futuros docentes do Ensino Básico a responderem a questões, mais ou menos complexas, colocadas pelos alunos. Devido à pandemia de covid-19 optou-se por não realizar a Aula de Campo a qual consistia numa Sessão de Observação do Sol no terraço da UMA.

No período a que se reporta este relatório o módulo de Astronomia foi frequentado por 65 alunos sendo que 62% obtiveram aprovação. Ao todo desde a ano letivo 2013/2014 obtiveram aprovação neste módulo 138 alunos.

3.2 Modelos Matemáticos

A UC *Modelos Matemáticos*, da responsabilidade de LS, é parte integrante do plano curricular do segundo ciclo em *Matemática, Estatística e Aplicações*. Esta UC tem como principais objetivos:

- abordar modelos matemáticos empregues nas mais variadas áreas das ciências naturais, humanidades e engenharia
- mostrar como muitos dos conceitos e técnicas adquiridos ao longo da licenciatura em Matemática surgem em diferentes áreas e/ou em diferentes contextos da ciência e da engenharia
- mostrar que alguns assuntos completamente diferentes encontram-se, de certa forma, ligados por partilharem uma estrutura matemática semelhante

Os conteúdos programáticos estão repartidos por quatro capítulos:

1. Fundamentos Matemáticos da Física
2. Aplicações de Álgebra Linear
3. Aplicação de equações diferenciais e funções especiais
4. O Modelo Matemático do Universo

Embora não se tratando de uma UC de Astronomia existem inevitavelmente diversos conteúdos relacionados com a Astronomia (em particular no âmbito do quarto capítulo).

No período a que se reporta este relatório a UC Modelos Matemáticos funcionou nos anos lectivos 2019/20 (dois alunos em regime tutorial) e 2020/21 (sete alunos), sendo que a taxa de aprovação foi de 100%.

3.3 Modelação Matemática

A UC *Modelação Matemática*, da responsabilidade de LS, foi oferecida como opção no segundo ciclo em *Ensino da Matemática no 3^o ciclo do Ensino Básico e Secundário* no ano letivo de 2019/20. Os cinco alunos inscritos obtiveram aprovação na mesma.

Embora não se tratando de uma UC de Astronomia existem alguns conteúdos relacionados com a Astronomia. De resto já mostramos no passado que podem estabelecer-se diversas ligações entre o Ensino da Matemática e a Astronomia [9, 10, 11]. A seguir indicam-se os conteúdos programáticos desta UC:

- Introdução à Modelação Matemática: tópicos sobre a construção, estudo, validação e utilização de modelos matemáticos.

- Modelos Matemáticos envolvendo Álgebra Linear: aplicação de conceitos de álgebra linear (e.g. matrizes, aplicações lineares, valores e vectores próprios, determinantes, sistemas lineares) em modelos matemáticos relacionados com circuitos elétricos, fluxo de tráfico, ciências sociais, reações químicas, ótica geométrica, informática, economia e biologia.
- Modelos Matemáticos envolvendo Equações Diferenciais: exemplos de modelos matemáticos envolvendo equações diferenciais (e.g. equação da logística, equações de Maxwell, equação de onda, equação do calor) com aplicações na economia, biologia, demografia, datação radioativa, análise de circuitos elétricos, eletromagnetismo, telecomunicações e **astronomia**.

Entretanto o Mestrado em *Ensino de Matemática no 3^o Ciclo do Ensino Básico e no Secundário* foi avaliado pela Agência de Avaliação e Acreditação do Ensino Superior (A3ES) no dia 26-10-2021. LS participou na reunião destinada aos docentes do ciclo de estudos tendo respondido a diversas questões dos avaliadores relacionadas com esta UC. No seu relatório final a Comissão de Avaliação Externa (CAE) acreditou o ciclo de estudos por seis anos apresentando, no entanto, algumas recomendações. No caso da UC Modelação Matemática foi sugerido o seguinte:

- alterar o seu estatuto de UC opcional para UC obrigatória
- alterar a carga horária de 3.5 ECTS para 7.5 ECTS
- retirar alguns conteúdos programáticos com o argumento de tornar o programa da UC mais apropriado à formação dos futuros professores de Matemática do 3^o Ciclo e Secundário.

Seguindo as recomendações da CAE LS elaborou um novo dossier para esta UC o qual foi aprovado por unanimidade nas reunião n^o47 da Comissão Científica do Departamento de Matemática (CCDM) no dia 27-01-2022, tendo o mesmo acontecido na reunião n^o100 do Conselho Científico (CC) da FCEE a qual decorreu no dia 17-02-2022. Finalmente o dossier foi homologado pela Reitoria no dia 22-02-2022. Na elaboração do novo programa da UC Modelação Matemática foram tidos em conta os diferentes programas das disciplinas da área da Matemática em vigor no 3^o Ciclo do Ensino Básico e no Secundário. A seguir indicam-se os conteúdos programáticos da nova versão desta UC:

- Introdução à Modelação Matemática: tópicos sobre a construção, estudo, validação e utilização de modelos matemáticos. Diferentes tipos de modelos matemáticos.
- Modelos matemáticos envolvendo Álgebra Linear: aplicação de conceitos de álgebra linear (e.g. matrizes, aplicações lineares, sistemas lineares) em modelos matemáticos relacionados com circuitos elétricos, fluxo de tráfico, redes sociais, reações químicas, ótica geométrica, Informática, Economia e Biologia.

- Modelos matemáticos discretos: exemplos de modelação recorrendo a diferentes tipos de sucessões. Exemplos de aplicação na área da biologia, economia, jogos e outras situações do quotidiano.
- Modelos matemáticos contínuos: exemplos de modelação recorrendo a funções reais de variável real (e.g. funções polinomiais, racionais, exponenciais, logarítmicas, trigonométricas) com aplicações na Física (cinemática, datação radioativa,...), Biologia, Economia, Geologia, **Astronomia** e Geografia (demografia).

3.4 Formação contínua: Aplicações da Trigonometria do 3^o Ciclo na Astronomia

O MadeiraMat 2019, encontro regional de Professores de Matemática organizado pelo Núcleo Regional da Madeira da Associação de Professores de Matemática, teve lugar nos dias 5 e 6 de setembro de 2019, na Universidade da Madeira, Campus Universitário da Penteada. No dia 05 de setembro de 2019 HT participou neste encontro com um módulo intitulado **Aplicações da Trigonometria do 3^o Ciclo na Astronomia** [12]. Este módulo foi composto pelos seguintes tópicos:

- importância da Astronomia no ensino da Matemática
- trabalho feito pelo GAUMa em diversas escolas da RAM
- resolução de problemas envolvendo trigonometria e Astronomia
- cálculo de distâncias utilizando o método de paralaxe
- construção de um medidor de ângulos e utilização do mesmo

3.5 Sebentas, aulas e textos de apoio

Foi disponibilizado online o material de suporte a uma aula dada no âmbito da ação de formação descrita na Secção 3.4.

1. **Aplicações da Trigonometria do 3^o Ciclo na Astronomia**, Teixeira H., 5/9/2019, Encontro Regional MadeiraMat 2019, Universidade da Madeira [13].

3.6 Colaboração com Escolas

O GAUMa tem colaborado, ao longo dos anos, com diversas escolas da região, respondendo a solicitações para palestras e sessões de observação. Em particular, no período compreendido entre um de setembro de 2019 e 14 de setembro de 2022:

- colaboramos com 7 escolas (de todos os níveis de ensino)
- contactamos com cerca de 700 alunos
- contactamos com cerca de 55 professores

Algumas destas atividades foram feitas com a colaboração da AAAM o que nos permitiu gerir de uma forma mais eficaz meios humanos e equipamentos, como de resto já tinha acontecido em anos anteriores [1, 2, 3].

Na Tabela 1 damos conta das 17 palestras realizadas em sete escolas diferentes com a participação de 682 alunos desde o pré-escolar ao 12^o ano de escolaridade. Na Figura 2 mostramos algumas das fotos tiradas durante a realização das mesmas. Algumas das palestras ficaram integradas no programa da XIX SA (Secção 4.1.1).

Na Tabela 2 damos conta das 5 sessões de observação realizadas em 4 estabelecimentos de ensino (ou nas suas proximidades) e na Figura 3 mostramos algumas das fotos tiradas durante a realização das mesmas. Três das sessões de observação fizeram também parte integrante da XIX SA (Secção 4.1.1).

Das cinco sessões de observação quatro foram diurnas. Entre estas merece especial destaque a Sessão de Observação alusiva ao **Trânsito de Mercúrio** que decorreu no dia 11 de novembro de 2019 na Escola Secundária Gonçalves Zarco. As outras três sessões diurnas incidiram na observação do disco solar e manchas solares. Na sessão noturna, que teve lugar na Escola Secundária Gonçalves Zarco no dia 13 de novembro de 2019, foram observados Júpiter, Saturno e a Lua.

A nível da Astronomia Laboratorial os alunos do ATL do *Eu'Génio - Centro de Aprendizagem* construíram sob a orientação de HT, no dia 17 de agosto de 2020, maquetes do Sistema Solar [14].

3.7 Eventos na UMa para alunos visitantes

Na tarde do dia 15 de abril de 2021 o GAUMa desenvolveu uma série de atividades em colaboração com a Associação Académica da UMa (AAUMa) no âmbito do Atelier de Férias **Doutorecos 2021**. Participaram nas atividades 56 crianças (alunos) e 8 monitores. Para mais detalhes ver Secção 6.2.

Destaque ainda para a visita no dia 11-03-2022 de 8 alunos seguidos pela Divisão de Apoios Técnicos Especializados (DATE) da Secretaria Regional de Educação, Ciência e Tecnologia (ver Secção 6.3).

Tabela 1: Palestras em escolas da RAM. Colunas: (1) data; (2) estabelecimento de ensino; (3) título da palestra; (4) Responsável pela palestra; (5) número de pessoas que assistiram a palestra (alunos + docentes); (6) nível de escolaridade dos alunos; (7) referência para o relatório da palestra.

Data	Local	Título	Palestrante	presntes	nível	Ref.
11-11-2019	Escola Secundária Gonçalves Zarco	Os Asteroides (XIX SA)	HT	23	7	[15]
12-11-2019	Escola Secundária Gonçalves Zarco	Os Asteroides (XIX SA)	HT	17	7	[15]
13-11-2019	Escola Secundária Gonçalves Zarco	O Sistema Solar, as estrelas e a Via Láctea (XIX SA)	LS	100	EFA	[15]
14-11-2019	Escola B+S Bispo D. Manuel Ferreira Cabral	Constituição do Sistema Solar (XIX SA)	LS	43	7-10	[15]
14-11-2019	Escola B+S Bispo D. Manuel Ferreira Cabral	Os Asteroides (XIX SA)	HT	17	7	[15]
14-11-2019	Escola Dr. Ângelo Augusto da Silva	The final countdown (XIX SA)	SC	67	7	[15]
14-11-2019	Escola Secundária Gonçalves Zarco	A primeira foto de um buraco negro (XIX SA)	LS	64	7-10	[15]
15-11-2019	Escola Secundária Francisco Franco	Variable Stars (XIX SA)	PD	85	10	[15]
17-08-2020	Eur Génio - Centro de Aprendizagem	Viagem pelo Sistema Solar	HT	11	1-4	[14]
03-02-2021	Escola Secundária Francisco Franco (online)	Lixo Espacial	LS	60	nocturno	[16]
20-04-2021	Escola Dr. Ângelo Augusto da Silva	Helena Teixeira - percurso académico e profissional	HT	28	9	[17]
20-04-2021	Escola Dr. Ângelo Augusto da Silva	Helena Teixeira - percurso académico e profissional	HT	28	9	[17]
20-04-2021	Escola Dr. Ângelo Augusto da Silva	Helena Teixeira - percurso académico e profissional	HT	25	9	[17]
29-04-2021	EB1/PE do Monte (Livramento)	Uma viagem pelo Sistema Solar	HT	16	pré-escolar	[18]
29-10-2021	Escola Básica 1,2,3/PE do Porto da Cruz	O Sistema Solar, as estrelas e a Via Láctea	LS	26	7	[19]
19-11-2021	Escola Básica e Secundária Dr. Luís Maurílio da Silva Dantas	Dois milhões e meio de anos luz!	LS	40	10-12	[20]
18-02-2022	Escola B+S Bispo D. Manuel Ferreira Cabral	A Natureza do Universo	LS	32	11	[21]

Tabela 2: Sessões de Observação em escolas da RAM. Colunas: (1) data; (2) estabelecimento de ensino; (3) tipo de sessão de observação: solar ou noturna; (4) Responsável ou responsáveis pela sessão; (5) número de pessoas presentes na sessão de observação (alunos + docentes + familiares); (6) nível de escolaridade dos alunos; (7) referência para o relatório da sessão de observação.

