

## Més de mig segle de l'home a l'espai

RESUM

Aquest document proporciona una visió general de les activitats humanes a l'espai, que es van iniciar el 1957 amb el llançament del satèl·lit Sputnik per la Unió Soviètica. Des de llavors, hem vist grans canvis, que inclouen vols espacials humans a la Lluna o la col·laboració a l'Estació Espacial Internacional (ISS). Les activitats espacials, però, van molt més enllà de la cara més visible dels astronautes i afecten molt més la nostra vida quotidiana gràcies a la privilegiada posició global de fora de la Terra, des de la qual els satèl·lits poden proporcionar aplicacions i serveis molt sofisticats en els camps de les telecomunicacions, la navegació (GPS / Galileu), l'Observació de la Terra, incloent el canvi climàtic i el pronòstic del temps, i ciències de l'univers com l'astronomia. El document es basa en l'experiència de 20 anys de l'autor a l'Agència Espacial Europea (ESA), que té un historial provat d'èxits europeus, col·laboracions i integració.

RESUMEN

**Este documento proporciona una visión general de las actividades humanas en el espacio, iniciadas el 1957 con el lanzamiento del satélite *Sputnik* por la Unión Soviética. Desde entonces, hemos asistido a grandes cambios: vuelos espaciales humanos a la Luna o la colaboración en la Estación Espacial Internacional (ISS). Estas actividades van más allá de la cara más visible de los astronautas y afectan nuestra vida cotidiana gracias a la privilegiada posición global del exterior de la Tierra, desde donde los satélites pueden proporcionar aplicaciones y servicios sofisticados en los campos de las telecomunicaciones, la navegación (GPS/Galileo), La Observación de la Tierra, incluye el cambio climático y el pronóstico del tiempo, y ciencias del universo como la astronomía. El documento se basa en la experiencia de 20 años del autor en la Agencia Espacial Europea (ESA), que cuenta con un historial reconocido de éxitos europeos, colaboraciones e integración.**

ABSTRACT

This paper provides an overview of the human activities in space, which were initiated in 1957 with the launch of the Sputnik satellite by the Soviet Union. Since then, we have seen great changes, that include human space flights to the Moon or the collaboration in the International Space Station (ISS). Space activities, however, go far beyond the very visible face of astronauts and very much affect our daily life thanks to the privileged global position outside the Earth from which satellites can provide very sophisticated applications and services in the fields of telecommunications, navigation (GPS/Galileo), Earth Observation including climate change and weather forecast, and science of the universe like astronomy. The paper is based on the 20 years experience of the author in the European Space Agency (ESA), which has a proven record of European achievements, collaboration and integration.

.....

**Josep Roselló Guasch** (Montblanc, 1968)

Enginyer Superior de Telecomunicació per l'Universitat Politècnica de Catalunya (1991), després d'haver passat quatre anys a Barcelona, i un any amb una beca Erasmus a l'ENSTB, a Brest (Bretanya, França). L'any 1998 obtingué el títol de gestió MBA per la Rotterdam School of Management (RSM) als Països Baixos (NL).

Des de finals de 1992, treballa a l'ESTEC (Noorwijk, NL), que és el centre més important de l'Agència Espacial Europea (ESA). En aquests vint anys ha dut a terme treballs de recerca i gestió de projectes tecnològics, tant interns a l'ESA com de seguiment de contractes amb la indústria espacial i universitats europees.

De manera més específica, podem esmentar el desenvolupament de tecnologia per satèl·lits en:

- tractament de senyal i dades per a satèl·lits d'Observació de la Terra com Envisat, sobretot de radars, i també de navegació per al projecte Galileo
- d'ús genèric (multi-satèl·lit), com les comunicacions SpaceWire entre diversos equips electrònics. Amb el temps, SpaceWire s'ha convertit en un dels pocs estàndards electrònics europeus adoptats a Amèrica (a través de NASA), Rússia i Japó (JAXA).

