

Hubble Space Telescope astronomy images inspire art and enlighten humanity

Antonella Nota, Anna Caterina Bellati

For twenty seven years, the images taken by the *Hubble* Space Telescope have inspired artists all over the world. To scientists, they are a key tool in the pursuit of the fundamental questions: “Where do we come from?”, “Where are we going?”, “Are we alone?”. These questions are undoubtedly of great interest to professional astronomers, but they also hold profound meaning for every single person on Earth. This exhibition invites us to reflect on the theme of *Our Place in Space*. In the vastness of space, in the grand design of the Universe, where is humanity’s place? The artists taking part in this exhibition have been asked to give us their personal interpretations of famous *Hubble* images. Reflecting their own widely different experiences, they have addressed questions of where we are and where we belong, and also where we came from and where we might travel to in a hypothetical future.

Keywords: artistic interpretation, astronomical space, human existence.

The exhibition *Our Place in Space* provides an opportunity for us to consider humankind’s adventures in space, and how our idea of a travel horizon has been completely revolutionised since humans first broke through the barrier of the Earth’s atmosphere¹. These are the main themes of the exhibition (fig. 1).

Our Place in Space – where the journey begins
Our place in the Solar System
Our place in the Galaxy
Our place in the Universe
The exploration of Space

There are places where the stars can be touched²

Our Place in Space considers the harmony and simplicity that exist in the laws of nature, notwithstanding the apparent chaos that governs the Universe and our individual lives. What perception do we have of the place in which we live and in what way do we stand in lucid wonder before the sky?

Our perception of reality has been filtered by centuries of history and scientific labour that have continually reconditioned our awareness of being “here and now” in a given space and in a specific time. But what do we really know

1. The exhibit was very successful both in Venice (at IVSLA Palazzo Cavalli Franchetti with approximately 30,000 visitors) and in Chiavenna (in the ex Convento dei Cappuccini, with almost 11,000 visitors). During Spring 2018, *Our Place in Space* will be hosted in Garching, Germany, at the ESO–Supernova Planetarium& Besucherzentrum (ESO–Supernova Planetarium& Visitor Centre).

2. By Antonella Nota and Anna Caterina Bellati, curators of the exhibition *Our Place in Space*.

Figure 1
Bubble Nebula, NGC 7635.
Type: Milky Way. Nebula: star formation. Appearance: emission; Region H II.
Distance: 8,000 light-years.
Constellation: *Cassiopeia*. © NASA, ESA, Hubble and the Hubble Heritage Team.



Le immagini di astronomia del Telescopio Spaziale Hubble ispirano l'arte e illuminano l'umanità

Antonella Nota, Anna Caterina Bellati

Negli ultimi ventisette anni le immagini di *Hubble* hanno ispirato artisti di ogni parte del mondo che hanno realizzato splendide interpretazioni delle domande esistenziali che tutti ci poniamo: “Da dove veniamo?”, “Dove stiamo andando?”, “Siamo soli nello spazio?”. Queste domande sono, sì, di grande interesse per gli astronomi professionisti, ma rivestono un profondo significato anche per ogni singola persona che abita il pianeta Terra. L’obiettivo della mostra è proprio invitare a riflettere sul tema *Our Place in Space*, vale a dire “Il nostro posto nello spazio”. Nella vastità dello spazio, nel grande schema dell’Universo, qual è il posto occupato dall’umanità? Gli artisti coinvolti in questo progetto sono stati invitati a formulare la loro personale interpretazione delle famose immagini di *Hubble*, attraverso esperienze e tecniche anche molto diverse, del luogo dove ci troviamo e al quale apparteniamo, ma anche di quello da cui proveniamo e che occuperemo in un ipotetico futuro.

Parole chiave: esistenza umana, interpretazione artistica, spazio astronomico.

Figura 1
Bubble Nebula, NGC 7635
Tipo: Via Lattea. Nebulosa: formazione di stelle. Aspetto: emissione; Regione H II.
Distanza: 8.000 anni luce.
Costellazione: *Cassiopeia*.
© NASA, ESA, Hubble and the Hubble Heritage Team.

La mostra *Our Place in Space* è un’occasione per gettare lo sguardo sull’avventura umana nello spazio e su orizzonti di viaggio che sono stati completamente rivoluzionati da quando gli uomini hanno varcato i confini dell’atmosfera terrestre¹. Questi i temi del percorso (fig. 1).
Our Place in Space – dove comincia il viaggio
Il nostro posto nel Sistema Solare
Il nostro posto nella Galassia
Il nostro posto nell’Universo
L’esplorazione dello Spazio

Ci sono posti dove le stelle si possono toccare²

Our Place in Space ragiona sull’armonia e la semplicità delle leggi naturali, a dispetto del caos apparente che regola l’Universo e le nostre singole vite. Qual è la percezione che l’uomo ha del luogo in cui abita e quale la sua capacità di rivolgersi al cielo con lucida meraviglia? Lo sguardo sulla realtà è filtrato da secoli di storia e di imprese scientifiche che hanno di continuo aggiornato la consapevolezza dell’essere “qui e ora”, in uno spazio dato e in un tempo preciso. Ma cosa sappiamo davvero di noi stessi e della sostanza di cui siamo fatti? Quando si scompone la materia in parti sem-

pre più piccole, alla sua radice si trovano delle relazioni matematiche. Eppure il mondo come si manifesta davanti ai nostri occhi è fatto di colori e principi diversi, di suoni e sentimenti, forme e pensieri. Davvero si tratta soltanto di numeri? La ricerca dei segreti del Cosmo è un’inesauribile fonte di domande e risposte che generano altri quesiti di volta in volta più raffinati e impalpabili. La verità ultima forse non è attingibile ma la curiosità ci spingerà oltre. Questa mostra prova a raccontare qualcosa sull’animo umano mai stanco di scrutare dentro e fuori di sé quale sia il proprio destino. Nell’età più fulgida dell’arte bizantina (VI secolo d.C.) il cielo delle pitture e dei mosaici, idonei a incarnare la trascendenza, è intriso di astratto simbolismo e i rapporti spaziali, tra mondo e figure che lo animano, non parlano del naturale ma del soprannaturale. Costruito con tessere dorate, l’Universo è delimitato da ciò che l’occhio umano può vedere, mentre la luce del Sole irradia sull’intero mondo la forza e il calore divini. Bisognerà aspettare Cimabue perché i protagonisti di un dipinto abbandonino la fissità dello sguardo e della postura diventando attori di un discorso, quello tra la Terra e il Cosmo.

of ourselves and what are we made of? When matter is broken down into ever smaller particles, we find that its roots lie in mathematical ratios. And yet the world as it is laid out before our eyes is made up of diverse colours and principles, of sounds and sentiments, of shapes and thoughts. Is it really only a question of numbers? The quest for the secrets of the Cosmos is an inexhaustible source of questions and answers, which in turn generate ever more complex and impalpable queries. The ultimate truth may never be knowable but our curiosity will always drive us further forward. This exhibition seeks to depict something of the human soul which never tires of examining its own destiny, whether within or outside itself.

At the height of the splendour of Byzantine art (6th century AD) the skies of paintings and mosaics, exquisitely portraying transcendence, are infused with abstract symbolism, and the spatial relations between the world and its inhabitants tell of the supernatural rather than the natural. Constructed from golden *tesserae*, the Universe is circumscribed by what the human eye is able to see, while the entire world is bathed in the strength and warmth of the Sun's light. Not until the advent of Cimabue do the figures in a painting abandon their fixed gazes and postures and become active participants in the dialogue between the Earth and the Cosmos.

Our Place in Space explores this journey of man's way of seeing, in light of today's scientific achievements and the consequent intuitions arrived at by artistic interpretation. Our relationship with what surrounds us is constantly evolving but there is no doubt that, for the sciences and, consequently, for our consciousness, the turning point was the revolutionary shift from the Ptolemaic to the Copernican view of the Universe. No longer at the centre of all existence but relegated to the role of an inhabitant of but one planet among many, Man felt disconcerted and had to face his own weakness, ignorance, and fear. Our planet is just one of many possible (or impossible) worlds, and not even the best of them. So it was that from dominant beings, men were reduced to actors on a much smaller mental stage than they had imagined.

Science define "life" as the achievement of a complex level of organisation within a physical system. It is not easy for man to think of himself in these terms. What we know of living beings, and what inter-disciplinary research has measured and counted in real terms of quality and quantity, is limited to the Earth's biosphere: 350 thousand plant species, 1,200 thousand animal species, 800 thousand of which are insects, as well as 100 thousand micro-organisms. And then there is Man, the only species capable of turning its gaze to the heavens. Only man is entitled, with all the fear it entails, to question his place in the Universe. This peculiarity requires that a distinction be made between "looking" and "seeing". It is a substantial difference and involves the need to push ever further, not to be satisfied with just staying alive.

How much more life exists, beyond the known world?

Life is not to be found everywhere. It would not even be possible on our planet if the Sun were just a little closer or a little further away, a little hotter or a little colder. In those conditions, not even one flower would grow on Earth. We cannot know if other forms of life exist in other parts of the Universe, but what is certain is that if anything similar to the world as we know it does exist, then it must exist in the vicinity of a star like the one that heats our planet.

Throughout the centuries, the endless search for answers regarding the plurality of worlds has often generated philosophical and scientific speculations so divergent as to give rise to brutally violent reactions; take, for example, the case of Giordano Bruno, burned at the stake in the year 1600 for having dared question the cosmological certainties of the Roman Catholic Church. Nevertheless, the antinomy between the capacity for seeing and the ways of reading the Universe has led to affirmations that are increasingly less likely to be falsifiable and to assumptions that are increasingly more congruent.