Data	Local	Tipo	Resp.	presentes	nível	Rel.
11-11-2019	Escola Secundária Gonçalves Zarco	Trânsito de Mercúrio sobre o Sol (XIX SA)	FG,AN,DO,IR	70	7	[15]
13-11-2019	Escola Secundária Gonçalves Zarco	Nocturna (XIX SA)	FG,PD,AN,IR	68	nocturno	[15]
14-11-2019	Escola B+S Bispo D. Manuel Ferreira Cabral	Sol (XIX SA)	AG,LS	64	7/8/10	[15]
29-10-2021	Escola Básica 1,2,3/PE do Porto da Cruz	Sol	AG,LS	26	7	[19]
19-11-2021	Escola Básica e Secundária Dr. Luis Maurílio da Silva Dantas	Sol	AG,LS	42	10/12	[20]



Figura 2: Algumas das fotos tiradas no decurso das palestras nas escolas (da esquerda para a direita e de cima para baixo): *A primeira foto de um buraco negro*, LS na Escola Secundária Gonçalves Zarco, (14-11-2019); *Uma viagem pelo Sistema Solar*, HT na EB1/PE do Monte (29-04-2021); *O Sistema Solar, as estrelas e a Via Láctea*, LS na Escola Básica 1,2,3/PE do Porto da Cruz (29-10-2021).



Figura 3: Algumas das fotos tiradas no decurso das sessões de observação nas escolas (de cima para baixo): Escola Secundária Gonçalves Zarco (13-11-2019); Escola Básica 1,2,3/PE do Porto da Cruz (29-10-2021); Escola Básica e Secundária Dr. Luís Maurílio da Silva Dantas - Escola do Carmo (19-11-2021).

4 Divulgação

4.1 Semanas da Astronomia

O GAUMa organiza desde o ano 2001 um evento anual designado por *Semana da Astronomia* (SA). No período a que se reporta este relatório acabamos por organizar apenas a XIX Semana da Astronomia em 2019. As edições XX e XXI previstas, respetivamente, para os anos 2020 e 2021 não tiveram lugar devido às contingências impostas pela pandemia de covid-19. Entre alunos de escolas da região, alunos da UMa e público em geral estima-se que tenham participado na XIX Semana da Astronomia cerca de 700 pessoas.

4.1.1 XIX Semana da Astronomia

A XIX Semana da Astronomia [15] teve lugar nos dias 11 a 15 de novembro de 2019. Do programa da XIX SA constavam 13 eventos: oito palestras e cinco sessões de observação. Destas cinco sessões de observação apenas três decorreram dentro da normalidade. A sessão de observação nocturna prevista para a Achada do Teixeira foi mesmo cancelada devido ao mau tempo. Com a participação de cerca de 700 pessoas no conjunto dos eventos realizados esta foi, provavelmente, uma das Semanas da Astronomia mais concorridas. A assistência média foi de 52 pessoas por palestra e 80 pessoas por sessão de observação. Na lista seguinte identificam-se os 13 eventos da XIX SA aos quais se juntam mais algumas informações adicionais:

- **Palestra: Os Asteroides** [HT] (Escola Secundária Gonçalves Zarco) (11-11-2019)
- **Sessão de Observação: Trânsito de Mercúrio sobre o Sol** [FG,JN,JR,DO] (Escola Secundária Gonçalves Zarco) (11-11-2019)
- **Sessão de Observação: Trânsito de Mercúrio sobre o Sol** [PD,AG,LS] (Terraço da UMa) (11-11-2019): presença da RTP-Madeira
- **Palestra: Os Asteroides** [HT] (Escola Secundária Gonçalves Zarco) (12-11-2019): repetição da palestra para outra turma
- **Palestra: O Sistema Solar, as estrelas e a Via Láctea** [LS] (Escola Secundária Gonçalves Zarco) (13-11-2019): para alunos dos cursos EFA - nocturno
- **Sessão de Observação Nocturna** [FG,PD,AN,JR] (Escola Secundária Gonçalves Zarco) (13-11-2019): parcialmente condicionada pela nebulosidade
- **Palestra: Constituição do Sistema Solar** [LS] (Escola B+S Bispo D. Manuel Ferreira Cabral - Santana) (14-11-2019)



Figura 4: Aspeto da palestra **The final countdown** proferida por SC na Escola Dr. Ângelo Augusto da Silva no decurso da XIX SA (14-11-2019).

- **Palestra: Os Asteroides** [HT] (Escola B+S Bispo D. Manuel Ferreira Cabral - Santana) (14-11-2019)
- **Sessão de Observação do Sol** [AG] (Escola B+S Bispo D. Manuel Ferreira Cabral - Santana) (14-11-2019): condicionada pela nebulosidade
- **Palestra: The final countdown** [SC] (Escola Dr. Ângelo Augusto da Silva) (14-11-2019) - Figura 4
- **Palestra: A primeira foto de um buraco negro** [LS] (Escola Secundária Gonçalves Zarco) (14-11-2019)
- **Palestra: Variable Stars** [PD] (Escola Secundária Francisco Franco) (15-11-2019) - Figura 5
- **Sessão de Observação Nocturna: Estrelas variáveis e outros objetos celestes** [FG,PD,AN,JR] (Achada do Teixeira / Escola B+S Bispo D. Manuel Ferreira Cabral - Santana) (15-11-2019): cancelada devido ao mau tempo.

De salientar que os eventos do programa da XIX Semana da Astronomia realizados em ambiente escolar foram lançados na plataforma **Astronomy Day in Schools** da União Astronómica Internacional (IAU).

4.2 Eventos abertos ao público em geral

Sempre que possível procuramos organizar eventos abertos ao público em geral. Com estas atividades procuramos divulgar a ciência junto do público e, sempre



Figura 5: Aspeto da palestra **Variable Stars** proferida por PD na Escola Secundária Francisco Franco no decurso da XIX SA (15-11-2019).

que possível, fazer com que as pessoas visitem as instalações da UMa para o efeito. Assim, entre 01 de setembro de 2019 e 14 de setembro de 2022, oferecemos ao público três Sessões de Observação (Tabela 3) e 7 Palestras, (Tabela 4).

As três sessões de observação tiveram lugar no terraço da UMA (edifício da Penteadá) tendo sido contabilizados 166 participantes. Merece aqui especial destaque a sessão de observação do **Trânsito de Mercúrio** no dia 11 de novembro de 2019, onde contamos com o apoio do astrónomo visitante Pavol Dubovsky e com a participação de cerca de 120 pessoas (ver Figura 6).

Nas sete palestras indicadas na Tabela 4 participaram mais de 100 pessoas. Quatro das palestras tiveram lugar nas instalações da UMa no Campus da Penteadá.

Destaque para as duas palestras que tiveram lugar no dia 16 de janeiro de 2020 a cargo dos astrónomos visitantes Bojan Arbutina (BA) e Vladimir Zekovic (VZ) ambos do Departamento de Astronomia da Faculdade de Matemática da Universidade de Belgrado na Sérvia (ver Figura 7).

Destaque ainda para a palestra Lixo Espacial integrada no evento **Macaronight 2020 - Noite Europeia dos Investigadores da Macaronésia** a qual foi transmitida em *live stream* a partir das instalações da UMa (ver Secção 6.4). A palestra alusiva ao Dia do Asteroide (2020) decorreu também à distância por video-conferência (ver Figura 8).

Tabela 3: Sessões de Observação abertas ao público em geral. Coluna: (1) data; (2) local; (3) tipo de sessão; (4) responsável pela sessão seguido de outros colaboradores; (5) número de pessoas do público presentes; (6) referência para o respectivo relatório.

Data	Local	Tipo	Resp.	Público	Rel.
14-09-2019	Terraço da UMA	Noturna (AV2019)	FG/LS/JN/IP	20	[22]
11-11-2019	Terraço da UMA	Trânsito de Mercúrio (XIX SA)	LS/PD/AG	120	[15]
10-09-2022	Terraço da UMA	Noturna (AV2022)	FG/LS	26	[23]



Figura 6: Sessão de observação do Trânsito de Mercúrio no Terraço da UMA no dia 11 de novembro de 2019 (XIX Semana da Astronomia).



Figura 7: Aspeto da palestra do Professor Bojan Arbutina, do Departamento de Astronomia da Faculdade de Matemática da Universidade de Belgrado (Sérvia), aquando da sua visita à UMA (16-01-2020).



Figura 8: Aspeto da palestra alusiva ao Dia do Asteroide transmitida por video-conferência (30-06-2020).

Três das palestras fizeram parte integrante dos programas de 2019 e 2022 da iniciativa Astronomia no Verão (ver Secção 6.1).

4.3 Dia do Asteroide

O GAUMA assinalou no dia 30 de junho de 2020 o **Dia do Asteroide** com uma palestra da autoria de HT. Em tempos de pandemia esta teve a particularidade de ser a primeira palestra dada pelo GAUMA em regime de videoconferência (ver Figura 8). Na palestra procurou-se dar resposta a questões como:

1. Porquê o Dia do Asteroide?
2. Quantos asteroides já conhecemos?
3. Qual é a diferença entre asteroides, meteoroides, meteoros e meteoritos?
4. O que são Atiras, Atenas, Apollos e Amors?
5. Porquê estudar os asteroides?
6. Os asteroides são mesmo uma ameaça?
7. O que é um asteroide potencialmente perigoso (PHA)?
8. É preferível não saber?
9. O que é que pode ser feito?
10. O que é que eu posso fazer?

Tabela 4: Palestras para o público em geral. Coluna: (1) data; (2) local; (3) tipo de evento; (4) título do evento; (5) responsável pelo evento; (6) número de pessoas do público presentes; (7) referência para o respectivo relatório.

Data	Local	Tipo de evento	Título	Resp.	Pub.	Ref.
14-09-2019	UMa	Palestra	A primeira foto de um Buraco Negro (AV2019)	LS	21	[22]
16-01-2020	UMa	Palestra	Supernovae and the evolution of their remnants	BA	15	[24]
16-01-2020	UMa	Palestra	An unexpected nature of quasi-parallel collisionless shocks	VZ	13	[25]
30-06-2020	video-conferência	Palestra	Asteroides (dia do Asteroide)	HT	10	[26]
27-11-2020	live stream	Palestra	Lixo Espacial (Macaronight 2020)	LS	?	[27]
16-07-2022	Casa do Areeiro	Palestra	Astronomia na Madeira (AV2022)	LS	15	[23]
10-09-2022	UMa	Palestra	Ondas Gravitacionais (AV2022)	LS	33	[23]



Figura 9: Conferência/fórum de discussão sobre Astronomia na Biblioteca Municipal do Funchal (14-05-2021).

4.4 Dia da Astronomia na Biblioteca Municipal do Funchal

No dia 14 de maio de 2021 teve lugar pelas 16h00 na Biblioteca Municipal do Funchal (BMF) uma conferência/fórum de discussão sobre Astronomia. Participaram na conferência LS por parte do GAUMa e António Nunes em representação da AAAM. A moderação ficou a cargo da jornalista Cláudia Caires Sousa (ver Figura 9).

Depois de uma breve apresentação a cargo de Valdemar Faustino do Departamento de Economia e Cultura da Câmara Municipal do Funchal, responsável pela organização do evento, debateu-se durante cerca de 60 minutos diversos tópicos relacionados com a Astronomia em geral e com a forma como ela é vivenciada na Madeira pelos dois grupos GAUMa e AAAM. A sessão foi transmitida em directo na página do *facebook* da BMF ficando também disponível para visualização posterior.

4.5 Pergunte ao Astrónomo

Abrimos em junho de 2006 na nossa página da internet uma secção designada por **Pergunte ao Astrónomo** [28]. Desde então foram respondidas 285 questões, 47 das quais no período ao qual se reporta o presente relatório (questões 238 a 285). De registar que durante o período da pandemia verificou-se um aumento substancial em relação ao número de questões colocado em períodos homólogos anteriores.

Procuramos sempre responder às questões de uma forma o mais clara possível não só por forma a esclarecer a pessoa que nos coloca a dúvida mas também já a pensar na publicação online da resposta. Sempre que possível complementamos a resposta com alguma imagem ou outro elemento gráfico.



