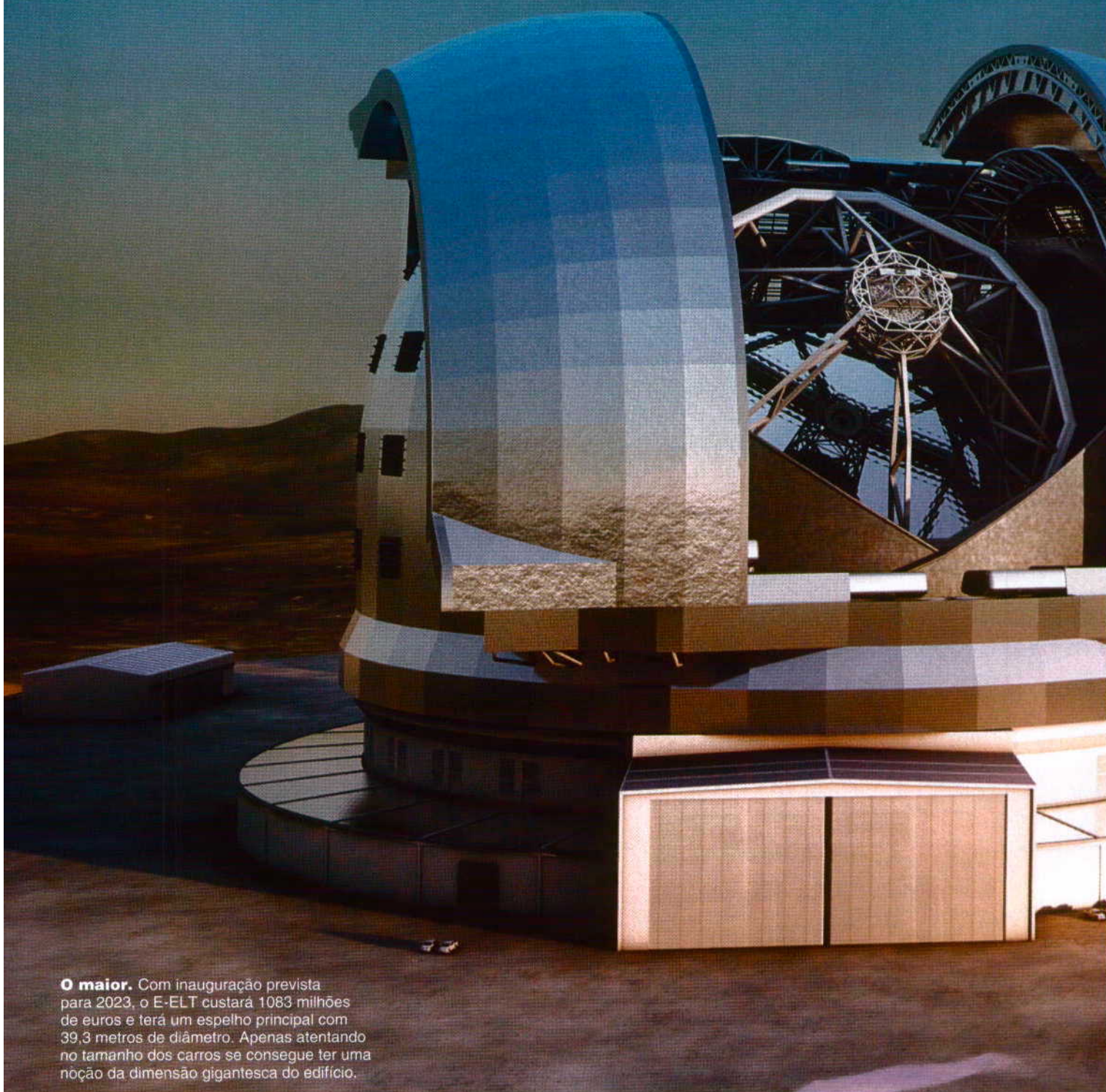




Astronomia

Portugal no maior telescópio do mundo

O olho GIGANTE



O maior. Com inauguração prevista para 2023, o E-ELT custará 1083 milhões de euros e terá um espelho principal com 39,3 metros de diâmetro. Apenas atentando no tamanho dos carros se consegue ter uma noção da dimensão gigantesca do edifício.

Orçado em mil milhões de euros e com um espelho de 40 metros, o E-ELT irá estudar planetas extrassolares e as primeiras galáxias que surgiram após o *Big Bang* e medir a expansão do universo, causada pela energia escura. Cientistas e empresas portuguesas preparam-se para fazer parte de um projeto que vai revolucionar o nosso conhecimento.