Astronomy is the most democratic of the sciences: it does not discount any hypothesis. It thrives on the problem of naming things, of asking questions and of finding their relative answers, and then tackling the questions arising from those very same answers. It is in this sense that we owe the birth of modern as-

Our Place in Space indaga questo viaggio dello sguardo umano alla luce delle conquiste scientifiche dell'oggi e le conseguenti intuizioni cui l'interpretazione artistica sa arrivare. Il colloquio con quel che ci circonda è in continuo divenire ma non c'è dubbio che per la scienza, e di seguito per le nostre coscienze, la chiave di volta sia stato il passaggio rivoluzionario dal sistema tolemaico a quello copernicano. Non più collocato al centro dell'esistente, ma relegato al ruolo di abitatore di un pianeta fra i tanti, l'uomo si è sentito spiazzato e ha dovuto fare i conti con la propria debolezza, ignoranza e paura. Il nostro pianeta non è che uno dei tanti mondi possibili (o impossibili) e neppure il migliore. Così gli uomini da dominatori sono stati ridotti ad attori su un palcoscenico mentale molto più stretto e corto del previsto. Secondo la scienza si definisce "vita" il raggiungimento di un livello di organizzazione complessa all'interno di un sistema fisico. Per gli uomini pensare a se stessi in questi termini non è facile. Quel che conosciamo degli esseri viventi, che studi intersecati di numerose discipline hanno misurato e contato in termini reali di qualità e quantità, è limitato alla biosfera terrestre. 350mila specie vegetali, 1.200mila specie animali delle quali più di 800mila sono insetti, oltre a 100mila microorganismi. E poi ci siamo noi, l'unica specie in grado di alzare consapevolmente lo sguardo verso il cielo. All'uomo spetta il diritto, con tutte le paure connesse a questo gesto, di domandarsi quale sia il proprio posto nell'Universo. Questa peculiarità impone il distinguo tra "guardare" e "vedere". La differenza è sostanziale e mette in campo il bisogno di andare oltre, non accontentandosi di rimanere vivi.

Quanta vita c'è, oltre il mondo conosciuto?

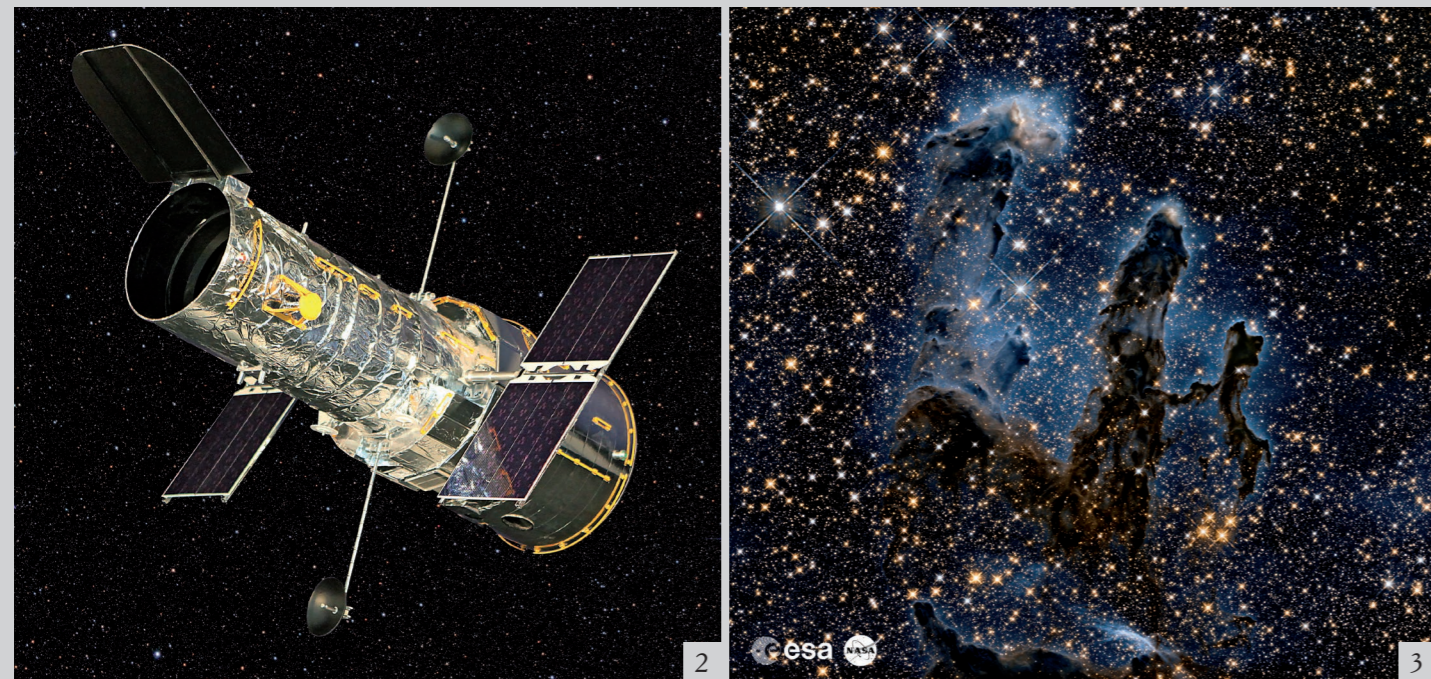
La vita non accade ovunque. Non sarebbe possibile neppure sul nostro pianeta se il Sole si trovasse un po' più vicino o più lontano, fosse più caldo o più freddo. In tal caso sulla Terra non crescerebbe un solo fiore. Non ci è dato sapere se da qualche parte nell'Universo ci siano altre forme viventi ma, certo, se altrove si desse qualcosa di analogo al mondo come lo conosciamo, ciò avverrebbe nei paraggi di una stella simile a quella che ci riscalda.

L'inesausta ricerca intorno alla pluralità dei

mondi ha generato nei secoli speculazioni filosofiche e scientifiche spesso così distanti da sfociare in reazioni violentissime; basti pensare a Giordano Bruno, giustiziato il 17 febbraio del 1600 per avere osato opporsi alle certezze cosmologiche della Chiesa romana. Tuttavia, l'antinomia tra capacità visive e letture del cielo differenti ha condotto ad affermazioni sempre meno falsificabili e ad assunzioni sempre più congruenti.

L'astronomia è la più democratica delle scienze, non scarta nessuna ipotesi. Si nutre del problema di dare un nome alle cose, pone domande, trova le relative risposte e daccapo affronta le nuove domande che da quelle risposte sono derivate. In tal senso dobbiamo la nascita dell'astronomia moderna al cambiamento di un pensiero. Newton scopre e afferma la "gravitazione universale" operando una sintesi tra la meccanica celeste e quella terrestre. Dopo l'impresa di Galileo, per cui i fenomeni del Cosmo si possono spiegare grazie all'osservazione di uno spettatore abitante su una Terra in movimento, il filosofo nato a Woolsthorpe, nel Lincolnshire, comprende che quella forza per cui i corpi cadono dall'alto verso il basso, sul nostro pianeta, è la medesima che tiene in orbita quel che naviga e nuota nell'Universo. Con Newton si modificano la nozione di "paesaggio celeste" e il concetto di "spazio". Confrontarsi con quella rivoluzionaria consapevolezza ha innescato la *querelle* sul nostro posto nell'Universo qui affrontata.

Gli astronomi e gli artisti coinvolti in questo progetto offrono sul tema la loro personale interpretazione: gli astronomi con le immagini del Telescopio Spaziale *Hubble* e gli artisti attraverso esperienze e mezzi anche molto diversi, tutti mirati a esaminare il luogo dove ci troviamo e al quale apparteniamo, nonché quello da cui proveniamo e i confini che esploreremo in futuro. Ma mentre gli astronomi camminano a ritroso nel tempo, gli artisti ritengono di venire da lontano e andare verso il domani. Sia gli uni che gli altri si confrontano con le tre dimensioni fondamentali, la luce, lo spazio, il tempo. Gli astronomi tengono presente che la luce arriva in ritardo dentro gli occhi, quella del Sole per esempio impiega 8 minuti. Gli artisti devono immaginare come la luce poverà su un pig-



tronomy to a change in thinking. Newton discovered and affirmed “universal gravitation” through a synthesis of celestial and earthly mechanics. After Galileo’s findings, by which the phenomena of the Cosmos could be explained thanks to the observations of an inhabitant of the Earth in motion, the English philosopher from Woolsthorpe in Lincolnshire understood that the force that makes objects fall from a height on our planet was the same that kept objects in orbit in the Universe.

With Newton came a change in the notion of “celestial landscape” and the concept of “space”. Coming face to face with this revolutionary awareness triggered the debate about our place in the Universe that is the subject of this exhibition.

The astronomers and artists taking part in the exhibition have provided their answers. The astronomers use the *Hubble* Space Telescope to peer deep into space, and the artists offer their interpretation, based on their own different experiences and sensibilities. In their own different ways, they all describe the place where we are and to which we belong, but also ponder where we came from and the boundaries we will explore in a not too distant future. But while the astronomers are on a voyage going backwards in time, the artists

believe they have come from far away and are travelling towards the future. Both tackle the three fundamental dimensions of light, space and time. The astronomers bear in mind that light is delayed in reaching the eye; the Sun’s light, for example, takes 8 minutes to reach us. Artists on the other hand, must take into account how light will fall on a pigment they use or what sort of shadow it will produce on a *terracotta* face; the former consider the absence of the present, the latter – always late – try to snatch the fleeting moment. And if, for scientists, space is the substance of their studies, for the artists who paint or sculpt or in some other way create an object, space is an emptiness to be filled. On the one hand an investigation of nature, on the other, its mimesis.

Much has been discovered since we gazed in fascination at the Moon suspended above us, not knowing why it followed this planet that is our home. Today, instruments like the *Hubble* Space Telescope open the doors to the cosmos, documenting the celestial map of post-modernity.

The *Hubble* Space Telescope, at the frontier of Universe³

The *Hubble* Space Telescope is one of the most ambitious scientific projects ever undertaken. Named in honour of the famous astronomer

Figure 2
The NASA/ESA *Hubble* Space Telescope was launched in 1990. Today, it is still one of the largest space telescopes ever built. *Our Place in Space* features a model of *Hubble* (scale 1:10), shown as it appears after Servicing Mission 4.