Des de 2007, treballa al directorat d'Observació de la Terra (EOP) a l'ESA/ESTEC, on entre d'altres tasques coordina i lidera:

- desenvolupament i posta en operacions de la tecnologia per baixar les dades des de satèl·lits LEO (entre 400 i 1300 km d'altitud) cap a la Terra a molt més alta velocitat gràcies a l'ús de noves freqüències (26 GHz en lloc del tradicional 8.4 GHz). Tot això es fa en coordinació amb la NASA o JAXA per a poder utilitzar mutuament altres estacions terrenes.
- desenvolupament de nous receptors de navegació en satèl·lits en òrbita baixa (LEO) per a determinar la posició del satèl·lit amb precisió d'un parell de cm, així com receptors científics que permeten mesurar pressió, temperatura i humitat fins a 80 km d'alçada gràcies a la refracció que l'atmosfera introdueix als senyals d'alta precisió GPS o Galileo.

Parla sis llengües i és un entusiasta de la història i l'esport.

## Més de mig segle de l'home a l'espai

**Josep Roselló Guasch,**

nascut a Montblanc (1968)

Enginyer Superior de Telecomunicacions a l'UPC (Barcelona) MBA a RSM (Rotterdam, NL)

Enginyer a l'Agència Espacial Europea (ESA-ESTEC) (NL, des de Nov. 1992)

Des d'aquell 4 d'Octubre de 1957 que la Unió Soviètica va enlairar el primer satèl·lit Sputnik (foto-1), l'home ha estat capaç de fer realitat en 55 anys allò que només la més imaginativa ment de Juli Verne podia haver concebut. En el darrer mig segle hem passat de plena guerra freda a veure no tan sols l'home a la lluna (1969 – foto 2), sinó també espectaculars avenços en telecomunicacions (per satèl·lit), acurades previsions meteorològiques i navegació amb GPS, i no menys remarcable, la col·laboració de russos i occidentals en el projecte més ambiciós que l'home ha dut a terme: l'Estació Espacial Internacional (ISS).

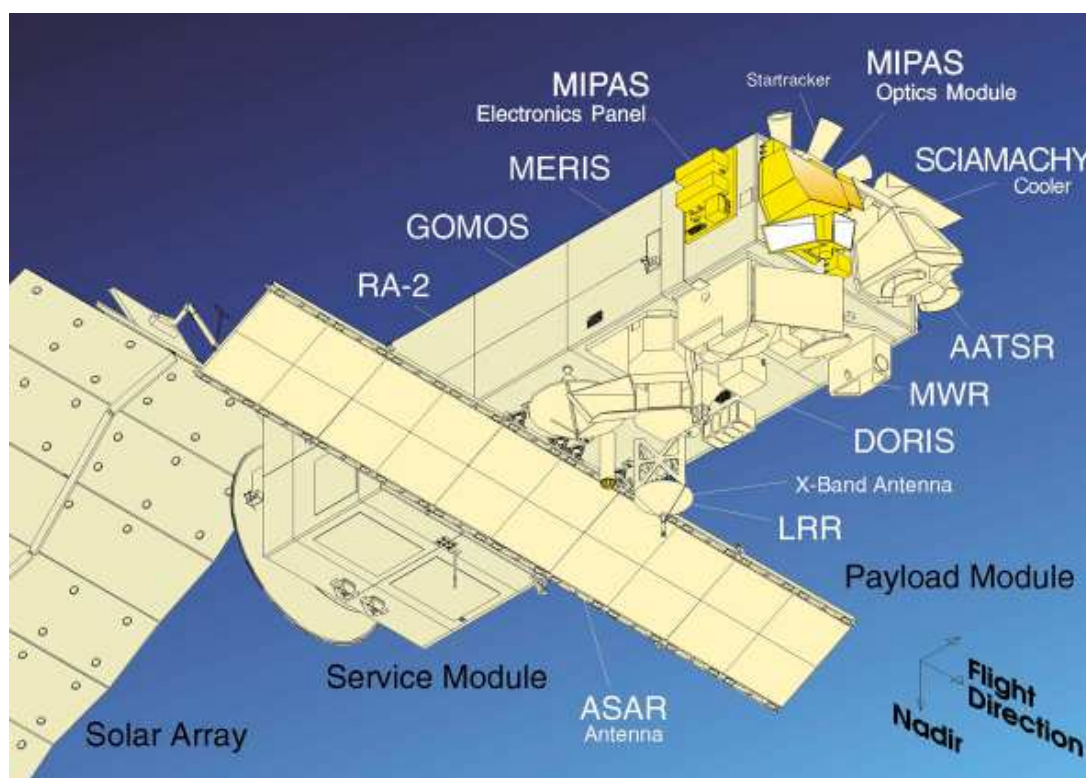
En aquest article descobrirem allò que la tecnologia espacial ens ha portat aquest mig segle, i també com Espanya i Europa, principalment a través de l'Agència Espacial Europea (ESA) hi han contribuït de forma destacada.