A pesar de enorme, não se trata de um edifício de escritórios nem de um centro comercial de proporções faraónicas. O gigantesco complexo, cuja construção estará concluída em 2023, dedicar-se-á somente à ciência, destacando-se pelas 2700 toneladas que pesará e pelos cem metros que terá de altura. Mais especificamente, o Telescópio Europeu Extremamente Grande (E-ELT, em inglês) permitirá olhar para o espaço como nunca antes se fez, de modo a estudar o universo, os seus objetos e o período em que estes surgiram pela primeira vez, pouco após o *Big Bang*. Com o seu enorme espelho de 39,3 metros de diâmetro, será o maior telescópio ótico do mundo, capaz de obter imagens 16 vezes mais nítidas do que as do satélite espacial *Hubble*, esperando-se, assim, que seja capaz de revolucionar o campo da astronomia nos anos vindouros.

A construção da estrutura está a cargo do Observatório Europeu do Sul (ESO), com local marcado para Cerro Armazones, na parte central do deserto de Atacama, no Chile. Para o pagar, serão necessários 1083 milhões de euros, uma verba tão volumosa que só estará disponível na íntegra depois de o Brasil se tornar membro efetivo do ESO, algo que está por dias. Uma vez confirmada a sua entrada na organização e na construção do telescópio, o governo brasileiro avança com um cheque de 300 milhões de euros, possibilitando que a empreitada comece de imediato. Se tudo correr conforme o planeado, as obras têm início já este ano.

O novo telescópio foi aprovado no ano passado, mas Portugal, apesar de integrar o ESO, não quis comprometer-se logo com o projeto, devido ao contexto de crise económica que o país atravessa. Todavia, a entrada a qualquer momento do Brasil fará avançar tudo com mais rapidez, o que levou o governo português a formalizar, no passado mês de maio, a sua participação no E-ELT. "Se só participássemos mais à frente, os contratos industriais que vão surgir, para a sua construção, já estariam atribuídos, e os portugueses não conseguiriam

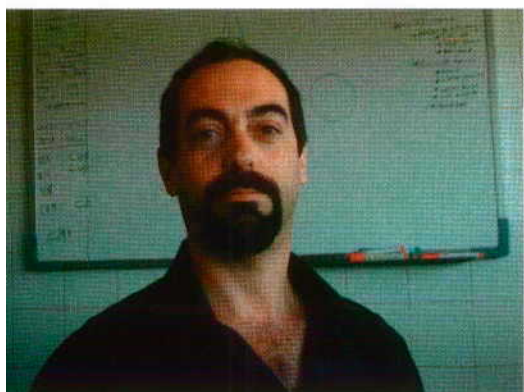
entrar", diz André de Almeida, investigador do ESO e presidente da Sociedade Portuguesa de Astrónomos (SPA).

A NOSSA COLHERADA

A adesão do nosso país irá custar 5,1 milhões de euros, pagos de forma faseada ao longo dos próximos dez anos. O retorno deste investimento virá na forma de projetos que serão cá desenvolvidos. A crer no ESO, o valor que Portugal vai receber de volta pode chegar aos dez milhões de euros, ou seja, o equivalente ao dobro do que investiu e a um por cento do que está orçamentado para edificar a estrutura.

Até ao momento, e a nível industrial, houve três empresas portuguesas a integrar a fase preparatória, estando todas elas a posicionar-se para os futuros contratos. No que respeita à parte de instrumentação científica, há três projetos na calha, embora só um deva ter hipóteses de ser instalado. Trata-se de um espectrógrafo de alta resolução destinado ao estudo dos exoplanetas, e que vem no seguimento de um outro instrumento do género (o *Expresso*) desenvolvido para o *Very Large Telescope* (VLT) do ESO, também com o contributo de cientistas portugueses. Nele participam elementos do Centro de Astrofísica da Universidade do Porto (CAUP) e do Centro de Astronomia e Astrofísica da Universidade de Lisboa (CAAUL), em ligação com outros parceiros europeus. Segundo Carlos Martins, membro do grupo de trabalho que aconselha o ESO sobre os objetivos do E-ELT e o seu desenvolvimento, "parece relativamente consensual, na comunidade científica, que essa deve ser a nossa aposta". Embora ainda embrionária, a ideia parece estar bem encaminhada, pelo que, se tudo correr bem, Portugal fará parte farte do consórcio que vai construir e instalar o equipamento.