Figure 3
The Pillars of Creation, Eagle Nebula, Messier 16. Classification: nebula, star formation. Distance: 7,000 light-years. Constellation: *Serpens Cauda* (*The Serpent’s Tail*). *Hubble* instrument: WFC3. © NASA, ESA, *Hubble* and the *Hubble* Heritage Team.

3. Credits: NASA, ESA.

Figura 2
Il Telescopio Spaziale *Hubble* di NASA ed ESA venne lanciato in orbita nel 1990. A oggi rimane uno dei più grandi telescopi spaziali mai costruiti. La mostra ospita un modello in scala 1:10 che riproduce il telescopio *Hubble* così come appare dopo gli interventi della *Servicing Mission 4*.

Figura 3
I Pilastrini della Creazione, Eagle Nebula, Messier 16. Classificazione: nebulosa, formazione di stelle. Distanza: 7.000 anni luce. Costellazione: *Serpens Cauda* (*Coda del Serpente*). Strumento *Hubble*: WFC3. © NASA, ESA, *Hubble* and the *Hubble* Heritage Team.

mento, quali ombre produrrà su un volto in terracotta; i primi ragionano sull’assenza del presente, i secondi – sempre in ritardo – cercano di acciuffare l’attimo. E se per gli studiosi lo spazio è la sostanza dei propri studi, per chi dipinge o scolpisce o crea comunque un oggetto, lo spazio è un vuoto da riempire. Da un lato l’indagine sulla natura, dall’altro la sua mimesi. Molto è stato scoperto da quando ci stupivamo nel guardare la Luna sospesa sopra le nostre teste, senza sapere perché seguisse il pianeta che è la nostra casa. Oggi strumenti come *Hubble Space Telescope* aprono le porte del Cosmo documentando la mappa celeste della post-modernità.

Il Telescopio Spaziale *Hubble*, alle frontiere dell’Universo³

Il lancio del Telescopio Spaziale *Hubble* è uno dei progetti scientifici più ambiziosi mai realizzati. Chiamato così in omaggio al famoso astronomo Edwin Hubble (1889–1953) – scopritore dell’espansione dell’Universo – il telescopio spaziale è il frutto di una stretta collaborazione internazionale tra la NASA e l’ESA. Messo in orbita nel 1990 da una navetta *Shuttle*, *Hubble* è un telescopio con uno specchio di 2,4 metri di diametro. La sua posizione, al di sopra dell’atmosfera, permette di osservare l’Universo a lunghezze d’onda non accessibili dalla superficie del nostro pianeta, come l’ultravioletto. Cosa che permette inoltre di ottenere immagini di una nitidezza impressionante, liberandoci dal tipico scintillio che le stelle mostrano per effetto della turbolenza atmosferica. Questo fenomeno è ben noto a tutti coloro che contemplano il cielo stellato in una notte serena e trasparente ed è una severa limitazione alle osservazioni astronomiche da terra.

Progettato negli anni Settanta, *Hubble* aveva obiettivi estremamente ambiziosi.

Il primo della serie dei Grandi Osservatori Spaziali della NASA, *Hubble* fu costruito per capire le leggi dell’espansione dell’Universo, per osservare e studiare le galassie più lontane, per scoprire la presenza di altri pianeti al di fuori del nostro Sistema Solare.

Fin dall’inizio *Hubble* fu concepito per essere riparato in orbita. Tutti i sistemi sono accessibili, costruiti con l’idea che, in un qualche fu-

turo, astronauti avrebbero potuto lavorare su *Hubble* cambiando strumenti, riparando guasti e sostituendo componenti. *Hubble* era la prima missione spaziale ideata e costruita per essere mantenuta *in situ*, a 575 km dalla superficie terrestre, per almeno dieci anni. Maniglie erano state collocate lungo il telescopio per permettere agli astronauti una presa facile. I vari strumenti erano modulari ed estraibili. Un sistema di portelloni avrebbe dato agli astronauti facile accesso alle viscere del telescopio e agli strumenti ivi alloggiati.

Infatti, cinque missioni *Shuttle* sono state programmate ed eseguite per mantenere ed aggiornare *Hubble*. Ogni volta gli astronauti hanno rimosso strumenti obsoleti o guasti, sostituito computer e giroscopi, installato nuovi strumenti, lasciando un telescopio spaziale nuovo, sempre più potente e tecnologicamente sempre più avanzato.

Le scoperte del Telescopio Spaziale *Hubble* hanno profondamente cambiato la nostra visione dell’Universo, che non solo è in espansione, ma sta addirittura accelerando. Una forza repulsiva di natura ignota, l’energia oscura, è responsabile di questo moto accelerato. *Hubble* ha fotografato pianeti orbitanti intorno a stelle vicine e ha dimostrato che i pianeti extrasolari possono avere un’atmosfera, proprio come la Terra, riconoscendovi elementi noti, come l’acqua e il metano.

Hubble ha allargato la frontiera dell’Universo conosciuto, osservando galassie nate solo 400 milioni di anni dopo il Big Bang. Ha continuato a produrre immagini stupende che sono diventate parte della nostra vita quotidiana mostrandoci, con una grande ricchezza di dettagli, che l’Universo è stupendo ma anche estremamente complesso.

Hubble non ha solamente cambiato la nostra conoscenza dell’Universo. Ha cambiato il modo di fare scienza. Ha portato l’Universo nelle nostre case, ha ispirato e continua a ispirare molti di noi, fino a poterlo definire “il telescopio della gente” che ha fatto dell’astronomia, una scienza fino a quel momento riservata a pochi, una risorsa disponibile adesso a tutti, senza distinzione (fig. 2).

Le maestose colonne di gas e polveri qui raffigurate (fig. 3) sono i cosiddetti *Pilastrini della*

3. Crediti: NASA, ESA.

Edwin Hubble (1889–1953) – responsible for the discovery of the expansion of the Universe – the *Hubble Space Telescope* is the result of close international collaboration between NASA and ESA.

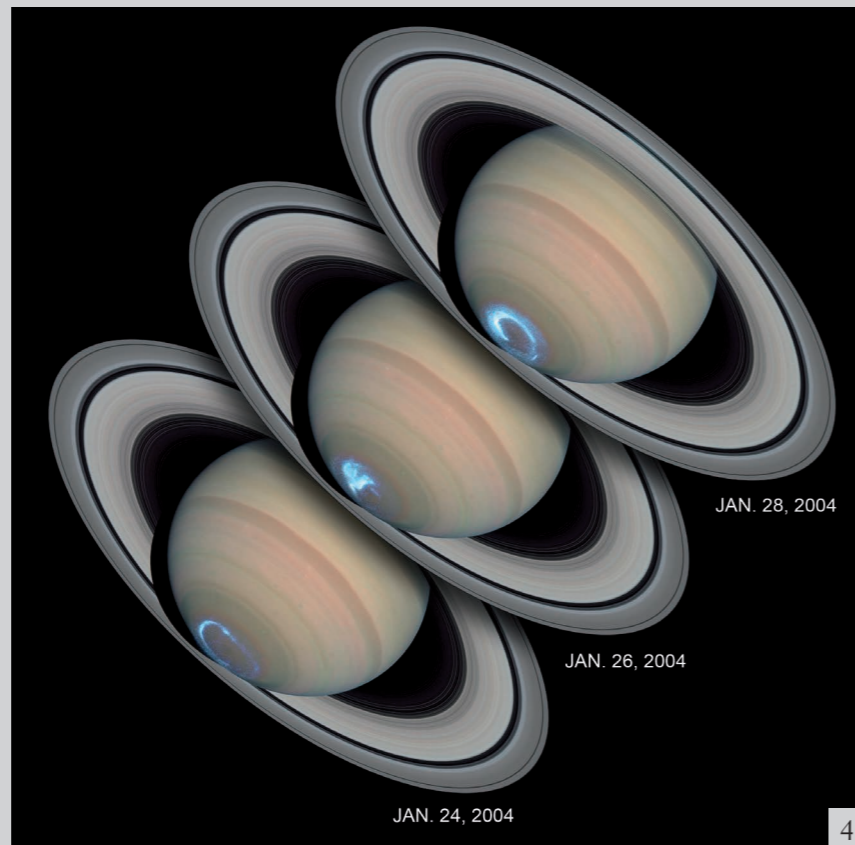
Placed in orbit in 1990 by the *Space Shuttle Discovery*, *Hubble* is a telescope with a mirror 2.4 meters in diameter. *Hubble's* position above the atmosphere allows us to observe the Universe at wavelengths not accessible from the surface of our planet, such as the ultraviolet. Its location also places it above the atmospheric turbulence that causes stars to blur and twinkle when observed from the ground, enabling it to obtain strikingly clear images.

Designed in the seventies, *Hubble* had very ambitious goals.

As the first in a series of Great Observatories in space, *Hubble* was built to address the most important questions about the nature of the Universe. As well as achieving its original major goals, including measuring the expansion rate of the Universe, *Hubble* has made major contributions to almost all topics in astrophysics, from the nature of galaxies at very early epochs to the study of the atmospheres of planets beyond our Solar System.

Hubble was designed to be maintained, modernised and repaired in orbit. To this end, the spacecraft was constructed to enable astronauts to access and change instruments and systems. It was the first space mission especially designed and built to be maintained and repaired *in situ*, 575 km from Earth, originally for at least ten years. Handles placed along the observatory allow astronauts to grasp the telescope easily. The various instruments are modular, removable and can be installed with high precision. A system of doors gives astronauts easy access to the interior of the telescope and the instruments it houses.

In all, five *Shuttle* servicing missions have been planned and executed. Each time, the astronauts have removed obsolete or failed instruments, replaced computers and gyroscopes, and installed new state-of-the-art instruments, each time leaving the telescope more powerful and technologically advanced. Measured in terms of sensitivity to faint objects and overall throughput, *Hubble* is about a hundred times more powerful now than when it



was first launched.