Figura 10: Helena Teixeira - Mulheres e Raparigas em Astronomia 2021 — Women and Girls in Astronomy 2021 (19-02-2021).

4.6 NOC-WGA Women and Girls in Astronomy

O projeto **Women and Girls in Astronomy** (WGA) é um projeto global de Comunicação de Ciência da IAU que pretende promover e destacar o papel das mulheres no avanço da ciência e incentivar as mais jovens a considerarem carreiras em Astronomia. No âmbito deste projeto são fortemente incentivadas atividades durante todo o ano, embora com maior foco entre dois Dias Internacionais adotados pelas Nações Unidas: *International Day of Women and Girls in Science* (11 de fevereiro) e o *International Day of Women* (8 de março).

Nesse sentido o colega João Retrê na qualidade de IAU *National Outreach Coordinator* (NOC), enviou a 03-02-2021 um email a pedir contributos à comunidade astronómica nacional. Entre outras coisas era solicitado às astrónomas interessadas em colaborar com a gravação de um pequeno vídeo informal onde fosse dado o respetivo testemunho acerca da importância do equilíbrio de género em ciência e, em particular, na Astronomia e fosse deixada uma mensagem de incentivo para uma jovem que queira seguir Astronomia como carreira profissional.

Por parte do GAUMa HT aceitou o desafio e preparou um vídeo que submeteu para o IAU-NOC a 10-02-2021. No dia 19-02-2021 HT deu uma entrevista para a Antena 1 Nacional. O vídeo foi colocado online no canal de Youtube **IAU NOC Portugal** (Figura 10) [29] juntamente com outros vídeos enviados por astrónomas a trabalhar noutras instituições em Portugal.

4.7 Comunicação Social

4.7.1 Emissão de *Press Releases*

No período a que se reporta este relatório emitimos, via *Gabinete de Comunicação e Marketing* (GCM) da UMa, três *Press Releases* [30]:

- 11-09-2019 - Encerramento da Astronomia no Verão 2019
- 07-11-2019 - XIX Semana da Astronomia marcada por raro evento astronómico
- 10-09-2022 - Encerramento da Astronomia no Verão 2022

4.7.2 Entrevistas concedidas

A presença dos órgãos de comunicação social (televisão, rádio e jornais) acontece com alguma regularidade nos eventos organizados pelo GAUMa. A seguir indicamos a lista das entrevistas concedidas no período a que se reporta este relatório:

1. Entrevista para a Antena1-Madeira a 14-09-2019 sobre o **Encerramento da Astronomia no Verão 2019**.
2. Entrevista para a RTPM a 10-11-2019 sobre a **XIX Semana da Astronomia**.
3. Entrevista para a RTPM a 11-11-2019 sobre o **Trânsito de Mercúrio**.
4. Entrevista para a RTPM a 24-10-2020 sobre o **Projecto SST**.

4.7.3 Saídas na Comunicação Social escrita

Entre 01-09-2019 e 14-09-2022 contabilizamos 24 notícias relacionadas com o GAUMa na imprensa escrita. Todos estas notícias podem ser consultadas online em [31]:

1. “Sessão de Observação Nocturna hoje na UMa”, Diário de Notícias, 10/09/22.
2. “10/09 - Astronomia na Universidade da Madeira”, JM, 13/08/22.
3. “Fernando Góis”, Revista Saber (secção Entrevista), Janeiro 2022.
4. “Madeira entra no Mapa da Observação Espacial”, Diário de Notícias, 10/06/21.
5. “Investimento no Areeiro e ‘farpas políticas’ - Ministro da Defesa Nacional e Vice-Presidente do Governo Regional inauguraram dois telescópios para a observação de lixo espacial”, JM, 10/06/21.
6. “Segundo dia - Ações do Mar à Serra”, JM, 09/06/21.

7. “Ministro da Defesa vai às Selvagens”, Diário de Notícias, 09/06/21.
8. “Inauguração do site de Observação Ótica”, Diário de Notícias, 09/06/21.
9. “Ministro da Defesa na Madeira”, JM, 08/06/21.
10. “Ministro da Defesa na inauguração do site de Observação óptica do Pico do Areeiro”, Funchal notíci@s, 07/06/21.
11. “Dois telescópios na Madeira vigiam lixo espacial”, JM - com chamada na primeira página “Madeira tem dois telescópios espaciais”, 07/05/21.
12. “UMa aposta na vigilância espacial”, Diário de Notícias, 22/10/20.
13. “UMa e DEIMOS Engenharia firmam parceria e apostam em vigilância espacial”, Diário de Notícias, (edição online) 21/10/20.
14. “Parceria entre UMa e DEIMOS Engenharia pelo desenvolvimento de competências em vigilância espacial”, JM, (edição online) 21/10/20.
15. “UMa e DEIMOS Engenharia firmaram parceria para trabalhar em vigilância espacial”, Funchal notíci@s, 21/10/20
16. “StartUp Madeira na rede de incubadoras da Agência Espacial Europeia”, Diário de Notícias, 10/06/20.
17. “Investigar e Inovar na UMa.”, JM, 10/05/20
18. “Agência espacial avalia participação da Região”, Diário de Notícias, 28/02/20.
19. “Está cá a presidente da Portugal Space”, Diário de Notícias, 27/02/20.
20. “FENÓMENO ASTRONÓMICO RARO: A passagem do planeta Mercúrio pelo Sol foi acompanhadas pelos alunos da UMa.”, RTP Madeira, 10/11/19 [GiRP - revista de imprensa de 09-11/11/2019]
21. “Universidade da Madeira promove XIX semana de Astronomia com sessões nas escolas”, RTP Madeira, 10/11/19 [GiRP - revista de imprensa de 12/11/2019]
22. “XIX SEMANA DA ASTRONOMIA MARCADA POR RARO EVENTO ASTRONÓMICO”, JM, 07/11/19 [GiRP - revista de imprensa de 08/11/2019]
23. “*Trânsito de Mercúrio sobre o Sol* marca XIX Semana da Astronomia”, dnoticias.pt, 07/11/19 [GiRP - revista de imprensa de 08/11/2019]
24. “XIX Semana da Astronomia marcada por um raro evento astronómico, o trânsito de Mercúrio sobre o Sol”, Funchal notíci@s, 07/11/19 [GiRP - revista de imprensa de 08/11/2019]

Tabela 5: Evolução da página do GAUMa na Internet entre setembro 2010 e setembro de 2022 em termos de quantidade de informação, número de pastas e número de ficheiros.

Data	Tamanho (GB)	Pastas	Ficheiros
01-09-2010	2.52	801	7102
30-04-2013	3.02	958	8926
30-04-2016	4.25	1067	11174
31-08-2019	4.32	1101	11535
14-09-2022	4.42	1108	11823

4.8 Divulgação pela academia

No período a que se reporta este relatório, para além das *Press Releases* emitidas (ver Secção 4.7.1), as quais também foram divulgadas por toda a academia por correio electrónico, foram feitas também adicionalmente as seguintes divulgações internas [30]:

- 13-01-2020 - SUPERNOVAE AND THE EVOLUTION OF THEIR REMNANTS
- 25-06-2020 - Dia do Asteroide 2020
- 17-02-2021 - Women and Girls in Astronomy

4.9 Página do GAUMa na internet

Desde o ano 2001 que o GAUMa dispõe de uma página na internet [32] onde coloca, de uma forma acessível, toda a informação relativa ao trabalho desenvolvido no âmbito da investigação, ensino e divulgação em Astronomia. Na Tabela 5 damos conta do aumento da quantidade de informação na nossa página entre 01 de setembro de 2019 e 14 de setembro de 2022.

Verifica-se que foram adicionados, no último triénio, 288 novos ficheiros perfazendo um total de aproximadamente 100 MB. Na Tabela 6 indicamos o número de ficheiros de cada tipo e a respectiva variação durante o mesmo período¹.

¹De referir que entre os novos ficheiros indicados na Tabela 5, muitos são ficheiros utilizados pelo sistema ftp, ficheiros de estilo (css) e outros ficheiros auxiliares utilizados pelo sistema operativo durante a edição das páginas em html e, por isso, não foram tidos em conta na Tabela 6.

Tabela 6: Crescimento da página do GAUMa na Internet entre 01 de setembro 2019 e 14 de setembro de 2022 por tipo de ficheiro.

Extensão	(01-09-2010)	(30-04-2013)	(30-04-2016)	(31-08-2019)	(14-09-2022)
pdf	465	574	767	853	902
htm	1181	1937	2121	2256	2381
gif	1577	1599	2160	1617	1625
js	267	295	295	302	303
zip	9	19	20	21	24
png	16	31	44	50	63
pps	8	21	40	40	41
jpg	3579	4450	4922	5035	5108
Totais	7102	8926	10369	10174	10447

5 Investigação e Projetos

5.1 Áreas de Investigação

Os interesses do GAUMa, em termos de investigação, centram-se nos seguintes tópicos:

- Detecção Direta de Buracos Negros via Radiação de Hawking
- Buracos Negros Primordiais e Cosmologia
- Buracos Negros (em diferentes contextos)
- Asteroides / Near Earth Objects
- Astronomical Site Surveying
- Dark Sky Brightness Studies
- História da Astronomia (em particular no caso da Madeira)
- Astronomical Public Outreach
- Ensino da Astronomia

5.2 Publicação de Artigos

No período a que se reporta este relatório destaca-se a publicação de um artigo no *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (MNRAS) [Impact Factor (2021): 5.235]

- **Stellar mass Primordial Black Holes as Cold Dark Matter**, Sobrinho J. L. G., Augusto P., 2020, MNRAS, 496, 60 (arXiv:2005.10037 [astro-ph.CO]) [33]

O artigo foi submetido no dia 12-03-2020 e publicado no dia 25-05-2020.

Foram publicados os dois primeiros volumes do novo Dicionário Enciclopédico da Madeira - DEM. Em particular no primeiro volume constam duas entradas da responsabilidade do GAUMa:

- **Ano Internacional da Astronomia 2009**, J. E. Franco, C. Trindade (Eds.), Lisboa: Theya Editores [ISBN 978-989-8916-84-6], Sobrinho J. L. G., Augusto P., November 2019, Madeira Global: Grande Dicionário Enciclopédico da Madeira, 1, 456.

- **Astronomia**, J. E. Franco, C. Trindade (Eds.), Lisboa: Theya Editores [ISBN 978-989-8916-84-6], Sobrinho J. L. G., Augusto P., November 2019, Madeira Global: Grande Dicionário Enciclopédico da Madeira, 1, 883.

Continuamos a aguardar a publicação dos restantes volumes e consequentemente de outras três entradas da responsabilidade do GAUMa:

- **William Kingdom Clifford**, Sobrinho J. L. G., (entrada submetida para o DEM), 30 de setembro de 2013, 8pp.
- **William Thomson**, Gonçalves A., (entrada submetida para o DEM), 19 de junho de 2014, 11pp.
- **Grupo de Astronomia da Universidade da Madeira**, Sobrinho J. L. G., Augusto P., (entrada submetida para o DEM), 24 de novembro de 2015, 30pp.

5.3 Revisão de Artigos

No dia 11-08-2020 LS foi contactado pela MNRAS no sentido de fazer a revisão de um artigo. O convite foi aceite e depois de duas iterações o artigo foi dado como apto para publicação no dia 27-11-2020.

5.4 Relatórios

Durante o período a que se reporta este relatório o GAUMa publicou cinco relatórios internos:

1. **Grupo de Astronomia da Universidade da Madeira, Relatório de atividades: maio 2016 - agosto 2019**, Sobrinho J. L. G., Gonçalves A. L., Teixeira H., Andrade I. (2020); Relatório das atividades desenvolvidas pelo Grupo de Astronomia da Universidade da Madeira entre maio 2016 e agosto 2019; 69 pp; Universidade da Madeira 2020 [3].
2. **A list of 101 Supermassive Black Holes**, Nóbrega S., Sobrinho J. L. G., 2020, Relatório do trabalho desenvolvido ao abrigo do programa Estágios de Verão 2019 da Secretaria Regional da Educação - Direção Regional de Juventude e Desporto (18 pp.) [34] - ver secção 5.16.
3. **Monitorização do Sol - Março 2011**, Sobrinho J. L. G., 2020, Relatório do projecto de monitorização do Sol realizado em 2011, 30pp; Universidade da Madeira 2020 [35].
4. **A list of 48 Binary Black Hole mergers**, Freitas S. M. A., Sobrinho J. L. G., 2021, Relatório do trabalho desenvolvido ao abrigo do programa Estágios de Verão 2021 da Secretaria Regional da Educação - Direção Regional de Juventude e Desporto (39 pp.) [36] - ver secção 5.17.