"A nível científico, não há dúvidas de que vamos lucrar com esta participação", adianta o também investigador do CAUP. "Seria dramático se não tivéssemos entrado, pois a comunidade astrofísica observacional portuguesa não poderia sobreviver sem ele." A mesma opinião



JOÃO LOBATO

Gizar o futuro. Em tempo de vacas magras, André de Almeida acredita que o E-ELT será um balão de oxigénio para a comunidade astronómica portuguesa.

► O E-ELT vai atacar todos os problemas da astronomia

tem André de Almeida, até porque os próximos tempos, ao nível de investigação científica, “serão uma desgraça” para o país, dado que a Fundação para a Ciência e a Tecnologia “não irá abrir novos projetos” a breve trecho, devido à falta de fundos. Daí que seja importante haver “cientistas a trabalharem e a gerarem equipas que se notem, pelo que o E-ELT será importante”, pelo menos neste capítulo.

CAÇADOR DE FOTÕES

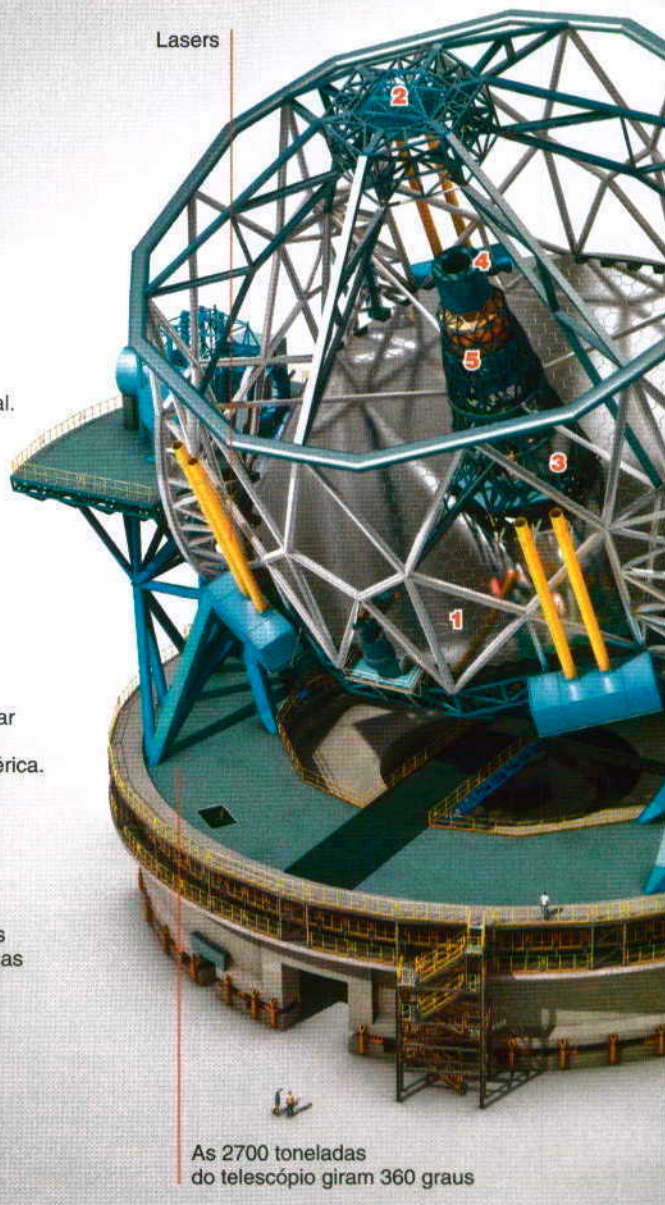
A última geração de telescópios está equipada com espelhos que têm entre oito e dez metros de diâmetro. Todavia, o que existe hoje em dia corresponde a objetivos científicos que foram delineados nas décadas de 80 e 90, tendo sido projetados com as tecnologias que existiam naquela época. O E-ELT, com todos os seus avanços técnicos, vem preencher a necessidade de dar um passo em frente, para atacar os grandes enigmas e questões que a astronomia tem neste momento diante de si. As observações serão feitas na região do visível e do infravermelho próximo, indo recolher luz (fotões) numa área equivalente a 978 metros quadrados, um valor treze vezes superior ao que é comum em instrumentos do género.