Discoveries made with the *Hubble Space Telescope* over the last twenty years have profoundly changed our view of the Universe. Not only is the Universe expanding, its expansion is accelerating. A repulsive force termed dark energy, whose nature is unknown, is responsible for this accelerated motion. *Hubble* has also made images of planets orbiting nearby stars and shown that exoplanets have atmospheres whose composition can be measured, identifying constituents such as water and methane. *Hubble* has pushed our horizon back to the remote Universe, observing galaxies that were born only 400 million years after the Big Bang. It has continued to produce stunning images that have become familiar icons of modern life, showing us, through a wealth of detail, that the Universe is exquisitely beautiful, but also extremely complex.

Hubble has not only changed our understanding of the Universe, it has changed the way we do science. It has brought the Universe into our homes, has inspired and continues

Figure 4
Aurorae on Saturn.
Classification: planet. Average distance from the Sun: 1,427,000,000 km. *Hubble* instruments: WFC3/UVIS, STIS. © NASA, ESA, J. Clarke (Boston University, USA), Z. Levay (STScI).

Figure 5
The “Solar System” room at the exhibition *Our Place in Space*; Franchetti Palace, Venice, 2017.

Figura 4
Aurora su Saturno.
Classificazione: pianeta. Distanza media dal Sole: 1.427.000.000 km. Strumenti *Hubble*: WFC3/UVIS, STIS. © NASA, ESA, J. Clarke (Boston University, USA), Z. Levay (STScI).

Figura 5
La sala “Il Sistema Solare” della mostra *Our Place in Space*; Venezia, Palazzo Franchetti, 2017.

4. Artisti: Antonio Abbatepaolo, Marco Bolognesi, Paola Giordano, Ettore Greco, Mario Paschetta, Alberto Salvetti, Alessandro Spadari, Marialuisa Tadei, Sara Teresano, Mario Vespasiani, Dania Zanotto. Ideatori e curatori: Antonella Nota, ESA HST Project Scientist & Mission Manager; Anna Caterina Bellati, Presidente Bellati Editore. Comitato scientifico: Antonella Nota (Chair, ESA/STScI), Anna Caterina Bellati (Bellati Editore), Ken Carpenter (NASA HST), Lars Lindberg Christensen (ESO), Carol Christian (STScI), Roger Davies (University of Oxford, UK), Hussein Jirdeh (STScI), Mathias Jäger (ESA/HST). Sponsors: ESA, NASA, STScI, Bellati Ed. (www.stsci.edu; www.spacetelescope.org; www.bellatieditore.com).

5. Giacomo Leopardi, *Canto notturno di un pastore errante dell'Asia*, Canti, 1831.

Creazione nella nebulosa dell'*Aquila*, a circa 7.000 anni luce dalla Terra, nella costellazione *Coda del Serpente* (*Serpens Cauda*). *Hubble* li ha fotografati una prima volta nel 1995, nel visibile, e da allora sono entrati nell'immaginario comune diventando famosissimi. La nuova immagine qui riportata è invece nel vicino infrarosso, capace di attraversare le regioni polverose altrimenti imperscrutabili. Con essa, riusciamo a tracciare con maggiore contrasto il profilo della loro foschia bluastro, e a individuare una moltitudine di stelle giovani all'interno delle colonne. Studiare i *Pilastr*i nel vicino infrarosso aiuta gli astronomi a ricavare informazioni su genesi, forma ed evoluzione di questa e di strutture simili. Le polveri e i gas di queste strutture sono bruciati dalla violenta radiazione emessa dalle giovani stelle in formazione, ed erosi dai forti venti delle stelle massive che li circondano. Gli scienziati, dopo un confronto dei loro modelli teorici sulla fotoionizzazione dei gas interstellari con la realtà delle osservazioni di *Hubble*, ne migliorano parametri e predizioni e possono quindi applicarli ad altre nebulose sulle quali possiedono un numero inferiore di indizi.

La mostra *Our Place in Space. 11 Artists inspired by Hubble Space Telescope images*⁴

Il Sistema Solare

«*Che fai tu, Luna, in ciel? dimmi, che fai, / silenziosa Luna? / Sorgi la sera, e vai, / contemplando i deserti; indi ti posi. / Ancor non sei tu paga / di riandare i sempiterni calli? / Ancor non prendi a schivo, ancor sei vaga / di mirar queste valli? / Somiglia alla tua vita / la vita del pastore*»⁵.

Cominciamo a guardarci attorno per capire dove ci troviamo nel Sistema Solare. Chi sono

i nostri vicini? Sono pianeti con caratteristiche simili ma anche diversissime dalla nostra amata Terra.

Un video mostra il moto caotico di una delle Lune di Plutone, ormai declassato a pianeta nano; mentre le immagini a parete illustrano Marte, Giove e Saturno. Marte, dalla famigerata superficie rossa, ha ancora tanti segreti da rivelare; Giove si esibisce con la sua gigantesca macchia rossa e aurora al polo; e ancora abbiamo le aurore di Saturno, il fotogenico pianeta con gli anelli, fotografate al trascorrere del tempo (fig. 4). Le osservazioni di *Hubble* colloquiano con i mosaici di Marialuisa Tadei, che interpretano il nugolo di pianeti di cui la Terra è solo un esempio tra tanti e il Sole una stella simile ad altri miliardi di stelle (fig. 5).

In queste foto ammiriamo l'evoluzione temporale delle aurore sul pianeta Saturno, osservate in luce ultravioletta. I tre scatti, infatti, sono stati ottenuti a distanza di due giorni uno dall'altro, nel mese di gennaio 2004, nell'ambito di una campagna osservativa che ha coperto un totale di 26 giorni. Gli astronomi hanno scelto questo periodo per la sua corrispondenza con il solstizio invernale di Saturno, ovvero la configurazione che garantisce la migliore visuale sul suo emisfero australe. Seguire la dinamica di distribuzione e intensità delle aurore grazie a *Hubble*, in combinazione con le misure di emissione di onde radio da parte della sonda Cassini, è stato di fondamentale importanza per studiare la loro dipendenza dal flusso del vento solare. Il fenomeno delle aurore, presente su tutti i pianeti solari dotati di atmosfera e campo magnetico, è generato dallo scontro di particelle cariche che arrivano dal Sole con gli atomi di alcuni gas presenti

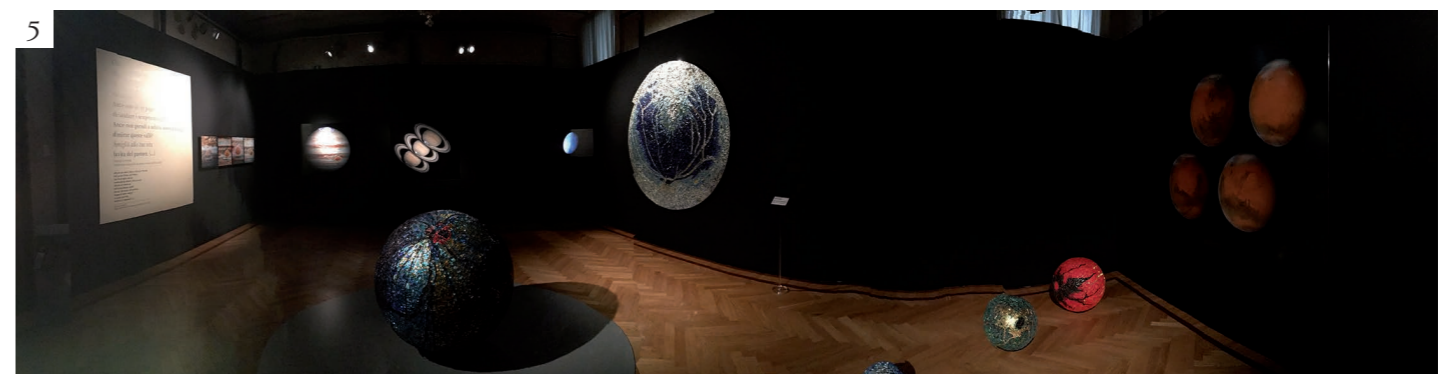




Figure 6
Marialuisa Tadei, *Pianeti oculari*, 2011; glass and marble mosaic, fiberglass, acrylic fabric; variable dimensions. Courtesy the Artist.

Figure 7
Mario Paschetta, *Water and Ice*, 2016; mortars, natural earth, oxides, sand, marble powders, fabrics, jute, adhesives, acrylics, oils on canvas; 250x200 cm. Courtesy the Artist.

to inspire many of us to the extent that it has become “the people’s telescope”. A science whose results were only available to a few has become a resource available to anybody with the interest and the desire to look (fig. 2). These majestic columns of gas and dust are the so-called *Pillars of Creation* in the *Eagle Nebula* (fig. 3), about 7,000 light-years from Earth in the constellation known as *The Serpent’s Tail* (*Serpens Cauda*). *Hubble* first observed them in visible light in 1995 and since then the image has become world famous and almost a part of our daily lives. This new image was taken in near-infrared light, which is able to pass through the dust clouds. In this image, the outline of the columns appears in a blue haze and a multitude of young stars is visible within the pillars. Studying the *Pillars* in infrared light allows astronomers to learn more about the formation, shape and evolution of these and similar structures. The dust and gas in these pillars are seared by intense radiation from the young stars forming within them, and eroded by strong winds from nearby massive stars. By comparing the theoretical models of the photoionisation of interstellar gases with the reality of *Hubble*’s images, scientists are

able to refine their predictions, and to apply them to other nebulae about which they do not have the same wealth of information.

The exhibition *Our Place in Space. 11 Artists inspired by Hubble Space Telescope images*⁴ The Solar System

«Why are you there, Moon, in the sky? Tell me / why you are there, silent Moon? / You rise at night, and go / contemplating deserts: then you set. / Are you not sated yet / with riding eternal roads? / Are you not weary, still wishing / to gaze at these valleys? / It mirrors your life, / the life of a shepherd»⁵.