5. **Colaboração do GAUMa no projecto Stars4All**, Sobrinho J. L. G., 2022, Relatório da colaboração do Grupo de Astronomia da Universidade da Madeira no projecto Stars4All, 11pp; Universidade da Madeira 2022 [37] - ver secção 5.6.

5.5 Seminários

No período a que se reporta este relatório LS apresentou a convite do Professor Bojan Arbutina um seminário online no Departamento de Astronomia da Universidade de Belgrado (Sérvia) [38]:

- **Stellar mass primordial black holes**, Sobrinho J. L. G., 2/3/2021, Seminar of Department of Astronomy, Departamento de Astronomia, Universidade de Belgrado (online)

5.6 STARS4ALL

O projecto STARS4All tinha por objectivo central a proteção do céu nocturno contra a poluição luminosa mediante a implementação de diversas iniciativas. Uma dessas iniciativas consistia na instalação de fotómetros em diversos pontos das ilhas da Macaronésia incluindo a ilha da Madeira. Nesse sentido o GAUMa, ao ser contactado, ofereceu prontamente a sua colaboração no projecto tanto a nível da seleção do local para a instalação do fotómetro na Madeira como na instalação propriamente dita. O fotómetro acabou por ser instalado no dia 05 de julho de 2017 na Escola B+S Bispo D. Manuel Ferreira Cabral em Santana. Infelizmente, apesar de todos os esforços feitos nesse sentido, não foi possível configurar o equipamento pelo que este nunca chegou a estar verdadeiramente operacional (de salientar que esta situação não era única da Madeira; diversos dos fotómetros instalados estavam na mesma situação) (para mais detalhes ver [3]). Optamos por dar para já por encerrada esta colaboração tendo sido elaborado um relatório acerca da mesma [37].

5.7 FORWARD

O projeto FORWARD (Fostering Research Excellence in EU Outermost Regions) tem como objetivo principal permitir às nove Regiões Ultra-Periféricas (RUPs) preparem-se melhor para poderem responder de forma mais competitiva aos futuros concursos/projetos de Investigação e Desenvolvimento (I&D), em particular para o programa quadro Horizonte Europa 2021-2027.

O FORWARD engloba 24 parceiros de todas as 9 RUPs: Açores e Madeira (5 parceiros); Guadalupe, Guiana Francesa, Martinica, Saint Martin, Reunião, Mayotte (12 parceiros) e Ilhas Canárias (7 parceiros). Os parceiros na Região Autónoma da Madeira são a ARDITI e a UMa.

O projecto foi dividido em sete WorkPackages (WP). No WP3 (Co-creation and implementation of thematic action plans), mais concretamente, no âmbito da Task 3.1 (building Thematic Working Groups - TWGs - in key common strategic field of expertise), liderada pelo Instituto Tecnológico de Canárias (ITC), foram identificadas nove áreas temáticas nas quais as RUPs irão cooperar mais no sentido de criar grupos de trabalho temáticos transregionais com vista a promover a colaboração e aumentar a sua participação nos programas Europeus de I&D, em particular no Horizonte Europa.

As nove áreas temáticas identificadas são:

- [**TWG1**] Health, applied Medical Technologies, Diagnostics and Therapies
- [**TWG2**] Social sciences and social innovation
- [**TWG3**] Tourism, eco-tourism, nature tourism, cultural tourism
- [**TWG4**] Space & Universe Sciences
- [**TWG5**] Information and Communications Technology
- [**TWG6**] Earth system, Climate change and Energy transition
- [**TWG7**] Agriculture, applied life sciences, biotechnology, and bio-systems engineering
- [**TWG8**] Biodiversity conservation and restoration
- [**TWG9**] Marine sciences & technologies

No dia 29-05-2020 LS foi formalmente convidado pelos responsáveis pelo projecto por parte da UMa e da ARDITI para coordenar um grupo de stakeholders regionais na área SPACE & UNIVERSE SCIENCES (TWG4) no sentido de potenciar a participação da RAM em parcerias com as outras RUPs com vista à elaboração de candidaturas e operacionalização de projetos de I&D a nível Europeu e em particular no Horizonte Europa. Depois de alguns esclarecimentos, o convite foi aceite no dia 04-06-2020. Embora existindo a possibilidade de candidaturas livres para potenciais interessados no projecto LS convidou AG e MR a colaborarem no mesmo. Assim no dia 16-06-2020 a representação da RAM no projeto FORWARD era composta por LS, AG e MR.

Embora num período muito condicionado pela pandemia o projecto FORWARD foi avançando. A seguir indicam-se, por ordem cronológica, as diferentes etapas do projecto nas quais colaboraram elementos do GAUMa:

- 22-06-2020: sessão de apresentação do projecto a partir do ITC por videoconferência (lançamento oficial do WP3).

- 02-07-2020: os representantes de cada uma das regiões interessadas no TWG4 elegeram como coordenador inter-regional para esta área o Dr. Pedro Silva do *Azores AIR Centre*.
- 21-07-2020: reunião na ARDITI com os coordenadores regionais (RAM) dos diferentes grupos temáticos. A reunião conduzida pelo Eng. Lúcio Quintal teve como objectivo a apresentação do projeto FORWARD, em particular dos objetivos dos TWGs e WP3 e sua relação com o WP4 (Capacity Building) e o WP5 (Networking) (ver Figura 11). Foram também divulgados os nomes dos coordenadores inter-regionais entretanto eleitos. Entretanto houve uma remodelação dos TWGs e o TWG4 passou a designar-se de TWG3. Nesta data estavam inscritos no TWG3 um total de 35 interessados (7 dos Açores, 10 das Canárias, 5 de Guadalupe, 3 da Madeira, 2 da Martinica, 2 de Mayotte e 6 de Reunião).
- 19-11-2020: webinar *Perspetivas do Horizonte Europa e a relação com os Grupos Temáticos*. Este webinar foi composto pelas apresentações: O projecto FORWARD e os Grupos Temáticos (Lúcio Quintal, ARDITI); Horizonte Europa, Oportunidade para a Madeira (Ana Sofia Branco, SATURNTECH); O caso/exemplo do TWG5 Climate change and Energy transition perspetivas para a Madeira e as RUP (Claudio Mantero, Horários do Funchal); Grupo Temático 6: Agricultura e Biotecnologia e as Perspectivas de Investigação na RAM no âmbito do Green Deal (Miguel Ângelo Carvalho, ISOPlexis). De salientar que nesta data o número de inscritos nas diferentes áreas temáticas pela RAM era já de 40, estando sete deles inscritos no TWG3. Assim, a juntar aos 3 elementos associados ao GAUMa existiam mais quatro de áreas em geral relacionadas com a gestão.
- 18-01-2021: Kick-off meeting for Thematic Working Group 3 - esta sessão foi orientada pelo Eng. Pedro Silva do AIR Center (Azores) na qualidade de coordenador do TWG3. Nesta reunião foi apresentado o projeto FORWARD com especial destaque para a TWG3 e respetivos inscritos (ver Figura 12). Foi também estabelecido/discutido o plano para ações futuras e respetivo calendário.
- 05-02-2021: Workshop I - Co-construction of an Action Plan for Earth Science, space and Universe Science TWG3. Este WS foi apresentado pelo coordenador do TWG3 Eng. Pedro Silva. Pretendeu-se começar a preparar um plano de ação baseado na análise SWOT conjunta das várias regiões envolvidas. LS e AG prepararam a análise SWOT relativa ao GAUMa/RAM.
- 24-02-2021: Workshop II - Create specific actions tasks for the Action Plan. Os participantes foram divididos por dois grupos: GROUP 1 - Strategic Positioning & GROUP 2 - OR's Capacitation. LS e MR participaram no grupo 2.
- 04-03-2021: Workshop III - discussion of action plan. Nesta reunião o coordenador apresentou o *action plan* elaborado na sequência dos WS's anteriores.



Figura 11: Reunião na ARDITI com os coordenadores regionais (RAM) dos diferentes grupos temáticos do projecto FORWARD (21-07-2020).

- 24-03-2021: Webinar - How to prepare a successful proposal in Horizon Europe (Part I - Submission and Evaluation).
- 25-03-2021: Webinar - O Horizonte Europa e a elaboração de candidaturas a projetos Europeus.
- 03-05-2021: Workshop IV - Gather with the responsables and co-responsibles for activities and tasks of the TWG3 Action Plan.

Entretanto tiveram lugar mais alguns encontros online para estabelecer os passos seguintes no plano de trabalho. Estas reuniões não contaram com a participação de qualquer elemento do GAUMa embora tenham sido enviadas contribuições sempre que solicitadas. Neste momento desconhece-se qual o desfecho do TWG3.

Na nossa opinião os objectivos do TWG3 deveriam estar orientados para a investigação no campo da Astronomia e Espaço tirando partido das instalações e equipamentos já existentes nas diferentes regiões e não o contrário.

A participação do GAUMa foi positiva. Foi divulgado, tanto localmente como a nível nacional e de uma forma geral pelas RUPs, o potencial astronómico da Madeira, os nossos objectivos e atividades desenvolvidas.

5.8 Portugal Space Agency

No dia 18-11-2019 LS foi convidado pela Professora Elsa Fernandes, vice-reitora da UMa para a área da Investigação e Projetos, para integrar a comissão regional de acompanhamento da Portugal Space Agency - PSA (recentemente criada). Depois



Figura 12: Conjunto de palavras chave que melhor definem os campos de investigação/trabalho dos inscritos no TWG3. Destaque para a sigla PBHs bem no centro (18-01-2021).

de analisado o potencial da colaboração entre o GAUMa e a PSA, tendo também em conta o projecto SST, o convite foi aceite no dia 27-11-2019.

No dia 19 de janeiro de 2020 foi tornado público que a RAM teria junto da PSA o estatuto de observador contando para isso com a participação de Nuno Nunes, Marko Radeta e José Luís Silva por parte da ARDITI, bem como de Laurindo Sobrinho por parte da UMA e Rui Caldeira em representação do Observatório Oceânico da Madeira.

Em fevereiro de 2020 a Dra. Chiara Manfletti, presidente da PSA, fez uma visita de trabalho à RAM. No dia 26-02-2020 teve lugar um jantar de trabalho com a participação de representantes das várias instituições e organismos da RAM com interesses na PSA. Durante o jantar LS teve a oportunidade de apresentar o GAUMa bem como o projecto SST, discutindo eventuais pontos de colaboração com a PSA.

Em julho de 2020 fomos contactados pela PSA no sentido de darmos a nossa colaboração na edição do catálogo **Portugal Space - Overview of the Portuguese Space Ecosystem 2021-2022**. O convite foi aceite. O catálogo foi publicado online no início do ano 2021 seguindo-se depois uma versão impressa em novembro de 2021. Este catálogo é composto por diversas secções. O GAUMa surge na secção **Investigação e Centros de Inovação** juntamente com outros 29 grupos ou centros de investigação [39].

5.9 Submissão de projectos

Foi constituída uma equipa formada por elementos do GAUMa e de outras instituições nacionais e estrangeiras com vista ao desenvolvimento da Astronomia na RAM. Neste âmbito foram submetidos três projectos à Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) nos concursos de 2020, 2021 e 2022. Embora os projectos não tenham merecido aprovação tentaremos melhorar os mesmos, tendo em conta os comentários apresentados pelo painel de avaliadores, com vista a próximas candidaturas.

5.10 Recuperação do telescópio Meade LX200

No dia 19-11-2019 o astrónomo Pavol Dubovsky (Astronomical Observatory on Kolonica Saddle, Slovakia), que tem vindo a colaborar com o GAUMa sempre que visita a Madeira, apresentou-nos uma proposta para a observação espectroscópica de estrelas variáveis a partir do terraço da UMa (apresentando mesmo uma lista com cerca de 40 estrelas a observar).

A proposta foi apresentada por LS à reitoria da UMa a 25-11-2019 a qual manifestou (no mesmo dia) o seu interesse em dar seguimento a esta proposta, autorizando a instalação do observatório no terraço da UMa (Campus da Penteada).

Contudo antes de prosseguir com a instalação do observatório seria necessário reparar o nosso telescópio Meade LX200. A avaria (detetada há já algum tempo) manifestava-se logo ao ligar do telescópio à corrente: o amperímetro no painel principal dava um sinal (luminoso) desligando-se logo de seguida.