Foto 1: Satèl·lit Sputnik: Llençat 4 d'octubre de 1957 per l'URSS. 87 Kgr, 60 cm de diàmetre. Vida: 3 mesos.

Foto-2: L'home arriba a la Lluna amb l'Apollo 11 (20 Juliol 1969). Neil Asrmstrong va dir: «That's one small step for a man, a giant leap for mankind».

Des d'aquell primer satèl·lit Spuntnik de 87 Kg. i 60 cm. de diàmetre que enviava un simple senyal monotò (bip-bip-bip) i que va tenir una vida de tres mesos, suficient per aterrir el món occidental, l'home ha estat capaç de superar els reptes tecnològics que l'hostil entorn espacial comporta, com per exemple grans variacions de temperatura, manca de gravetat i pressió atmosfèrica, o radiacions còsmiques no temperades per l'atmosfera terrestre. Cal afegir que cada satèl·lit científic demanant observacions diferents, i cal fer un nou disseny de moltes parts del satèl·lit, la qual cosa combinada amb la necessitat de tenir una fiabilitat molt alta, no fa les missions espacials precisament barates (típicament més de 100 Milions d'euros). Mig segle després, més d'una desena de mil satèl·lits, alguns com l'Envisat amb més de 8 tones (foto-3) i amb una vida a vegades de 15 anys o més, així com coets o llançadores capaces de posar-los en òrbita a 30 vegades la velocitat d'un avió comercial han estat desenvolupats i per a molt diverses finalitats no únicament militars, sinó també civils (científiques, meteorològiques, telecomunicacions, etc.), tal com veurem seguidament.



Fotot-3: Envisat, operacional 2002 a 2012 (10 anys). 8,200 Kgr, 10 instruments (<http://es.wikipedia.org/wiki/Envisat>).

### Satèl·lits científics

Sovint orbitant fora de l'òrbita terrestre, donen principalment tres tipus de servei: 1) visita a altres planetes (Mars i Venus entre d'altres, foto-4), llunes (Tità) i cometes (Haley), incloent-