Let us look around us and begin to understand where we are in our Solar System. Who are our neighbours? They are planets that share common characteristics with our own beloved planet Earth but that are also profoundly different. A video shows the chaotic movement of one of the Moons of Pluto, which we now know to be a dwarf planet, while the images on the walls show Mars, Jupiter and Saturn: Mars, with its well-known red surface which has yet to reveal all its secrets; Jupiter with its Great Red Spot and vivid *aurorae* at its poles; and Saturn, surely the photogenic planet with its rings, shows

4. Artists: Antonio Abbatepaolo, Marco Bolognesi, Paola Giordano, Ettore Greco, Mario Paschetta, Alberto Salvetti, Alessandro Spadari, Marialuisa Tadei, Sara Teresano, Mario Vespasiani, Dania Zanotto. Curators: Antonella Nota, ESA HST Project Scientist & Mission Manager; Anna Caterina Bellati, President Bellati Editore. Executive Committee: Antonella Nota (Chair, ESA/STScI), Anna Caterina Bellati (Bellati Editore), Ken Carpenter (NASA HST), Lars Lindberg Christensen (ESO), Carol Christian (STScI), Roger Davies (University of Oxford, UK), Hussein Jirdeh (STScI), Mathias Jäger (ESA/HST). Sponsors: ESA, NASA, STScI, Bellati Ed. (www.stsci.edu; www.spacetelescope.org; www.bellatieditore.com).

5. Giacomo Leopardi, *Night-song of a wandering shepherd of Asia*, Songs, 1831.

Figura 6
Marialuisa Tadei, *Pianeti oculari*, 2011; vetro e pietra mosaico, acrilico, fibra di vetro; dimensioni variabili. Cortesia dell’Artista.

Figura 7
Mario Paschetta, *Di Acqua e di Ghiaccio*, 2016; malte, terre naturali, ossidi, sabbie, polveri di marmo, stoffe, jute, collanti, acrilici, oli su tela; 250x200 cm. Cortesia dell’Artista.

nell’atmosfera del pianeta. L’interazione tra i diversi elementi è appunto dovuta alle variazioni del campo magnetico e il risultato sono bagliori brillanti nell’ultravioletto, nel visibile e nell’infrarosso ed emissione di onde radio. Le aurore di Saturno durano per giorni, mentre quelle terrestri per circa dieci minuti. Marialuisa Tadei, nota per saper coniugare grazia e leggerezza con un’indagine profonda sul senso dell’esistenza in tutte le manifestazioni, propone in questa sezione delle sfere posate a terra incrostate di mosaico le cui tessere provengono da Murano (fig. 6). L’installazione suggerisce una lettura del nostro Sistema Solare più onirica che realistica e introduce lo spettatore in un percorso che lascia spazio all’immaginazione e al desiderio.

Gli esopianeti

Cosa rende un ambiente “terrestre”? Non pensiamo solo all’abitabilità dei pianeti ricercata dagli scienziati, ma al concetto più ampio di “familiarità”. Esisteranno altri ambienti in grado di darci questa sensazione? La nostra vita

dipende da un certo intervallo di temperature, dalla presenza di luce, di un’atmosfera che ci protegge e dagli elementi chimici che ci nutrono. Queste peculiarità della Terra saranno mai rintracciabili in altri pianeti?

Mario Paschetta si muove nell’ambito della pitto-scultura. I suoi lavori, declinati sul piano della bidimensionalità, diventano tridimensionali per l’impiego di materiali di riciclo che inglobati nel colore sporgono dalla tela quasi andando incontro all’osservatore. Stracci, vecchie paia di jeans, pezzi di corda, vetri, oggetti di metallo arrugginiti assumono, una volta assorbiti nel riquadro del dipinto, una nuova valenza e diventano rocce, piante, reperti archeologici, fiori, corsi d’acqua.

Paschetta ha realizzato per questo progetto due lavori che permettono di transitare idealmente dal Sistema Solare a pianeti collocati nello spazio al di fuori di esso. Nel primo dipinto i colori di Marte, mescolati a toni terrestri, fanno sognare un posto dove forse la vita ha avuto luogo ma si è cristallizzata diventando roccia silente. Nel secondo quadro (fig. 7), dove sono



its *aurorae* in photographs taken over several days (fig. 4). The images taken by *Hubble* are accompanied here by Marialuisa Tadei's mosaics, interpreting a plethora of planets – of which our Earth is just one of many – and the Sun – a star like billions of other stars in the Universe (fig. 5).

These three images show the evolution of Saturn's *aurorae* over time, observed in ultraviolet light. They were captured at intervals of two days in January 2004, during an observation campaign that lasted for a total of 26 days. This period was chosen by the astronomers because it corresponds to Saturn's winter solstice. The planet's configuration at that time grants us the best view of its southern hemisphere. The motion and intensity of the *aurorae* as revealed by *Hubble's* observations, combined with the measurements of radio emissions from the Cassini space probe, have been of fundamental importance to astronomers in studying the extent to which *aurorae* are caused by the solar wind. The phenomenon of *aurorae*, present on all planets in the Solar System that have an atmosphere and a magnetic field, is generated when charged particles from the Sun collide with atoms and molecules in the planet's atmosphere. The interaction of the solar wind with the planet's magnetic field gives rise to bright glowing lights detectable in ultraviolet, visible and infrared light and also in the radio part of the spectrum. Saturn's *aurorae* last for days, whereas those on Earth last only about ten minutes.

Marialuisa Tadei is known for her skill in combining grace and lightness with a deep exploration of the meaning of the many facets of existence. In this section spheres encrusted with mosaics of Murano glass are set on the floor (fig. 6), in an interpretation of our Solar System that is more dreamlike than realistic and leading the viewer along a path where desire and imagination are free.

The exoplanets

What makes an environment “earthly”? We are not thinking only of the scientist's search for a planet able to sustain life, but of the broader concept of “familiarity”. Could there be other environments that can convey this sensation? Our life depends on a certain range



of temperatures, on the presence of light, on an atmosphere that protects us, and on chemical elements that nourish us. Could this combination of factors we have here on Earth ever be found on other planets?

Mario Paschetta is a painter and sculptor. His works, though created in a two-dimensional format, become three-dimensional through the use of recycled materials incorporated into the paint that break out from the flat surface of the canvas, as if reaching out to the viewer. Pieces of rag, old jeans, lengths of string, glass, and rusted metal objects take on a new significance once they are absorbed into a painting and become rocks, plants, archaeological remains, flowers or rivers.

For this exhibition Paschetta has made two works that take us from our Solar System to planets that lie beyond it in space. The first uses the colours of Mars mixed with more earthly hues to suggest that this is a place where once there was life but it has now been crystallised into silent rock. In the second work (fig. 7), which incorporates fragments of solar panels that once powered *Hubble*, we are pitched into a desolate land of cold, hard colours. There is nothing but ice and cold water flowing towards an unknown destination. Meanwhile, another huge Moon rises in an impenetrable black sky.

Figure 8
Westerlund 2 cluster, *Gum* 29, *RCW* 49, *WR* 20a. Classification: star cluster, nebula. Distance: 20,000 light-years. Constellation: *Carina*. *Hubble* instruments: ACS, WFC3. © NASA, ESA, Hubble Heritage Team (STScI/AURA), A. Nota (ESA/STScI), Westerlund 2 Science Team.

Figure 9
Mystic Mountain in *Carina* Nebula, *HH* 901, *HH* 902. Classification: nebula. Distance: 7,500 light-years. Constellation: *Carina*. *Hubble* instrument: WFC3. © NASA, ESA, M. Livio, Hubble 20th Anniversary Team (STScI).

Figura 8
Ammasso *Westerlund* 2, *Gum* 29, *RCW* 49, *WR* 20a. Classificazione: ammasso di stelle, nebulosa. Distanza: 20.000 anni luce. Costellazione: *Carena*. Strumenti *Hubble*: ACS, WFC3. © NASA, ESA, Hubble Heritage Team (STScI/AURA), A. Nota (ESA/STScI), Westerlund 2 Science Team.

Figura 9
La *Montagna Mistica* in *Carena* Nebula, *HH* 901, *HH* 902. Classificazione: nebulosa. Distanza: 7.500 anni luce. Costellazione: *Carena*. Strumento *Hubble*: WFC3. © NASA, ESA, M. Livio, Hubble 20th Anniversary Team (STScI).

inglobati frammenti di pannelli solari che hanno volato, veniamo catapultati su una landa desolata dai colori freddi e duri. C'è solo ghiaccio, qui e acqua fredda che scorre verso un “dove” sconosciuto. Mentre un'altra Luna si leva grandissima nel cielo nero e impenetrabile.

Le regioni di formazione stellare

Espandiamo i nostri confini e andiamo a investigare dove miliardi di altre stelle nascono, vivono e muoiono. In questa sezione sono raccolte spettacolari immagini di regioni di formazione stellare, giganteschi ammassi stellari ed enormi nebulose. Si comincia con l'ammasso *Westerlund* 2 (fig. 8) che conta al suo interno migliaia di stelle luminosissime, per proseguire con la nebulosa dell'*Aquila*, squassata dall'attività di stelle ai primi stadi, e finire con la *Montagna Mistica* in *Carena* (fig. 9), una formazione di polveri e gas fertili per la nascita di nuove

stelle. La varietà e la ricchezza di queste popolazioni stellari è interpretata da Dania Zanotto nelle trame preziose e finemente decorate della sua installazione *site specific* (figg. 10, 11, 12). Nel 2015, per celebrare il successo dei primi 25 anni di attività di *Hubble*, venne scelta questa immagine (fig. 8). Come in un variopinto arazzo cosmico, essa raffigura l'ammasso stellare gigante noto come *Westerlund* 2, situato a circa 20.000 anni luce dalla Terra, nella nebulosa *Carena*. *Hubble* l'ha fotografato con due dei suoi potenti strumenti: l'Advanced Camera for Surveys (ACS) nel visibile e con la Wide Field Camera 3 (WFC3) a lunghezze d'onda nel vicino infrarosso. La sensibilità nell'infrarosso della WFC3 permette di attraversare le altrimenti oscuranti nubi dense di polveri che avvolgono l'ammasso e la formidabile risoluzione spaziale della ACS riesce a risolvere nitidamente le singole stelle presenti nel brillante agglomerato centrale.