Uma das suas características inovadoras reside na sequência de cinco espelhos que lhe dão forma. O espelho principal, disposto num formato hexagonal, medirá 39,3 metros de um vértice ao outro, mas o que o torna mesmo especial é o facto de estar dividido em 798 segmentos hexagonais mais pequenos, cada um com 1,4 metros. Segue-se um espe-

Cinco espelhos

- 1 O espelho primário, com 39,3 metros de diâmetro, recolhe a luz do céu noturno e reflete-a para um espelho mais pequeno, colocado acima dele.
- 2 O espelho secundário, de 4,2 metros, reflete de novo a luz para um outro, mais pequeno, colocado sobre o espelho principal.
- 3 Este terceiro espelho reenvia a luz para um quarto, plano e adaptativo, colocado diretamente por cima.
- 4 O espelho adaptativo ajusta a sua forma mil vezes por segundo, para corrigir e compensar as distorções causadas pela turbulência atmosférica.
- 5 Um quinto espelho, montado numa secção móvel, estabiliza a imagem e envia a luz para as câmaras e os outros instrumentos montados nas plataformas estacionárias situadas de ambos os lados

Lasers



lho secundário, de 4,2 metros de diâmetro, e um terciário que é um pouco mais pequeno. Quanto ao quarto e ao quinto espelhos, serão deformáveis e rebatíveis. Com uma espessura inferior a três milímetros, o primeiro deste duo será controlado por mais de um milhar de atuadores, capazes de o deformar mil vezes por segundo. A mecânica de ambos está inserida no sistema de ótica adaptativa do telescópio, o qual permite corrigir o efeito de turbulência que se verifica na atmosfera, responsável por distorcer as imagens que chegam do espaço.

Os fotões, depois de refletirem no espelho principal, vão incidir no secundário e percorrer os restantes, indo, por fim, parar aos oito instrumentos de medição, entre os quais se incluem vários espectrógrafos que captam diferentes comprimentos de onda.

ARQUEOLOGIA ESTELAR

Ninguém investe, de ânimo leve, mil milhões de euros num equipamento científico, a menos que ele prometa fazer muita coisa ao mes-

mo tempo, em termos de investigação e novas descobertas. Acima de tudo, o que se quer é revolucionar o nosso conhecimento do universo, tal como fez a luneta de Galileu há 400 anos. “O que o E-ELT irá fazer será extraordinário, o suficiente para conseguir convencer os políticos de muitos países da importância deste projeto”, afirma André de Almeida. Basicamente, “ele foi concebido para atacar todos os grandes problemas da astronomia que estão em aberto”.

No que se refere à busca de planetas extrassolares, Portugal tem uma comunidade científica muito forte neste campo de investigação, pelo que a participação no projeto será uma garantia de que se manterá no pelotão da frente. Quando estiver operacional, o E-ELT será capaz de caracterizar sistemas planetários que já se conhecem, de modo a determinar a massa de cada um dos planetas, conhecer melhor as suas atmosferas e saber se têm ou não água, assim como outras propriedades que possam ser compatíveis com a existência de vida tal como a conhecemos. Ao mesmo



Berços para inclinar (apontar) o telescópio

As plataformas para instrumentos encontram-se de ambos os lados do telescópio e rodam com ele

Isoladores sísmicos

ESO

tempo, vai tentar-se “reconstruir o processo de formação dos planetas, indo desde os discos protoplanetários até à estabilização dos sistemas planetários”, salienta Carlos Martins. Daqui resultará muita informação sobre os diferentes tipos de sistemas planetários que existem, como se formam e quais são mais comuns. Tudo isto só é possível através de um espelho de grandes dimensões, na medida em que é necessário captar muitos fótons para se analisar, com grande resolução, o espectro eletromagnético que emitem.

O conhecimento que se tem das estrelas e galáxias assenta, principalmente, no que conseguimos observar perto de nós, sendo a partir daí que se fazem extrapolações sobre os objetos astronómicos mais distantes. O problema de recorrer a estas analogias é que na nossa vizinhança não está representado tudo o que existe no espaço. Dotado de uma maior capacidade de recolha de luz, a nova coqueluche dos astrónomos europeus será capaz de captar objetos ténues e longínquos, com o mesmo nível de pormenor com que hoje se

Empresas portuguesas ajudam na construção

Os contratos de construção do E-ELT ainda não foram atribuídos, pois ainda falta reunir o dinheiro necessário para avançar com a fase de implementação, algo que está dependente da eminente entrada do Brasil como membro do ESO. Todavia, a organização adiantou algumas verbas para que, e quanto antes, se façam os estudos preparatórios deste megaprojeto.