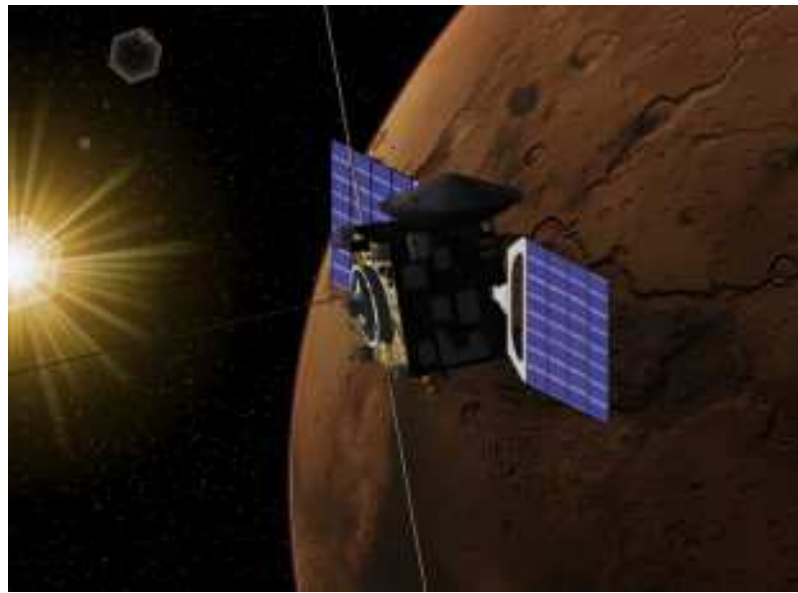


Foto 4: NASA Pathfinder a la superfície de Mars. ESA Mars-Express orbitant al voltant de Mars des de 2003.

hi amb freqüència les sondes que hi aterren i n'analitzen la seva atmosfera i composició química *in-situ*. 2) observacions còsmiques / astronòmiques no perturbades per l'atmosfera terrestre, com en el cas dels telescopis espacials Hubble, Herschel-Planck, o JWST; 3) estudi del sol per satèl.lits com Soho, Ulysses i el futur Solar Orbiter –foto 5–, amb l'objectiu de comprendre la seva incontestable influència sobre la Terra, tant a nivell de canvi climàtic com en impacte directe (radiació, magnetisme) en un món cada cop més dependent de l'electrònica i la informàtica. Cal esmentar la col·laboració ESA-NASA en moltes d'aquestes missions.

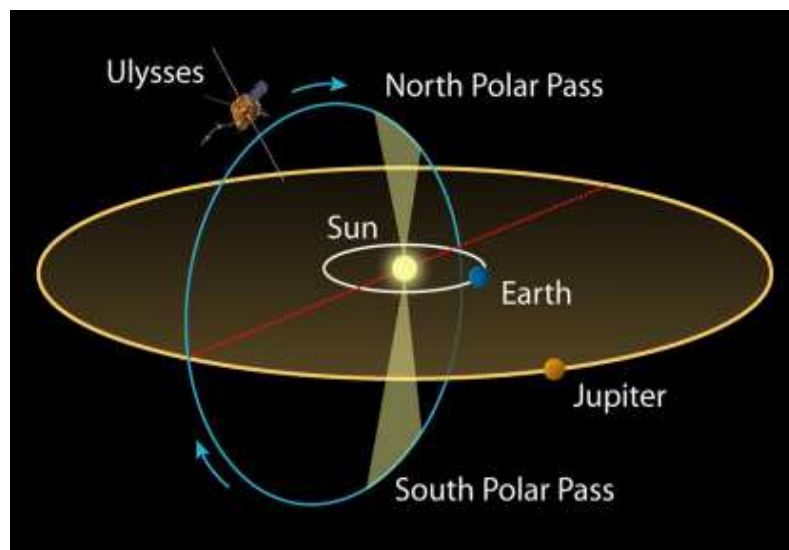


Foto-5 : Satèl·lit SOHO observant el sol des de 1995. Òrbita d'Ulysses que observa els pols del sol (1990-2009).



### *Telecomunicacions per satèl·lit*

Són operacionals des de 1968. Aquesta àrea és i de lluny l'única del sector espacial rentable i comercial. En altres paraules, els satèl·lits de telecomunicacions (foto-6) són els únics que poden ser licitats sense financiació governamental. La seva posició, allunyats de la Terra, els fa ideals per a serveis de distribució de radio i televisió, videoconferències, transmissió de dades (*emails*, fitxers), o comunicacions mòbils (amb vaixells o altres vehicles). També possible, però en desavantatge tècnica respecte als cables de fibra òptica, els satèl·lits permeten serveis de telefonia internacional i Internet. La telefonia mòbil ha estat fins ara dominada per la xarxa terrestre, però millores tecnològiques (antenes desplegable de 20 m., més de 15 kWatts de potència) en la potència oferta pels satèl·lits els fan un altre cop competitiu, especialment en àrees no urbanes. El futur és esperançador, amb més capacitat i flexibilitat (més commutació a bord de canals digitals), com hem vist en els darrers Jocs Olímpics, on cada país podia gaudir de les seves pròpies càmeres en cada esport.