Figures 10, 11, 12
Dania Zanutto, *I Pilastri della Creazione*, 2016; site specific installation, Franchetti Palace, Venice; wire mesh, wool, glass powder, wax, silicone, metal, photo on plexiglass; variable dimensions.
Courtesy the Artist.

Figure 13
Paola Giordano, *Quo Vadis*, 2016; acrylics, plastic, glues, drawing pins, recycling materials; 510x300 cm. © Photography Bart Herreman.

Figure 14
Marco Bolognesi, *Mock Up*, 2009; wooden structure, plastic and toys with inserted inside a screen and a DVD player; 230x220x100 cm.
Courtesy the Artist.

The star formation regions

Let us push back our horizons to go and explore the places where billions of other stars are born, live and die. In this section are spectacular images of star formation regions, gigantic star clusters and enormous nebulae. The first is the *Westerlund 2* cluster (fig. 8) which is made up of thousands of intensely bright stars; then there is the *Eagle Nebula* churning with the activity of stars that have been recently formed; the third image is of the *Mystic Mountain*, in the constellation of *Carina* (fig. 9), a formation of gases and dust, a breeding ground for new stars. Dania Zanutto has pondered the variety and abundance of these stellar agglomerations and has interpreted them in the precious, finely decorated fabrics of her site-specific installation (figs. 10, 11, 12). This image was chosen in 2015 to celebrate the success of *Hubble's* first twenty-five years in operation (fig. 8). Like a multicoloured cosmic tapestry, it depicts the giant stellar cluster known as *Westerlund 2*, which is located at about 20,000 light-years from Earth in the constellation *Carina*. *Hubble* observed it with two of its powerful instruments: the Advanced Camera for Surveys (ACS) in visible light and the Wide Field Camera 3 (WFC3) at longer wavelengths, in the near-infrared.

The sensitivity of the WFC3 in the infrared means it can see through the dense clouds of dust that would otherwise shroud the cluster, while the amazing spatial resolution of the ACS picks out individual stars in the glittering central agglomeration. *Westerlund 2*, like the whole *Carina Nebula* in general, is a seething region of star formation. At about two million years old, it is a relatively young cluster, and it contains some of the brightest, hottest and biggest stars ever discovered. The red spots scattered throughout the image are very young stars that are still enveloped in their mantles of gas and dust. These stellar embryos have not yet begun to burn hydrogen in their cores to light up as stars. By peering into stellar nurseries like this one, *Hubble* helps scientists to examine all the phases in the formation of a star.

The dream of exploration

«The wrong view of science betrays itself in the craving to be right; for it is not his possession of knowledge, of irrefutable truth, that makes the man of science, but his persistent and recklessly critical quest for truth»⁶. The central theme of this exhibition is our thirst for exploration. Throughout the ages we have challenged boundaries of all kinds

6. POPPER, K.R., 1959. *The Logic of Scientific Discovery*. Part II, Chapter X "Corroboration, or how a theory stands up to tests". Hutchinson&Co, Routledge, p. 281. Available at: <http://strangebeautiful.com/other-texts/popper-logic-scientific-discovery.pdf>

6. POPPER, K.R., 1959. *The Logic of Scientific Discovery*. Parte II, capitolo X "Corroboration, or how a theory stands up to tests". Hutchinson&Co, Routledge, p. 281. Disponibile da: <http://strangebeautiful.com/other-texts/popper-logic-scientific-discovery.pdf>.

Westerlund 2, e in generale tutta la nebulosa *Carina*, rappresenta una turbolenta zona di formazione stellare. Con un'età di circa due milioni di anni, l'ammasso è relativamente giovane, eppure contiene alcune tra le più luminose, calde e massicce stelle mai scoperte. I puntini rossi sparsi in tutta l'immagine sono invece stelle giovanissime, ancora circondate dai loro gusci di gas e polveri. Questi feti stellari non hanno ancora cominciato a bruciare il carico di idrogeno nel loro nucleo, ed è per questo che non appaiono come stelle accese. Sbirciando in vivai di stelle come questo, *Hubble* aiuta gli scienziati a studiare tutte le fasi del processo di formazione stellare.

Figure 10, 11, 12
Dania Zanutto, *I Pilastri della Creazione*, 2016; installazione site specific, Palazzo Franchetti, Venezia; rete, lana, polvere di vetro, cera, silicone, metallo, foto su plexiglass; dimensioni variabili.
Cortesia dell'Artista.

Figura 13
Paola Giordano, *Quo Vadis*, 2016; acrilici, plastica, colle, puntine da disegno, materiali di riciclo; 510x300 cm. © Fotografia Bart Herreman.

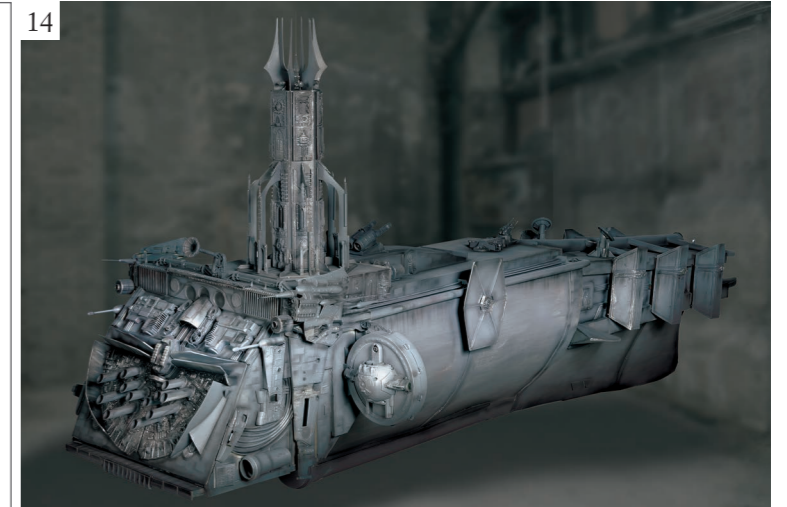
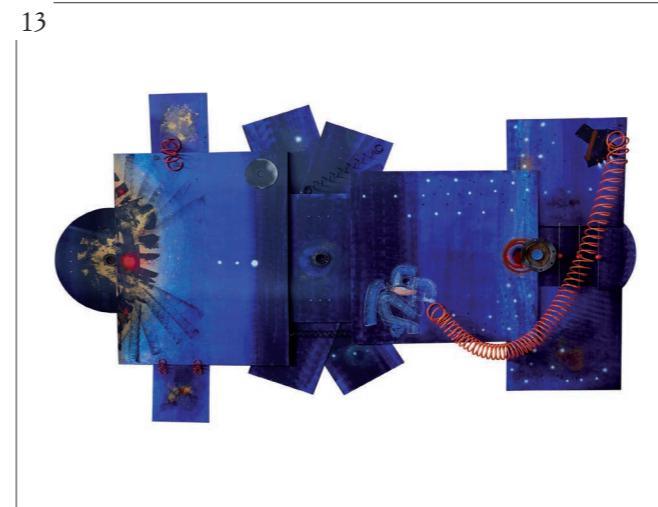
Figura 14
Marco Bolognesi, *Mock Up*, 2009; struttura in legno, plastica e giocattoli; all'interno è alloggiato uno schermo e un lettore dvd; 230x220x100 cm.
Cortesia dell'Artista.

Il sogno dell'esplorazione

«Una visione erronea della scienza consiste nella convinzione di avere ragione; perché non il possesso della conoscenza, della verità inconfutabile, fa l'uomo di scienza, ma la ricerca critica, persistente e sconsideratamente inquieta della verità»⁶. Il desiderio dell'umanità di esplorare è il tema centrale della mostra. Per soddisfare questo bisogno, gli uomini di tutte le epoche hanno sfidato limiti di ogni genere, da quelli sociali a quelli tecnologici. Lo spazio è l'archetipo del concetto di "frontiera" e gli uomini lo stanno ormai popolando, con oggetti tecnologicamente avanzati – come razzi, satelliti e navicelle – e con la loro stessa presenza. Il Telescopio Spaziale *Hubble* è il simbolo perfetto di questo desiderio, perché contiene un insieme di strumentazioni avanzate dal punto tecnologico,

costruite proprio per osservare e scoprire zone inesplorate e oggetti sconosciuti nell'Universo, e anche perché è stato progettato per essere riparato in orbita dagli esseri umani, astronauti esperti che negli anni lo hanno raggiunto per riparare e migliorare la sua attrezzatura. Paola Giordano si ispira al lavoro degli astronauti con un polittico (fig. 13). Mentre la rivisitazione artistica di una navicella spaziale è opera di Marco Bolognesi (fig. 14). Sullo schermo installato nella parte posteriore di questo imponente lavoro gira il video del lancio dello *Shuttle* che ha portato *Hubble* in orbita, vale a dire il momento che ha di fatto segnato l'apertura di una nuova finestra sul nostro Universo.

Nel 1977 la NASA e l'ESA strinsero un accordo: l'ESA guadagnava il 15% del tempo osservativo del telescopio e l'accesso all'archivio dei dati raccolti in tutta la missione, e in cambio doveva fornire uno strumento scientifico, progettare e costruire i pannelli solari per *Hubble*. La realizzazione di questi ultimi presentava particolari sfide ingegneristiche. Per cominciare, doveva essere possibile riportarli sulla Terra dopo il loro utilizzo. Ciò costituiva infatti un'opportunità tecnica preziosa perché avrebbe permesso di toccare con mano cosa succedeva all'attrezzatura in orbita, ma per far sì che potesse verificarsi i pannelli dovevano essere progettati specificatamente con questo scopo. Le missioni di solito utilizzavano pannelli solari rigidi che si aprivano una volta in orbita, ma quelli di *Hubble* finirono per assomigliare più a degli avvolgibili, con una coppia di manti



to satisfy this need to explore, from the social to the technological. Space is the archetype of the concept of the “frontier” and we have begun to populate it – with technologically advanced objects such as rockets, satellites and spaceships, and with our own presence. The *Hubble* Space Telescope is the perfect symbol of this urge to explore, because it contains technologically advanced instruments designed to observe and discover unexplored areas and unknown objects in the Universe, and also because it was designed to be maintained and repaired in orbit over the years by teams of astronauts. Inspired by the astronauts, Paola Giordano created the polyptych *Quo vadis?* (fig. 13) and behind them is Marco Bolognesi’s artistic reworking of a spaceship (fig. 14). The screen at the back of this imposing work shows a video of the launch of the *Shuttle* that carried *Hubble* into orbit, marking the moment when a new window on the Universe was opened.