Para a etapa inicial, os estudos necessários recaíram sobre várias empresas europeias, incluindo três de Portugal: a Active Space Technologies, a Critical Software e o Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ). Depois desta participação inicial, o passo seguinte é tentar integrar os consórcios internacionais que vão montar o E-ELT e garantir o seu funcionamento. Até ao momento, o objetivo da Active Space Technologies passou pelo estudo e desenvolvimento de uma das unidades de calibração, o *Adaptive Optics Calibration Unit* (AOCU), que serve de apoio ao sistema de ótica adaptativa, responsável por corrigir, nas imagens obtidas, as distorções provocadas pela atmosfera. A unidade em causa funcionará junto do quarto espelho do E-ELT, o M4, que recebe a luz que foi inicialmente captada pelo espelho principal. Depois de refletir no M4, os fótons são encaminhados para os diversos instrumentos de análise científica, cabendo ao AOCU providenciar os sinais de referência, na banda do visível e do infravermelho, que os vão calibrar.

A estrutura, além de pesar duas toneladas, tem seis metros de diâmetro e dois de altura, tendo sido projetada pela empresa de Coimbra ao nível ótico, mecânico e eletrónico. Depois de construído, o equipamento contará com a valiosa ajuda de um braço robótico de alta precisão (funciona com grandezas abaixo do milímetro), capaz de posicionar corretamente os sinais óticos de referência e calibragem.

Após esta participação, a Active Space Technologies irá lutar pelo contrato de produção e instalação do AOCU, orçado em 1,7 milhões de euros. Independentemente de o conseguir ou não, a sua ligação ao E-ELT permitiu-lhe já adquirir maiores competências no que respeita aos sistemas robóticos de precisão, nomeadamente nos que se destinam a ir para o espaço, afirma a empresa. Ao mesmo tempo, abriram-se portas para que possam vir a desenvolver novas aplicações no campo da aeronáutica e dos

exoesqueletos, neste último caso para fins médicos ou militares.

Quanto à Critical Software, o seu ponto forte está no desenvolvimento de programas de controlo destinados aos setores espacial, aeronáutico, militar e dos transportes. Face a esta experiência, coube-lhe a responsabilidade de definir o processo de “verificação e validação” da unidade de controlo do E-ELT. Neste momento, a empresa prepara-se para integrar o consórcio internacional que terá a seu cargo a estrutura da cúpula e o controlo do telescópio.

Nenhum projeto tecnológico de grandes dimensões terá pernas para andar se a integridade estrutural e o pleno funcionamento dos seus componentes não estiverem garantidos. É aqui que entra em cena o ISQ, uma empresa especializada na medição e controlo destes parâmetros de qualidade. O seu papel, até agora, consistiu na análise e na revisão do sistema de qualidade do E-ELT, de modo a que nada falhe, no futuro, em termos de engenharia e fabrico. A razão não é de somenos, pois os equipamentos científicos que vão para o Chile, além de extremamente complexos, serão construídos em diferentes países, pelo que é necessário garantir que são montados sem problemas e funcionam tal como está previsto.

Depois de ter colaborado em projetos como o *Grande Acelerador de Hadrões* (LHC), o ISQ lançou, para o projeto do ESO, uma proposta de consultoria para a fase de construção, de modo a garantir que a mesma se desenvolve conforme os parâmetros de qualidade e segurança que são necessários.

Segundo Carlos Martins, membro de um dos grupos de trabalho que acompanham o desenvolvimento do telescópio, as participações que estas três empresas já tiveram deixam-nas “bem colocadas para conseguirem novos contratos, fazendo com que Portugal possa ter um retorno, pela via industrial, maior do que o valor que vai ser investido”. Todavia, quando se olha para a quantidade de empresas portuguesas que decidem apostar em projetos científicos deste género, o panorama ainda deixa muito a desejar. Fica, portanto, o alerta: “A indústria nacional, no seu todo, tem de estar mais atenta às oportunidades que surgem e deve tentar explorá-las, quer individualmente, quer através de consórcios que integrem empresas de outros países”.



TMT OBSERVATORY CORPORATION

O TMT ficará no topo de um vulcão adormecido, no Havaí.