Entre novembro de 2019 e março de 2021 foram efetuadas diversas tentativas para reparar o telescópio. Estas sessões, coordenadas por LS e AG contaram com a preciosa ajuda de Filipe Santos (Laboratório de Electrónica - UMa), João Matos (Gabinete de Redes e Sistemas Informáticos - UMa), Pavol Dubovsky, Sérgio Aguilar (Museu de Óptica da Madeira) e Jaume Nomen (DEIMOS). A seguir é apresentado um resumo das diferentes tentativas levadas a cabo:

1. No interior do painel de comando existe um condensador electrolítico logo à entrada da corrente. Dada a idade do telescópio (mais de 20 anos) achamos que poderia estar aqui a origem do problema. Contudo o condensador foi testado e verificou-se estar em boas condições.
2. Ao analisar os circuitos na retaguarda do painel de comando foi detetado um ponto quente junto a um condensador cerâmico o qual foi substituído. Ao ligar o telescópio verificou-se que o sinal do amperímetro era agora estável. Contudo ao desligar e voltar a ligar novamente logo se constatou que o comportamento não era sempre o mesmo, chegando mesmo ao ponto de queimar alguns fusíveis.
3. As suspeitas recaíram então sobre a fonte de alimentação do telescópio. Quando analisamos a mesma em separado verificamos que esta apresentava um com-

portamento estranho uma vez que não fornecia sempre o mesmo output. Passamos então a utilizar uma das fontes de alimentação existentes no laboratório: o sinal do amperímetro ficou estável e não se queimaram mais fusíveis desde então.

4. Embora o problema da alimentação estivesse resolvido o telescópio continuava a não funcionar. Viramos então a nossa atenção para o comando manual dado que as teclas deste ficavam congeladas bem como o respetivo monitor (o que de acordo com o manual de instruções não era suposto acontecer).
5. Abrimos o comando manual e procuramos sem sucesso pontos quentes nos circuitos existentes no seu interior. O Engenheiro Filipe Santos identificou dois circuitos integrados que costumam dar problemas noutros tipos de equipamento. Os dois circuitos foram substituídos sem que fosse notória qualquer diferença no comportamento do telescópio e do seu comando manual.
6. Desmontamos com a ajuda de PD a base do telescópio de modo a acedermos à motherboard (ver Figura 13). Numa primeira análise tudo pareceu estar bem. Não existiam pontos quentes e havia sinal de corrente nos pontos cruciais.
7. Ainda com a ajuda de PD tentamos controlar o telescópio a partir de um pc (descartando assim o comando manual). Para isso foram utilizadas diferentes aplicações mas sempre sem sucesso. Não foi notado qualquer tipo de reação por parte do telescópio aos comandos enviados a partir do computador.
8. Tentamos comunicar com o telescópio por intermédio da linha de comando do pc utilizando a linguagem BASIC como indicado no manual do próprio telescópio. Uma vez mais não foi notado qualquer tipo de reação por parte do telescópio.
9. Entretanto LS contactou o fabricante que nos informou de que já não tinham peças para aquele modelo de telescópio nem tão pouco faziam reparações do mesmo. Ainda assim foram indicadas algumas alternativas para aproveitar parte do equipamento e dada a sugestão de fazer um upgrade (recorrendo a terceiros).
10. Os passos relatados anteriormente tiveram lugar entre novembro de 2019 e março de 2020, altura em que foi decretado o confinamento em virtude da pandemia de covid-19. Os trabalhos foram retomados apenas em agosto de 2020.
11. Contactamos o Eng. Sérgio Aguilar do Museu de Óptica da Madeira uma vez que eles dispõem de um telescópio Meade com uma idade semelhante ao nosso. Embora os modelos de ambos os telescópios não fossem exatamente iguais a nossa esperança era que, ainda assim, os comandos manuais fossem de certa forma compatíveis. Trocamos então os comandos manuais entre os dois telescópios mas sem qualquer sucesso.

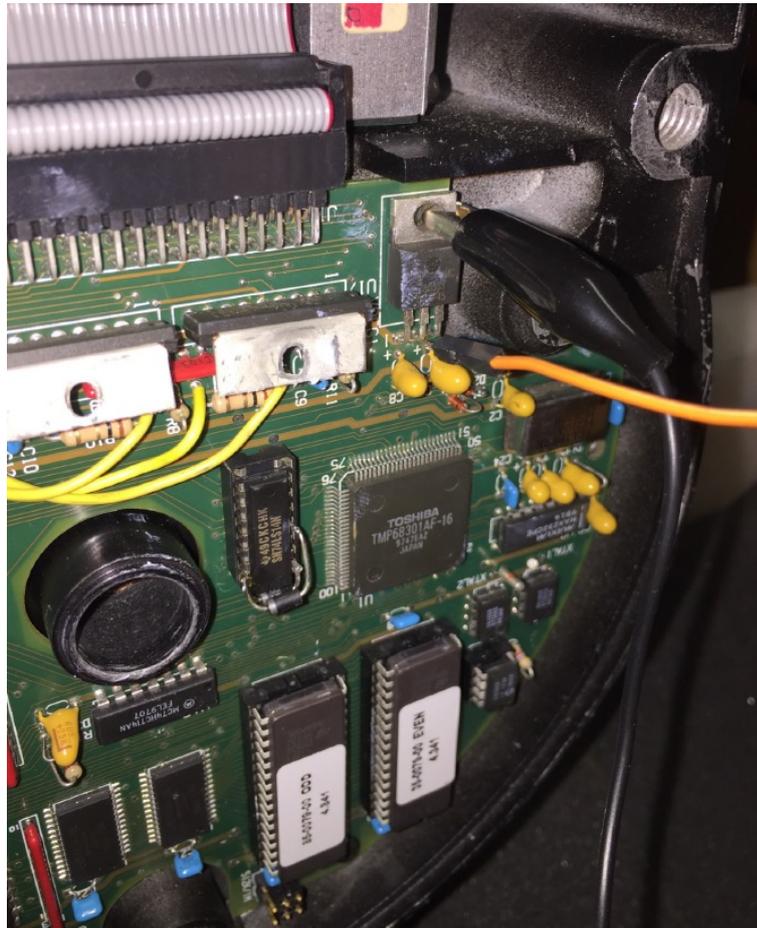


Figura 13: Aspeto da *motherboard* do telescópio Meade LX200.

12. No painel de comando do telescópio existe uma entrada RS232. Compramos um adaptador USB/RS232 e tentamos comunicar com o telescópio por esta via executando algumas instruções na linha de comando. Em particular tentamos enviar instruções para acionar os motores. Não tivemos qualquer sucesso nesta tentativa.
13. Com a ajuda do Eng. João Matos tentamos averiguar se de facto existia algum tipo de comunicação entre o pc e o telescópio utilizando a entrada RS232. Não foi possível detetar qualquer tipo de sinal/reação num ou noutro sentido.
14. Aproveitamos ainda presença de Jaume Nomem da DEIMOS (a trabalhar na instalação dos equipamentos do projeto SST no Areiro - ver Secção 5.11), para que ele desse o seu parecer em relação ao estado do telescópio.
15. Na falta de soluções tecnicamente e financeiramente acessíveis acabamos por guardar o telescópio na caixa no final de março de 2021.

Entretanto, na sequência dos resultados das candidaturas feitas à FCT (ver Secção 5.9) achamos que seria importante para o sucesso de uma candidatura futura que fosse

demonstrada a nossa capacidade na instalação de um observatório ótico. Com esse propósito MR e VZ retomaram, em agosto de 2022, as tentativas de recuperação do telescópio seguindo desta feita uma nova abordagem.

5.11 Space Surveillance and Tracking - Instalação

A UMa/GAUMa colabora juntamente com o Governo Regional da RAM no projecto **Space Surveillance and Tracking** (SST) do MDN [3]. No decurso do ano de 2020 foram feitas diversas visitas ao local onde viriam a ser construídas as instalações do projecto SST na RAM (zona junto ao Pico do Areeiro). Estas visitas que contaram com a participação de representantes do MDN, Governo Regional e UMa, tiveram como propósito numa primeira fase o acerto de detalhes quanto à localização das instalações e respetivo impacto ambiental e, numa segunda fase, o acompanhamento das obras propriamente ditas que tiveram o seu arranque em janeiro de 2021 (ver Figura 14).

Entretanto, para além das duas bases de observação previstas pelo projecto SST a UMa foi questionada pelos representantes do MDN sobre o seu interesse relativo à construção de uma terceira base de observação que ficaria afeta ao GAUMa. A UMa respondeu afirmativamente por meio de ofício enviado pelo Reitor em maio de 2020. Na Figura 15 podemos ver essa mesma base ainda em fase de construção.

No início de abril de 2021, embora as obras ainda não estivessem concluídas, já era possível a utilização dos telescópios como demonstra a imagem da Figura 16. Ainda antes da inauguração tivemos a possibilidade de efetuar a observação da ocultação de uma estrela (ver Secção 5.15).

5.12 Space Surveillance and Tracking - Inauguração

A inauguração do Sítio de Observação Ótica (SOO), nome pelo qual veio a ser designado o conjunto de instalações afectas ao projecto SST na RAM, teve lugar no dia 09 de junho de 2021. A cerimónia, orientada pelo Comandante José Freitas (responsável pelo projecto) contou com a presença do Ministro da Defesa e do Vice-Presidente do GR da RAM entre outras individualidades nacionais e regionais. A inauguração começou pela visita às instalações de apoio onde fica localizada a sala de comando (Figura 17).

De seguida a comitiva deslocou-se para a Base de Apoio à Observação Astronómica (BAOA) afeta à UMa (ver Figura 18). Neste espaço LS apresentou de forma resumida qual seria a participação futura da UMa no projecto SST e qual o potencial deste projecto não apenas na sua função primária de deteção e rastreamento de lixo espacial mas também na observação astronómica propriamente dita (Figura 19). Aproveitou ainda a ocasião para salientar/relembrar junto dos presentes o facto da ilha da Madeira estar cientificamente sinalizada como detentora de alguns dos melhores locais do Hemisfério Norte para a observação do céu noturno.



Figura 14: Aspeto da construção dos dois domes afetos ao projecto SST (29-01-2021).



Figura 15: Base de Apoio à Observação Astronómica (BAOA) durante a fase de construção (19-03-2021).



Figura 16: Galáxia do Redemoinho (Messier 51a, NGC 5194): uma das primeiras imagens obtidas com os telescópios do projecto SST instalados junto ao pico do Areeiro (02-04-2021).

Seguiu-se depois a visita ao recinto onde estão os domes com os dois telescópios e a torre com a estação meteorológica (Figuras 20, 21 e 22). Finalmente os presentes deslocaram-se para junto da placa informativa estrategicamente colocada no exterior do recinto junto à vereda que dá acesso ao miradouro do Pico do Juncal (Figura 23). De realçar que toda a zona envolvente foi intervencionada pelo IFCN tendo sido recuperadas as veredas e substituídas as plantas invasoras por espécies endémicas e indígenas do local.

5.13 Space Surveillance and Tracking - Operação

Em julho de 2021 foi assinado entre a UMa e o MDN-DGRDN um contrato de prestação de serviços (válido até dezembro de 2022) com vista à manutenção e monitorização dos equipamentos instalados no Areeiro no âmbito do projecto SST. Como Gestor de Contrato por parte da UMa foi nomeado LS. Entretanto a UMa contratou em novembro de 2022 AG e IA, ambos colaboradores (voluntários) do



Figura 17: Sala de comando dos telescópios (09-06-2021).



Figura 18: Base de Apoio à Observação Astronómica (BAOA) com o telescópio Celestron da UMa e exemplares de algumas das espécies vegetais que foram plantadas ao redor das instalações (09-06-2021).



Figura 19: Inauguração da Base de Apoio à Observação Astronómica. Da esquerda para a direita: LS (UMa/GAUMa), Comandante José Freitas (DGRDN e responsável pelo projecto SST), João Gomes Cravinho (Ministro da Defesa), Pedro Calado (Vice-Presidente do Governo da RAM) e Elsa Fernandes (Vice-Reitora da UMa) (09-06-2021).



Figura 20: Visita aos domes de surveillance (esquerda) e de tracking (direita) pelas individualidades presentes na inauguração (09-06-2021).



Figura 21: O Comandante José Freitas (à direita) juntamente com o Ministro da Defesa João Gomes Cravinho e o Vice-Presidente do GR da RAM Pedro Calado no interior de um dos domes (09-06-2021).