Foto-6: Alphasat i EDRS: dues missions de telecomunicacions de l'ESA. 3 satèl·lits en òrbita geostacionària cobreixen tot el món fins uns 75 graus de latitud.

### *Navegació per satèl·lit*

És operacional, sota el nom de GPS (Global Positioning System) des de 1993. Inicialment dissenyada per a guiar missils i altres aplicacions militars, amb el temps s'ha convertit en una eina gairebé obligatòria per avions, vaixells, escaladors o taxistes, i també ben assequible i útil per a qualsevol persona que estigui disposada que un telèfon mòbil de 4<sup>a</sup> generació o similar (TomTom) li digui quan ha de seguir recte o girar per a arribar a una determinada destinació. Molts d'ells que ho han provat han deixat de comprar mapes. Europa (ESA+UE), amb el seu sistema Galileo (foto 7) espera tenir el seu GPS operacional l'any 2016. No oblidem tampoc Glonass (Rússia) o Compass-Beidou (Xina), que aportaran sistemes i senyals compatibles amb els de Galileo i GPS l'any 2020, la qual cosa suposarà que uns 100 satèl·lits orbitaran a uns 23.000

km. de la Terra i asseguraran millor resolució (almenys per equipament industrial d'alta qualitat) i sobretot millor fiabilitat.