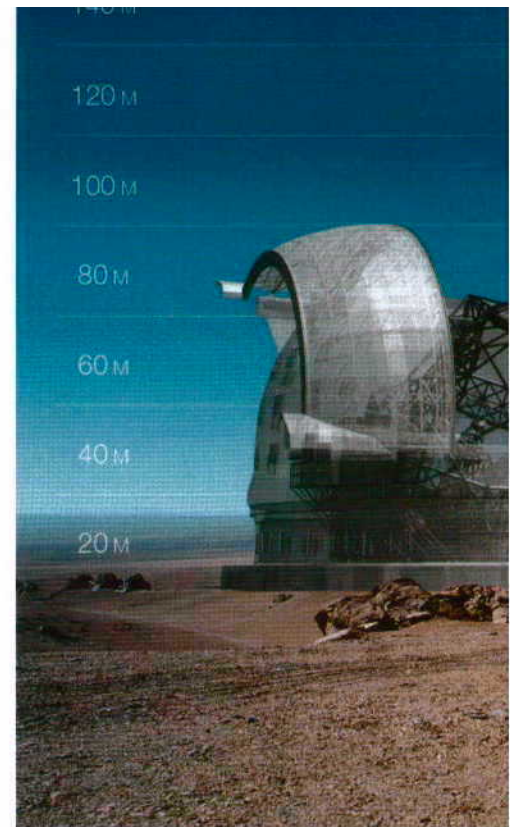
Europa e Estados Unidos

Nos próximos dez anos, os astrónomos passarão a contar com mais dois telescópios de dimensões gigantescas, para além do E-ELT, previsto para 2023. O telescópio do ESO parece levar vantagem, devido ao seu espelho principal de 39,3 metros, mas os Estados Unidos prometem acesa competição, por via do *Thirty Meter Telescope* (TMT), cuja área espelhada alcança os 30 metros de diâmetro, e do *Giant Magellan Telescope* (GMT), dotado de um espelho com 24,5 metros. Os objetivos científicos, esses, são quase os mesmos para os três projetos. O TMT, cujo plano de construção, orçado em cerca de 770 milhões de euros, foi aprovado em abril deste ano pelas autoridades norte-americanas, é fruto de uma colaboração entre universidades dos Estados Unidos e do Canadá. No cenário mais otimista, o telescópio estará pronto em 2021, no topo de um vulcão adormecido do Havaí, o Mauna Kea. Com uma resolução de imagem 12 vezes superior à do telescópio espacial *Hubble* (a do E-ELT será 16 vezes maior), o seu espelho principal divide-se em 492 segmentos, sendo capaz de recolher luz numa área de 655 metros quadrados.

Quanto ao GMT, este, tal como o seu congénere europeu, será montado no deserto de Atacama, estimando-se que esteja totalmente operacional em 2022. A sua principal característica reside nos sete espelhos, cada um com 8,4 metros de uma ponta à outra, que irão formar uma única superfície refletora de 24,5 metros de diâmetro. Ao todo, recolherá luz numa área de 368 metros quadrados e contará com um poder de resolução dez vezes superior à do *Hubble*. A escala

de construção destas estruturas é tão épica que bastaria um dos espelhos, sozinho, para as tornar um dos maiores telescópios óticos do mundo. À frente do GMT, encontra-se um consórcio internacional de várias universidades e instituições científicas, entre as quais se destacam os Estados Unidos. O custo final previsto, no início da década, cifrava-se nos 535 milhões de euros. E-ELT, TMT ou GMT? Qual deles ficará pronto em primeiro lugar é uma questão difícil de responder, pois projetos desta magnitude, ainda por cima tão onerosos, tendem a arrastar-se para além do que está inicialmente previsto. Além do mais, existe uma diferença entre funcionar a meio gás e estar totalmente operacional, pelo que os resultados mais espetaculares só deverão surgir quando os três estiverem a funcionar na sua capacidade total.

"A primeira organização a ter um dos telescópios desta nova classe irá aceder a um nível de investigação científica que antes era impossível, o que desde logo a colocará na vanguarda", frisa o astrónomo André de Almeida. "A Europa está muito bem posicionada, mas vamos ver como é que o projeto do E-ELT se desenrola e se há ou não atrasos, pois nesse capítulo os Estados Unidos costumam ser mais eficientes." Dito de outra forma, e a crer no investigador português, não basta ser o melhor para se chegar primeiro: "Podemos ter um projeto melhor, mas, às vezes, por causa do excesso de burocracia, os projetos europeus acabam por se atrasar um bocadinho, e os americanos, mesmo que comecem mais tarde, acabam por nos apanhar."