Figura 22: Os dois domes abertos mostrando os dois telescópios apontados para a Esfera Celeste (09-06-2021).



Figura 23: Placa informativa colocada junto às instalações do projecto SST. Para além de diversas informações e ilustrações sobre o projecto SST destaque para a referência às diferentes parcerias: UMa, IFCN, GR-RAM e MDN (09-06-2021).

GAUMa, como prestadores de serviço no âmbito do projecto SST.

Entre 13 e 15 de fevereiro de 2022 LS, AG e IA participaram numa formação ministrada pelo Sargento Ajudante Manuel Riba do MDN. Com esta formação ficamos habilitados a prestar os serviços de manutenção aos equipamentos SST. Para além das três deslocações relacionadas com esta formação foram efetuadas entre o dia 13-09-2021 e o dia 14-09-2022 outras 29 deslocações ao SOO por elementos do GAUMa, sete delas relacionadas com manutenções programadas e as restantes relacionadas com a resolução de diversos tipos de problemas que foram surgindo.

Uma vez ministrada a formação específica ficamos também habilitados a prestar o apoio necessário durante as noites de observação feitas de forma remota a partir das instalações SST nos Açores. Assim entre 16-02-2022 e 14-09-2022 AG e IA estiveram de prevenção às observações durante a noite sempre que tal foi solicitado, num total de 211 noites.

Durante o período a que se reporta este relatório foram elaborados oito relatórios SST relacionados com as manutenções programadas:

1. **Relatório da Manutenção e Inspeção ao SOO do Pico do Areeiro** (Semana 7), 001/2022, Riba M., 16 de fevereiro de 2022.
2. **Relatório da Manutenção e Inspeção ao SOO do Pico do Areeiro** (Semana 11), 002/2022, Sobrinho J. L. G., 28 de março de 2022.
3. **Relatório da Manutenção e Inspeção ao SOO do Pico do Areeiro**

(Semana 15), 003/2022, Sobrinho J. L. G., 21 de abril de 2022.

4. **Relatório da Manutenção e Inspeção ao SOO do Pico do Areeiro** (Semana 19), 004/2022, Sobrinho J. L. G., 15 de maio de 2022.
5. **Relatório da Manutenção e Inspeção ao SOO do Pico do Areeiro** (Semana 23), 005/2022, Sobrinho J. L. G., 12 de junho de 2022.
6. **Relatório da Manutenção e Inspeção ao SOO do Pico do Areeiro** (Semana 27), 006/2022, Sobrinho J. L. G., 05 de julho de 2022.
7. **Relatório da Manutenção e Inspeção ao SOO do Pico do Areeiro** (Semana 31), 007/2022, Sobrinho J. L. G., 02 de agosto de 2022.
8. **Relatório da Manutenção e Inspeção ao SOO do Pico do Areeiro** (Semana 35), 008/2022, Sobrinho J. L. G., 03 de setembro de 2022.

Para além disso foram elaborados seis relatórios alusivos à Prestação de Serviços. Nestes são descritos todo o tipo de ocorrências relacionadas diretamente com o projecto SST para além das manutenções programadas:

1. **Prestação de Serviços de suporte local à Observação ótica na RAM no âmbito do projeto SST - Relatório 1: 21 de julho de 2021 a 30 de novembro de 2021**, Sobrinho J. L. G., UMa, 14 de dezembro de 2021.
2. **Prestação de Serviços de suporte local à Observação ótica na RAM no âmbito do projeto SST - Relatório 2: 01 de dezembro de 2021 a 15 de fevereiro de 2022**, Sobrinho J. L. G., UMa, 16 de fevereiro de 2022.
3. **Prestação de Serviços de suporte local à Observação ótica na RAM no âmbito do projeto SST - Relatório 3: 16 de fevereiro de 2022 a 28 de março de 2022**, Sobrinho J. L. G., UMa, 29 de março de 2022.
4. **Prestação de Serviços de suporte local à Observação ótica na RAM no âmbito do projeto SST - Relatório: 16 de fevereiro de 2022 a 28 de março de 2022**, Sobrinho J. L. G., UMa, 29 de março de 2022.
5. **Prestação de Serviços de suporte local à Observação ótica na RAM no âmbito do projeto SST - Relatório: 30 de março de 2022 a 15 de maio de 2022**, Sobrinho J. L. G., UMa, 15 de maio de 2022.
6. **Prestação de Serviços de suporte local à Observação ótica na RAM no âmbito do projeto SST - Relatório 6: 06 de julho de 2022 a 05 de setembro de 2022**, Sobrinho J. L. G., 05 de setembro de 2022.

À margem do projecto SST LS e AG marcaram presença no dia 09-09-2022 na tomada de posse do novo comandante da Estação de Radar 4 (ER4) em representação da UMa e do projecto SST.



Figura 24: Exemplo de imagem captada no dia 26 de abril de 2022 pelo telescópio de surveillance no âmbito das observações SST. O centro da imagem corresponde à ascensão reta $15h\ 33m\ 25s$ e à declinação de $-14^{\circ}\ 38'\ 02''$. A estrela mais brilhante na imagem é γ -Lib (RA: $15h\ 35m\ 32s$, δ : $-14^{\circ}\ 47'\ 22''$, magnitude aparente 3.91).

5.14 Exploração de imagens SST

Como protocolado entre a UMa e o MDN o GAUMa tem acesso às imagens SST não classificadas desde que assim o solicite. Neste sentido começamos a analisar alguns conjuntos de imagens por forma a averiguar qual o seu potencial científico e qual a melhor estratégia a seguir para a exploração das mesmas (ver Figura 24).

Depois de obtido um primeiro conjunto de imagens de tracking e de surveillance (em 28-04-2022) foi feito um levantamento de qual poderia ser o seu potencial do ponto de vista da Astronomia Observacional. Depois de alguma análise e depois de consultados alguns *experts* na matéria chegamos à conclusão de que as imagens podem ser utilizadas na monitorização de fenómenos tais como:

- Explosões de Novas Anãs

- Objectos Próximos da Terra (os mais brilhantes)
- Explosões de Raios Gama (parte óptica)
- Meteoros
- Objectos em órbita terrestre
- Medição do *seeing*

Em termos académicos as imagens SST podem ainda ser utilizadas no treino da pesquisa de fenómenos transientes quer seja de forma manual, quer seja com recurso a aplicações existentes ou ainda desenvolvendo software próprio.

Ainda a nível do ensino as imagens podem ser utilizadas na realização de um conjunto de atividades onde participem alunos e docentes de escolas dos mais variados níveis de ensino.

Só entre maio e agosto de 2022 foram recolhidas 75637 imagens de surveillance e 291896 imagens de tracking. Face a estes números é necessário otimizar a forma de armazenamento das mesmas e desenvolver métodos eficientes de pesquisa criando para o efeito uma base de dados.

5.15 Observação de ocultação de estrelas

No dia 05-04-2021 o GAUMa foi contactado por J. L. Ortiz do Instituto de Astrofísica da Andaluzia (IAA) que nos dava conta da ocultação de uma estrela por **Hiiaka** (principal lua do planeta anão Haumea) no dia 06-04-2021 com grande potencial para ser observada a partir da Madeira (ver Figura 25). Nesse sentido era solicitada, se possível, a nossa contribuição nessa mesma observação. Dado que à data o GAUMa não dispunha de equipamento adequado para esse tipo de observação foi solicitado ao MDN/DGRDN a utilização dos telescópios afetos ao projeto SST, embora estes ainda estivessem na fase final de instalação.

A autorização foi concedida pelo que na noite da ocultação LS e AG deslocaram-se ao SOO juntamente com Jaume Nomem (JN) da DEIMOS afim de seguirem a ocultação. De realçar que dada a situação de confinamento (devido à pandemia de covid-19) LS e AG fizeram-se acompanhar de uma declaração da Reitoria da UMA justificando a razão dessa deslocação. Infelizmente as condições atmosféricas foram adversas pelo que não foi possível dar a nossa colaboração na referida observação.

Entretanto J. L. Ortiz voltou-nos a contactar desta feita a pedir a nossa colaboração na observação da ocultação de uma estrela pelo objecto trans-Neptuniano (TNO) **2015 FG345** no dia 11-04-2021. Infelizmente dado que JN (ou qualquer outro técnico da DEIMOS) já não se encontrava na região tivemos de declinar o convite. O mesmo aconteceu quando fomos contactados por Damya Souami do Observatório de Paris pedindo colaboração na observação da ocultação de uma estrela por **Damocloid 2013LU28** a ocorrer no dia 09-02-2022.

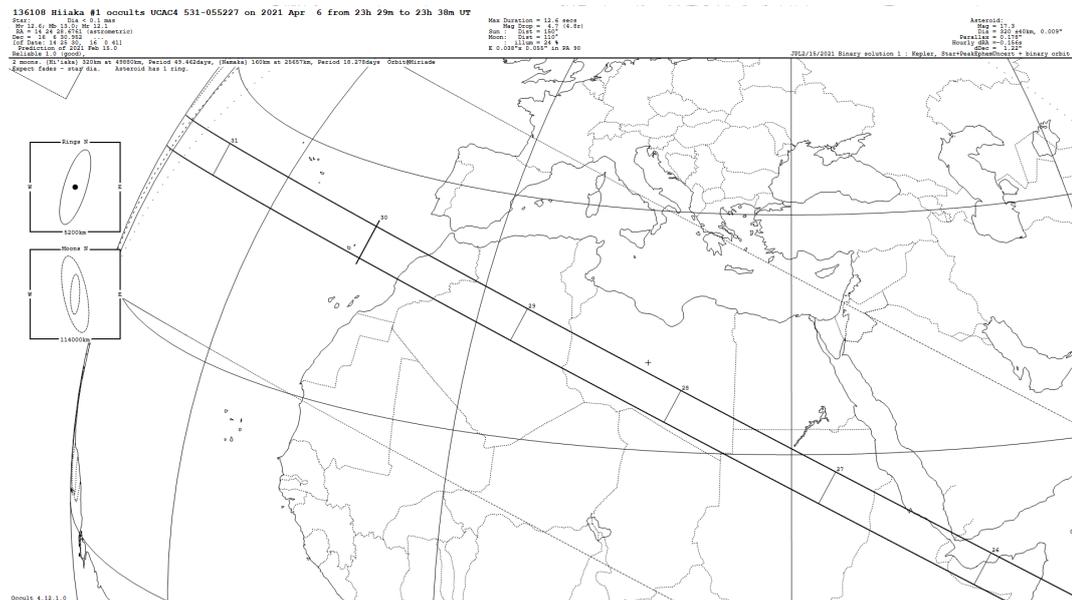


Figura 25: Ocultação de uma estrela por Hiiaka no dia 06-04-2021.

5.16 Estágios de Verão 2019

O GAUMa foi contactado em março de 2019 por Sara Nóbrega (SN) aluna finalista da licenciatura em Física (ramo de Astronomia e Astrofísica) da FCUL que manifestou o seu interesse em realizar no GAUMa um estágio ao abrigo do **Programa Estágios de Verão - Estudantes Universitários**, uma iniciativa da Secretaria Regional de Educação - Direção Regional de Juventude e Desporto (DRJD) da RAM.

O estágio teve início no dia 25 de julho tendo terminado no dia 10 de setembro de 2019. No decurso do estágio SN fez um trabalho de pesquisa e revisão de literatura sobre Buracos Negros Supermassivos e respetivos métodos de deteção. O trabalho foi publicado em 17 de fevereiro de 2020 no sítio do GAUMa estando disponível para consulta [34].

5.17 Estágios de Verão 2021

Melissa Freitas (MF) aluna da licenciatura em Matemática na UMA contactou o GAUMa manifestando o seu interesse em efectuar connosco um estágio ao abrigo do **Programa Estágios de Verão** da DRJD. O estágio decorreu durante todo o mês de julho de 2021. No decurso do estágio MF fez um trabalho de pesquisa e revisão de literatura sobre Binary Black hole mergers, listando todos os casos conhecidos e estudando alguns dos parâmetros associados aos mesmos. O trabalho foi publicado em 30-07-2021 no sítio do GAUMa estando disponível para consulta [36].

6 Colaborações diversas

6.1 Associação de Astronomia da Madeira

O grande evento da responsabilidade da Associação de Astronomia da Madeira (AAAM) é, desde 2002, a *Astronomia no Verão*, integrada no programa *Ciência Viva no Verão*, com diversas sessões de observação astronómica realizadas um pouco por toda a RAM. Nos últimos anos o GAUMa tem colaborado na organização de algumas das sessões, com particular destaque para as passagens pela UMa. Em contrapartida, a AAAM tem participado ativamente na *Semana da Astronomia* organizada pelo GAUMa (ver Secção 4.1).