In 1977 NASA and ESA made an agreement: ESA gained 15% of the telescope’s observing time, and access to the complete mission data archive, in return for contributing a science instrument, designing and building *Hubble*’s solar panel. And *Hubble*’s panels presented some very special engineering challenges. To begin with, these solar panels needed to be taken back to Earth, afterwards. This presented a valuable technical opportunity, to find out first-hand how hardware would endure orbital conditions – but the panels would have to be very specifically designed.

Standard missions used rigid solar panels that unfolded in orbit, but the *Hubble* panels ended up more like roller blinds, with a pair of flexible blankets covered with solar cells on each side. The blankets needed to be flexible because they had to fit between the round hull of the telescope and the round *Shuttle* cargo bay. That meant *Hubble* also needed solar panels that did not break when they were rolled up. The blankets also needed to be retractable, to be rolled back up and brought down to Earth again.

The other main challenge was *Hubble*’s low orbit. *Hubble* experiences a temperature shift from plus to minus 100°C between day and night: every 96 minutes. The panels needed to



stand up to around 30,000 “thermal cycles” over their five-year lifetime – an extremely ambitious target. These environmental extremes meant that while the panels needed to be flexible, they also had to be kept taut by special booms, to prevent thermal shock deforming them over time and compromising the functioning of the panels.

Two sets of solar panels had been contracted – overseen by British Aerospace in Bristol with contractors in Germany, Switzerland and Denmark. Work on the panels proceeded at the same time as the very first *Shuttle* flights. They were made of 12.7% silicon solar cells interconnected with silver mesh strips, embedded between a layer of protective Kapton material and reinforced by glass-fibre cloth. But the first *Shuttle* flight sent the designers back to the drawing board, when it came back with severely eroded thermal blankets. The

Figures 15, 16
Astronauts working on *Hubble* during spacewalks for the *Servicing Mission 4*.

Figure 17
Andromeda galaxy, *Messier 31*.
Classification: spiral galaxy.
Distance: 2,500,000 light-years.
Constellation: *Andromeda*.
Hubble instrument: ACS. © NASA, ESA, J.J. Dalcanton (University of Washington, USA), B.F. Williams (University of Washington, USA), L.C. Johnson (University of Washington, USA), PHAT Team, R. Gendler.

7. BRADBURY, R., 1954. *Cronache Marziane*. Series *Medusa*. Milan: Mondadori, p. 341. Orig. ed. 1950, *The Martian Chronicles*, Garden City, New York: Doubleday&Company Inc.

Figure 15, 16
Astronauts riparano il telescopio *Hubble* durante le passeggiate spaziali nell’ambito della *Servicing Mission 4*.

Figura 17
Galassia Andromeda, *Messier 31*. Classificazione: galassia a spirale. Distanza: 2.500.000 anni luce. Costellazione: *Andromeda*. Strumento *Hubble*: ACS. © NASA, ESA, J.J. Dalcanton (University of Washington, USA), B.F. Williams (University of Washington, USA), L.C. Johnson (University of Washington, USA), PHAT Team, R. Gendler.

7. BRADBURY, R., 1954. *Cronache Marziane*. Collana *Medusa*. Milano: Mondadori, p. 341. Ed. orig. 1950, *The Martian Chronicles*, Garden City, New York: Doubleday&Company Inc.

flessibili ricoperti di celle solari su ciascun lato. I manti dovevano essere flessibili perché dovevano poter stare tra la forma arrotondata del corpo del telescopio e quella del contenitore, a sua volta cilindrica, che trasportava tutto sullo *Shuttle*. Questa particolare geometria comportò anche che non dovessero rompersi una volta distesi e che fosse possibile comunque riarrotolarli ancora, per riportarli sulla Terra.

L’altra grande sfida era rappresentata dalla bassa orbita di *Hubble*. Il telescopio, infatti, subisce delle variazioni termiche da -100°C a +100°C tra buio e illuminazione solare; un ciclo che si ripete ogni 96 minuti. I pannelli dovevano quindi essere capaci di resistere a circa 30.000 “cicli termici” nei loro cinque anni previsti di operatività, un obiettivo estremo da raggiungere. Queste difficoltà ambientali imponevano che i pannelli fossero sostenuti da una speciale intelaiatura, per proteggerli da shock termici che avrebbero potuto deformarli e compromettere così la loro funzionalità. Venne assegnato il compito di produrre due set di pannelli solari alla British Aerospace di Bristol, che si avvale di costruttori in Germania, Svizzera e Danimarca. Il lavoro fu terminato per il primissimo volo di test con lo *Shuttle*. I pannelli erano costituiti da celle solari al silicio con efficienza del 12,7%, collegate da una maglia di strisce d’argento conduttive, all’interno di una laminatura protettiva di Kapton e armate in fibra di vetro. Ma dopo questo volo dello *Shuttle* i progettisti dovettero rimettersi subito al lavoro, perché una volta tornato sulla Terra

i manti risultarono gravemente danneggiati. I nuovi manti riprogettati includevano stavolta connettori di collegamento in molibdeno e strati protettivi al silicone per le parti in Kapton. Oltretutto, i progettisti furono anche capaci di migliorarne l’efficienza, portandola al 14%.

Il secondo set di pannelli dell’ESA restò in servizio con *Hubble* per più di otto anni. Nel dicembre del 1999 partì la *Servicing Mission 3A* e durante le sue operazioni gli astronauti notarono alcune alterazioni sospette sui pannelli. A conferma della natura dinamica delle condizioni da bassa orbita, alcuni cardini di raccordo che tenevano insieme le varie parti dei manti solari si erano infatti allentati, spostandosi anche di 50 cm. Dopo 38 ore di esperimenti di controllo, gli astronauti si resero però conto che la rete per il trasferimento di potenza era solida abbastanza per tenere insieme la struttura per il tempo che rimaneva fino alla ritrazione e sostituzione dei pannelli decisa per la successiva *Servicing Mission* (figg. 15, 16).

Un ulteriore passo

«La scienza non è che la spiegazione di un miracolo che non riusciamo mai a spiegare e l’arte è un’interpretazione di quel miracolo»⁷.

Compriamo un ulteriore passo in avanti nell’esplorazione dell’Universo e spingiamoci al di fuori della nostra galassia, la *Via Lattea*. Sbirciamo nei suoi dintorni e arriviamo ad ammirare una galassia vicina, quella di *Andromeda*, una foto composta da un miliardo e mezzo di pixel (fig. 17). Non è solo l’immagine più ampia e più nitida mai prodotta della galassia *Andromeda*,



redesigned solar blankets used molybdenum-based interconnectors while the Kapton was protected by a silicone coating. On the plus side, the designers managed to increase the efficiency to 14%.

ESA's second set of solar panels did duty on *Hubble* for more than eight years. In December 1999 the *Servicing Mission 3A* was launched, during which astronauts noticed some alarming changes in the solar panels. Demonstrating the dynamic nature of low-orbit conditions, wire-like hinge pins holding different segments of the solar blankets together had come loose, extending up to 50 cm out from their edge. 38 hours of experimentation demonstrated that the panels' power bridge pieces were strong enough to hold the structure together for the remaining mission life and for the planned retraction during the upcoming *Servicing Mission* retraction (figs. 15, 16).

Taking a step further

«Science is no more than an investigation of a miracle we can never explain, and art is an interpretation of that miracle»⁷.

Taking a step further into the exploration of the Universe, we find ourselves outside our own galaxy, the *Milky Way*. We are looking into the nearby *Andromeda* galaxy, a composite picture made up of one and a half billion pixels (fig. 17). Not only is this the widest and sharpest picture ever taken of the *Andromeda* galaxy, but it is also the largest of all the images taken by *Hubble*. What we see here is a section, 1.5 billion pixels in size, of the awe-inspiring 3.9 billion-pixel whole image, made by observing the *Andromeda* galaxy in wavelengths ranging from the ultraviolet to the near-infrared.

On the left of the panorama we see the dense area of the galaxy's "bulge", while on the right it thins out towards the periphery. The large areas of blue stars are the star clusters and star formation regions that populate the arms of the spiral, while the darker areas are complex dust structures. Cooler red stars are visible across the entire expanse of the galaxy, revealing its evolution over the course of billions of years. As the *Andromeda* galaxy is a spiral galaxy and therefore one of the most common

types in the Universe, and is the closest one of its kind to Earth, careful observations of its features act as a yardstick for interpreting the light we see coming from similar galaxies located much further away.

Some of the main scientific objectives in studying the *Andromeda* galaxy, which contains billions of stars, are to improve stellar evolution models, to determine the ages of supernova remnants and to identify and characterize variable stars.

The panorama of the galaxies

Continuing along the panorama of the galaxies observed by *Hubble*, we come to three of the most stunning groups of interacting galaxies. Their interactions have given rise to curious and particularly intriguing shapes. In the first case a wide-field view of the *Antennae* galaxies, which have been interacting for hundreds

Figure 18
Arp 273 Galaxy. Classification: interacting galaxies. Distance: 300,000,000 light-years. Constellation: *Andromeda*. *Hubble* instrument: WFC3. © NASA, ESA, Hubble Heritage Team (STScI/AURA).