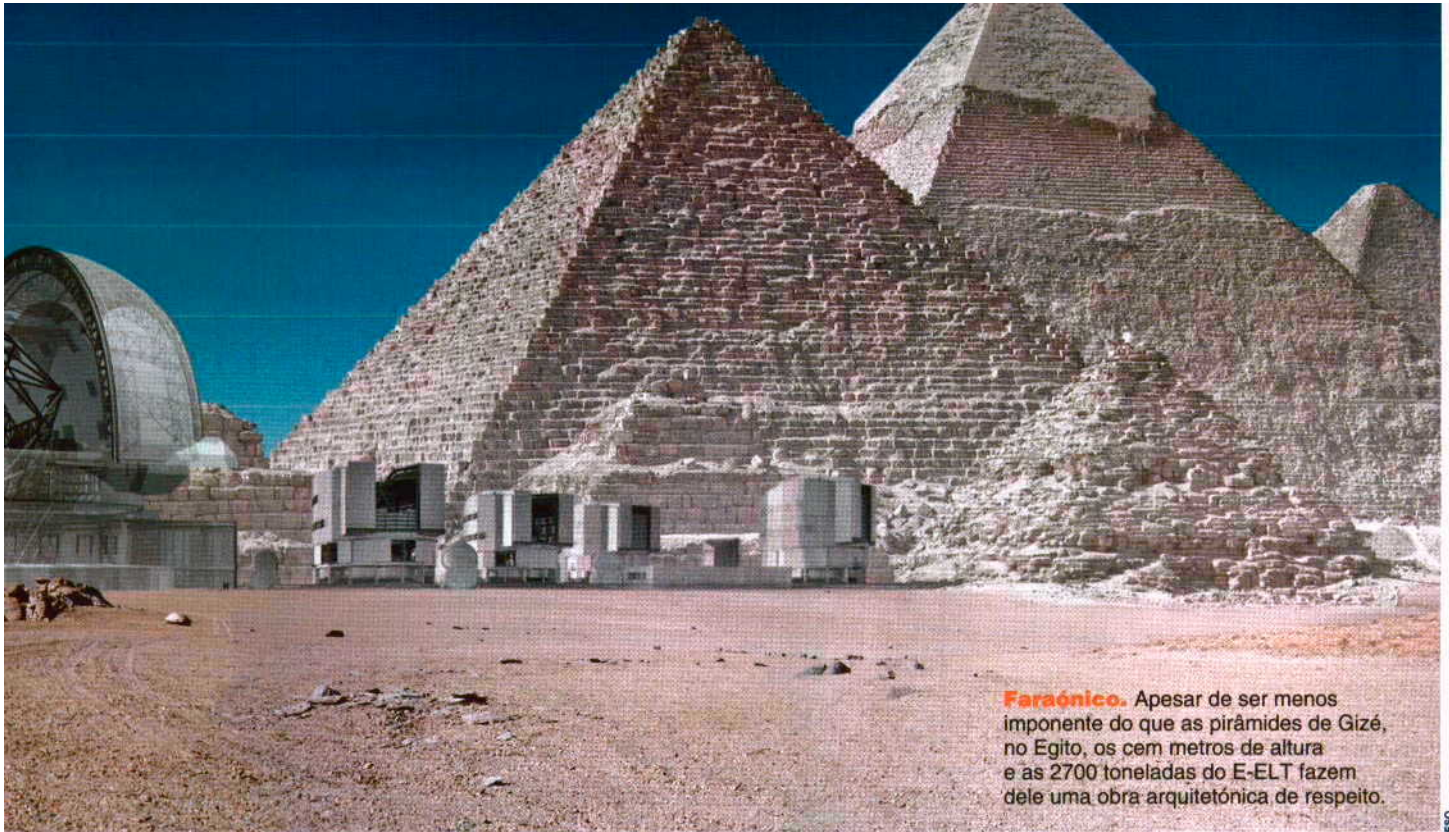


observam os que estão mais próximos, e assim determinar como se formaram e evoluíram. Na prática, espera-se que consiga perscrutar, em detalhe, populações estelares de várias galáxias até à distância do enxame da Virgem, que está a cerca de 54 milhões de anos-luz de nós, o que redundará numa amostra mais representativa de tudo o que existe.

Tal como na Terra se usa a datação por radiocarbono (através do carbono-14) para determinar a idade de alguns materiais, também o E-ELT irá recorrer a isótopos radioativos, neste caso de urânio e tório, para datar as estrelas. Daqui poderá resultar uma resposta à seguinte dúvida: quantas gerações de estrelas existem? "Ainda não é claro quantas são e porque é que cada uma tem características diferentes em termos de metalicidade e massa", frisa o astrónomo do Porto. Daí que seja importante medir os isótopos que existem em maior ou menor quantidade, pois "estrelas com idades diferentes terão uma abundância relativa de diferentes isótopos".