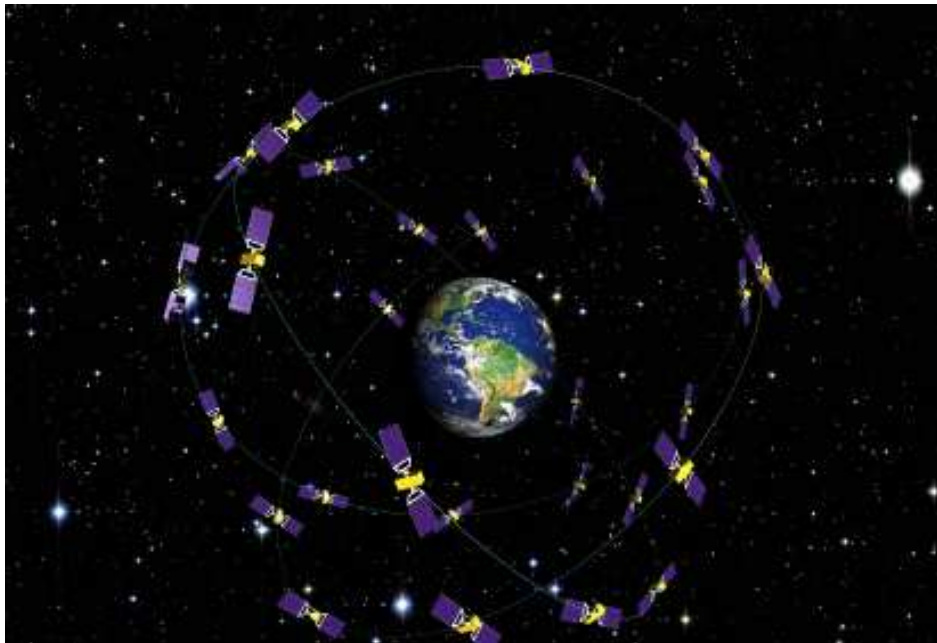


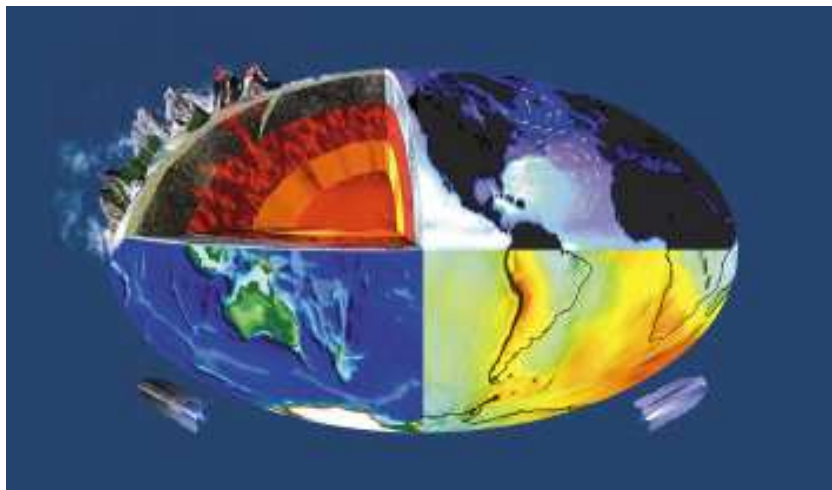
Foto 7 : Constel·lació de 27 satèl·lits Galileo desenvolupats per l'ESA.

#### *Els satèl·lits d'observació de la Terra*

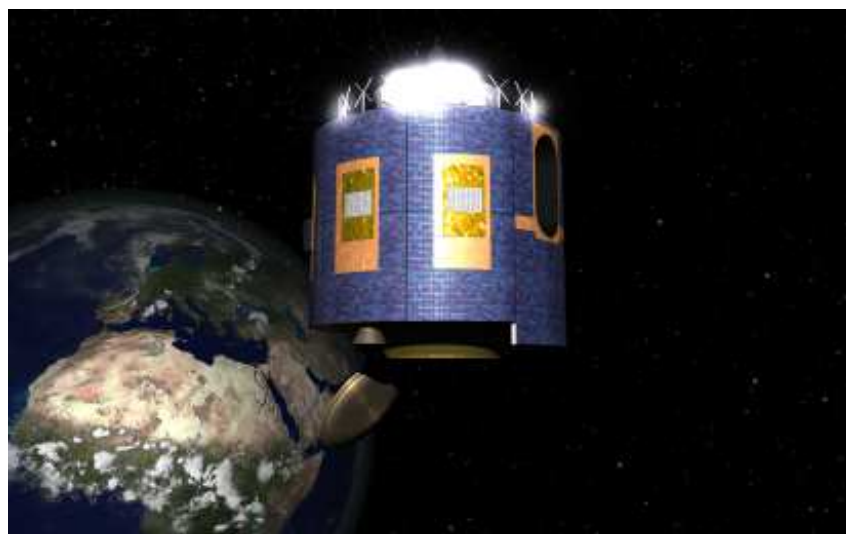
Gaudeixen d'un punt d'observació i cobertura global no oferta per cap altra tecnologia. Aquests satèl·lits donen serveis de cartografia (mapes), monitorització de desastres naturals (deforestació, focs, inundacions), navegació marítima (ones, gel), i són clau en la previsió meteorològica a curt termini i de canvis climàtics a mitjà i llarg termini a través de l'observació de l'atmosfera, mar i capes de gel, tot seguint models ben complexos que analitzen temperatura, vents, humitat i composició química que inclou entre d'altres l'ozó i gasos hivernaders (foto 8). En aquest grup, cal esmentar els set satèl·lits Meteosat i MetOp que han estat orbitant els cels europeus des de 1977, i que de manera indirecta ens afecten gairebé cada dia en decisions tan bàsiques com què farem o quina roba ens posarem demà. Finalment, pels curiosos, fotos per satèl·lit del nostre barri es poden trobar cada vegada més sovint a webs com <http://maps.google.com>



Foto 8: (a) Satèl·lit SMOS de l'ESA mesurant humitat i salinitat, amb grans contribucions d'empreses i universitats catalanes. Llençat el 2009.



(b,c) GOCE de l'ESA (llançat el 2009) mesurant el Geoid i gravetat ( $9.8 \text{ m/s}^2$  amb 9 dígits de precisió).