No período a que se reporta este relatório o GAUMa colaborou nas edições de 2019 e 2022 da *Astronomia no Verão* (no anos de 2020 e 2021 devido ao confinamento a iniciativa não teve lugar). No total foram realizadas com a colaboração do GAUMa três palestras (ver Tabela 4) e duas sessões de observação (ver Tabela 3).

6.2 Associação Académica da UMa

Na tarde do dia 15 de julho de 2021 o GAUMa desenvolveu uma série de atividades em colaboração com a Associação Académica da UMa (AAUMa) no âmbito do programa **Doutorecos 2021** (Atelier de Férias). Ao todo participaram nas atividades 56 crianças divididas em dois grupos: 6-8 anos e 9-12 anos.

Cada um dos grupos assistiu a uma palestra sobre o Sistema Solar e participou na construção de um modelo do Sistema Solar à escala no exterior (espaço entre a entrada da UMa e Tecnopolo). Foi uma forma dos participantes ficarem com uma ideia da real dimensão do nosso Sistema Solar (Figura 26).

Para terminar mostramos o telescópio Celestron e falamos dos cuidados a ter com a observação do Sol. Optamos por não realizar a observação do Sol devido aos riscos inerentes à pandemia de covid-19.

Colaboraram nesta atividade, por parte do GAUMa, LS, HT, AG e CS.

Conjunto de atividades realizadas:

1. Palestra: **Os planetas do Sistema Solar**, Sobrinho J. L. G., 15/7/2021, Doutorecos, Universidade da Madeira, alunos da Associação Académica da UMa (Atelier de Férias) (Funchal)
2. Astronomia Laboratorial: **Modelo do Sistema Solar à escala**, Sobrinho J. L. G., Gonçalves A. L., Sobrinho C., 15/7/2021, Doutorecos, Universidade da Madeira, alunos da Associação Académica da UMa (Atelier de Férias) (Funchal)
3. Astronomia Laboratorial: **Modelo do Sistema Solar à escala**, Sobrinho J. L. G., Gonçalves A. L., Sobrinho C., 15/7/2021, Doutorecos, Universidade

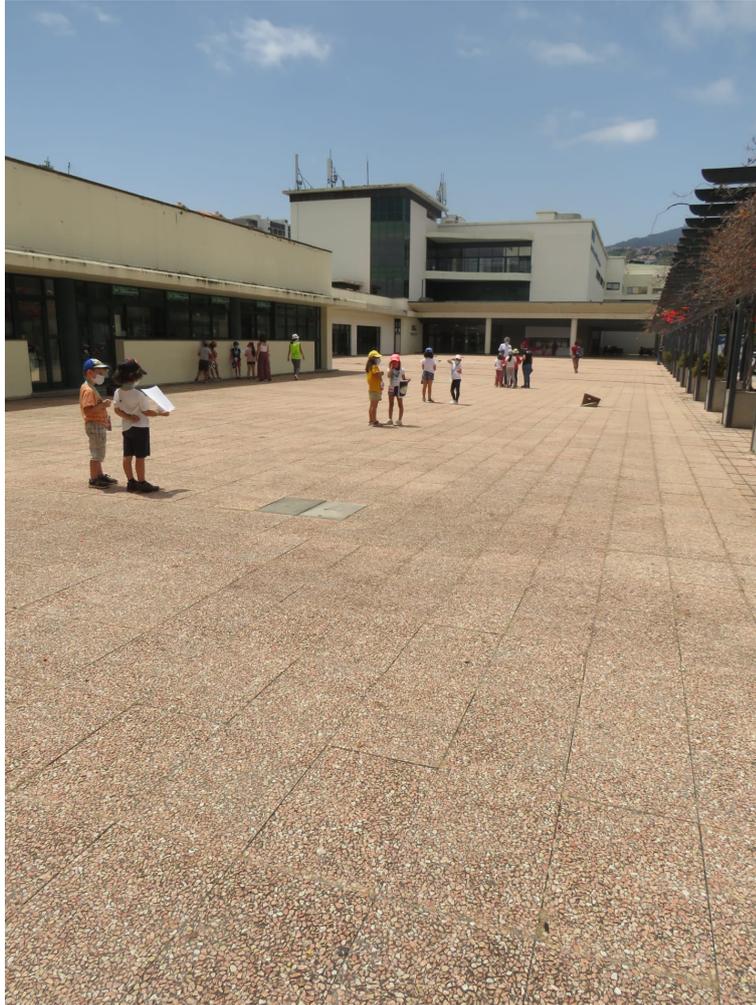


Figura 26: Construindo um modelo do Sistema Solar à escala (Doutorecos 2021).

da Madeira, alunos da Associação Académica da UMA (Atelier de Férias) (Funchal)

4. Palestra: **Uma viagem pelo Sistema Solar**, Sobrinho J. L. G., 15/7/2021, Doutorecos, Universidade da Madeira, alunos da Associação Académica da UMA (Atelier de Férias) (Funchal)

6.3 Ser e Saber +

A Divisão de Apoios Técnicos Especializados (DATE) da Secretaria Regional de Educação, Ciência e Tecnologia entrou em contacto (via Reitoria) com o GAUMA no sentido de solicitar a nossa colaboração no programa de enriquecimento **Ser e Saber +** destinado a alunos com altas capacidades.

Na sequência deste pedido teve lugar no dia 11-03-2022 nas instalações da UMA a palestra **Os planetas do Sistema Solar** da responsabilidade de LS. Participaram

oito alunos (com idades entre os 5 e os 13 anos) acompanhados por três docentes da DATE. Durante a palestra e no final da mesma os alunos colocaram diversas questões algumas delas bastante pertinentes.

6.4 Macaronight 2020

No dia 27 de novembro de 2020 teve lugar mais uma edição do **Macaronight - Noite Europeia dos Investigadores da Macaronésia**, organizada a nível regional pela Universidade da Madeira (UMa) e pela ARDITI - Agência Regional para o Desenvolvimento da Investigação, Tecnologia e Inovação. Neste ano atípico, devido à pandemia de covid-19, o evento decorreu integralmente em formato online, em *live streaming* entre as 9h30 e as 19h30.

O GAUMa participou nesta iniciativa com a apresentação da palestra **Lixo Espacial** [27] da autoria de Laurindo Sobrinho (Figura 27). Nesta apresentação procurou-se explicar o que é de facto o lixo espacial, falou-se sobre o projecto Space Surveillance and Tracking (SST) do Ministério da Defesa Nacional (MDN), com a instalação de dois telescópios junto ao Pico do Areeiro e, de como estes equipamentos seriam utilizados para monitorizar o lixo espacial. Por fim foi feita uma breve apresentação das atividades do GAUMa nos campos da Investigação, Ensino e Divulgação da Astronomia focando também a nossa participação no projecto SST.

6.5 Zero G

Em maio de 2022 a Agência Espacial Portuguesa - Portugal Space solicitou a colaboração do GAUMa no **Concurso Zero - G Portugal - Astronauta por um Dia**. Em causa estava a realização das provas de aptidão física de um candidato oriundo da RAM.

Depois de recebermos o programa das referidas provas confirmamos junto do Departamento de Educação Física da UMa de que este dispunha dos equipamentos adequados para a realização dos exercícios propostos. Sendo assim e havendo disponibilidade de colaboração, foi desde logo agendada a data de 04-06-2022. Contudo foi-nos comunicado pela organização de que afinal as provas deveriam ser feitas juntando todos os candidatos a nível nacional no mesmo espaço físico pelo que a nossa colaboração ficou sem efeito.

6.6 Lançamento do primeiro volume do novo DEM

No dia 06 de setembro de 2019 LS e AG marcaram presença enquanto autores no lançamento do primeiro volume do novo Dicionário Enciclopédico da Madeira (DEM). De salientar que neste primeiro volume constam dois artigos da responsabilidade do GAUMa (ver Secção 5.2).



Figura 27: Palestra **Lixo Espacial** por LS proferida em *live streaming* no âmbito do evento Macaronight - Noite Europeia dos Investigadores da Macaronésia (27-11-2020).

6.7 Astrónomos visitantes

Durante o período alvo deste relatório destacamos as seguintes visitas:

- **Bojan Arbutina:** Professor Associado do Departamento de Astronomia da Faculdade de Matemática da Universidade de Belgrado (Sérvia). Visitou a UMA no dia 16-01-2020 tendo proferido a palestra: **Supernovae and the evolution of their remnants** - ver Figura 7.
- **Vladimir Zekovic:** Assistente de Investigação do Departamento de Astronomia da Faculdade de Matemática da Universidade de Belgrado (Sérvia). Visitou a UMA no dia 16-01-2020 tendo proferido a palestra: **An unexpected nature of quasi-parallel collisionless shocks** - ver Figura 28.
- **Pavol Dubovsky:** Astrónomo no observatório de Kolonica Saddle (Eslováquia) - esteve de visita entre os dias 11 e 15 de novembro tendo colaborado em diversos eventos da XIX Semana da Astronomia - ver Figura 5.



Figura 28: Palestra **An unexpected nature of quasi-parallel collisionless shocks** pelo astrónomo visitante Vladimir Zekovic do Departamento de Astronomia da Faculdade de Matemática da Universidade de Belgrado (16-01-2020).

6.8 Inquérito ao Potencial Científico e Tecnológico Nacional

Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência - o GAUMa foi diretamente contactado pela DGEEC, do Ministério da Educação e Ciência, no sentido de participar no Inquérito ao Potencial Científico e Tecnológico Nacional relativo ao ano de 2019. O inquérito foi submetido em 12-03-2020. Por sua vez em 05-03-2021 foi submetido o inquérito relativo ao ano de 2020 e em 24-05-2022 o inquérito relativo ao ano de 2021.

7 Conclusões

No presente relatório descrevemos as atividades desenvolvidas pelo GAUMa durante o período compreendido entre 01 de setembro de 2019 e 14 de setembro de 2022. Durante este período procuramos dar continuidade ao trabalho desenvolvido pelo GAUMa ao longo dos últimos anos. Em particular procuramos concretizar, de forma equilibrada quanto possível, os três objetivos de base a que nos propusemos desde o início: Ensino, Divulgação e Investigação da Astronomia na Madeira. De salientar contudo que durante este período atravessamos a pandemia de covid-19 com todos os seus condicionamentos.

Em termos de Ensino da Astronomia fomos responsáveis durante os três últimos anos letivos pelo módulo de Astronomia da UC *Estudo do Meio III* do 2^o ano da licenciatura em Educação Básica.

Ainda ao nível do Ensino, teve lugar a ação de Formação Contínua de Professores *Aplicações da Trigonometria do 3^o Ciclo na Astronomia* enquadrada no encontro MadeiraMat 2019.

Trabalhamos com sete estabelecimentos de ensino da região o que nos permitiu contactar com cerca de 700 alunos e 55 professores. Foram apresentadas 17 palestras e organizadas 5 sessões de observação. Nestas visitas a escolas contamos algumas vezes com a colaboração da AAAM tanto em termos de recursos humanos como em termos de meios materiais.

No que respeita à Divulgação em Astronomia destacamos a realização em novembro de 2019 da XIX *Semana da Astronomia*. As edições de 2020 e 2021 não tiveram lugar devido aos constrangimentos impostos pela pandemia de covid-19. Nos 13 eventos da XIX Semana da Astronomia (alguns em escolas e outros abertos ao público em geral) participaram cerca de 700 pessoas.

Realizamos ou colaboramos em 10 eventos abertos ao público em geral: três sessões de observação (166 participantes) cinco palestras presenciais (100 participantes) e duas online por questões de segurança. Importa realçar que sete destes eventos tiveram lugar na UMA contribuindo, assim, para uma maior abertura da instituição à sociedade e também para uma maior aproximação do público ao meio científico. Destaque para a sessão de observação do Trânsito de Mercúrio sobre o Sol com cerca de 120 participantes no Terraço da UMA.

Uma das secções mais mediáticas na nossa página é, sem dúvida, a secção *Pergunte ao Astrónomo*. No período a que se reporta este relatório, registamos 47 novas questões colocadas por visitantes espalhados um pouco por todo o mundo. O pico relativo ao número de questões centrou-se nos meses de maior confinamento global.