VIAJAR ATÉ À "IDADE DAS TREVAS"

Segundo os dados da missão espacial *Planck*, revelados este ano, o universo tem 13,82 mil milhões de anos. Contudo, só 380 mil anos após o *Big Bang* é que os primeiros átomos se formaram e os fótons conseguiram mover-se livremente, abrindo caminho para o surgimento de estrelas e galáxias. A parte mais entusiasmante, ao olhar através de um telescópio da magnitude do E-ELT, é que quanto mais longe se vê, mais se recua no tempo. Daí que seja possível observar objetos que estão mais próximos do momento em que tudo teve início. Com a parafernália



Faraônico. Apesar de ser menos imponente do que as pirâmides de Gizé, no Egito, os cem metros de altura e as 2700 toneladas do E-ELT fazem dele uma obra arquitetônica de respeito.

ESO

► Poderá mudar totalmente o modo como vemos o universo



CAUP

Perito. Carlos Martins integra o grupo de trabalho científico que aconselha o ESO sobre os objetivos do E-ELT e a forma como deve ser desenvolvido o projeto.

que será montada no deserto de Atacama, os cientistas vão ter a hipótese de compreender melhor o fim da “idade das trevas” (os tais 380 mil anos iniciais) e o processo de formação das primeiras estrelas e galáxias, fazendo um levantamento espectroscópico de centenas de galáxias com massas diversificadas e formadas em diferentes épocas.

Ir muito atrás no tempo implica, igualmente, que se possa estudar a universalidade de algumas constantes da física, como a intensidade das forças eletromagnética e gravítica. Será que, tanto no universo primitivo como nos testes feitos em laboratório, na Terra, os valores destas constantes são iguais? Poderão ter evoluído ao longo do tempo? Eis algumas dúvidas que poderão ser respondidas depois de 2023.

Outra das confirmações da missão *Planck* está ligada à energia escura, que corresponderá a 68,3% do Universo, cabendo o resto à matéria escura, com 26,8%, e à matéria bariónica que forma tudo aquilo que vemos, embora represente menos de 5%. Esta energia, apesar de contribuir para a expansão do universo, mantém-se constante. O E-ELT vai abordar o tema, podendo vir a ter um papel preponderante na determinação da sua natureza, da qual ainda nada se sabe. Daí que seja importante fazer uma “caracterização das supernovas de tipo Ia, as quais têm vindo a ser usadas, há mais de uma década, para este tipo de estudos”, adianta Carlos Martins.

A vantagem do E-ELT é que pode descobrir estas supernovas a distâncias muito maiores. Em termos de tempo, isto implica ver o universo quando ele era novo, “o que nos pode dar uma ideia melhor sobre se a energia escura tem mesmo uma densidade constante ou se evoluiu no tempo, pelo que, nesse caso, não estaríamos perante uma constante cosmológica”. Outra forma de lidar com o assunto, e que “poderá ser a coisa mais revolucionária a resultar do telescópio”, passa por medir, de forma direta, a expansão do universo. Ao analisar o desvio para o vermelho no espectro eletromagnético (a taxa de afastamento) de determinados objetos, em períodos de tempo diferentes, essa medição torna-se possível.

Quanto à igualmente enigmática matéria escura, quer-se perceber de que forma está ela distribuída em redor das galáxias. A uma escala maior, vai-se espreitar com cuidado os aglomerados de galáxias e ver que efeito a matéria escura tem nelas, além de averiguar se também está presente no meio intergaláctico que separa estes enxames.

Através do interferómetro que vai ser instalado, o telescópio do ESO irá debruçar-se ainda sobre os buracos negros supermassivos que pululam pelo espaço, iguais ao que existe no centro da nossa galáxia. Mais especificamente, quer-se perceber o seu papel na formação e evolução das galáxias, “não só na nossa, mas também nas que estão mais perto

de nós, para entender o que ocorre ao nível das trocas energéticas e conhecer os tipos de populações estelares que estão lá próximas”, sublinha André de Almeida.

Em resumo, muita ciência nova pode vir à luz do dia a partir do E-ELT. Os astrónomos estão muito entusiasmados com o futuro, à semelhança do que acontece com o presidente da SPA: “Até aos dias de hoje, sempre que se introduziu um instrumento novo, capaz de abrir outras janelas, ele trouxe um conjunto de descobertas extraordinárias que nem nos tinha passado pela cabeça. Isso sempre aconteceu. Com o E-ELT, e de repente, podem surgir problemas que parecem minúsculos mas que, afinal, são enormes brechas no nosso conhecimento, capazes de mudar, totalmente, o modo como vemos o universo e nos situamos nele.”

J.P.L.