Figure 19
Whirlpool Galaxy, Messier 51. Classification: spiral galaxy. Distance: 25,000,000 light-years. Constellation: *Canes Venatici (The Hunting Dogs)*. *Hubble* instrument: ACS. © NASA, ESA, S. Beckwith (STScI), Hubble Heritage Team (STScI/AURA).

Figure 20
Sara Teresano, *Nebulosa*, 2011; alabastro; 50x42x10 cm. Courtesy the Artist.



18



19



20

Figura 18
Galassia Arp 273. Classificazione: galassie interagenti. Distanza: 300.000.000 anni luce. Costellazione: *Andromeda*. Strumento *Hubble*: WFC3. © NASA, ESA, Hubble Heritage Team (STScI/AURA).

Figura 19
Galassia Vortice, Messier 51. Classificazione: galassia a spirale. Distanza: 25.000.000 anni luce. Costellazione: *Canes Venatici (Cani da Caccia)*. Strumento *Hubble*: ACS. © NASA, ESA, S. Beckwith (STScI), Hubble Heritage Team (STScI/AURA).

Figura 20
Sara Teresano, *Nebulosa*, 2011; alabastro; 50x42x10 cm. Cortesia dell'Artista.

ma è l'immagine più ampia tra tutte quelle di *Hubble*. Quella che vediamo qui è una sezione, di 1,5 miliardi di pixel, dell'impressionante immagine da 3,9 miliardi di pixel, ottenuta osservando *Andromeda* nelle lunghezze d'onda che vanno dall'ultravioletto al vicino infrarosso. Sulla sinistra appare il *bulge* della galassia, mentre sulla destra si estendono le sue zone periferiche. Gli ampi gruppi di stelle nel blu rappresentano ammassi di stelle e zone di formazione stellare che popolano i bracci della spirale, mentre quei profili più scuri sono complesse strutture di polveri. Stelle rosse, più fredde, compaiono lungo tutta la struttura della galassia, rivelando la sua evoluzione nell'arco di miliardi di anni. *Andromeda* è la più vicina galassia a spirale, appartiene dunque alla tipologia di galassia maggiormente comune nell'Universo, così la sua accurata osservazione fornisce una sorta di calibro per l'interpretazione della luce emessa dalle altre galassie simili poste a distanze assai maggiori. Alcuni dei principali obiettivi scientifici nello studio di *Andromeda*, che contiene miliardi di stelle, sono il perfezionamento dei modelli stellari evolutivi, la determinazione dell'età dei residui di supernove e l'identificazione e la caratterizzazione delle stelle variabili.

Panorama di galassie

Continuiamo con la panoramica sulle galassie fotografate da *Hubble* e scopriamo tre dei più spettacolari gruppi di galassie interagenti. Questo meccanismo ha donato loro forme curiose e particolarmente affascinanti. Ammiriamo un'immagine a campo largo delle galassie *Antenne*, che interagiscono da centinaia di milioni di anni. Quella che segue sembra addirittura una rosa (fig. 18) – *Arp 273* – e la sua bella forma è il risultato dell'azione di una galassia più grande che nel tempo ne ha inglobato una più piccola. La terza immagine vede protagonista la galassia *Vortice* e per essa *Hubble* ci mostra che uno dei suoi lunghissimi bracci si estende fino a passare davanti a un'altra galassia (fig. 19). Le galassie che possono ammassarsi sono protagoniste in alcune sculture d'alabastro dell'artista messinese Sara Teresano.

La protagonista di questo scatto del 2005 di *Hubble* è la galassia *Messier 51*, conosciuta anche come *NGC 5194*, ma famosa come galassia *Vortice*. Quest'ultimo nomignolo non potrebbe ricalcare meglio la sua forma, è infatti un perfetto esempio di galassia a spirale, ed è la prima galassia ad essere stata classificata come tale. Dal punto di vista matematico, la sua forma è descrivibile da una spirale logaritmica (le

of millions of years. The next image, which looks just like a rose (fig. 18), is *Arp 273* and owes its beautiful shape to the fact that over time the larger galaxy has engulfed the smaller one. The third protagonist the *Hubble* image of the *Whirlpool* galaxy shows us one of the long arms of its spiral extending in front of another galaxy (fig. 19). Galaxies such as these, which cluster together and interact with each other, are the inspiration for some of Sara Teresano's alabaster sculptures.

The subject of this shot taken by *Hubble* in 2005 is the galaxy *Messier 51*, known also as *NGC 5194*. But it is also more famously known as the *Whirlpool* galaxy. Its name could not be more fitting: it is a perfect example of a spiral galaxy and is the first galaxy that was classified as such. Mathematically, its shape can be described as a logarithmic spiral (the distance between each point in an arm and the centre increases according to a geometrical progression).

We are fortunate to be able to observe it face-on and from the relatively close distance of 25 million light-years. The central part, seen here as a yellow glow, contains the older stars, whereas the spiral arms are made up of younger stars and stars still in the process of being born. In each individual arm we can observe the following distribution: the inner section is formed of dark gas clouds; a little further out is the bright pink of star-forming regions; and at the outer edges is the brilliant blue of numerous luminous young star clusters.

The other galaxy in the image, in the upper right section and partly covered by one of the arms of the *Whirlpool* galaxy, is the galaxy *NGC 5195*. It has been close to the *Whirlpool*

for hundreds of thousands of years and its gravitational pull has contributed to the spectacular shape of *NGC 5194*.

The sculpture by Sara Teresano echoes stylistic features and themes from the ancient Magna Graecia. Her works are fed by history and by stone. In *Our Place in Space*, the artist – from Messina, Sicily – shows artworks in alabaster and travertino. Like *Nebulosa*, which freezes the swirling motions in a super-hard material (fig. 20), with myriad stars hidden in the warping structure. The metaphor highlights the galaxies surviving the time that erodes them.

I've seen things you people wouldn't believe

We have come to the furthest edges of the observable Universe. The last *Hubble* images show us just how far, and therefore how far back in time, our space telescope's eye can see. This mosaic comprises images from the *Frontier Fields* campaign, which since 2013 has created some of the deepest images using gravitational lensing (fig. 21). Gravitational lensing allows us to see faint and distant galaxies in the very young Universe, only some hundreds of millions of years after the Big Bang. What, then, is left for us to discover? What other "frontiers" can we cross?

We can go anywhere our mind lets us imagine, and therefore conceive of. That is why exploration is first and foremost a question of crossing mental boundaries: the final frontier is indeed represented by *Hubble's* most "powerful" images, but also by the most powerful tool available to the human being, his or her own brain. The concepts of "near" and "far" merge yet again.

Figure 21
Hubble Frontier Fields view.
Classification: early universe.
Distance: > 600 million
years after the Big Bang.
Constellation: Eridanus, Auriga,
Sculptor, Grus, Leo (*The River*,
The Charioteer, *The Sculptor*,
The Crane, *The Lion*). Hubble
instruments: ACS, WFC3. ©
NASA, ESA, HST Frontier
Fields team (STScI).

Figura 21
Frontier Fields di Hubble.
Classificazione: universo
primordiale. Distanza: più di
600 milioni di anni dopo il Big
Bang. Costellazione: Eridanus,
Auriga, Sculptor, Grus, Leo
(Eridano, Auriga, Scultore, Gru,
Leone). Strumenti Hubble: ACS,
WFC3. © NASA, ESA, HST
Frontier Fields team (STScI).

distanze tra i suoi bracci aumentano secondo una progressione geometrica).

Abbiamo la fortuna di poterla osservare completamente di faccia e a una distanza relativamente piccola di 25 milioni di anni luce da noi. Nella sua parte più centrale, che qui appare nei bagliori del giallo, risiedono le sue stelle più vecchie; lungo i suoi bracci, invece, risiedono le stelle più giovani e quelle ancora in formazione. Per ogni singolo braccio possiamo osservare la seguente distribuzione: nelle parti più interne troviamo gli accumuli di nubi scure gassose, in quelle appena più esterne il rosa acceso delle regioni di formazione stellare, in quelle ancora più esterne l'azzurro brillante dei numerosissimi ammassi stellari.

L'altra galassia presente nell'immagine, situata in alto a destra e parzialmente coperta da uno dei bracci della *Vortice*, è la galassia *NGC 5195*. Si trova nei paraggi della *Vortice* da centinaia di migliaia di anni ed è la sua influenza

gravitazionale ad aver contribuito a plasmare la forma della *NGC 5194*.

La scultura di Sara Teresano riprende gli stili e le tematiche dell'arte sviluppatesi in Magna Grecia. I suoi lavori si nutrono di storia e pietra. Ad *Our Place in Space* l'artista messinese porta opere in travertino e alabastro. Come la *Nebulosa* che ferma in un materiale nobile e durissimo il vortice della rosa (fig. 20), nelle cui pieghe si nascondono miriadi di stelle. La metafora sottolinea come le galassie resistano al tempo che le erode.

Io ne ho viste cose che voi umani

Siamo ora giunti fino ai confini dell'Universo osservabile. Le ultime immagini di *Hubble* ci mostrano quanto più lontano, e dunque anche più indietro nel tempo, riescono a spingersi gli occhi del nostro telescopio. Siamo infatti di fronte a un mosaico delle immagini della campagna *Frontier Fields*, che dal 2013 ha raccolto alcune tra le più profonde immagini di *gravitational lensing* mai prodotte (fig. 21). Il fenomeno del *gravitational lensing* permette di osservare galassie fioche e molto distanti, appartenenti a un Universo molto giovane, di qualche centinaia di milioni di anni dopo il Big Bang. Cosa ci rimane da scoprire? Quali altre "frontiere" possiamo superare?

Possiamo spingerci ovunque la nostra mente ci permetta di immaginare, e dunque concepire. Ecco perché infine esplorare significa oltrepassare i nostri confini prima di tutto mentali; la frontiera ultima è, sì, rappresentata dalle foto più "potenti" di *Hubble*, ma anche dallo strumento più potente che l'uomo abbia, il proprio cervello. I concetti di "vicino" e "lontano" sono tornati a fondersi.