(d) Satèl·lit Meteosat proveint dades cada 15 minuts per estimar el temps des d'òrbita GEO (36.000 Km d'alçada).

### Llençadores

Altrament conegudes com coets, són necessàries per posar els satèl·lits, o astronautes en òrbita. Si pensem que per a desafiar les lleis de la gravetat cal viatjar a més de 28.000 Km / hora, llavors és més fàcil comprendre la potència de llençament que fa falta, i que certament un avió està ben lluny de poder donar. Europa ha tingut un èxit espacial en aquesta àrea, gràcies als cinc tipus de llençadores Ariane (foto 9) que amb més de 200 llençaments han posat a més de 300 satèl·lits en òrbita des de 1970. Això representa en els darrers anys una quota de mercat mundial pel damunt del 50% en satèl·lits de més de 100 kg. Nous programes (col·laboració amb Soyuz Rússia per llençar des de la Guaiana francesa, o nova llençadora de baix cost VEGA) s'estan fent realitat.



Foto 9: Llençadora Ariane-5 (més de 50 m. d'alçada).

### Vols *habitats* (amb tripulants a bord)

Tenen una llarga història. Inicialment amb naus que tornaven uns pocs dies després a la Terra, més tard amb la MIR (1986-2001), i finalment amb l'Estació Espacial Internacional (ISS en anglès – foto 10), l'home ha aconseguit fer els seus experiments en microgravetat en àrees com micro-biologia o recerca de materials. Hi ha tres noms que ens són familiars: Yuri Gagarin (soviètic), que va el primer astronauta de la història l'any 1961, Neil Amstrong (americà) i primer



en trepitjar la lluna (1969), i el més proper a nosaltres, Pedro Duque, que ha volat dues vegades (1995 i 2003) per l'espai.



Foto-10: Estació Espacial Internacional (ISS) des de 1998, amb 73 x 108 x 20 metres a 400 km. d'alçada. Es l'únic objecte en òrbita que es pot veure sense l'ús de telescopi.

No podríem acabar sense recordar que junt amb els EEUU (principalment a través de la NASA), Europa s'ha convertit en la segona potència mundial, per davant de l'antiga URSS, gràcies a la no sempre coneguda ESA (Agència Espacial Europea en anglès). L'ESA és el resultat de la fusió l'any 1975 de dues organitzacions que la van precedir des de 1962: ESRO per satèl·lits, i ELRO (per llençadores). L'ESA, amb un pressupost anual d'uns 4.000 milions d'euros (una cinquena part del pressupost de la NASA), 2000 'staff' per ajudar i supervisar (tècnicament i programàticament) a la indústria espacial europea, i la participació de 20 països, més Canadà (i la seva indústria espacial) de l'Europa Occidental (Espanya hi contribueix amb uns 175 M• anuals), ha posat en òrbita en els darrers 37 anys més de 70 satèl·lits en els sectors esmentats abans i 200 llençadores.

Però potser més important, els governs europeus, a través de l'ESA, han estat capaços de crear un nou sector industrial, liderar a nivell mundial i d'innovar en nous serveis i aplicacions civils (meteorologia, telecomunicacions) que eren ben impensables fa mig segle. En aquest sentit, l'ESA representa no només una organització tècnica governamental, sinó un excel·lent exemple de col.laboració i d'integració europea. Coordinació més intensa amb la Unió Europea (EU) i altres organitzacions com Eumetsat, Eutelsat, és obligatòria en aquests temps de crisi econòmica, amb l'objectiu comú d'assegurar la ben guanyada competitivitat de la nostra indústria espacial, i sobre tot de provisió de millors serveis al ciutadà europeu del segle XXI.

Tal com va dir Neil Amstrong en trepitjar la lluna: *això és un petit pas per a l'home, però un salt gegant per la humanitat*. El darrer mig segle de l'home a l'espai ho avala.

**Lectura recomenada :**

[www.esa.int](http://www.esa.int) i <http://es.wikipedia.org/wiki/ESA>