Um ponto importante em termos de Divulgação prende-se com a colaboração que temos tido por parte dos órgãos de comunicação social locais. Estes não só marcam a sua presença sempre que enviamos uma press release como também solicitam a nossa colaboração sempre que acontece um evento astronómico fora do comum. Assim, no período a que se reporta este relatório, tivemos:

- o envio de três press releases
- o envio de três divulgações pela academia
- seis entrevistas ou participações em programas (imprensa escrita e rádio)
- 24 saídas na imprensa escrita

Fizemos um total de nove publicações distribuídas pelos campos do Ensino, Divulgação e Investigação:

- um artigo publicado no MNRAS
- dois artigos publicados no DEM (volume I)
- cinco relatórios internos
- apresentação de um seminário online (Universidade de Belgrado)

Estamos envolvidos no projecto SST do MDN mediante um contrato de prestação de serviços de apoio às observações e de manutenção de equipamentos. Desde a inauguração das instalações SST no Areeiro até ao dia 14 de setembro de 2022 estivemos de prevenção durante 211 noites, elaboramos 14 relatórios e fizemos 29 deslocações ao local.

Fazendo um balanço geral podemos adiantar os seguintes valores:

- cerca de 900 pessoas participaram em eventos organizados pelo GAUMa
- 700 dessas pessoas eram alunos e cerca de 55 eram professores
- cerca de 200 dessas pessoas visitaram a UMa
- 9 publicações (três artigos, cinco relatórios e um seminário)
- demos 6 entrevistas e saímos 24 vezes na imprensa escrita
- contabilizamos 35 eventos entre palestras e sessões de observação (na UMa, em escolas ou em espaços públicos)
- Contamos com 12 colaboradores para a realização desses eventos

De uma forma geral podemos concluir que a prestação do GAUMa no período em análise foi globalmente positiva tendo em conta os nossos objetivos. Em relação às directrizes apontadas em setembro de 2019 para o trabalho futuro do GAUMa podemos afirmar que muitas delas foram concretizadas (apesar dos condicionalismos impostos pela pandemia de covid-19) estando outras, ainda em curso, em fases mais ou menos desenvolvidas da sua concretização.

8 Futuro

Nesta secção apresentamos algumas diretrizes orientadoras para o futuro próximo do GAUMa:

- Desenvolver trabalho de investigação e publicar o mesmo em jornais internacionais [incluindo aqui trabalhos associados ao projecto SST]
- Desenvolver trabalho de divulgação publicável a nível nacional ou internacional.
- Continuar a trabalhar no projeto de instalação de um Observatório Astronómico na Madeira.
- Continuar a promover a colaboração com escolas sempre que tal nos seja solicitado.
- Continuar a apostar na Formação Contínua de Professores e noutros cursos de formação para os quais possa surgir interesse.
- Retomar a realização anual das Semanas da Astronomia.
- Realização de eventos abertos ao público em geral
- Sempre que possível promover a visita de alunos e público em geral às instalações da UMa.
- Continuar a desenvolver a nossa página na internet com novos conteúdos ou remodelando algumas das secções existentes sempre que tal se justifique.
- Emitir Press Releases e/ou Comunicados à Academia sempre que tal seja pertinente
- Tentar motivar novos elementos a fazerem parte do GAUMa e a participarem nas suas atividades.
- Honrar os compromissos estabelecidos com outras entidades.

Referências

- [1] Grupo de Astronomia da Universidade da Madeira, Relatório de atividades: setembro 2010 - abril 2013; Laurindo Sobrinho, Pedro Augusto, Angelino Gonçalves, Fernando Góis, Hildegardo Noronha, Sandro Correia, Etelvina Góis, Ilídio Andrade, Helena Teixeira, Elder Pinto, Rui Aguilar, Marco Joaquim, Duarte Silva, Orlando Correia; 111 pp; Universidade da Madeira 2013: <https://astro.web.uma.pt/Grupo/Publicacoes/Abstracts/pub2013r1.htm>
- [2] Grupo de Astronomia da Universidade da Madeira, Relatório de atividades: maio 2013 - abril 2016; Laurindo Sobrinho, Pedro Augusto, Angelino Gonçalves, Ilídio Andrade, Helena Teixeira, Fernando Góis, António Nunes, Hildegardo Noronha, Sandro Correia, Etelvina Góis, Rui Aguilar, Duarte Silva, Marco Macedo (2016); Relatório das atividades desenvolvidas pelo Grupo de Astronomia da Universidade da Madeira entre maio 2013 e abril 2016; 83 pp; Universidade da Madeira 2016: <https://astro.web.uma.pt/Grupo/Publicacoes/Abstracts/pub2016r1.htm>
- [3] Grupo de Astronomia da Universidade da Madeira, Relatório de atividades: maio 2016 - agosto 2019; Laurindo Sobrinho, Angelino Gonçalves, Ilídio Andrade, Helena Teixeira (2020); Relatório das atividades desenvolvidas pelo Grupo de Astronomia da Universidade da Madeira entre maio 2016 e agosto 2019; 69 pp; Universidade da Madeira 2020: <https://astro.web.uma.pt/Ano2020/pub2020r1.htm>
- [4] Biblioteca de Astronomia e Astrofísica da UMA (BAA): <https://astro.web.uma.pt/Biblioteca/cartaz.htm>
- [5] Laboratório de Astronomia e Instrumentação (LAI): <https://astro.web.uma.pt/Lai/index.htm>
- [6] Formação Contínua : Introdução à Astronomia (edição 1): <https://astro.web.uma.pt/Investigacao/Astro/Grupo/Divulgacao/Cursos/FC2012/fc2012.htm>
- [7] Formação Contínua : Introdução à Astronomia (edição 2): <https://astro.web.uma.pt/Investigacao/Astro/Ensino/RUMOS2014/IaA2014/fc2014.htm>
- [8] Estudo do Meio Físico e Natural I - Sebenta de apoio ao módulo de Astronomia, Sobrinho J. L. G., February 2019, Universidade da Madeira, Sebenta de apoio à UC Estudo do Meio Físico e Natural I (módulo de Astronomia) da Licenciatura em Educação Básica, (102 pp.): <https://astro.web.uma.pt/Investigacao/Astro/Ano2019/pub2019a.htm>
- [9] Aplicações da Trigonometria na Astronomia: Medição de Distâncias pelo Método de Paralaxe, Teixeira H., Sobrinho J. L. G. & Drumond, C., 1.^a Conferência de Professores Espaciais - ESERO PT, 14 e 15 de novembro 2014, Pavilhão do Conhecimento - Ciência Viva, Lisboa: <https://astro.web.uma.pt/Investigacao/Astro/Grupo/Publicacoes/Abstracts/pub2014p1.htm>
- [10] Astronomia & Matemática 2017, Sobrinho J. L. G., Teixeira H., January 2018, Relatório da colaboração entre o Grupo de Astronomia da Universidade da Madeira e o Gabinete de Apoio à Sobredotação da Direção Regional de Educação durante o ano de 2017 (29 pp.): <https://astro.web.uma.pt/Investigacao/Astro/Grupo/Publicacoes/Abstracts/pub2018r1.htm>
- [11] Matemática e Astronomia, Teixeira H., Sobrinho, J. L. G., 12/6/2017, II Workshop Matemática na UMA - A Matemática e as Outras Ciências, as Outras Ciências e a Matemática, Universidade da Madeira: <https://astro.web.uma.pt/Investigacao/Astro/Grupo/Publicacoes/Abstracts/pub2017b.htm>
- [12] Aplicações da Trigonometria do 3^o Ciclo na Astronomia, Teixeira H., 05-09-2019, Encontro Regional Madeira-Mat 2019, Universidade da Madeira.
- [13] Aulas/Formações publicadas online: <https://astro.web.uma.pt/Ano2019/pub2019b.htm>
- [14] Palestra / Astronomia Laboratorial no *Eu'Génio - Centro de Aprendizagem* <https://astro.web.uma.pt/Ano2020/at117082020.htm>
- [15] XIX Semana da Astronomia: https://astro.web.uma.pt/Semana_astro/Semana19/relatorio.htm
- [16] Lixo Espacial, Sobrinho: <https://astro.web.uma.pt/Ano2021/esff03022021.htm>
- [17] Helena Teixeira - percurso académico e profissional: <https://astro.web.uma.pt/Ano2021/levada20042021.htm>
- [18] Uma viagem pelo Sistema Solar: <https://astro.web.uma.pt/Ano2021/monte29042021.htm>
- [19] O Sistema Solar, as estrelas e a Via Láctea: <https://astro.web.uma.pt/Ano2021/portocruz29102021.htm>

- [20] Dois milhões e meio de anos luz!: <https://astro.web.uma.pt/Ano2021/carmo19112021.htm>
- [21] A Natureza do Universo: <https://astro.web.uma.pt/Ano2022/santana18022022.htm>
- [22] Palestra e Sessão de Observação integradas na Astronomia no Verão 2019, <https://astro.web.uma.pt/Ano2019/averao14092019.htm>
- [23] Palestras e Sessão de Observação integradas na Astronomia no Verão 2022, <https://astro.web.uma.pt/Ano2022/averao2022.htm>
- [24] Supernovae and the evolution of their remnants, Bojan Arbutina, UMa, 16-01-2020, <https://astro.web.uma.pt/Ano2020/uma16012020.htm>
- [25] An unexpected nature of quasi-parallel collisionless shocks, Vladimir Zekovic, UMa, 16-01-2020, <https://astro.web.uma.pt/Ano2020/uma16012020.htm>
- [26] Asteroides, Teixeira H., 30/6/2020, Dia do Asteroide 2020, videoconferência, <https://astro.web.uma.pt/Ano2020/asteroide2020.htm>
- [27] Lixo Espacial, Sobrinho J. L. G., 27/11/2020, Macaronight 2020 - Noite Europeia dos Investigadores da Macaronésia, Universidade da Madeira (live streaming), <https://astro.web.uma.pt/Ano2020/macaronight2020.htm>
- [28] Pergunte ao Astrónomo: <https://astro.web.uma.pt/Grupo/Perguntas/index.htm>
- [29] Helena Teixeira - Mulheres e Raparigas em Astronomia 2021 — Women and Girls in Astronomy 2021, <https://www.youtube.com/watch?v=m7zgw7AFkFI>
- [30] Press Release e Divulgação interna: https://astro.web.uma.pt/Grupo/Press_releases/pr.htm
- [31] Imprensa Escrita: <https://astro.web.uma.pt/Grupo/Divulgacao/imprensa.htm>
- [32] Páginada oficial do GAUMa: <https://astro.web.uma.pt/Grupo/index.htm>
- [33] Stellar mass Primordial Black Holes as Cold Dark Matter, Sobrinho J. L. G., Augusto P., 2020, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (MNRAS), 496, 60 (arXiv:2005.10037 [astro-ph.CO])
- [34] A list of 101 Supermassive Black Holes, Nóbrega S., Sobrinho J. L. G., 2020, Relatório do trabalho desenvolvido ao abrigo do programa Estágios de Verão 2019 da Secretaria Regional da Educação - Direção Regional de Juventude e Desporto (18 pp.): <https://astro.web.uma.pt/Ano2020/pub2020r2.htm>
- [35] Monitorização do Sol - Março 2011, Sobrinho J. L. G., 2020, Relatório do projecto de monitorização do Sol realizado em 2011, 30pp; Universidade da Madeira 2020: <https://astro.web.uma.pt/Ano2020/pub2020r3.htm>
- [36] A list of 48 Binary Black Hole mergers, Freitas S. M. A., Sobrinho J. L. G., 2021, Relatório do trabalho desenvolvido ao abrigo do programa Estágios de Verão 2021 da Secretaria Regional da Educação - Direção Regional de Juventude e Desporto (39 pp.): <https://astro.web.uma.pt/Ano2021/pub2021r1.htm>
- [37] Colaboração do GAUMa no projecto Stars4All, Sobrinho J. L. G., 2022, Relatório da colaboração do Grupo de Astronomia da Universidade da Madeira no projecto Stars4All, 11pp; Universidade da Madeira 2022: <https://astro.web.uma.pt/Ano2022/pub2022r1.htm>
- [38] Stellar mass primordial black holes, Sobrinho J. L. G., 02/03/2021, Seminar of Department of Astronomy, Departamento de Astronomia, Universidade de Belgrado.
- [39] GAUMa - Grupo de Astronomia da Universidade da Madeira, Sobrinho J. L. G., 18/11/2021, Portuguese Space Catalogue 2021-2022.